

Governo do Estado do Pará
Universidade do Estado do Pará
Campus VI - Paragominas
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia



Eduarda Pereira de Moura
Jamille Silva Pinheiro

**Durabilidade natural da madeira de paricá (*Schyzolobium Parahyba* var. *amazonicum*
(Huber ex. Ducke) BARNEBY) em campo de apodrecimento.**

Paragominas
2016

Eduarda Pereira de Moura

Jamille Silva Pinheiro

**Durabilidade natural da madeira de paricá (*Schyzolobium Parahyba* var. *amazonicum*
(Huber ex. Ducke) BARNEBY) em campo de apodrecimento.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Engenharia Florestal, do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, da Universidade do Estado do Pará.

Orientador: Prof^o.M.Sc. Marcio Franck de Figueiredo.

Coorientador Prof^o M.Sc. Madson Alan Rocha de Sousa.

Paragominas

2016

Eduarda Pereira de Moura

Jamille Silva Pinheiro

**Durabilidade natural da madeira de paricá (*Schyzolobium Parahyba* var. *amazonicum*
(Huber ex. Ducke) BARNEBY) em campo de apodrecimento.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do grau Engenharia Florestal, do
Centro de Ciências Naturais, da
Universidade do Estado do Pará.

Data de aprovação: ___/___/_____

Banca Examinadora

Prof(a). M.Sc. Marcio Franck de Figueiredo - Orientador

Prof(a). M.Sc. Madson Alan Rocha de Sousa- Coorientador

Examinador 1

Sabrina Benmuyal Vieira Bacharel em Engenharia Florestal

Examinador 2

Examinador 3 Suplente

Dedicamos este trabalho a Deus e aos nossos familiares pela compreensão, força e incentivo aos estudos e por estarem presentes em mais esta etapa grandiosa em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre comigo e ter colocado pessoas maravilhosas no meu caminho ao longo do curso, por todas as etapas e dificuldades superadas com grande sucesso.

A minha família que tanto amo, a minha mãe Rosália Pereira a meu pai Raimundo Moura, as minhas irmãs Ruth Moura e Paloma Moura, ao meu avô José Natal Moura, pelo apoio incondicional, todo carinho, amor e paciência comigo. A um amigo especial que faz parte de coração da minha família, Élio Alves pela amizade e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus amigos e colegas de curso, Beatriz Viana, Carolina Valente, Hugo Sampaio, Jamille Pinheiro e Valdenir Simplício, pela amizade e companheirismo nas disciplinas no decorrer do curso.

A minha amiga e parceira de tcc Jamille Silva Pinheiro, pela amizade e o esforço para que pudéssemos seguir em frente com o nosso propósito.

A Lilia Lopes colega e amiga pela amizade sincera e que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos do curso. Ao colega e amigo Hiogo Maciel que colaborou com grande ajuda para que o estudo fosse iniciado.

Agradeço em especial aos meus Professores, Prof. M.Sc. Marcio Franck de Figueiredo orientador e ao Prof.M.Sc. Madson Alan Rocha de Sousa coorientador, por toda a paciência, atenção, auxílio, por terem acreditado e dado todo o suporte para a concretização deste trabalho.

Agradeço em geral a todos os Professores mestres, doutores que se empenharam em nos passar todo o conhecimento possível ao longo do curso, e em especial a Prof.^a: D. Sc Eliane Almeida por todo o apoio dado nesta etapa tão importante.

A Universidade do Estado do Pará (UEPA) pelo apoio e suporte durante o curso e na conclusão final do mesmo. Aos funcionários que direta e indiretamente contribuíram para que pudéssemos estar sempre informados e em um ambiente adequado ao ensino.

Eduarda Pereira de Moura

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pelo presente diário de vida, saúde e sabedoria concedida a todas as etapas da minha vida.

A Universidade do Estado do Pará (UEPA), pela oportunidade de realização deste curso e por todo suporte dado para a concretização deste trabalho. Agradeço em geral a todos os Professores mestres, doutores que me passaram todo o conhecimento possível ao decorrer deste curso.

Ao estimado orientador prof. M.Sc. Marcio Franck de Figueiredo, pela orientação, incentivo, amizade e por todo o auxílio que foi dado para se chegar a conclusão deste trabalho.

Em especial ao coorientador prof. M.Sc. Madson Alan Rocha de Sousa, por todo apoio, incentivo, auxílio e amizade.

Em especial a minha mãe Ana Júlia da Cruz e Silva e a minha irmã Maria Tayane Silva Pinheiro, por sempre me incentivarem a estudar e seguir uma profissão, e por todo o apoio incondicional, dedicação e auxílio que me fez chegar à conclusão deste trabalho.

Aos meus irmãos Rodrigo Pinheiro Pereira Filho e Rômulo Silva Pereira e sobrinha Júlia Pinheiro dos Santos por me darem alegria e força no decorrer desta etapa.

Ao meu querido João Antônio Gonçalves da Costa pelo carinho, pela feliz convivência e incentivo em todas as fases desta pesquisa.

A minha amiga e parceira Eduarda Pereira de Moura, por toda paciência, apoio e amizade em todas horas.

Jamille Silva Pinheiro.

RESUMO

MOURA, Eduarda Pereira de e PINHEIRO, Jamille Silva. **Durabilidade natural da madeira de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby) em campo de apodrecimento.** Trabalho Final de Graduação – Universidade do Estado do Pará. Paragominas, Pará, 2016.

A madeira por ser um material orgânico e heterogêneo, sofre constantes ataques de agentes biodegradadores, agentes estes biológicos, físicos e químicos, sendo os biológicos como os cupins e os fungos os que mais se destacam, principalmente quando a mesma é submetida em contato direto com o solo. Este estudo teve como objetivo avaliar a durabilidade natural da espécie madeireira *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY (paricá) em contato direto com o solo em campo de apodrecimento. Inicialmente foram utilizados 5 toretes de 1 metro cada retirados aleatoriamente de 5 indivíduos, que posteriormente foram submetidos ao corte em 4 partes no sentido vertical de cada amostra, totalizando 20 corpos de prova, sendo estes analisados pelo período entre **outro de novembro** de 2016, seguindo um sistema de atribuições de notas onde verifica-se visualmente o grau de deterioração, e análises em laboratório para a determinação da umidade e perda de massa e coleta de dados meteorológicos da área, localizado no município de Paragominas-PA. A instalação do campo de apodrecimento possibilitou obter resultados acerca da espécie em estudo, podendo-se afirmar após duas análises feitas com 15 e 30 dias de experimento que a madeira do paricá possui pouca resistência natural e seus principais agentes biodegradadores são fungos e cupins, e que as diferentes variações climáticas do local de estudo são fatores favoráveis para a incidência e ataque desses organismos xilófagos. Tal estudo se tornou uma ferramenta eficaz e de baixo **custo caracterização** da durabilidade natural do paricá.

Palavras Chave: Madeira, Durabilidade, Resistência Natural.

ABSTRACT

MOURA, Eduarda Pereira de and PINHEIRO, Jamille Silva. Natural durability of paricá wood (*Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby) in rotting field. Graduation Final Work - University of Pará State. Paragominas, Pará, 2016.

The wood, being an organic and heterogeneous material, suffers constant attacks of biodegradable agents, these biological, physical and chemical agents, being the biological like termites and fungi the ones that stand out the most, especially when it is submitted in direct contact with the soil. This study aimed to evaluate the natural durability of the wood species *Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY (paricá) in direct contact with the soil in rotting field. Initially, 5 1-meter-tall torts were randomly removed from 5 individuals, which were then submitted to cutting in 4 parts in the vertical direction of each sample, totaling 20 specimens, which were analyzed during the period between November 2016, following A system of assignments of notes where the degree of deterioration is visually verified, and laboratory analyzes for the determination of humidity and mass loss and the collection of meteorological data of the area, located in the municipality of Paragominas-PA. The planting of the rotting field made it possible to obtain results about the species under study, and it can be affirmed after two analyzes done with 15 and 30 days of experiment that paricá wood has little natural resistance and its main biodegradant agents are fungi and termites, and That the different climatic variations of the study site are favorable factors for the incidence and attack of these xylophagous organisms. Such a study has become an effective and cost-effective characterization of Paricá's natural durability.

Keywords: Wood, Durability, Natural Resistance.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Geral	3
2.2 Específicos	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Descrição da espécie	4
3.2 Campos de apodrecimento	4
3.3 Agentes biodegradadores	5
3.3.1 AGENTES FÍSICOS	6
3.3.2 AGENTES QUÍMICOS	6
3.3.3 AGENTES BIOLÓGICOS	7
3.3.3.1 Insetos	7
3.3.3.2 fungos	8
4 METODOLOGIA	10
4.1 Coleta e preparação dos corpos de prova	10
4.2 Preparação e localização do campo de apodrecimento	11
4.3 Avaliações do grau de deterioração por análise visual e da perda de massa	12
4.4 Determinação do teor de umidade das amostras	13
4.5 Determinação da densidade das amostras	14
4.6 Coleta de dados das variáveis climáticas do município de Paragominas-PA	15
5 RESULTADOS	16
5.1 Avaliação do grau de deterioração por análise visual	16
5.2 Avaliação da perda de massa	19
5.3 Variação da umidade das amostras	20
5.4 Variação da umidade relativa do ar e radiação solar e precipitação de chuva (mm)	21
6 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material de origem renovável, que apresenta propriedades essenciais ao uso desde os primórdios da humanidade, representa uma gama de aplicações na indústria, sendo utilizada em projetos de engenharia, industrialização de moveis, instrumentos musicais e outros. Por ser um material biodegradável a mesma está sujeita a sofrer as diferentes condições de clima, lugar de exposição, entre outros. (PILOCELLI, et al, 2015).

Segundo Corassa et al, (2013), as espécies madeireiras com baixa durabilidade natural estão sujeitas a sofrerem com as ações dos organismos biodegradadores, tendo em vista o autor afirma que é de grande importância se fazer o estudo da durabilidade natural das espécies, determinando o seu grau de resistência e a quais agentes xilófagos a madeira é mais suscetível.

Existem vários fatores que podem influenciar na variação da resistência natural da madeira, como por exemplo, a idade, a taxa de crescimento, a posição da amostra ao longo do tronco e do diâmetro (topo ou base, cerne ou alborno) e a quantidade e tipo de extrativos. Além disso, o comportamento de uma mesma espécie pode ser diferente em ambientes distintos, devido às condições de umidade, pH e matéria orgânica do solo, radiação solar, precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar (TREVISAN et al., 2007).

O estudo da durabilidade natural das espécies madeireiras e sua preservação são dois fatores essenciais que determinam para qual ramo da indústria a mesma irá ser utilizada, pois a qualidade da madeira está diretamente relacionada com sua finalidade, (MELLO, et al, 2013).

Os ensaios de durabilidade natural da madeira são comumente realizados em campos de apodrecimento, estudo este eficaz para se determinar a durabilidade das espécies, pois as madeiras são expostas a diversos tipos de solos, clima, microrganismos e insetos (FOSCO MUCCI et al., 1992). Ensaios realizados em campos de apodrecimento são essenciais para determinar a durabilidade das espécies submetidas a diferentes tipos de ambientes, onde se verifica que o comportamento de uma mesma espécie pode ser diferente em ambientes distintos, pois as condições de umidade, insolação, aeração, temperatura, entre outras, podem se diferir uns dos outros.

Para Jesus et al. (1998), esse estudo permiti analisar a vida média útil e a susceptibilidade a organismos xilófagos e por fatores abióticos, podendo assim ser realizado uma classificação do uso da madeira, quanto ao grau de degradação. O mesmo ainda ressalta que as informações obtidas neste tipo de estudo complementam o conhecimento das demais propriedades tecnológicas, que em conjunto, podem fornecer informações para melhor uso, como também viabiliza a comercialização de espécies florestais com potencialidades na indústria madeireira.

Nesse sentido este trabalho atentou-se para a necessidade de obter madeiras adequadas ao uso nas indústrias, tendo como estudo realizado acerca da durabilidade natural da espécie (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby), exposta em campo de apodrecimento instalado em um ambiente sombreado e antropizado, a partir disso coletando dados a respeito da resistência natural da mesma a agentes biodegradadores, variação da umidade e densidade da madeira bem como a influência de fatores físicos como a temperatura, umidade relativa do ar, incidência solar (radiação) e a precipitação.

A metodologia utilizada difere dentre as demais utilizadas, pelo fato do campo de apodrecimento não ter sido instalado em ambiente de floresta fechada ou em campo aberto e da madeira em exposição não ter sofrido qualquer tipo de ação preservante durante o processo, estando totalmente em seu estado natural e está localizado em área urbana. Então, fatores como o solo, as condições climáticas, os agentes biodegradadores, possuem influencias diferentes dos demais ambientes, o que remete a novos dados sobre o comportamento de uma espécie fora do local de origem. Um dos aspectos importantes é que o estudo realizado em um curto período de tempo foi capaz de trazer informações intrínsecas do comportamento da espécie exposta a agentes físicos e bióticos, possibilitando identificar quando e o que contribuiu para que a mesma sofresse degradação.

2 OBJETIVO

2.1 Geral

Avaliar a durabilidade da madeira de paricá *Schyzolobium Parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY em campo de apodrecimento.

2.2 Específico

- Identificar agentes de degradação natural da madeira de paricá em contato com o solo;
- Avaliar a durabilidade natural da madeira de paricá em contato com o solo;
- Avaliar a utilização de campos de apodrecimento em estudos de durabilidade natural de espécies florestais madeireiras.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 Descrição da espécie

A espécie madeireira *Schyzolobium Parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY, pertencente ao gênero *Schyzolobium*, da família Caesalpiniaceae, está amplamente distribuída na região amazônica e, apesar da espécie nativa, atualmente utilizada em plantios e reflorestamento. No estado do Pará é vulgarmente conhecida como paricá, paricá grande e faveira. (ROSSI, et al. 2000).

Segundo Colli (1980) e Pereira *et al.* (2002), na região amazônica é uma das espécies florestais com maior potencial para silvicultura devido ao seu rápido crescimento em altura e diâmetro e por apresentar madeira de cor clara, de processamento fácil, bom acabamento, indicada para a fabricação de móveis, e compensados e com elevada cotação no mercado interno e externo, apesar da baixa durabilidade natural que a torna susceptível ao ataque de organismos xilófagos.

De acordo com Pilloceci *et al.* (2015) a madeira de paricá (*Schyzolobium Parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY) se caracteriza por apresentar baixa durabilidade natural quando submetida a ensaios de deterioração em contato com o solo e a diferentes tipos de clima. Este fato está relacionado com as características intrínsecas da madeira por apresentar baixos teores de extrativos (entre 4,9 e 5,7%) e de massa específica básica (entre 0,27 e 0,43 g.cm⁻³), sendo muito susceptível ao ataque de agentes biológicos, seu uso e recomendado com agentes preservativos de madeiras.

3.2 Campos de apodrecimento

A madeira por ser um material de origem orgânica, quando submetida ao contato direto com o solo é atacada por agentes biológicos, principalmente por fungos apodrecedores e cupins, estando sujeita a rápida deterioração (BARILLARI, 2002).

Os processos de degradação podem ser estudados através da avaliação da durabilidade natural das madeiras. Estes processos permitem analisar a vida média útil e a susceptibilidade a organismos xilófagos, podendo assim ser realizada uma classificação do uso da madeira, quanto ao grau de degradação, não só ocasionada pela ação desses organismos, mas também por fatores abióticos. (TREVISAN, 2006)

Um das formas de se determinar a durabilidade natural de madeiras é a utilização de campos ou sítios de apodrecimento, locais estes onde a madeira será colocada em contato direto com o solo por período pré-definidos com o objetivo de se avaliar o tipo de degradação a ser sofrida pela madeira, o tempo que a madeira leva a ser atacada, assim como a influência do tipo de degradação na resistência e durabilidade natural da madeira.

Para Melo et al. (2013) e Mattos et al. (2013) defendem que os ensaios de deterioração de campo são os mais fidedignos na caracterização da resistência natural da madeira, uma vez que em campo a madeira fica exposta a condições mais severas de deterioração, principalmente quando em contato com o solo. Costa et al. (2005) mencionaram que nos ensaios de campo o principal parâmetro utilizado para o monitoramento da resistência natural da madeira é o índice de deterioração. Tornando assim a implantação dos campos de apodrecimento uma alternativa eficaz para o monitoramento de durabilidade natural de espécies madeireiras.

Testes em campo de apodrecimento têm reproduzido com fidelidade situações de uso da madeira com ou sem tratamento químico. Madeiras nessas situações estão expostas a períodos irregulares de lixiviação, secagem, exposição a luz solar, além dos agentes químicos presentes no solo e diversos microorganismos xilófagos que podem atuar em conjunto. Esses ensaios consistem basicamente no soterramento parcial ou total de amostras de madeira seguido de inspeções de sanidade (COSTA et al., 2005).

Segundo Mendes & Alves (1988), a resistência natural da madeira é um dos principais fatores que determina sua utilização, especialmente em países tropicais, como o Brasil. Dentro do mercado madeireiro, espécies madeireiras que, reconhecidamente, são classificadas como resistentes a deterioração apresentam ampla aceitação e difusão de emprego e, conseqüentemente, agregam maior valor ao produto final.

3.3 Agentes biodegradadores

Independente da espécie ou local que venha a ser utilizada, a madeira sempre estará exposta à agentes biodegradadores que poderão ataca-la de forma isolada ou conjunta. Consideram-se agentes biodegradadores quaisquer agentes físicos, químicos ou biológicos que em conjunto ou isoladamente, alterem negativamente as propriedades organolépticas e de resistência da madeira. (MORESCHI, 2013).

3.3.1 AGENTES FÍSICOS

A degradação da madeira por agentes físicos é relativamente lenta e menos evidente que a degradação por outros agentes.

De acordo com Brito (2014) e Cruz (2013), o fogo é o processo de degradação mais rápido que a madeira poderá sofrer. O fogo é considerado o principal agente físico de destruição. A destruição da madeira pelo fogo é extremamente rápida devido a madeira ser um material combustível medianamente inflamável, em decorrência de sua própria constituição à base de carbono e hidrogênio.

Segundo Santini (1988), os danos físicos podem ser originários de sobrecarga que provoca deformação excessiva dos elementos estruturais, quando os elementos da madeira são carregados além da sua capacidade em um longo período de tempo, fazendo com que as fibras tornem-se permanentemente alongadas, processo esse denominado deformação lenta.

Para campos de apodrecimento os agentes físicos mais comuns referem-se às condições climáticas diversas que isoladamente ou em conjunto, degradam a madeira como incidência direta de radiação solar, ação de ventos, chuvas e umidade, que afetam as características organolépticas como a cor, textura, assim como o aparecimento de rachaduras, trincas ou a concentração de umidade, fatores propícios ao aparecimento e ataque de organismos xilófagos. (MENDES, 1988).

3.3.2 AGENTES QUÍMICOS

A degradação química ocorre quando a madeira é exposta à substâncias químicas como ácidos, bases fortes, óxido de ferro, dióxido de enxofre, entre outras. O contato da mesma com essas substâncias pode perder suas propriedades fisio-mecânicas.

A presença de ácidos e bases fortes pode causar danos. As bases fortes atacam a hemicelulose ocasionando perda de peso e resistência. O dano da madeira causado por ácidos provoca a mudança de coloração para uma cor escura e sua aparência se assemelha ao de uma madeira danificada por fogo. (EISBERG et al, 1979).

Segundo estudos feitos por Cruz (2013), esse tipo de degradação é facilmente observado em pisos de fabricas de produtos químicos, e em peças de madeiras que ficam em

contato com ferragens, que podem apresentar de forma amolecida ou com a aparência desfibrada. Também pode ocorrer na formulação de colas para compensados onde, a decomposição é caracterizada pela delaminação das camadas do compensado.

A madeira é um material que resiste relativamente bem ao ataque de agentes químicos, motivo que a leva a ser muito utilizada na indústria química para o armazenamento de produtos químicos. (MELLO et al 2013)

3.3.3 AGENTES BIOLÓGICOS

A susceptibilidade ao ataque de agentes biológicos é uma característica intrínseca da madeira quanto ao material de origem biológica. Esta susceptibilidade varia entre espécies, sendo potencializada quando a madeira é utilizada em condições favoráveis ao aparecimento de agentes biológicos.

Segundo Moreschi (2013), os agentes biológicos são as causas mais frequentes de deterioração das estruturas de madeira. Contudo, ainda que determinada espécie seja susceptível ao ataque de determinado agente, esse ataque só ocorrerá se a madeira estiver em condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Os agentes biológicos mais comuns em condições de contato com o solo são os insetos e fungos.

3.3.3.1 Insetos

São organismos que causam enormes danos às madeiras. Algumas espécies adquirem a capacidade de usar a madeira como fonte de alimentação ou habitat. Dividem-se em vinte e seis ordens. Destacam-se os cupins ou térmitas (isoptera), brocas (coleóptera), formigas (hymenoptera). (BRITO, 2014)

Segundo Gonçalves *et. al* (2013), a evidência que determinada espécie madeireira está sofrendo ataques de insetos é caracterizada pela presença de orifícios e dejetos em pó que variam no tamanho de acordo com o inseto causador. A presença da atividade de insetos também pode indicar a presença de biodeterioração por fungos.

Na ordem isoptera, os cupins, são os principais causadores de deterioração na madeira sendo responsáveis pelo ataque à diversas espécies, principalmente aquelas de densidade mais baixa. (PAES, et al. 2007)

Segundo Oliveira *et al.* (1986), os cupins são insetos de ciclo larvar, que atacam a madeira geralmente seca, embora possam ter razoável tolerância em relação a valores elevados de umidade. A eclosão dos ovos postos pela fêmea adulta em fendas ou nos poros da madeira dá origem à larvas que penetram na madeira abrindo galerias. Quando o período larvar se aproxima do termo, a larva imobiliza-se próximo da superfície da madeira, transforma-se em pupa e finalmente em inseto adulto, que sai para o exterior dando origem ao orifício de saída com dimensões e formas circulares.

O ataque de brocas (coleóptera) em estruturas de madeiras é frequentemente confundido com os ataques de cupins, por também expelirem resíduos das peças atacadas, As mesmas utilizam a madeira como fonte de alimentação. Os cupins e as brocas necessitam de certas condições para viver e se reproduzir, onde incluem alto teor de umidade na madeira, utilização da celulose como fonte de alimentação e, um alto nível de dióxido de carbono e oxigênio. (MELO, et al. 2010).

Na ordem hymenoptera dos insetos, destacam-se as formigas carpinteiras como o principal grupo de insetos que mais causam deterioração em estruturas de madeiras. As mesmas utilizam a madeira como abrigo ao invés de fonte de alimentação. As formigas carpinteiras normalmente atacam madeiras não tratadas, existindo uma preferência por madeiras macias ou por madeiras previamente atacadas por fungos. (WILCKEN, et al. 2000).

As estruturas de madeiras deterioradas por formigas carpinteiras são caracterizadas pela presença de tuneis limpos, insetos de excrementos, que são limitados ao lenho inicial e se estendem ao longo das fibras da madeira. À medida que essas formigas atacam as estruturas de madeiras, retiram grande quantidade de excrementos fibrosos, depositando-os na base da peça atacada, onde será facilmente identificada a infestação. (FERREIRA, 1989).

3.3.3.2 Fungos

De acordo com Castro e Silva, et al. (2001), os fungos são microorganismos vegetais, que degradam e utilizam a madeira como fonte de alimentação. São os agentes responsáveis pelos ataques em maiores proporções em estruturas de madeiras por se desenvolverem com maior rapidez e ocorrerem em todos os nichos ecológicos onde a madeira e utilizada.

O aparecimento e conseqüente ataque de fungos em estruturas de madeiras necessita de condições favoráveis a seu desenvolvimento. Fatores como altas temperaturas e elevado teor de umidade assim como teor de oxigênio livre e ph em torno de 4,5 a 5,5 facilitam o aparecimento. Os fungos especializados em obter alimentos da madeira procuram por fonte orgânica como a celulose, hemicelulose, lignina. Esses extrativos da madeira são considerados como uma grande fonte de variação e são os responsáveis pela maior ou menor susceptibilidade da madeira a fungos. (PAES et, al. 2007).

Segundo Costa (2009), a degradação de espécies madeireiras ocasionada por fungos ocorre de diferentes formas, em alguns casos eles podem decompor totalmente a madeira e em outro apenas mancha-las. Esses tipos de fungos biodegradadores dividem em: fungos manchadores, emboladores, apodrecedores.

O principal efeito dos fungos manchadores é o de manchar e descolorir a madeira. São considerados como não deterioradores, por causarem apenas problemas de qualidade estética. Em alguns casos, podem causar problemas mais sérios, atacar tecidos parenquimáticos, principalmente o parênquima radial, alimentando-se dos nutrientes existentes nas células. (CARLOS, 1981)

Os fungos que pertencem ao grupo dos emboladores infectam a superfície da madeira, e se alimentam dos componentes das células recém-cortadas ou resíduos nutritivos depositados sobre a superfície, causando assim, defeitos como uma formação purulenta na superfície e variação da cor. Esses defeitos geralmente podem ser tirados com escovação ou lixamento. (NEGRÃO,2011).

Os fungos apodrecedores são os agentes biológicos mais comuns, e são responsáveis por profundas alterações nas propriedades físicas e mecânicas da madeira, por atacarem moléculas que constituem a parede celular. Os sintomas de ataque de fungos manchadores podem ser perda da resistência, amolecimento, desintegração e descoloração. (WILCKEN, et al. 2000).

Entre os fungos apodrecedores se encontram os de podridão parda, que afetam as características visuais de coloração tornando a madeira parda escura ou acastanhada. Celulose e a hemicelulose da parede celular também podem ser atacadas e a lignina residual da parede

celular costuma ser modificada provocando a diminuição da densidade da madeira por alterações nas estruturas celulares. (ALONSO, et al. 2007).

De acordo com Negrão (2011), os fungos da podridão mole pertencem a um grupo recentemente descoberto. Esses microrganismos limitam seu ataque a camada superficial externa da madeira, e atacam a madeiras que são mais susceptíveis a variações de umidade. Degradam a celulose e hemicelulose deixando a madeira trincas transversais e aspecto de madeira carbonizada. (PAES, 2002)

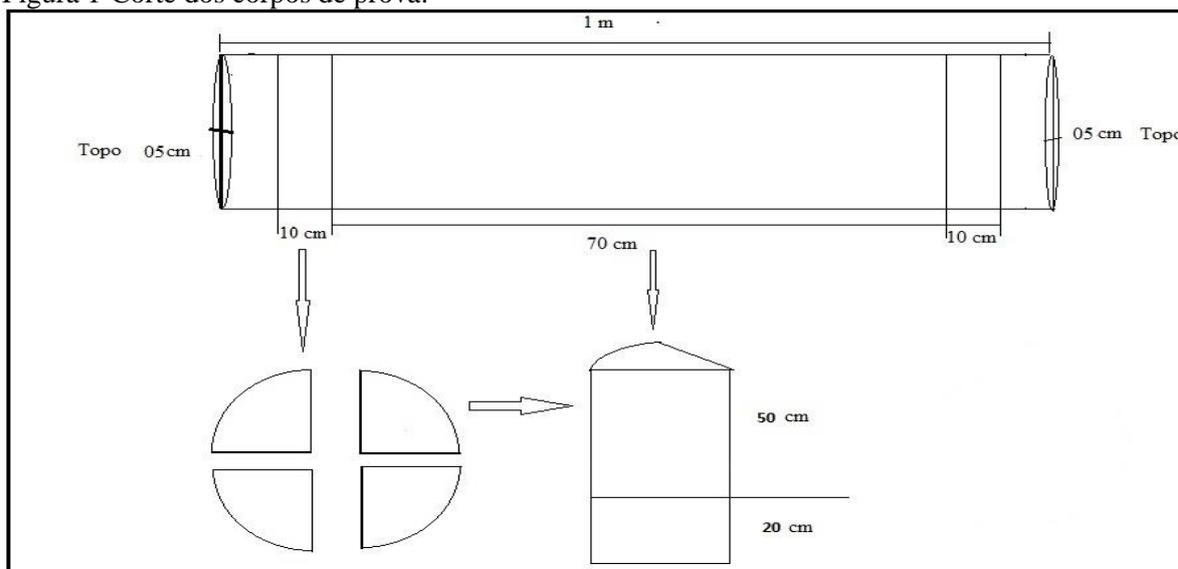
4 METODOLOGIA

4.1 Coleta e preparo dos corpos de prova

Para o trabalho, foram escolhidas aleatoriamente cinco árvores de paricá (*Schyzolobium Parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY) com oito anos de idade pertencentes a um plantio localizado na fazenda Flor da Mata, município de Paragominas-PA, nas coordenadas geográficas, DATUM: SIRGAS2000- W: 47:51:10,00- S:02:37:58,00.

Para o preparo dos corpos de prova, seguiu-se uma metodologia adaptada de Jesus et al. (1988), onde foi retirado 1 torete de cada árvore, medindo 1 metro cada. Os mesmos foram submetidos ao corte em 4 partes no sentido longitudinal, totalizando 20 corpos de prova.

Figura 1-Corte dos corpos de prova.



Fonte: o autor , (2016).

Após o corte dos corpos de provas foram retirados e descartados os 5 cm do topo e da base, de cada amostra, parte superior e inferior. Posteriormente os corpos de prova foram submetidos ao corte para se retirar 10 cm do topo e da base respectivamente, utilizados para a determinação de densidade e umidade do material, onde foram submetidos ao condicionamento em estufa de circulação de ar a 103 °C, até atingirem massa e volume constantes, sendo estes parâmetros obtidos com o auxílio de balança analítica e becker com água para a determinação da densidade, os 70 cm restantes, que não sofreram nenhum método preservativo e de secagem, seguiram para os ensaios de deterioração em campo.

4.2 Preparação e localização do campo de apodrecimento

Os ensaios de deterioração em campo foram realizados durante os meses de outubro e novembro de 2016, implantado em um ambiente que já sofreu **por** modificações antrópicas e sombreado, localizada na área verde do campus da Universidade do estado do Pará-UEPA.

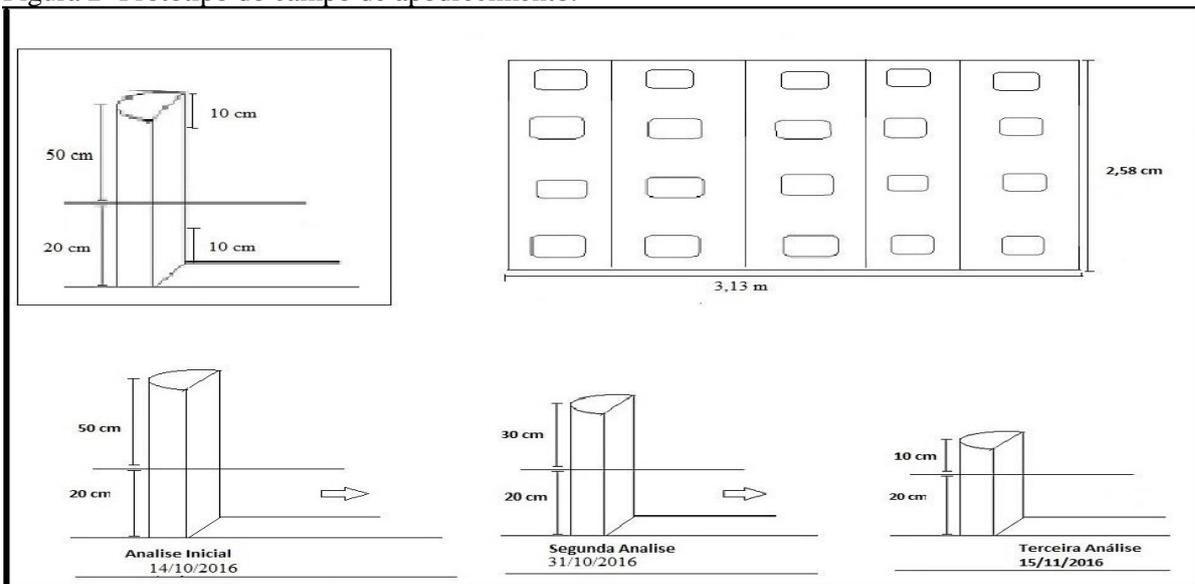
Imagem 1- Campo de apodrecimento com estacas de madeira do paricá.



Fonte: o autor, (2016).

A área experimental conterá 20 corpos de prova contendo 5 fileiras com espaçamentos de 50 cm. Cada fileira conterá 4 estacas que correspondera a um torete, plotadas a uma distância de 50 cm uma da outra. As estacas foram enterradas em seu estado natural verticalmente a 20 cm no solo e restando 50 cm na superfície.

Figura 2- Protótipo do campo de apodrecimento.



Fonte: o autor, (2016).

4.3 Avaliações do grau de deterioração por análise visual e da perda de massa

As avaliações do índice de deterioração foram realizadas após 15 e 30 dias de campo de apodrecimento, onde foi retirado 10 cm do topo e da base respectivamente de cada corpo de prova, de modo a proporcionar o monitoramento parcial da durabilidade da espécie estudada. As amostragens foram submetidas a limpeza superficial para a retirada do solo. E examinadas visualmente para a atribuição do estado de sanidade com base em um sistema de atribuição de notas, de acordo como foi sugerido por Lepage (1970).

Tabela 1: Critério de Avaliação do Estado de Sanidade (LEPAGE, 1970).

Nível	Nível de Degradação
100	Ausência de sintoma de degradação na estaca
90	Degradação superficial
70	Degradação evidente, porém, moderada.
40	Degradação intensa
0	Quebra de estaca

Na sequência os corpos de prova analisados, foram submetidos à estufa a 103°C, para a determinação do teor de umidade e densidade, até a obtenção de massas e de volumes

constantes. E com base na relação das diferenças de massa, antes e após a deterioração, que foi determinado o índice de perda de massa pela seguinte fórmula:

$$PM = \left(\frac{Mi - mf}{Mi} \right) * 100$$

Em que: PM= perda de massa (%); Mi= massa inicial (g);

Mf: massa final (g)

4.4 determinação do teor umidade das amostras

O teor de umidade das amostras foi determinado utilizando-se a metodologia de projetos em estruturas de madeiras (NBR 7190). Inicialmente os corpos de prova foram pesados em balança analítica, para a obtenção da massa inicial das amostras, em seguida encaminhadas a uma estufa de secagem em laboratório a $103^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$, onde foram submetidas a pesagem em intervalos de 6 em 6 horas, até atingirem pesos constante entre duas medidas consecutivas, menor ou igual a 0,5% da última massa medida.

O teor de umidade da madeira corresponde à relação entre a massa da água nela contida e a massa da madeira seca, dado por:

$$U(\%) = \left(\frac{m_i - m_s}{m_s} \right) X100$$

Onde:

-mi é a massa inicial da madeira, em gramas;

-ms é a massa da madeira seca, em gramas.

Imagem 2- Amostras no processo de secagem.



Fonte: O autor, (2016).

4.5 determinação da densidade das amostras

Para a determinação da densidade utilizou-se a metodologia de projetos em estruturas de madeiras (NBR 7190). Os corpos de prova antes com tamanhos de 10 cm foram reduzidos a dimensões de 2,5x2,5x5 cm, foram submetidos em estufa a $103^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$, até atingirem massa constante entre duas medidas consecutivas, menor ou igual a 0,5% da última massa medida. Após a secagem os corpos de prova foram imersos em água com auxílio de bomba a vácuo, utilizando a mesma por 30 minutos todos os dias ao longo do processo de saturação, em um período que contabilizou 6 dias de procedimentos.

Tal determinação seguiu-se pelo princípio de Arquimedes, onde foi determinado o volume saturado, onde o volume da água deslocado por um sólido irregular é exatamente igual ao volume do próprio sólido, o procedimento ocorreu com auxílio de um suporte universal, becker de vidro e uma balança analítica de precisão.

O volume é definido pela razão entre a massa seca e o volume saturado:

$$\rho_{\text{bas}} = \frac{m_s}{v_s}$$

Onde:

ρ_{bas} = Densidade básica

m_s = Massa seca

v_s = Volume saturado

Imagem 3- Processo de saturação (A) e determinação do volume (B).



Fonte: O autor, (2016).

4.6 Coleta de dados das variáveis climáticas do município de Paragominas-PA

As variáveis meteorológicas influenciam diretamente na degradação das estruturas de madeiras, pois fatores como ventos, chuvas, radiação solar, são variáveis que tornam o ambiente propício a proliferação de agentes biodegradadores biológicos, além de serem agentes físicos de degradação. Levando em consideração esses fatos, tornou-se necessário fazer o levantamento das variáveis climáticas do lugar onde o campo de apodrecimento está instalado.

Os dados das variáveis climáticas foram colhidos do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Segundo o Inmet, há uma estação meteorológica de superfície automática que é composta de uma unidade de memória central ("data logger"), ligada a vários sensores dos parâmetros meteorológicos como da pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, onde os mesmos são observados minuto a minuto e são disponibilizados automaticamente a cada hora no site do Inmet.

O município de Paragominas-PA possui uma estação automática a A212, aberta em outubro de 2007, possibilitando uma maior precisão na coleta dos dados meteorológicos. A partir disso foram colhidos diariamente os dados de temperatura, umidade, radiação solar e precipitação, durante todo o processo em que as amostras estiveram expostas ao campo de apodrecimento. Para se definir se o nível de degradação das amostras está diretamente ligado com essas variáveis, e quais danos esses agentes físicos podem causar nas mesmas.

Imagem 4- Estação meteorológica automática Paragominas-PA, A212.



Fonte: Inmet (2016).

5 RESULTADOS

5.1 Avaliação do grau de deterioração por análise visual

Após o período de avaliação, as amostras apresentaram índices de deterioração que variam de 0 a 100. Conforme o sistema de critério de avaliação de sanidade proposto por Lepage (1970), com incidência de ataques. Dos vinte corpos de prova instalados no campo de deterioração, foi notado que a parte em contato com o solo (base) das amostras sofreu mais com ataques de agentes biodegradadores apresentando degradação intensa, enquanto que a parte aérea (topo) apresentou degradação evidente, porém, moderada.

O índice de deterioração foi admitido por análise visual, com sistema de atribuições de notas, para se estabelecer o estado de cada amostra dentro do campo de apodrecimento, foram feitas duas análises visuais, uma após quinze dias, e outra após 30 dias de campo de apodrecimento. Onde os índices de degradação da base das amostras apresentaram deterioração intensa, o que denota uma baixa durabilidade natural da espécie estudada.

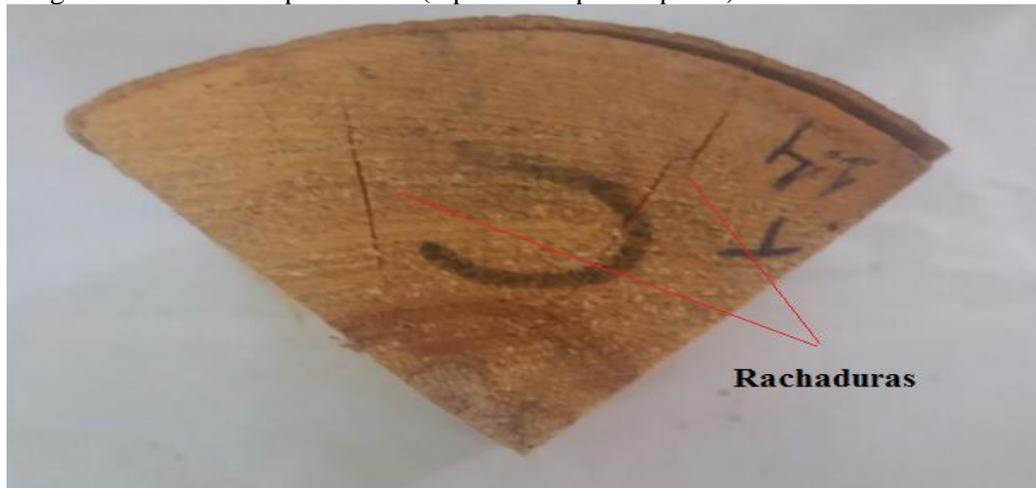
Quadro 1- Primeira análise visual após 15 dias de campo de apodrecimento, com sistema de atribuição de notas.

Nível de degradação	Torete 1		Torete 2		Torete 3		Torete 4		Torete 5	
	Base	Topo								
Ausência de sintoma		100								100
Superficial				90		90				
Evidente e moderada	70							70		
Degradação Intensa			40		40		40		40	
Quebra de estaca										

Fonte: o autor, (2016)

As análises feitas após 15 dias das amostras submetidas em campo de apodrecimento, já se mostraram deterioradas, com bastante evidencia de degradação intensa na base da maioria dos corpos de prova, reafirmando estudos feitos por PEREIRA, *et al.* (2002), que a espécie madeireira paricá (*Schyzolobium Parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY), apresenta baixa durabilidade natural. Quanto às amostras que não estavam em contato direto com o solo (topo), apresentaram total ausência de sinal e nível de degradação superficial, como as causadas pelos agentes físicos, pela ação da radiação solar, ocasionando na secagem e aparecimento de pequenas rachaduras nos corpos de prova.

Imagem 5- Amostra da parte aérea (topo dos corpos de prova).



Fonte: O autor, (2016).

Esse resultado está de acordo com o trabalho de Trevisan (2006), que afirma que variações ambientais, têm papel importante no desenvolvimento e ataque dos agentes biodegradadores em estruturas de madeiras. Pois as mesmas expostas em ambiente com essas variáveis de radiação solar e chuvas, sofre com processos de secagem e umedecimento, criando deste modo, uma região de maior fragilidade ao ataque de agentes biodegradadores biológicos. O que pode ser observado que essas variáveis foram fator determinante para o ataque de fungos, onde se observou o ataque as amostras no sentido da casca ao lenho, onde a umidade entre a casca favoreceu a proliferação dos mesmos entre as fendas abertas pela deterioração por parte dos cupins.

Imagem 6- Amostras da parte soterrada (base), propagação dos fungos na direção casca ao lenho (A) e o acumulo de fungos na casca (B).



Fonte: O autor, (2016).

Quadro 2- Segunda análise visual após 30 dias de campo de apodrecimento, com sistema de atribuição de notas.

Nível de degradação	Torete 1		Torete 2		Torete 3		Torete 4		Torete 5	
	Base	Topo								
Ausência de sintoma										
Superficial				90						90
Evidente e moderada		70	70			70		70		
Degradação Intensa	40				40		40		40	
Quebra de estaca										

Fonte: o autor, (2016)

Nas análises feitas após 30 dias de campos de apodrecimento, foram notados como principais sintomas de degradação evidente os corpos de prova que estavam diretamente em contato com o solo (base), os níveis de degradação foram evidentes, causados pelos agentes biodegradadores biológicos, o principal causador foi os fungos e cupins.

Como os corpos de provas se encontravam em condições favoráveis ao desenvolvimento de agentes biodegradadores, como clima quente e úmido, pode-se observar o aparecimento de fungos, o aparecimento foi da classe dos manchadores e emboladores, o que causaram manchas, afetando primariamente a qualidade estética, e variação da coloração, condizendo com a afirmação de Lopez & Milano (1986), que consideram os fungos como os primeiros organismos a colonizarem a madeira em contato com o solo, tal fato pode ser explicado pelas suas necessidades fisiológicas.

Tal estudo constatou a presença do ataque de cupins, os mesmos são os organismos que mais atacam estruturas de madeiras, e utilizam a mesma como fonte de alimentação, o ataque foi evidenciado pela presença dos mesmos nas amostras e pela presença de orifícios, sofrendo danos como perfuração e a presença de galerias no interior das amostras.

Imagem 7- Análise após 30 dias, (A) amostra da parte aérea (topo), e (B) amostra em contato com o solo (base).



Fonte: O autor, (2016).

5.2 Avaliação da perda de massa

As amostras mediante análise fatorial de perda de massa apresentaram valores significativos de perda durante o procedimento. Com a avaliação de tal perda, pode-se afirmar que a mesma ocorreu de forma mais significativa nos primeiros 15 dias de campo de apodrecimento, valores estes que apresentaram-se estáveis ao longo do processo de 30 dias, tal perda de massa se deve ao fator espécie e ambiente, pois as mesmas submetidas em campo aberto, expostas com as variações climáticas do ambiente sofre com processos bruscos de secagem e umedecimento, favorecendo o surgimento de tensões e rachaduras superficiais, o que favorece o desenvolvimento de fungos, além de que provoca perda de massa dos corpos de prova.

Tabela 2- Análise da perda de massa das amostras de madeira antes e após 15 e 30 dias expostas em campo aberto

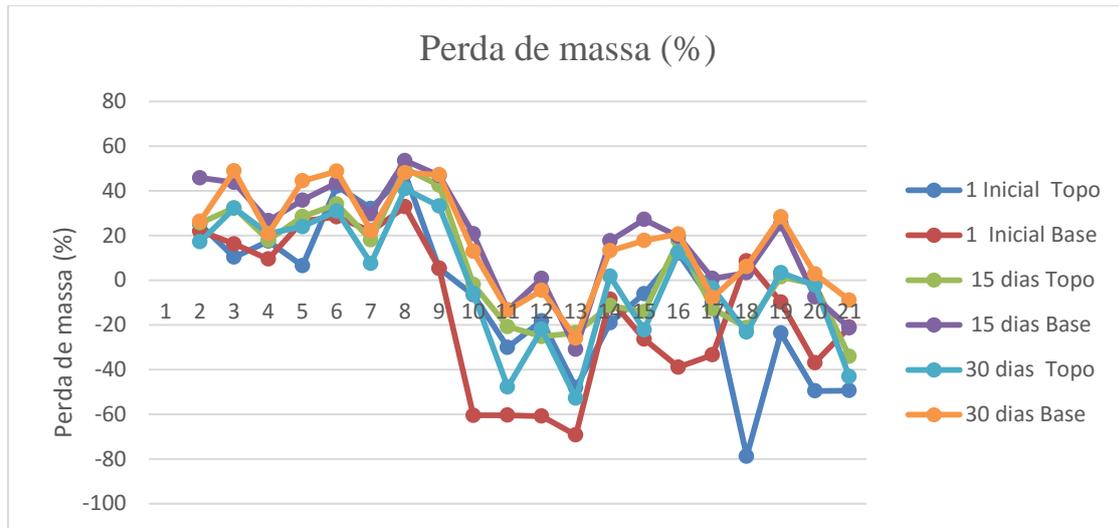
Analises	n° amostras	Soma	Média	Variância
Inicial Topo	20	-141,699	-7,08495	1109,708
Inicial Base	20	-254,82	-12,741	1150,277
15 dias Topo	20	101,1675	5,058377	639,9469
15 dias Base	20	367,0759	18,3538	591,6451
30 dias Topo	20	1,176827	0,058841	779,8425
30 dias Base	20	347,4685	17,37342	515,5822

Tabela 3- Variação da perda de massa entre as amostras e as análises realizadas.

<i>FV</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	16063,76821	5	3212,754	4,026847	0,002111538	2,293911158
Dentro dos grupos	90953,0198	114	797,8335			
Total	107016,788	119				

Em que: FV= fonte de variação; GL= graus de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrado médio; Fc= valor de F calculado; P= valor de p.

Gráfico 1- Perda de massa entre as estacas de madeira.



Fonte: O autor, (2016).

5.3 Variação da umidade das amostras

A variação da umidade de estruturas de madeira modifica consideravelmente de acordo com o lugar que a mesma estiver submetida. As amostras expostas em campo de apodrecimento sofreram com as mudanças das variáveis climáticas durante todo estudo, o que fez com que as mesmas sofressem com umedecimento e processos bruscos de secagem causados pela radiação solar. Para a determinação da variável de umidade da espécie madeireira paricá (*Schyzolobium Parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY) foram feitos testes laboratório, onde as amostras foram submetidas a 103°C em estufa com circulação e pesadas diariamente de 6 em 6 horas. A variação da umidade obtida nas três análises feitas possibilitou perceber o comportamento das amostras ao longo do processo, sendo a primeira análise apresentando maior variação entre o topo (parte aérea) e a base (parte soterrada) das 20 amostras.

Tabela 4- Análise da umidade (%) das amostras de madeira em campo aberto.

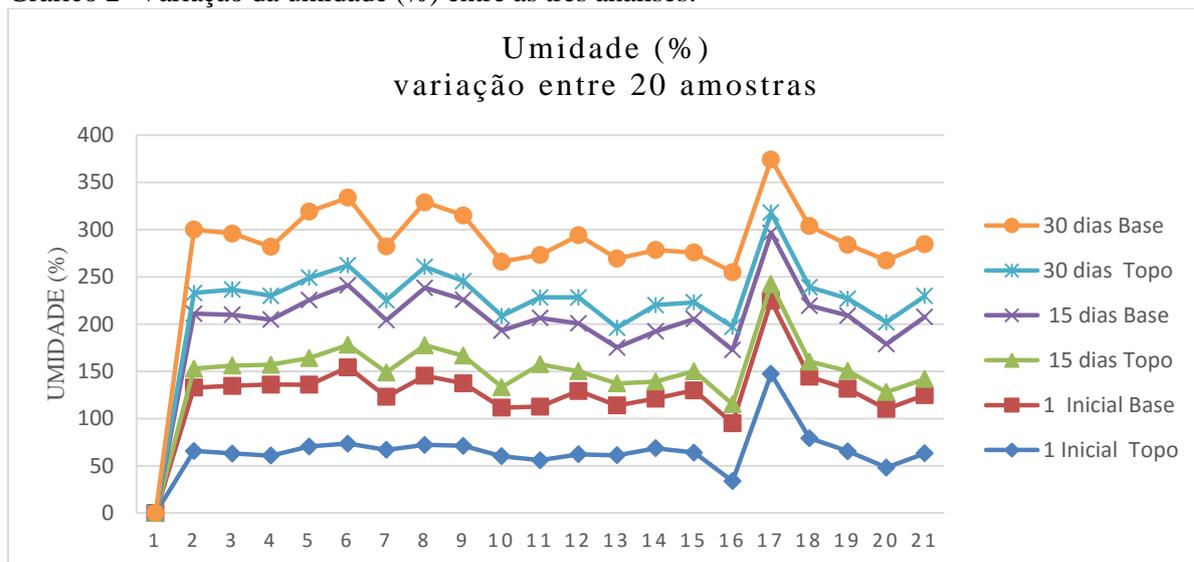
Analises	N° amostras	Soma	Média	Variância
Inicial Topo	20	1350,893	67,54462853	445,6658
Inicial Base	20	1295,322	64,76609576	68,56141
15 dias Topo	20	458,4957	22,92478324	45,0035
15 dias Base	20	1111,328	55,56639077	39,93566
30 dias Topo	20	441,1077	22,05538502	10,53773
30 dias Base	20	1224,084	61,20420839	58,50413

Tabela 5- Análise da perda de massa das amostras de madeira em campo aberto.

FV	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre analises	43809,23576	5	8761,847152	78,67471	2,5215E-35	2,293911
Dentro das analises	12695,95555	114	111,3680312			
Total	56505,19131	119				

Em que: FV= fonte de variação; GL= graus de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrado médio; Fc= valor de F calculado; P= valor de p.

Gráfico 2- Variação da umidade (%) entre as três análises.



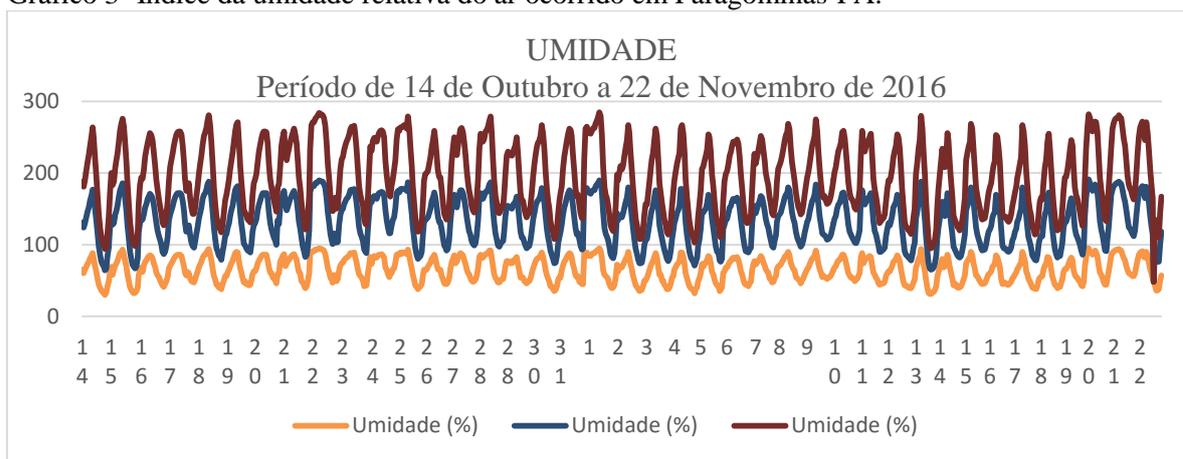
Fonte: O autor, (2016).

5.4 Variação da umidade relativa do ar e radiação solar e precipitação de chuva (mm)

A área onde se localizou o campo de apodrecimento se caracteriza por apresentar diferenças climáticas, observadas nas variações de temperatura e umidade relativa do ar, a influência das variáveis atmosféricas é um fator determinante na durabilidade de estruturas de madeiras, a radiação solar, umidade do ar, chuvas, são elementos considerados como agentes biodegradadores físicos, que ajudam na proliferação dos agentes biodegradadores biológicos.

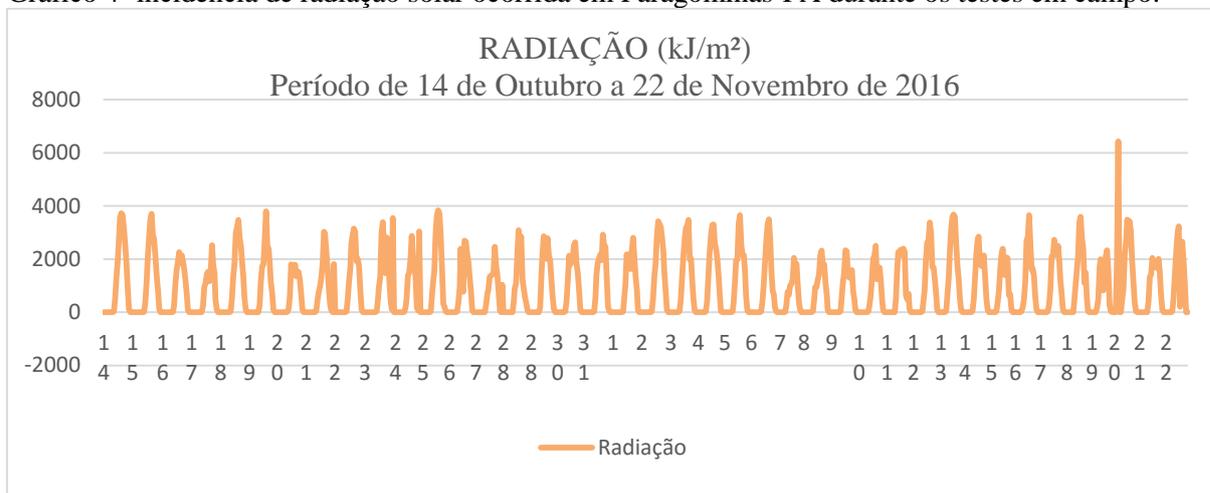
O campo de apodrecimento em estudo estava localizado em um ambiente caracterizado como quente e úmido, sofrendo variações diárias, sendo este ambiente propício ao aparecimento de organismos xilófagos. No decorrer do experimento foram medidas as variáveis de umidade relativa do ar, radiação solar, temperatura atmosférica e precipitação de chuvas, dados estes coletados diariamente do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET-2016), do local onde o campo experimental estava localizado.

Gráfico 3- Índice da umidade relativa do ar ocorrido em Paragominas-PA.



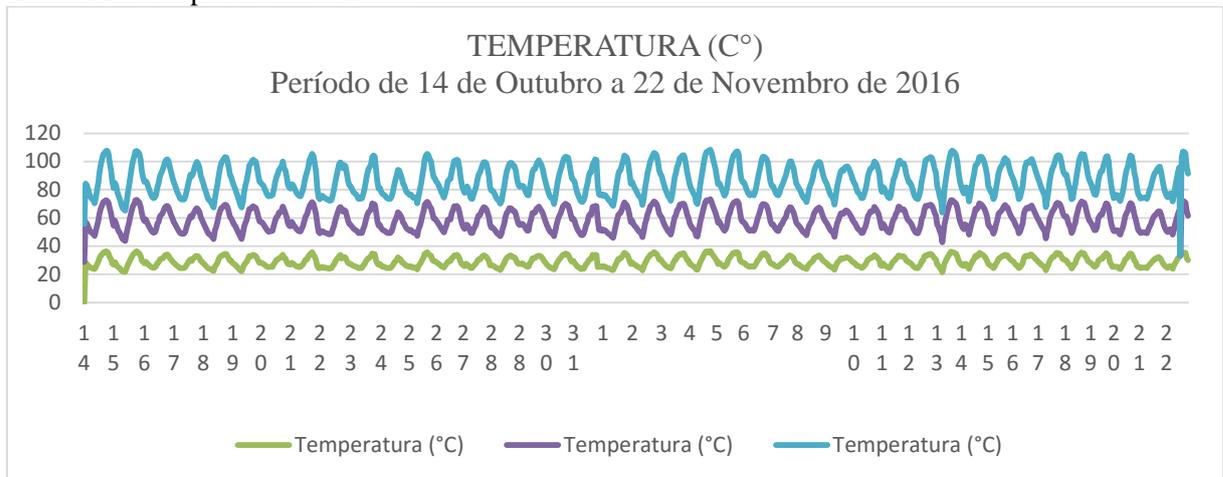
Fonte: Dados INMET-2016.

Gráfico 4- incidência de radiação solar ocorrida em Paragominas-PA durante os testes em campo.



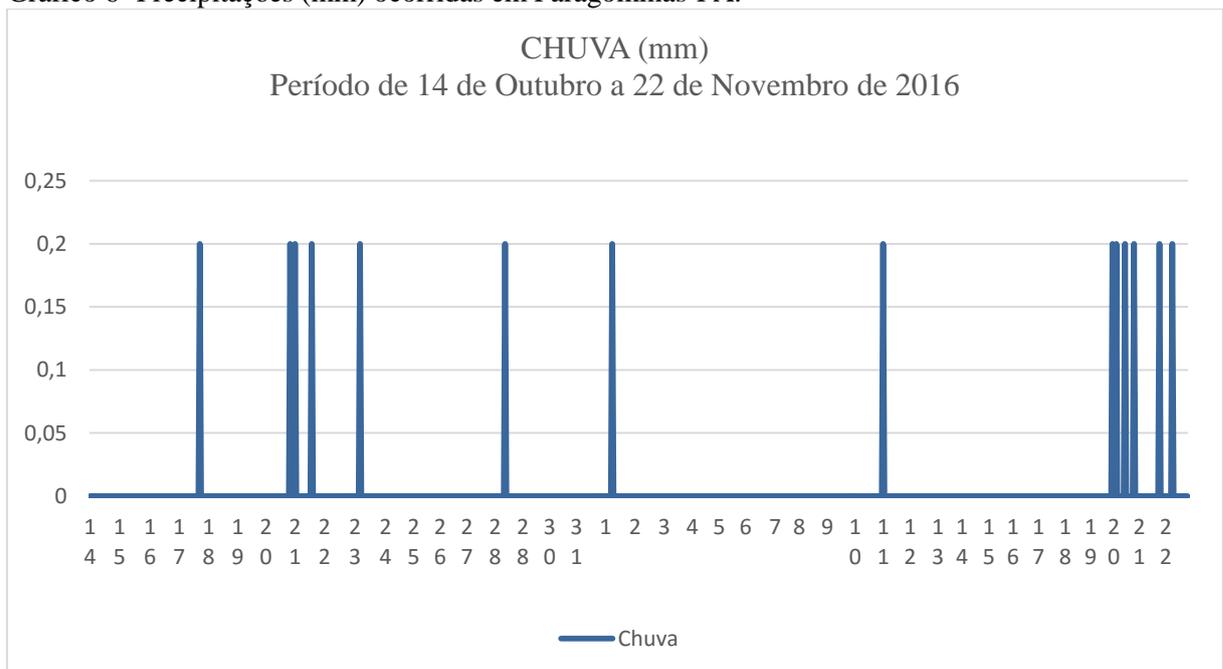
Fonte: Dados INMET-2016.

Gráfico 5- Temperatura atmosférica.



Fonte: O autor, (2016).

Gráfico 6- Precipitações (mm) ocorridas em Paragominas-PA.



Fonte: Dados INMET-2016.

A umidade relativa do ar representada no gráfico-3, mostra que, no decorrer dos dias os índices permaneceram estáveis, já no gráfico-4 a incidência de radiação elevou-se apenas nos últimos dias de exposição das amostras ao campo de apodrecimento, tendo apenas alguns dias alternados de precipitações chuvosas como mostra o gráfico-5, possibilitando um acelerado grau de deterioração da madeira de paricá (*Schyzolobium Parahyba var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY).

6 CONCLUSÃO

Com base nas discussões e análises dos resultados obtidos na avaliação dos corpos de prova, em exposição ao campo de apodrecimento, conclui-se que:

1. Os campos de apodrecimento são os ensaios mais fieis na caracterização de durabilidade natural. Mostrou ser uma alternativa eficaz e com baixos custos e reproduzem com fidelidade situações de usos de madeiras em contato com o solo;
2. O paricá (*Schyzolobium Parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY), exposto aos ensaios de campo de apodrecimento, leva em torno de quinze dias para a apresentar os primeiros sinais de degradação por agentes biológicos, e físicos. Com 30 dias exposto os sinais de degradação são mais evidentes, principalmente com o aparecimento de fungos manchadores e apodrecedores e degradação evidente por ataque de cupins. Os causados por agentes físicos se tornam mais aparentes com rachaduras, torcimento nos copos de prova fatores estes causados devido as diferentes variações climáticas do ambiente;
3. A madeira de paricá (*Schyzolobium Parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) BARNEBY) apresentou baixa durabilidade natural exposta a campo de apodrecimento, devido características intrínsecas da madeira. E expostas com as diferentes variações climáticas do município de Paragominas-PA, caracterizado como quente e úmido, sendo este considerado fator de ordem secundária de degradação dos corpos de prova.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projetos em estruturas de madeiras, NBR 7190**, Agosto 1997.
- ALONSO, S. K. *et al.* **Isolamento e seleção de fungos causadores de podridão parda e mole da madeira em florestas de *Eucalyptus* sp. com potencial de degradação de cepas e raízes.** Revista *Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 145-155, 2007.
- BARILLARI, C.T. 2002. **Durabilidade da madeira do gênero *Pinus* tratada com preservantes: avaliação em campo de apodrecimento.** 68f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.
- BRITO, Leandro Dussarrat. **Patologia em estruturas de madeira: metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação.** São Carlos, 2014.
- CASTRO E SILVA, Ademir; AGUIAR, Izonete de Jesus Araújo; **Micromorfologia da degradação de madeira por fungos lignolíticos.** *Acta Amazonica*, 2001.
- CARLOS, V.J. **Manchamento da madeira e sua prevenção.** *Revista da madeira*, p.12-15, 1981.
- CARDIAS, M.F.C. **Durabilidade natural de algumas espécies de madeiras brasileiras: Uma revisão bibliográfica.** Centro de Pesq. de Prod. Florestais CPPF/INPA Manaus. *Série Técnica*, n.7, 63p, 1985.
- COLLI, Andrea. **Caracterização da madeira de paricá (*Shyazolobium amazonicum* HUBER ex Ducke).** Viçosa, MG, 1980.
- CORASSA, Janaína de Nadai; PIRES, Evaldo Martins, et al-**Témitas Associados à Degradação de Cinco Espécies Florestais em Campo de Apodrecimento-** Floresta e Ambiente 2014.
- CORASSA, Janaina de Nadai; CASTELO, Patrícia A. Rigatto; STANGERLIN, Diego Martins; MAGISTRALI, Iris Cristina. **Durabilidade natural da Madeira de quatro espécies florestais em ensaios de deterioração em campo.** *Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)*, Pelotas, v. 04, n. 01, p. 108-117, 2013
- CORASSA, Janaína de Nadai; PIRES, Evaldo Martins, et al-**Témitas Associados à Degradação de Cinco Espécies Florestais em Campo de Apodrecimento-** Floresta e Ambiente 2014.
- COSTA, A.F.; VALE, A.T.; GONZALEZ, J.C.; SOUZA, F.D.M. **Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento.** *Floresta e Ambiente*, v. 12, n. 1, p. 7-14, 2005.
- COSTA, Alexandre Florian da, VALE, Ailton Teixeira do, et al -**Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento-**UNB 2004.
- COSTA, A. C. F. **Ocorrência de fungos macroscópicos em povoamentos de eucalipto.** *Acta Florestalis*, Aracaju, v. 1, n.1, ago. 2009.
- CRUZ, helena. **Patologia, avaliação e conservação de estruturas de madeira**, Núcleo de Estruturas de Madeira, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. 2013.
- Durabilidade da madeira do gênero *pinus* tratada com preservantes: Avaliação do campo de apodrecimento.** Piracicaba, Dissertação mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 68 p, 2002.

- EISBERG, R; RESNICK, R. **Ácidos, bases, sólidos, núcleos e partículas**. Rio de Janeiro, 1979.
- FERREIRA, F.A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: UFV, SIF, 1989, 570 p.
- FOSCO MUCCI, E.S., C. LOPEZ, G.A., MONTAGNA, R.G. **Durabilidade natural de madeiras em contato com o solo IV**. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v.4, parte 2, p.558-563, 1992.
- GALVÃO, A. Paulo Mendes; JANKOWSKY, Ivaldo Pontes **Durabilidade da Madeira de *Eucalyptus urophylla* s. t. blake preservada por processos sem pressão -Avaliação de Ensaio de Campo-IPEF**, n.33, p.59-64, ago.1986.
- Gonçalves FG, Pinheiro DTC, Paes JB, Carvalho AC, Oliveira GL. **Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca**. Floresta e Ambiente 2013.
- GONÇALVES, F. G. et al. **Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca**. Floresta e Ambiente, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 110-116, jan./mar. 2013.
- GONZAGA, Armando Luís-Madeira **Uso e Conservação-Cadernos Técnicos-Programa MONUMENTA**, 2002.
- GONZAGA, Armando Luiz; **Madeira: Uso e Conservação/ Armando Luiz Gonzaga**. Brasília, DF, 246 pg 2006.(cadernos técnicos,6)
- JESUS, M. A. et al. **Durabilidade natural de 46 espécies de madeira amazônicas em contato com o solo em ambiente florestal**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 54, p. 81-92, dez. 1998.
- LELIS, A.T., BRAZOLIN, S., FERNANDES, J.L.G., LOPEZ, G.A.C., MONTEIRO, M.B.B., Zenid, G. 2001. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. IPT, São Paulo, Brasil. 54 p.
- LEPAGE, E. S. **Método sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira**. Preservação de madeiras, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 205-216, 1970.
- LOPEZ, G. A. C.; MILANO, S. **Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção**. São Paulo, 1986.
- MATTOS, B.D.; GATTO, D.A.; CADEMARTORI, P.H.G.; STANGERLIN, D.M.; BELTRAME, R. **Durabilidade a campo da madeira de três espécies de *Eucalyptus* tratadas por imersão simples**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.8, n.4, p. 648-655, 2013.
- MELLO, Rafael Rodolfo de; STANGERLIN, Martins; SANTINE, Elio José; HASELEIN, Clovis Roberto; GATTO, Darci Alberto; SUSIN, Felipe **DURABILIDADE NATURAL DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS EM ENSAIOS DE CAMPO**, Ciência Florestal, vol. 20, núm. 2, abril-junio, 2010, pp. 357-365.
- MELO, R. R.; STANGERLIN, D. M.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; GATTO, D. A.; SUSIN, F. **Durabilidade natural da madeira de três espécies florestais em ensaios de campo**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 357-365, abr.-jun., 2010.
- MELO, R.R.; DEL MENEZZI. C.H.S.; SOUZA, M.R.; STANGERLIN, D.M. **Avaliação das propriedades físicas, químicas, mecânicas e de superfície de lâminas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke)**. Floresta e Ambiente, v. 20, n.2, p. 238-249, 2013.
- MENDES, A. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF/LPF, 1988. 58 p.

NEGRÃO, Djanira Rodrigues. **Seleção de fungos degradadores de madeira para uso na destoca biológica de Eucalyptus spp.** Botucatu, 2011.

MORESCHI, J.Carlos- **Biodegradação e Preservação da Madeira**-Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR, 4º ed, 2013.

OLIVEIRA, M.A.F.; LELIS, A.T.; LEPAGE, E.S.; LOPEZ, G.A.C.; OLIVEIRA, L.C.S.; CAÑEDO, M.D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. **Manual de preservação da madeira.** São Paulo: IPT, 1986. p.99-125

OLIVEIRA, J. T. S.; SOUZA, L. C.; DELLA LUCIA, R. M.; SOUZA JÚNIOR, W. P. **Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira.** *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 819-826, set./out. 2005.

OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil.** 1997, 429f. Tese(Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

PAES, J. B. et al. **Efeitos dos extrativos e cinzas na resistência natural de quatro madeiras a cupins xilófagos.** *Cerne, Larvas*, v. 19, n. 3, p. 399-405, jul./set. 2013.

PAES, J. B. et al. **Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório.** *Cerne, Larvas*, v. 13, n. 2, p. 160-169, abr./jun. 2007.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. **Resistência natural de nove espécies de madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório.** *Revista Árvore*, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 275-282, 2004.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R.; SANTOS, J.C. dos. **Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo.** *Revista Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 511-520, 2009.

PAES, J.B. **Resistência natural da madeira de *Corymbia maculata* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório.** *Árvore*, Viçosa-MG, 26 (6): 761-767. 2002

PEREIRA, A. P.; MELO, C. F.; ALVES, S. M. **O paricá (*Shizolobium Amazonicum*): Características gerais da espécie e suas possibilidades na indústria de papel e celulose.** *Silvicultura em São Paulo*, 2002.

PILOCELLI, Aline; STANGERLIN, Diego Martins; PEREIRA, Roberto Lessa; GATTO, Darci Alberto; CALEGARI, Leandro; PARIZ, Elizangela; SUSIN, Felipe. **Resistência natural das madeiras de cumaru, cedrinho e paricá submetidas a ensaios de deterioração de campo.** *Revista ciência da madeira.* 10pg, 2015

PLANTAS DA AMAZONIA: **450 espécies de uso geral** / Mary Naves da Silva Rios, Floriano Pastore Jr., organizadores. -- Brasília: Universidade de Brasília, Biblioteca Central, 2011. 3140 p.: il.

ROCHA, M.P. **Biodegradação e preservação da madeira.** 5.ed. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2001. 94p. (Série Didática, 1).

ROSSI, L. M. B. et al. **Aspectos silviculturais e socioeconômicos de uma espécie de uso múltiplos: O caso de *Schizolobium Amazonicum* (HUB.) Ducke.** Congresso florestal estadual do rio grande do sul. Santa Maria, 2000.

SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1988. 125 p.

SILVA, J. C.; MATOS, J. L. M.; OLIVEIRA, J. T. S.; EVANGELISTA, W. V. **Influência da idade e da posição radial na flexão estática da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex, Maiden**. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 795-799, 2005.

STANGERLIN, D. M. **Monitoramento de propriedades de madeiras da Amazônia submetidas ao ataque de fungos apodrecedores**. 2012. 259 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

TREVISAN, H. **Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais**. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

TREVISAN, H. et al. **Avaliação de propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais em função da deterioração em dois ambientes**. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 93-101, 2007.

TREVISAN, H.; TIEPPO, F. M.; CARVALHO, A. G. **Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes**. *Floresta*, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 33-41, 2008.

TREVISAN, Henrique. **Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais**, 56 p. 2006.

TREVISAN, Henrique; MARQUES.F.M. Tieppo et al-**Degradação Natural de Toras de Cinco Espécies Florestais em dois Ambientes-UFRRJ** 2007.

VIVIAN, M.A. **Resistência biológica da madeira tratada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* em ensaios de laboratório e campo**. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

WILCKEN, C.F; LARANJEIRO, A.J; LOUZADA, R.M; **Anais do 1º Simpósio do Cone Sul sobre Manejo de Pragas e Doenças de *Pinus***. Instituto de pesquisas e estudos florestais, série técnica IPEF, v. 13, n. 33, março, 2000.



Campus VI – Paragominas-PA

Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Rodovia PA 225, Bairro: Angelim, CEP: 68625-000

