



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

MARINA BEATRIZ DA SILVA BEZERRA SANTOS

**RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES DA CAATINGA A
UM FUNGO DE PODRIDÃO PARDA**

MOSSORÓ/RN

2018

MARINA BEATRIZ DA SILVA BEZERRA SANTOS

**RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES DA CAATINGA A
UM FUNGO DE PODRIDÃO PARDA**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
ENGENHARIA FLORESTAL.

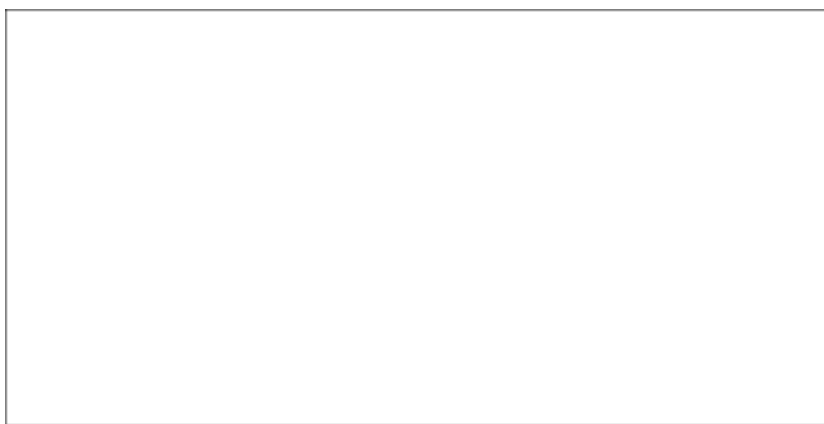
Orientador: Vinicius Gomes de Castro, Prof.
Dr.

MOSSORÓ/RN

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)



O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

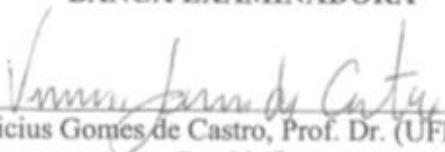
MARINA BEATRIZ DA SILVA BEZERRA SANTOS

**RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES DA CAATINGA A
UM FUNGO DE PODRIDÃO PARDA**

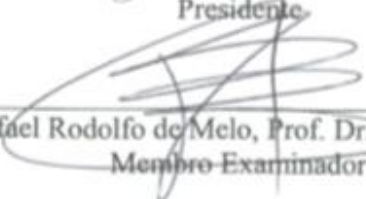
Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em ENGENHARIA FLORESTAL.

Defendida em: 13 / 09 / 2018.

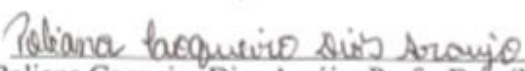
BANCA EXAMINADORA



Vinicius Gomes de Castro, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Rafael Rodolfo de Melo, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Poliana Coqueiro Dias Araújo, Profa. Drá. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu amigo e salvador, que me ouve e consola nos momentos de tribulações, dispensando sua Graça para comigo.

Aos meus pais, Antenor e Vera, pessoas que me inspiram com sua índole, que me ensinaram a ser uma boa pessoa que me colocaram nos caminhos do Senhor, e sempre me apoiaram minhas decisões.

Ao meu Irmão Eduardo, por ter me ajudado nos momentos de desespero.

Ao meu esposo Helison, pelo companheirismo e apoio durante os momentos difíceis.

Ao meu orientador Vinicius, pela orientação e condução neste trabalho, por mostrar dedicação pela profissão e me incentivar a ser uma boa profissional.

A Professora Poliana por me ajudar na realização, e condução do experimento, por me acalmar quando nada dava certo, por mostrar o amor pela Engenharia Florestal e que sempre me inspirou.

Aos Professores que sempre estiveram dispostos a contribuir para um melhor aprendizado nas disciplinas.

A Lidiane, por ter me ajudado em todas as análises no laboratório e por sempre estar de prontidão a me ajudar.

A minha amiga Ana Ruth, por ser minha parceira de estudo durante toda a minha graduação a Juliana e Sara por ajudarem nas minhas análises e na aquisição dos dados.

Aos meus colegas diários de idas e vindas no ônibus.

Por fim, agradeço a todos que estiveram comigo em algum momento dessa caminhada.

RESUMO

Estudar as madeiras e seus aspectos é de grande importância. Assim como, conhecer a resistência das espécies à deterioração é uma ferramenta para otimizar seu uso e produção para o mercado. Perante isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência natural de três espécies típicas da caatinga, Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.), Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) e Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), ao ataque de uma espécie de fungo (*Daldinia* sp.) causadora da podridão parda em teste de apodrecimento em laboratório. Todas as espécies se apresentaram altamente resistente ao fungo proposto. As análises de solubilidade em NaOH 1% mostraram que todas as espécies apresentaram deterioração da celulose, onde a Jurema-Preta e Pinus não obtiveram diferenças estatísticas em depois do ensaio, entretanto a Sabiá e o Pereiro apresentaram maiores teores de solubilidade indicando maior degradação da celulose pelo fungo nestas espécies. Com as análises de colorimetria, foi possível observar que todas as espécies obtiveram escurecimento na cor após o ataque apresentando um padrão de variação de cor após a deterioração. O Pereiro foi a espécie que apresentou maior variação de cor, seguido do Pinus e Jurema-Preta que não diferiram entre si. O Sabiá foi o que menos obteve variação de cor. A espécie Pereiro apresentou ainda variação na cor entre dois grupos de corpos de prova atacados, que indicou diferentes níveis de deterioração. Esse resultado aponta que a resistência natural pode variar dentro de uma mesma espécie.

Palavras-chave: Teste de Apodrecimento em Laboratório, *Daldinia* sp., Colorimetria

ABSTRACT

Studying woods and their aspects is very important. Just as, knowing the resistance of species to deterioration is a tool to optimize their uses and production to the market. On that basis, the aim of this work was evaluate the natural resistance of three typical Caatinga's species, Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.), Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) and Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), to the attack of a fungus species (*Daldinia* sp.) that causes brown rot in laboratory's decay test. All species showed high resistance to the studied fungus. Solubility analyzes in 1% NaOH showed that all species showed deterioration of cellulose, where Jurema-Preta and Pinus did not obtain statistical differences after the test, however, Sabiá and Pereiro presented higher solubility levels indicating a higher degradation of cellulose by the fungus in these species. With colorimetry, it was possible to observe that all species got darker after the attack presenting a pattern of color variation after the deterioration. The Pereiro was the species that showed higher color variation, followed by Pinus and Jurema-Preta, which didn't showed difference between them. The Sabiá was the one which obtained lower color variation. The Pereiro also showed color variation between two groups of samples, that indicated different deterioration levels. This result showed that the natural resistance can varies within a species.

Keywords : Laboratory's Decay Test, *Daldinia* sp., Colorimetry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura do Fungo isolado a partir da madeira coletada	22
Figura 2	Corpo de prova com dimensões 2,5x2,5x1 cm	23
Figura 3	Determinação da massa específica das espécies avaliadas.....	24
Figura 4	Ensaio acelerado para averiguar a resistência da madeira das espécies.	25
Figura 5	Procedimento de preparo das amostras. A. Moinho tipo Willer B. Peneiras de 40 e 100 mesh.....	27
Figura 6	Avaliação da cor da madeira de pinus em pó	28
Figura 7	Determinação da solubilidade em NaOH 1%. A - Banho-maria. B - Filtração das amostras.....	30
Figura 8	Massa específica das espécies estudadas. (Colunas acompanhadas de uma mesma letra não diferem estatisticamente).....	31
Figura 9	Perda de massa das diferentes espécies testadas (Colunas acompanhadas de uma mesma letra não diferem estatisticamente).....	35
Figura 10	Variação nos parâmetros de colorimetria nas diferentes espécies após o apodrecimento (Colunas acompanhadas de uma mesma letra, em um mesmo gráfico, não diferem estatisticamente).....	37
Figura 11	Variação geral da cor das madeiras após o ensaio de apodrecimento (Colunas acompanhadas de uma mesma letra, em um mesmo gráfico, não diferem estatisticamente).....	38
Figura 12	Corpos de prova antes e depois do ataque (imagem da esquerda e da direita respectivamente). A-Pinus, B-Pereiro, C-Jurema-Preta e D-Sabiá.....	39
Figura 13	Da esquerda para direita: S- Pereiro antes do ataque, A- Corpo de prova atacado com tonalidade mais escura, B- Corpo de prova atacado com tons levemente avermelhados.....	40
Figura 14	Solubilidade em NaOH 1% em madeira de Pereiro S (antes do ataque), Pereiro A (após ataque e com tonalidade mais escura) e Pereiro B (após ataque com tons levemente avermelhados). Colunas acompanhadas com mesma letra não diferem estatisticamente.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação de resistência da madeira a ataque de fungos.....	26
Tabela 2	Teor de extrativos das madeiras da Caatinga.....	32
Tabela 3	Parâmetros colorimétricos das madeiras estudadas.....	33
Tabela 4	Solubilidade em NaOH 1% para as madeiras antes e depois do apodrecimento.....	36
Tabela 5	Parâmetros colorimétricos das madeiras de Pereiro antes e depois do ensaio de apodrecimento.....	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEORICO... ..	13
2.1	Agentes deterioradores da madeira.....	14
2.2	Fungos xilófagos	15
2.3	Podridão Parda.....	17
2.4	<i>Daldinia</i> sp.....	18
2.5	A madeira da Caatinga.....	18
2.5.1	Pereiro (<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.)	18
2.5.2	Jurema-Preta (<i>Mimosa tenuiflora</i> (Mart.) Benth)	19
2.5.3	Sabiá (<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth)	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	Isolamento do fungo.....	22
3.2	Preparação das amostras de madeira.....	22
3.3	Massa específica.....	23
3.4	Ensaio acelerado de ataque de fungos.....	24
3.5	Avaliação da deterioração.....	25
3.6	Preparo das amostras.....	26
3.7	Análise colorimétrica.....	27
3.8	Análises químicas.....	29
3.8.1	Teor de Extrativos.....	29
3.8.2	Determinação da solubilidade do hidróxido de sódio a 1% (NaOH)	29
3.9	Análise estatística	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	Caracterização da madeira	31
4.2	Ensaio acelerado de ataque do fungo.....	35
4.3	A podridão no caso do pereiro.....	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
6	REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

A resistência natural da madeira é compreendida como a capacidade de resistir aos agentes deterioradores do meio, bióticos ou abióticos. Essa capacidade influenciará direta e indiretamente no uso e utilização de determinadas espécies que diferem em sua anatomia, composição química e, conseqüentemente, em suas propriedades físicas e mecânicas. Também podem ser observados diferenças em relação aos diferentes sítios, onde essas plantas estão inseridas.

A caatinga é um bioma biodiversificado, com grande potencial madeireiro. Atualmente grande parte da madeira explorada na caatinga é utilizada quase que exclusivamente para a produção de lenha e energia. Todavia estudos com vistas aos conhecimentos das características tecnológicas da madeira podem contribuir com informações técnicas que justifique o uso de muitas espécies agregando maior valor para as mesmas. Assim, faz-se necessário estudar as características das madeiras da caatinga para que seja possível que sejam indicadas ao uso mais adequado e não, simplesmente, supor que este seja como fonte de energia, sem conhecimentos prévios de suas totais potencialidades. A caatinga e todas as suas peculiaridades pode proporcionar grandes surpresas ao setor florestal e madeireiro. Conhecer a resistência dessas espécies é um passo fundamental para que se obtenha maior valorização das madeiras da caatinga.

Há inúmeros fatores que podem degradar a madeira dentre eles a podridão parda, que é um tipo de dano causado por fungos e causa muitos prejuízos ao mercado, por sua rapidez na deterioração e dificuldade de detecção. Geralmente, quando a madeira apresenta as características da podridão parda, a peça já está condenada. Desta forma, pode apresentar riscos de acidentes e, por isso, é de fundamental importância estudar espécies que apresentam resistência natural a esse tipo de podridão da madeira. As espécies de madeira da caatinga possuem grande usabilidade na região, podendo ser empregadas como mourões e estacas, e também em pequenas construções e na confecção de moveis rústicos. Conhecer a resistência destas espécies é otimizar seu uso e produção para o mercado.

Perante isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência natural de três espécies típicas da caatinga, Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.), Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) e Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), ao ataque de uma espécie de fungo (*Daldinia* sp.) causadora da podridão parda.

2. REFERENCIAL TEORICO

A madeira é um material de grande importância em aspectos econômicos, culturais e ambientais, porém muitas vezes é desvalorizada, principalmente pelo fato de que ela é deteriorável, por agentes biológicos ou não-biológicos (MORESCHI, 2013). Essa deterioração pode criar perspectivas negativas sobre a madeira, causando sérios problemas para o mercado, que cada vez está mais exigente quando se trata desse material, por isso é necessário que exista um alto grau de qualidade nas espécies comercializadas (MENDES; ALVES, 1988).

A madeira possui constituintes químicos que estão relacionados com seus atributos. O conhecimento da sua composição pode definir o seu uso. A composição química da madeira é caracterizada pela presença de componentes fundamentais e acidentais. Os componentes fundamentais caracterizam a madeira, pois são parte integrante das paredes das fibras e da lamela média. São considerados componentes fundamentais, a celulose, as hemiceluloses e a lignina. Esta variação entre componentes químicos da madeira dá-se devido a vários fatores, tais como: espécie, tratamentos silviculturais e, principalmente, à sua estrutura anatômica.

A deterioração da madeira por fungos, chamada de podridão, requer a passagem de enzimas para fora das células e sua penetração no substrato insolúvel. O começo do processo de apodrecimento pode ser observado antes da hifa entrar em contato com a parede das células. Um contato próximo entre a superfície da hifa e a superfície do substrato é necessário para minimizar a perda por difusão das enzimas e dos produtos solúveis resultantes da ação das enzimas (PINTO, 2006).

A decomposição da madeira resulta em várias alterações físicas e químicas na estrutura da madeira. O resultado mais evidente é a perda da substância da madeira, através da conversão em dióxido de carbono e água, o que leva a uma diminuição da densidade do material. A força da madeira e das fibras individuais reduz-se muito, mesmo em perdas bastante pequenas da substância de madeira. O decaimento da podridão parda também leva ao aumento da solubilidade em água quente e em soluções alcalinas (1% de hidróxido de sódio) (NILSON, 2009).

A resistência natural da madeira é interpretada pela capacidade que a mesma possui de resistir à ação dos agentes deterioradores, tanto os biológicos como os físico-químicos. Sendo assim, a madeira pode apresentar alta, média ou baixa resistência à ação desses

agentes. Sabe-se que o cerne da madeira é a parte mais durável, entretanto, possui variação que ocorre de espécie para espécie e entre árvores com idades diferentes (GOMES; FERREIRA, 2002). A resistência determinará a utilização da madeira, principalmente em regiões de clima tropical, onde as temperaturas e umidades relativas proporcionam ótimas condições para o desenvolvimento de fungos, que podem utilizar a madeira como fonte de alimento (ROCHA, 2001).

2.1 Agentes deterioradores da madeira

A madeira pode ser deteriorada por agentes abióticos e bióticos. Em relação aos agentes abióticos, a madeira pode sofrer desgaste físico, mecânico e químico que podem ser causados pelo fogo, abrasão e contato com ácidos ou bases (MENDES; ALVES, 1988). Os agentes bióticos que podem causar deterioração da madeira são inúmeros, desde organismos que afetam apenas a estética da madeira sem afetar sua resistência até organismos que destroem completamente sua estrutura. Dentre os organismos que podem provocar podridão da madeira os fungos apresentam maior potencial de deterioração.

Os fungos que não causam degradação da parede celular são conhecidos como fungos manchadores ou emboloradores, estes não consomem a parede celular mas diminuem a resistência ao impacto devido as pequenas perfurações que fazem na parede celular. Já os fungos que conseguem degradar a parede celular podem ser divididos em: fungos de podridão mole, podridão branca e podridão parda, sendo esta última a mais agressiva devido à rapidez de degradação das células (OLIVEIRA et al., 1986).

A deterioração e a descoloração causadas por fungos são as maiores fontes de desvalorização na produção madeireiros e da madeira em uso – perda de 15 a 25% do valor da madeira em pé e de 10 a 15% de produtos de madeira durante a estocagem e utilização (KELLEY; JODY; GOODELL, 2002).

Fungos de podridão branca podem degradar todos os componentes da parede celular, incluindo a lignina. Podendo atacar de forma silmultanea ou seletiva. Eles frequentemente causam um branqueamento da coloração normal da madeira. Possuem capacidade de metabolizar grandes quantidades de lignina na madeira é única entre os organismos de popridão (BLANCHETTE, 2000).

Por outro lado, as bactérias possuem capacidade limitada de deterioração, geralmente atacam madeiras que foram submersas em água por algum período. O odor nessas peças pode

indicar a presença de bactérias, porém, elas são menosprezadas por possuir um ataque lento (HIGHLEY, 2010). As bactérias podem apresentar dois tipos de ataque na madeira. O ataque por túneis, que corroem as faces expostas das paredes, degradam principalmente o interior das paredes das células da madeira e produz túneis característicos deste tipo de ataque. Essas bactérias conseguem metabolizar a lignina (DANIEL; NILSSON; SINGH, 1987). No ataque por erosão, as bactérias presentes no lúmen degradam as células de madeira da parede produzindo valas. Neste tipo de ataque, as bactérias não consomem a lignina, deixam resíduos do componente no meio e consomem a parede celular no sentido da microfibrila da madeira, diferente do ataque por túneis que não produz um padrão (DANIEL; NILSON, 1997).

Outros agentes bióticos, a exemplo os insetos também podem provocar a deterioração da madeira as principais ordens de insetos encontradas que deterioram madeira são Isoptera, Coleoptera e, com menor importância, Hymenoptera. Os cupins (Isoptera) são os principais causadores de danos e podem ser divididos em cupins subterrâneos e cupins de madeira-seca. Os principais besouros (Coleoptera) que causam danos a madeira são os do gênero *Lyctus* e *Anobium* além de outros pertencentes a família dos Cerambycidae (MENDES; ALVES, 1988). A ordem Hymenoptera relacionado as outras ordens causam menos danos. Várias espécies de formiga foram identificadas com agentes deterioradores, embora não utilizem a madeira como alimento e sim como abrigo. Além das formigas, vespas e abelhas também colonizam a madeira.

No meio terrestre, como visto anteriormente existem diferentes microrganismos que provocam a deterioração. Todavia em ambientes marinhos, a madeira também pode sofrer com ataque de indivíduos, o tipo e velocidade dependerá da broca marinha presente no local. Os principais deterioradores de madeira aquáticos pertencem a dois filos, os moluscos e os Artropoda (crustáceos), apresentando dois tipos de ataque distintos (HIGHLEY, 2010). Os moluscos apresentam um corpo vermiforme, equipados com um par de conchas que escavam a madeira. O ataque dos moluscos é imperceptível a olho nu, oferecendo maior risco (MENDES; ALVES, 1988). O ataque dos crustáceos difere em relação a escavação que é bastante rasa. O resultado é que a madeira é gradualmente afinada da superfície para dentro através da erosão. Além disso, não ficam aprisionados na madeira, mas podem se mover livremente de um lugar para outro (HIGHLEY, 2010).

2.2 Fungos Xilófagos

Sob condições favoráveis, todas as espécies florestais são suscetíveis ao ataque de fungos xilófagos, entre estas, ressalta-se a umidade, temperatura, nutrientes, oxigênio e o pH do material (HANADA et al., 2003). A maioria do fungo são aeróbicos obrigatórios, que necessitam de oxigênio livre para as reações metabólicas. A redução do conteúdo de O₂ na madeira afeta a proteção contra a decomposição fúngica (SCHMIDT, 2006).

A temperatura afeta diretamente as muitas atividades metabólicas integradas dos fungos como a digestão, a assimilação, respiração, translocação e as sínteses mediadas por enzimas. A taxa de reação metabólica aumenta com o aumento da temperatura, porém temperaturas muito altas desnaturam as enzimas. Em geral, o limite de temperatura que proporciona crescimento dos fungos é entre 0°C e 45°C, sendo que existem fungos que conseguem se adaptar a condições extremas (ZABEL; MORRELL, 1992).

Os microrganismos que vivem na madeira utilizam carbono apenas de substratos de fácil acesso e ingestão enzimática. Os fungos de deterioração da madeira usam carbonos adicionais dos componentes fundamentais da madeira que pode ser extraído da parede celular, a exemplo da celulose, hemiceluloses e lignina. Os componentes da parede celular podem ser degradados diretamente da madeira ou somente como um componente puro após o isolamento da parede celular (SCHMIDT, 2006).

As enzimas que deterioram a madeira são ativadas e carregadas pela água, por isso a umidade é um dos fatores mais importante para a deterioração da madeira. A água na madeira pode se apresentar de três maneiras distintas (água livre, de impregnação ou de adsorção química), porém apenas duas delas pode afetar a sua resistência e estabilidade. Água livre ou de capilaridade: Se encontra ocupando as cavidades celulares, o lúmen dos elementos vasculares. A quantidade de água livre está limitada por seu volume poroso; Água de impregnação ou higroscópica: Se encontra nas paredes celulares, existe uma teoria de que a água de impregnação esta constituída por hidrogênios fixados principalmente por grupos hidroxilas livres da celulose, das hemiceluloses e, em menores quantidades, na lignina formando pontes de hidrogênio (MORESCHI, 2014).

Para o desenvolvimento dos fungos o pH ótimo situa-se na faixa ácida, entre 4,5 e 5,5; que coincide com os valores de pH apresentados pela maioria das espécies de madeira (MENDES; ALVES, 1988). Os microrganismos que degradam a madeira podem crescer e afetar a degradação das paredes das células da madeira, quer na célula, quer no interior das paredes das células. Isto sugere que a espessura da parede celular tem influência no processo

de degradação, entretanto esse não é o único fator que afeta na resistência natural da madeira (NILSON, 2009).

2.3 Podridão parda

Os fungos que causam a podridão parda são geralmente do grupo dos Basidiomicetos, que degradam celulose e hemiceluloses a partir de ações enzimáticas e não-enzimáticas sobre as paredes celulares. Esse ataque deixa um substrato modificado rico em lignina, por não metabolizá-la, assim a madeira passa a apresentar uma coloração escura e muitas vezes racha em pedaços cúbicos quando seca (BLANCHETTE, 2000).

Os fungos da podridão parda colonizam a madeira através dos raios e espalham-se no tecido longitudinal pelo lúmen e por meio de micro-hifas. Os agentes de baixo peso molecular e/ou as enzimas celulolíticas penetram através da parede terciária relativamente resistente e se difundem para a parede secundária, onde degradam completamente os carboidratos. Nos estágios iniciais, os carboidratos são rapidamente despolimerizados. Devido a isso, a estabilidade dimensional diminui e a madeira se rompe em blocos retangulares, provocando perda da resistência (SCHMIDT, 2006). Nilsson (2009) observou que o ataque se inicia na camada S2; depois, S1 e S3 também são degradadas. O ataque na lamela média é observado apenas ocasionalmente. O ataque precoce por podridão parda é muito difícil de detectar. Somente quando uma quantidade substancial da celulose foi perdida que essa podridão parda pode ser detectada.

Mesmo ocorrendo baixa perda de massa, o grau de polimerização reduz drasticamente. Isso indica que o ataque ocorre no interior da cadeia de celulose. Uma vez que as enzimas produzidas pelos fungos de podridão parda são muito grandes para entrar nas fibrilas, há uma teoria que a deterioração da celulose é oxidativa (não-enzimática) (NILSSON, 2009). Muitos fungos de podridão parda podem ocasionar a degradação da celulose apenas quando ela está associada quimicamente à lignina e são incapazes de degradar a celulose pura não associada à lignina. A razão da necessidade da lignina estar presente para que alguns fungos de podridão parda sejam capazes de degradar a celulose é ainda desconhecida (PINTO, 2006).

O exame microscópico da madeira, após o apodrecimento ocasionado por fungos da podridão parda, mostra um generalizado afinamento da parede das células sem nenhuma localização de apodrecimento em torno da hifa. A explicação aceita para isto é que as enzimas que degradam a celulose são liberadas da hifa e difundidas livremente dentro da madeira

(PINTO, 2006). Segundo Seabright (1995) citado por Oliveira, Tomasello e Silva (2005), a perda de massa total das madeiras suscetíveis ao apodrecimento pode chegar a 65% com a podridão parda, atingindo quase 100% dos polissacarídeos e quase 8% da lignina.

2.4 *Daldinia* sp.

O gênero *Daldinia* é caracterizado pela formação de estroma negro ou colorido de 3 a 5 cm de diâmetro e formas variadas. As espécies desse gênero são saprófitas em madeira. O gênero pode ser encontrado em florestas de clima temperado frio, no entanto a maior diversidade e abundância do gênero aparece em floresta de clima tropical que causam podridão parda na madeira (PEREZ-SILVA, 1973). Os ascósporos possuem coloração marrom escura, são unicelulares, com 10-14 µm de comprimento e 5-6,5 µm de largura, com tubo germinativo retilíneo. Quanto à temperatura, o fungo apresenta maior diâmetro micelial a 35 °C em meio sólido. Porém, a maior produção de biomassa foi obtida a 25 °C, com 42,0 mg/placa. (YUYAMA et al. 2013). As espécies de *Daldinia* examinadas por Stadler et al. (2014) mostraram um crescimento razoavelmente rápido. Forzza et al. (2010), relata a presença de quatro espécies do gênero *Daldinia* na Amazônia brasileira: *D. caldariorum* Henn., *D. clavata* Henn. *D. concentrica* e *D. eschscholtzii* (Ehrenb.) Rehm.

2.5 As madeiras da Caatinga

Em função da limitação do pequeno porte das madeiras nativas da Caatinga e do custo das madeiras provenientes de outras regiões, o emprego consciente do potencial madeireiro existente no semiárido brasileiro poderá solucionar diversos aspectos de carência de material e fornecer alternativas comerciais na região, além de impulsionar economicamente vários setores do mercado (ROCHA, 2007). Dentre as espécies que podem apresentar potencialidade para melhor aplicação da madeira as espécies de Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) se destacam pela frequência de uso e disponibilidade.

2.5.1 Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.)

O Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) é uma espécie pertencente a família Apocynacea. É uma planta de altura variável, dependendo de seu local de ocorrência, podendo apresentar-se de forma arbustiva em algumas regiões e em outras como árvores de 7 a 8 metros de altura na caatinga arbórea (LORENZI, 1998).

Apresenta madeira com coloração amarelo-claro ou creme, moderadamente pesada (densidade 0,79 g/cm³), macia e de fácil trabalhabilidade, textura fina e uniforme, resistente e muito durável. Utilizadas para trabalho de marcenaria e carpintaria, como cadeiras, portas, esquadrias dentre outros utensílios, usada também para carvão e lenha por possuir elevado poder calorífico (MAIA, 2004; LORENZI, 1998).

De acordo com Oliveira (2003), a anatomia da madeira do Pereiro pode ser descrita da seguinte forma:

Fibras: possui paredes de 6,27 µm de espessura média, muito curtas, com 0,93 mm de comprimento médio. **Vasos:** Poros predominantemente solitários, ocorrendo também geminados e múltiplos em agrupamento radial, de tamanho muito pequeno, diâmetro médio de 45,34 µm, em média 168 poros/mm², distribuídos em porosidade difusa uniforme, seção transversal poligonal a circular, as vezes oval, tilos ausentes; elementos vasculares longos, 527µm de comprimento médio, largura média de 66 µm, placa de perfuração simples; pontuações intervasculares alternas, areoladas, com abertura inclusa ovalada. **Parênquima:** Apotraqueal em faixas e difuso, com células retangulares de maior dimensão no sentido vertical. **Raios:** Predominam os unisseriados, muito raramente com duas células um a três pares; extremamente finos, com 11,61µm de largura média. Extremamente baixos, com 0,11mm de altura média; raios homogêneos, formados por células procumbentes poucos numerosas em média 7 raios/mm.

2.5.2 Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.)

A Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.) é uma espécie arbustiva, pertencente à família Mimosaceae (MAIA, 2004). É uma planta pioneira de 4 a 6 metros de altura, com copa rala e irregular, possui tronco de até 20-30 cm de diâmetro revestido por uma casca grosseira rica em taninos. Uma característica marcante da espécie é a quantidade de acúleos que ela possui (LORENZI, 1998).

Madeira muito pesada (densidade 1,12 g/cm³) de textura média, grã-direita, de alta resistência mecânica e grande durabilidade natural (LORENZI, 1998). Empregada apenas localmente para obras externas como mourões, estacas, utilizada em pequenas construções, moveis rústicos é também utilizada como lenha e carvão (MAIA, 2004).

Oliveira (2003) descreveu a anatomia da madeira da Jurema-Preta como:

Fibras: possui paredes espessas 5,32 μm de espessura média, muito curtas, 0,75 μm de comprimento médio, com 16,43 μm de largura média. **Vasos:** Poros predominantemente solitários, diâmetro foi de 121,96 μm ; em média 8 poros/ mm^2 , distribuídos em porosidade difusa uniforme; elementos vasculares muito curtos, 238 μm de comprimento médio, cuja largura média foi de em média 126 μm , com a placa de perfuração simples. **Parenquima axial:** Paratraqueal vasicêntrico, vasicêntrico confluyente, aliforme e aliforme confluyente, com células retangulares de maior dimensão no sentido vertical. **Raios:** Predominam os multisseriados de três a quatro células de largura os bisseriados e, menos frequentemente, os unisseriados; muito finos, com 14,15 μm , extremamente baixos em média 0,10 mm de altura média, variando de 0,03 mm a 0,29 mm de altura, heterogêneos, formados por células procumbentes e quadradas, pouco numerosos de 4 a 8 raios por milímetro.

2.5.3 Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth)

A Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) é uma espécie leguminosa, pertencente a família Mimosaceae, pode atingir dimensões próximas a 5-8 m de altura dotada de copa baixa e densa com tronco de 20-30 cm de diâmetro (LORENZI, 1998).

A espécie se destaca como uma das principais fontes de estacas para cercas no Nordeste. A madeira também é utilizada para energia e como quebra-vento ou cerca-viva. A produção de estacas varia entre 4.000 e 9.000 unidades por hectare, em plantios com 8 anos de idade. As cercas-vivas, quando plantadas adensadas, atingem quatro metros de altura em dois anos. Após o terceiro ano a barreira, ou cortina vegetal está formada, com altura de quatro a oito metros, 50 cm de largura e, aproximadamente, 300 espinhos (acúleos) por metro quadrado de cerca (RIBASKI, 2003).

A madeira da espécie é pesada e dura, compacta de superfície lisa e brilhante, apresentando cerne e alburno bem distintos, altamente resistente ao cupim. Textura média a fina, grã direito variável de reto a reverso. Valores da densidade da sabiá variam entre 0,86 g/cm^3 e 1,040 g/cm^3 de madeira seca (MAIA, 2004).

Cop (2010) descreveu a anatomia da madeira da sabiá com:

Parênquima: parênquima axial do tipo paratraqueal vasicêntrico, unilateral e confluyente, em faixas de 1- 12 células de largura, seriado com 4-12 células. **Raios:** raios com 1-2 células de largura, integrados por células procumbentes no corpo e uma fileira de células eretas e/ou quadradas nas margens. Altura média de 362 μm e largura média de 22 μm . **Vasos:** vasos

com porosidade difusa, média de 56 vasos por mm², elementos de vaso em arranjo radial, solitários, em múltiplos radiais de 2-8 elementos ou em cachos de 3-6 elementos, seção 26 circular a oval; média de 221 µm de comprimento e 94 µm de diâmetro tangencial; placa de perfuração simples; **Fibras:** tipo libriforme, septadas, com paredes delgadas a espessas, gelatinosas e presença de espessamento helicoidal. Média de 854 µm de comprimento. Presença de cristais prismáticos entre as fibras.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos Laboratórios de Patologia Florestal e de Tecnologia da Madeira no Prédio de Laboratórios de Engenharia Florestal na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, RN.

3.1 Isolamento do fungo

O fungo xilófago utilizado para a realização do ensaio em Laboratório foi o *Daldinia* sp. isolado a partir de uma peça de madeira contendo estruturas do microrganismos (ascósporos) coletada em uma área de caatinga localizada na UFERSA. A peça apresentava corpo de frutificação do fungo *Daldinia* sp. e a coleta foi realizada com o auxílio de espátula e saco de papel.

O isolamento e repicagem do fungo foi realizado em câmara de fluxo laminar, com a utilização de meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar). O fungo passou pela desinfestação superficial com álcool 70% por 30 segundos, hipoclorito 1% por 60 segundos e posteriormente na água destilada por 60 segundos após isso o fungo foi adicionado às placas de petri com o meio de cultura BDA. Em sequência a inoculação, as placas foram postas na estufa incubadora de demanda bioquímica de oxigênio (BOD) para crescimento e desenvolvimento do fungo com temperatura de 27°C e fotoperíodo de 12h. Após o crescimento inicial do fungo (Figura 1), foi realizada uma repicagem para novas placas com intuito de evitar contaminações.

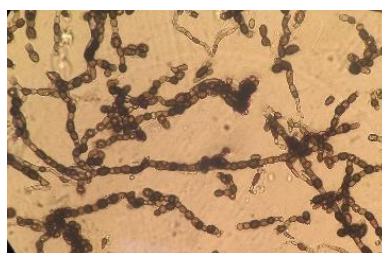


Figura 1. Estrutura do Fungo *Daldinia* sp. isolado a partir da madeira coletada.

Fonte: A própria autora (2018)

3.2 Preparação das amostras de madeira

As espécies avaliadas foram: Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.), Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) e Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), que provieram da fazenda Baixa da Oiticica, sob plano de manejo, localizada no município de Upanema-RN.

Além das três espécies da caatinga, também foi utilizada a madeira de *Pinus* como testemunha. O *Pinus* foi adquirido em forma de tábua em uma madeireira no município de Mossoró-RN. Para a realização do experimento, foram confeccionados corpos de prova de dimensões de 2,5 X 2,5 X 1,0 cm (Figura 2). Para cada tratamento foi realizado 20 repetições, e para a testemunha 10 repetições totalizando 70 corpos de prova para a execução do ensaio.



Figura 2. Corpo de prova de Sabiá com dimensões 2,5x2,5x1 cm

Fonte: A própria autora (2018)

3.3 Massa específica

A massa específica da madeira foi determinada de acordo com a norma NBR 11941. As amostras foram submersas em água, até estarem acima do ponto de saturação das fibras, e tiveram seu volume medido estimado pelo método de imersão (Figura 3). Em seguida, foram acondicionadas em estufa a $\pm 102^{\circ}\text{C}$ até obterem massa constante com posterior pesagem para obtenção da massa seca. A massa específica das madeiras foi calculada pela diferença entre massa seca e volume da madeira saturada.



Figura 3. Determinação da massa específica das espécies avaliadas.

Fonte: A própria autora (2018)

3.4 Ensaio acelerado de ataque de fungos

O ensaio de deterioração da madeira foi realizado conforme a norma ASTM D 2017 (2005), utilizando-se frascos de vidro de boca larga, com tampa metálica rosqueável (Figura 4). Após o isolamento e a obtenção de culturas puras do fungo *Daldinia sp*, procedeu-se o ensaio invitro com vistas a obtenção da resistência da madeira proveniente das espécies avaliadas, as mesmas foram submetidas a 12 semanas de ataque pelo fungo. A inoculação do fungo foi realizada em câmara de fluxo laminar com o auxílio de pinças para evitar o contato com os tratamentos e não afetar no resultado. Os fungos foram repicados e, em cada corpo de prova, foram adicionados dois discos com 10mm do fungo. Posteriormente, os frascos foram devidamente fechados e vedados com papel filme.



Figura 4. Ensaio acelerado para averiguar a resistência da madeira das espécies.

Fonte: A própria autora (2018)

Como substrato, foi utilizado Argissolo coletado na camada 0-30 cm do solo na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da UFRSA no município de Mossoró-RN. O solo serviu para reter umidade com vistas a manutenção de um meio favorável ao desenvolvimento do fungo. Assim foram adicionados 65 gramas de solo no frasco, e, de acordo com a equação sugerida por Santos (2015) (Equação 1), calculou-se a quantidade de 15 ml de água por frascos.

$$QA = 1,30 \times (A - B) \times \left(\frac{D}{100 + B} \right) \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: QA= Quantidade de água a ser adicionada (g); A = Capacidade de retenção de água no solo (%); B= Conteúdo de umidade do solo seco ao ar (%); D= quantidade de solo seco a ser adicionada nos frascos (g).

3.5 Avaliação da deterioração

Após o período de incubação de 12 semanas em BOD com controle de temperatura e luminosidade, as amostras foram retiradas dos frascos, limpas e acondicionadas na estufa a $\pm 105^\circ\text{C}$ até atingirem massa constante. Após a secagem, procedeu-se a avaliação da massa

dos corpos de prova após o ataque do fungo. Assim, a perda de massa foi calculada através da diferença entre a massa inicial, referente a massa obtida antes do contato com o fungo, e a massa final, depois do ensaio acelerado, dos corpos-de-prova, a partir da Equação 2.

$$PM = ((m_i - m_f) / m_f) \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: PM = perda de massa (%); m_i = massa inicial (g); m_f = massa final (g).

Segundo os critérios estabelecidos pela ASTM D 2017 (2005) (Tabela 1), foi determinada a classificação da resistência natural das espécies aos ataques de fungo apodrecedores.

Tabela 1. Classificação de resistência da madeira a ataque de fungos

Perda de massa (%)	Massa residual (%)	Categoria indicada de resistência a um fungo específico testado
0 a 10	90 a 100	Altamente resistente
11 a 24	76 a 89	Resistente
25 a 44	56 a 75	Moderadamente resistente
45 ou mais	55 ou menos	Pouco ou não resistente

Fonte: ASTM D 2017 (2005)

3.6 Preparo das amostras

As madeiras foram moídas em um moinho de facas Modelo SL-31 e peneiradas (Figura 5). Para as análises químicas, foram utilizadas amostras que ficaram retidas entre as peneiras com malhas de 40 mesh e 100 mesh. O material passante na peneira de 100 mesh foi descartado para evitar problemas de entupimentos com os finos. Foram realizadas 5 repetições de cada espécie para maior confiabilidade dos dados.



Figura 5. Procedimento de preparo das amostras: A- Moinho de facas B- Peneiras de 40 e 100 mesh.

Fonte: A própria autora (2018)

3.7 Análise colorimétrica

O efeito da deterioração nas cores das madeiras avaliadas foi obtido através da análise colorimétrica antes e depois do ataque do fungo. Para a realização desta análise, foi utilizado o pó da madeira (Figura 6) das espécies estudadas, devido ao pequeno dimensionamento do corpo de prova, também foi utilizado o colorímetro Konica Minolta CR-410 (Figura 5), utilizando o sistema CIE-L*a*b*. Foram avaliados os parâmetros colorimétricos: L (luminosidade), a* (coordenada no eixo vermelho-verde) e b* (coordenada do eixo azul-amarelo). Foram utilizadas as equações (Equação 3) e (Equação 4) para o calcular os parâmetros C (saturação) e h*(ângulo de tinta), respectivamente.

$$C = (a^{*2} + b^{*2})/2 \quad (\text{Equação 3})$$

$$h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (\text{Equação 4})$$

Em que: a* = coordenada no eixo vermelho-verde; b* = coordenada no eixo azul-amarelo; C = Saturação; h* = ângulo de tinta



Figura 6. Avaliação da cor da madeira de Pinus em pó.

Fonte: A própria autora (2018)

A variação da cor da madeira antes e após do ataque pelo fungo *Daldinia sp.* foi calculada através da equação 5:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (\text{Equação 5})$$

Em que: ΔE = variação da cor; ΔL = variação da luminosidade; Δa = variação da coordenada no eixo vermelho-verde; Δb = variação da coordenada no eixo azul-amarelo

3.8 Análises químicas

3.8.1 Teor de Extrativos

A determinação do teor de extrativos foi realizada segundo a norma TAPPI T 207 (TAPPI, 1999) e TAPPI T 204 (TAPPI, 1997) para água quente e solventes orgânicos respectivamente.

Para a extração em água quente foi obtido 10 g do material na balança analítica. Acrescentou-se água destilada e, em seguida, as amostras foram colocadas em banho-maria por um período de 3 horas. A amostra foi então filtrada e seca em estufa a $\pm 105^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.

Na extração por solvente orgânico, foi usado um Soxhlet limpo e seco. Para realização das análises, utilizou 2 g do material peneirado e adicionado 180 ml do solvente acetona para fazer a extração.

O teor de extrativos totais foi calculado como o resultado da soma de extrativos em água quente e solvente orgânico.

3.8.2 Determinação da solubilidade do hidróxido de sódio a 1% (NaOH)

As análises de NaOH foram conduzidas de acordo com a TAPPI 212 (2002). As análises foram realizadas com a madeira sadia e com a madeira infectada pelo fungo após 12 semanas de incubação.

Após o preparo das amostras foram pesadas 2 g. Em um Becker, adicionou-se 100 ml de NaOH 1% no material que foi submetido ao banho maria por 60 min a 100°C , seguindo as orientações da norma em que a água do banho maria foi mantida sempre superior à solução da amostra (Figura 7a).

Após o período de 60 minutos, as amostras foram filtradas e lavadas com ácido acético e água destilada quente (Figura 7b). Após a filtração e lavagem, as amostras foram levadas a estufa a $\pm 105^{\circ}\text{C}$ até peso constante, resfriadas no dessecador por 20 minutos e pesadas.

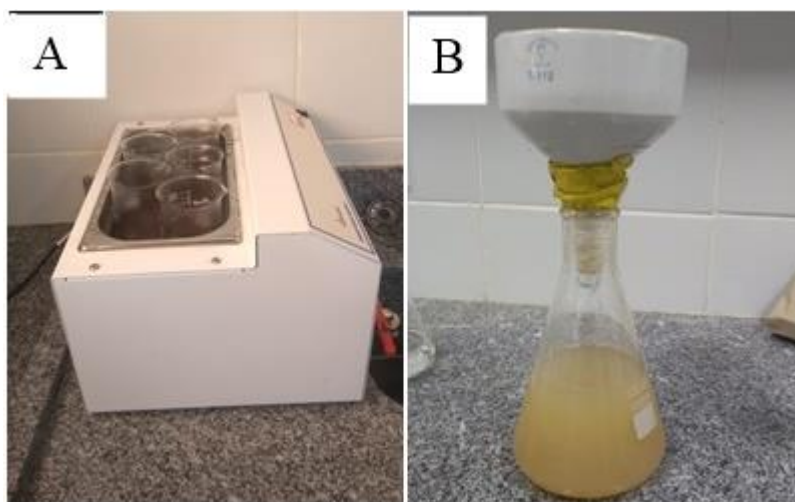


Figura 7. Determinação da solubilidade em NaOH 1%. A - banho maria . B - Filtração das amostras.

Fonte: A própria autora (2018)

A solubilidade percentual foi calculada de acordo com a equação 6:

$$S = [(A - B) / A] \times 100 \quad (\text{Equação 6})$$

Em que: A = peso seco do corpo de prova antes da extração (g); B = peso seco do corpo de prova após extração (g).

3.9 Análise estatística

Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) com delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) para avaliar a perda de massa após o ataque do fungo e a massa específica básica das madeiras. Também foram avaliados os parâmetros colorimétricos e a solubilidade em NaOH 1% para as madeiras antes e depois do ataque do fungo. O programa estatístico utilizado foi o Sisvar 5.6, e no caso de resultados significativos, o teste de Tukey foi aplicado com 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da madeira

A Figura 8 apresenta os valores da massa específica das espécies estudadas. A Jurema-Preta e o Sabiá foram as espécies que apresentaram as maiores médias da massa específica ($0,85 \text{ g/cm}^3$ e $0,86 \text{ g/cm}^3$, respectivamente) e não apresentaram diferença estatística entre si. O Pereiro apresentou massa específica média de $0,70 \text{ g/cm}^3$ porém o Pinus exibiu o menor valor médio de massa específica ($0,37 \text{ g/cm}^3$) entre as espécies estudadas, apresentando diferença em relação as demais.

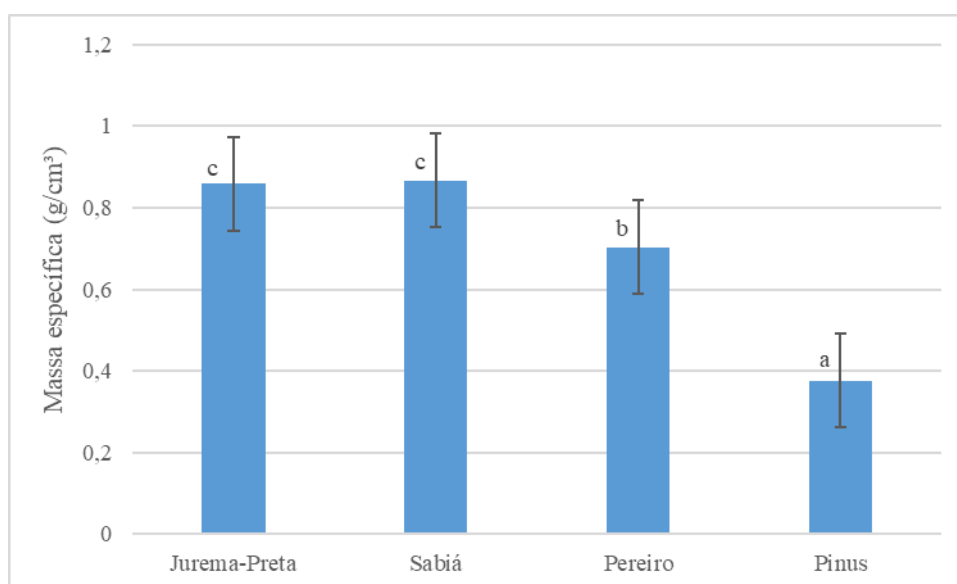


Figura 8. Massa específica das espécies estudadas (Colunas acompanhadas de uma mesma letra não diferem estatisticamente).

Fonte: A própria autora (2018)

A massa específica básica encontrada para a madeira de Jurema-Preta está de acordo com as relatadas na literatura. Araujo (2007) também avaliou a massa específica da Jurema-Preta em diferentes alturas, e observou-se uma variação entre $0,75 \text{ g/cm}^3$ a $0,86 \text{ g/cm}^3$. Paes et al. (2013) relataram a Jurema-Preta com $0,88 \text{ g/cm}^3$ em sua massa específica. Já Rocha et al. (2015) encontraram valores um pouco superior para a massa específica ($0,91 \text{ g/cm}^3$). A variação dos valores de massa específica da mesma espécie pode ter relação ao local de procedência das amostras.

Melo et al. (2006) avaliaram a variação da densidade no sentido medula-casca de sete madeiras do semiárido, dentre elas a Sabiá, que apresentou uma variação no sentido radial de 0,98 g/cm³ a 1,02 g/cm³. Gonçalves, Lelis e Abreu (2010) também avaliaram a massa específica da espécie em diferentes sentidos e constatou variações de 0,74 g/cm³ a 0,82 g/cm³, valores próximos aos encontrados neste trabalho.

Todavia o Pereiro apresentou valor médio de massa específica inferior aos relatados na literatura. Paes et al. (2003) avaliaram a massa específica do Pereiro no sentido medula-casca e encontrou variação de 0,76 g/cm³ a 0,80 g/cm³. Já Lima et al. (1996) apresentaram um valor mais alto para a massa específica do Pereiro (0,86 g/cm³).

Haselein, Cechin e Santini (2002) avaliaram diferentes espécies de Pinus e constaram que nas espécies avaliadas ocorreram variação para massa específica de 0,46 g/cm³ a 0,68 g/cm³. Barrichelo et al. (1977) avaliaram a densidade do *Pinus taeda* que apresentou um valor médio de 0,37 g/cm³, valor semelhante ao encontrado neste trabalho.

Quanto a extração visando a determinação do teor de extrativos na Tabela 2 foi possível observar os valores das extrações em água quente e acetona nas espécies da caatinga estudadas.

Tabela 2. Teor de extrativos das madeiras da Caatinga

Espécies	Extrativos		
	Água quente (%)	Acetona (%)	Totais (%)
Jurema-Preta	3,38 bc (17,49)	9,32 d (1,32)	12,7
Sabiá*	4,82 c (4,79)	9,06 d (11,86)	13,88
Pereiro*	0,61 a (13,95)	2,06 b (16,51)	2,67

Em que: Valores seguidos de uma mesma letra não apresentam diferença estatística significativa; * Valores apresentados por Maia (2018) para mesmas amostras avaliadas neste trabalho.

Fonte: A própria autora (2018)

Todas as espécies apresentaram maiores valores médios de solubilidade em acetona do que em água quente. A Jurema-Preta apresentou valores médios para os dois tipos de extrativos estatisticamente iguais ao da madeira de Sabiá. Os valores de extrativos totais para

estas espécies foram de 12,7% e 13,88%, respectivamente. Porém, o Pereiro foi a espécie que apresentou menor teor de extrativos totais (2,67%) sendo os valores de extrativos polares e apolares inferiores aos das demais espécies.

Os valores de extrativos solúveis em acetona foram inferiores aos encontrados na literatura quando outro solvente orgânico foi utilizado. Oliveira (2003) encontrou a solubilidade da Jurema-Preta em álcool/tolueno de 10,68% e do Pereiro de 4,67%.

Já Gonçalves (2010) avaliou o teor de extrativos do Sabiá em água quente combinado com diferentes reagentes e os valores variaram de 9,14 a 14,01%. O valor de extrativos totais apresentado nesse trabalho está dentro dessa faixa de variação.

A tabela 3 apresenta os valores médios dos parâmetros colorimétricos a*(vermelho-verde), b*(azul-amarelo), Luminosidade, Cromaticidade e ângulo de tinta antes do ataque do fungo de podridão parda.

Tabela 3. Parâmetros colorimétricos das madeiras estudadas

Espécie	L	a*	b*	C	h*
Jurema-Preta	50,28 b (0,73)	10,05 c (0,09)	24,36 b (0,54)	26,36 b (0,45)	67,58 b (0,19)
Sabiá	48,24 a (0,31)	12,75 d (0,07)	21,57 a (0,23)	25,06 a (0,18)	59,41 a (0,09)
Pereiro	54,90 c (0,61)	9,36 b (0,56)	27,95 c (0,57)	29,47 c (0,55)	71,48 c (0,09)
Pinus	69,20 d (1,03)	8,05 a (0,65)	29,34 d (0,65)	30,42 d (0,65)	74,65 d (0,01)

Em que: L = luminosidade; a* = pigmento vermelho; b* = pigmento amarelo; C = cromaticidade; h* = ângulo de tinta; Valores seguidos de uma mesma letra, em uma mesma coluna, não apresentam diferença estatística significativa.

Fonte: A própria autora (2018)

Houve diferença estatística significativa para todos os parâmetros colorimétricos estudados entre as quatro espécies. De acordo com a luminosidade (L), foi possível observar que o Sabiá (48,24) apresentou menor valor médio, seguido da Jurema-preta (50,28), Pereiro (54,90) e Pinus (69,20), sendo esta última madeira classificada como a espécie mais clara.

Em relação aos valores de pigmentação, as espécies de Jurema-Preta (10,05) e Sabiá (12,75) apresentaram valores médios superiores para o parâmetro a^* , que se refere ao pigmento avermelhado, se comparado ao Pereiro (9,36) e o Pinus (8,05). Já em relação ao parâmetro b^* , que se refere ao pigmento amarelo, pode-se observar o comportamento inverso em que as espécies de Pereiro (27,95) e Pinus (29,34) apresentaram valores maiores do que a Jurema-Preta (24,36) e o Sabiá (21,57), o que indica que estas duas primeiras madeiras são mais amareladas do que as demais.

Para a cromaticidade (C), o Pinus (30,42) apresentou maior valor médio, seguido do Pereiro (29,47), Jurema-Preta (26,36) e Sabiá (25,06). Este resultado indica que as espécies de tons amarelados apresentam cores mais intensas do que as de tons avermelhados. O ângulo de tinta (h^*) se refere a tonalidade da cor. Valores próximos a 90° indicam uma maior proximidade ao eixo b (amarelo) do que ao eixo a (vermelho). Constatou-se que o Pinus (74,65) e o Pereiro (71,48) apresentaram maiores valores médios em relação a Jurema-Preta (67,58) e o Sabiá (59,41). Estes valores confirmam a observação de que Pinus e Pereiro são madeiras de tons amarelados e Jurema-Preta e Sabiá de tons avermelhados.

Maia (2018) encontrou valores próximos a esse trabalho em relação as madeiras de Sabiá ($L=58,23$; $a^*=13,75$; $b^*=22,44$; $C=26,33$; $h^*=58,44$) e Pereiro ($L=68,05$; $a^*=8,10$; $b^*=31,83$; $C=32,85$; $h^*=75,71$). Já Castro et al. (2014) observaram que o painel produzido apenas com madeira de *Pinus taeda* apresentou valores colorimétricos ($L=68,50$; $a^*=7,18$; $b^*=27,76$; $C=28,67$; $h^*=75,49$) que o classificaram como amarelado. Os dados encontrados pelos autores têm pouca variação em relação a cor da madeira de Pinus encontrada neste trabalho. De acordo com a tabela fornecida por Camargos e González (2001), essa madeira poderia ser classificada como amarelo-claro.

Ainda de acordo com os intervalos apresentados por Camargos e González (2001), a madeira da Jurema-Preta pode ser classificada como marrom-oliva. Porém, Maia (2004) descreveu a madeira dessa espécie como castanho-avermelhado-escuro. Por sua vez, o mesmo autor descreveu a madeira de cerne do Sabiá como vermelho-pardacento. Contudo, de acordo com a tabela Camargo e Gonzales (2001), o Sabiá pode ser classificado como rosa, cor encontrada também por Maia (2018). Pela mesma tabela, o Pereiro estudado foi classificado como oliva-amarelado. Sendo que Maia (2018) descreveu a madeira do Pereiro como amarelo-claro, cor também descrita por Maia (2004).

4.2 Ensaio acelerado de ataque do fungo

A figura 9 apresenta os valores percentuais da perda de massa média obtidos nas espécies de madeira avaliadas após o teste de apodrecimento. Foi possível observar que todas as espécies podem ser classificadas como altamente resistente de acordo a Tabela 1, considerando que, de acordo com o teste de Tukey a 5%, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos.

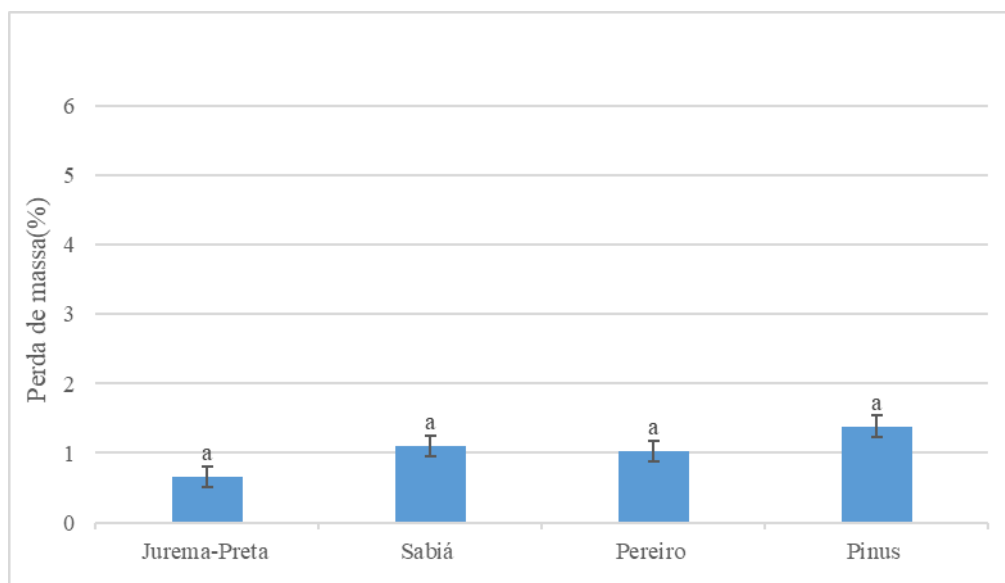


Figura 9. Perda de massa das diferentes espécies testadas (Colunas acompanhadas de uma mesma letra não diferem estatisticamente).

Fonte: A própria autora (2018)

Paes et al. (2009) avaliaram a resistência de diferentes espécies do semiárido em condições de campo. Dentre elas, o Pereiro apresentou a menor perda de massa (2,9%), podendo ser classificado como altamente resistente assim como nesta pesquisa.

A resistência das espécies de Jurema-Preta e Sabiá a fungos xilófagos foi avaliada por Paes, Melo e Lima (2007). Os autores constataram que as espécies foram resistentes a esses organismos variando uma perda de massa de 0,57 a 1,21% para a Jurema-Preta e 1,01 a 1,76% para o Sabiá, e que não apresentaram variações em relação aos fungos testados. Também foi constatado que não há relação significativa entre a perda de massa e a densidade dessas espécies.

Porém, de acordo com Stallbaun et al. (2016), existe correlação entre a massa específica e a resistência natural, foi observado que amostras com maiores valores de

densidade apresentaram menores perdas de massa e oferecem maior resistência aos fungos apodrecedores. Além dessa correlação, Costa, Costa e Pastore (2011) também constataram que a resistência das espécies varia de acordo com o fungo testado e a quantidade de extrativos presentes na madeira quando avaliou a resistência de duas espécies amazônicas a podridão parda e a podridão branca.

De acordo com Melo, Stangerlin e Santini (2010), há uma variação na perda de massa entre cerne e alburno das espécies. Essa variação ocorre principalmente em função de extrativos que são depositados no cerne. Alguns desses compostos podem ser tóxicos para os organismos xilófagos restringindo seu desenvolvimento.

Quanto a solubilidade em NaOH 1% é possível observar na tabela 4 os valores das espécies antes e após o período de ataque.

Tabela 4. Solubilidade em NaOH 1% para as madeiras antes e depois do apodrecimento

Espécie	Solubilidade em NaOH 1%	
	Sadia (%)	Infectada (%)
Jurema-preta	19,58d (2,75)	20,28de (4,79)
Sabiá	15,78 c (3,14)	21,92e (8,28)
Pereiro	7,10 a (2,33)	12,15b (4,34)
Pinus	15,15c (4,68)	16,78c (2,51)

Em que: NaOH 1% = hidróxido de sódio em 1% de concentração; Valores seguidos de uma mesma letra não apresentam diferença estatística significativa.

Fonte: A própria autora (2018)

Foi possível observar que as madeiras de Sabiá e Pereiro obtiveram aumentos em seus valores médios de solubilidade em meio alcalino, comportamento semelhante ao relatado por Nilson (2009) após o ataque com podridão parda. Porém, as espécies Jurema-preta e Pinus não mostraram diferenças significativas entre as médias antes e após o ataque do fungo. Isso

indica que, nestes casos, o fungo não foi capaz de degradar as cadeias de celulose de forma significativa a ponto de afetar a solubilidade em NaOH 1% das madeiras.

Tomazeli et al. (2016) também averiguaram que, após o período de degradação em campo de apodrecimento, a solubilidade em NaOH 1% aumentou em três espécies (*Acacia mearnsii*, *Hovenia dulcis* e *Melia azedarach*). Porém, os autores relataram que a madeira de *Pinus elliottii* não apresentou diferença estatística para a solubilidade entre 6 e 12 meses de ensaio, comportamento semelhante ao observado para a madeira de *Pinus* nesse trabalho.

A figura 10 aponta a variação entre os parâmetros de colorimetria antes e após o ataque com o fungo de podridão parda.

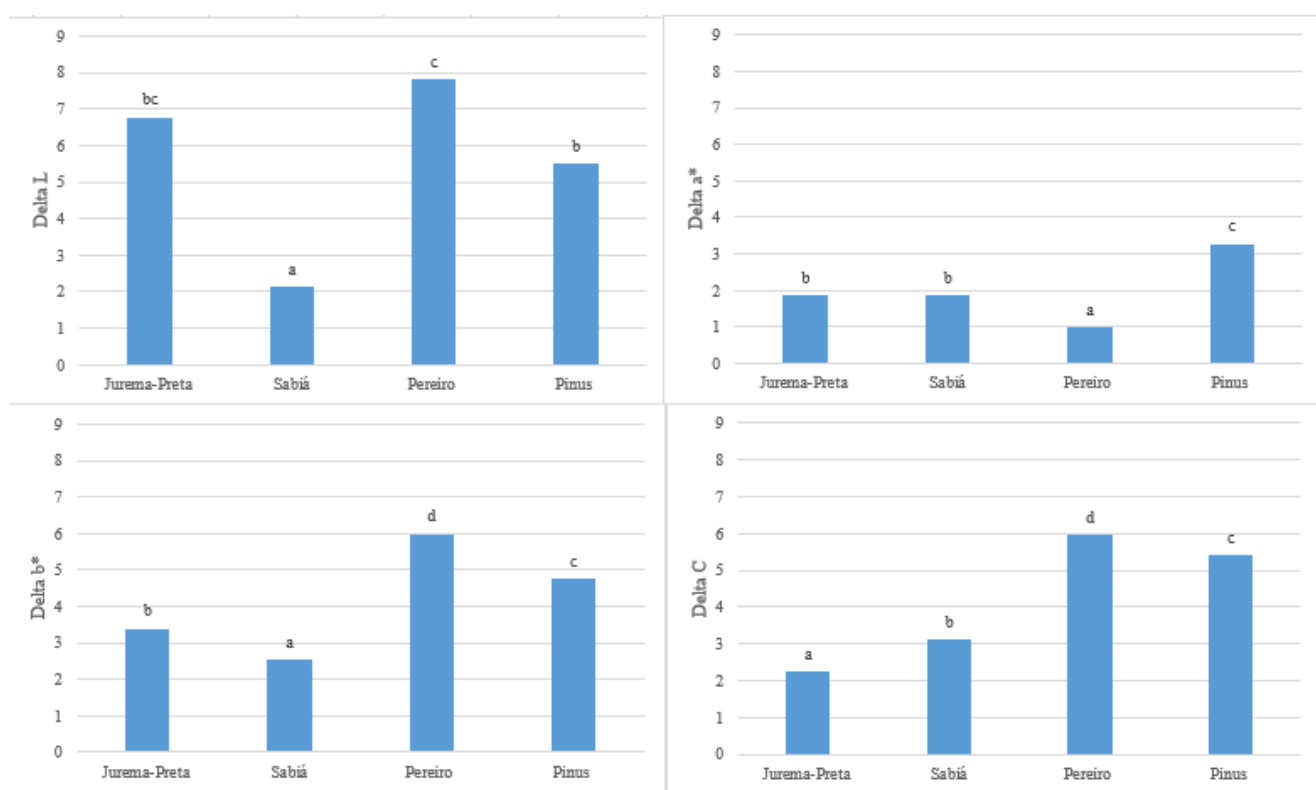


Figura 10. Variação nos parâmetros de colorimetria nas diferentes espécies após o apodrecimento (Colunas acompanhadas de uma mesma letra, em um mesmo gráfico, não diferem estatisticamente).

Fonte: A própria autora (2018)

O Sabiá foi a madeira que apresentou menor variação quanto a luminosidade depois do ensaio de apodrecimento em laboratório. Por outro lado, o Pereiro, em comparação com o Sabiá e o Pinus, foi a madeira que mais escureceu durante o processo. As espécies

apresentaram menor variação em relação ao pigmento vermelho (a^*), sendo o Pinus a espécie que apresentou maior variação em relação a esse parâmetro. O Pereiro apresentou a menor variação de pigmento vermelho, porém a maior de pigmento amarelo (b^*). Esta madeira também foi a que apresentou maior variação de cromaticidade.

Em relação ao parâmetro b^* e cromaticidade foi possível notar que houve um declínio dos valores em todas as espécies. Comportamento este diferente do encontrado por Souza et al. (2010) que verificaram uma estabilização da cromaticidade após o ataque pela podridão parda, por haver ocorrido uma redução dos pigmentos vermelhos (a^*) e um aumento nos pigmentos amarelos (b^*).

A figura 11 apresenta o grau de variação da cor (ΔE) das madeiras após o ataque do fungo *Daldinia spp.* de podridão parda.

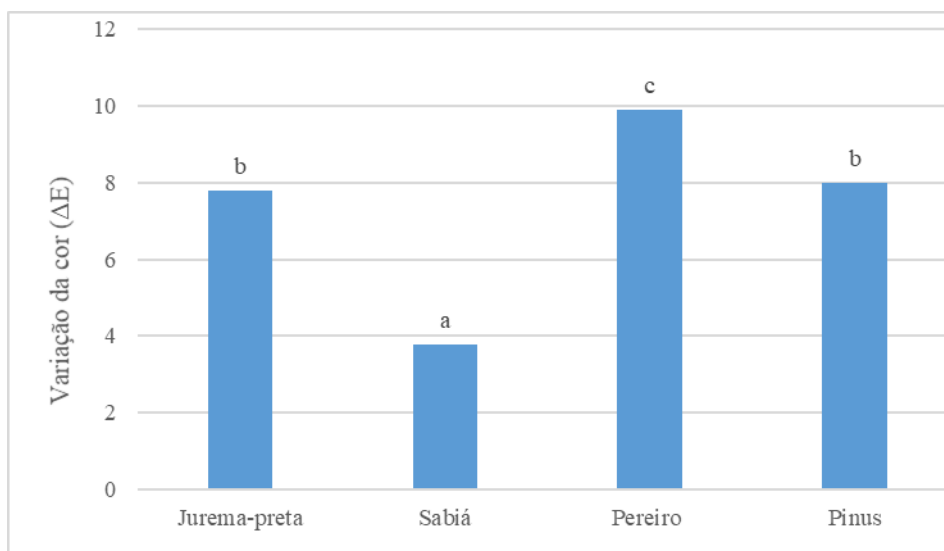


Figura 11. Variação geral da cor das madeiras após o ensaio de apodrecimento (Colunas acompanhadas de uma mesma letra não diferem estatisticamente).

Fonte: A própria autora (2018)

A maior variação de cor ocorreu na espécie do Pereiro (9,90), enquanto que a madeira que teve a cor menos afetada pela deterioração foi o Sabiá (3,78). Costa, Costa e Pastori (2011) submeteram duas espécies amazônicas (Marupá e Andiroba) a podridão branca e parda. Os autores observaram que a podridão parda apresentou maior variação da cor, de 25,33 para o Marupá e 13,02 para a Andiroba, enquanto a podridão branca apresentou 8,65 para o Marupá e 4,78 para a Andiroba. De acordo com Barreto e Pastore (2009) citado por Costa, Costa e Pastori (2011), estes valores podem classificar a alteração de cor como

apreciável. Comportamento semelhante foi observado por Almeida (2010) que avaliou as mudanças na cor do Cedro Australiano em painéis OSB fabricados com essa espécie e submetidos aos diferentes tipos de podridão. Já Souza et al. (2010) estudaram as mudanças no Jacarandá Caviúna e observaram maior clareamento da madeira causada pela podridão branca em relação ao escurecimento causado pela podridão parda.

A figura 12 apresenta os corpos de prova das quatro espécies estudadas em suas aparências antes e depois do teste de apodrecimento.

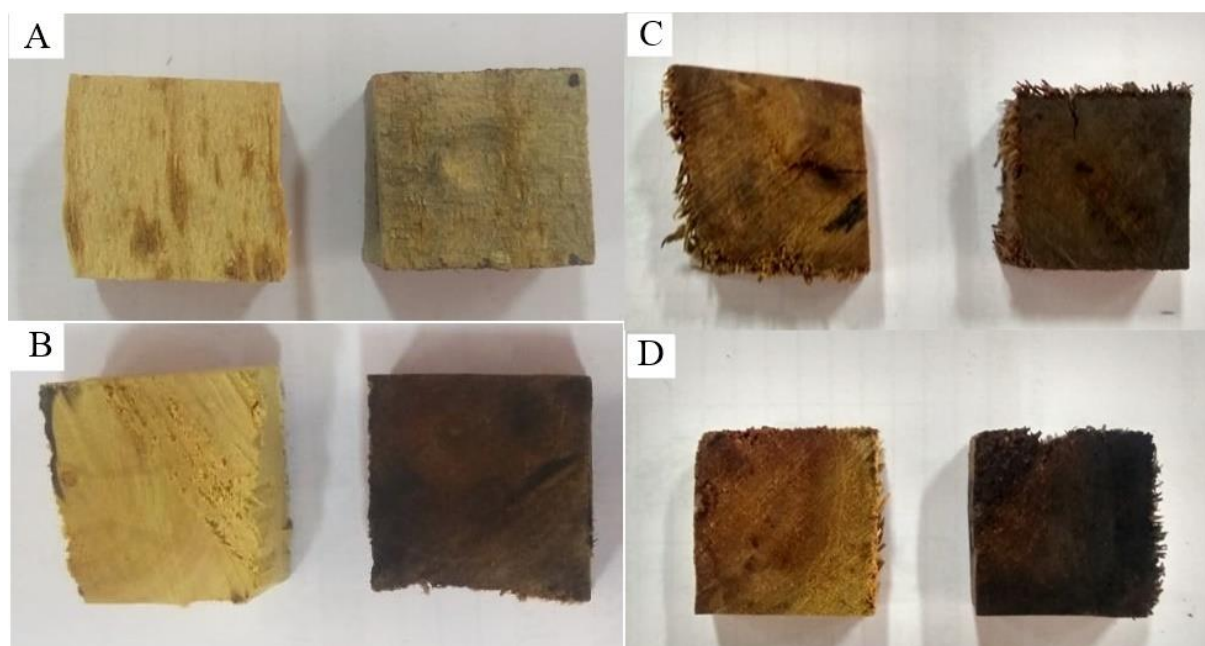


Figura 12. Corpos de prova antes e depois do ataque (imagem da esquerda e da direita, respectivamente). A- Pinus, B- Pereiro, C- Jurema-Preta e D- Sabiá.

Fonte: A própria autora (2018)

4.3 A podridão no caso do Pereiro

Após o período do ensaio de deterioração em laboratório, foi possível observar dois comportamentos colorimétricos diferentes nos corpos de prova da madeira de Pereiro. Cerca de 60% das amostras apresentaram uma coloração mais escura (Pereiro A), enquanto que os demais corpos de prova apresentaram tons levemente avermelhados (Pereiro B) (Figura 13).

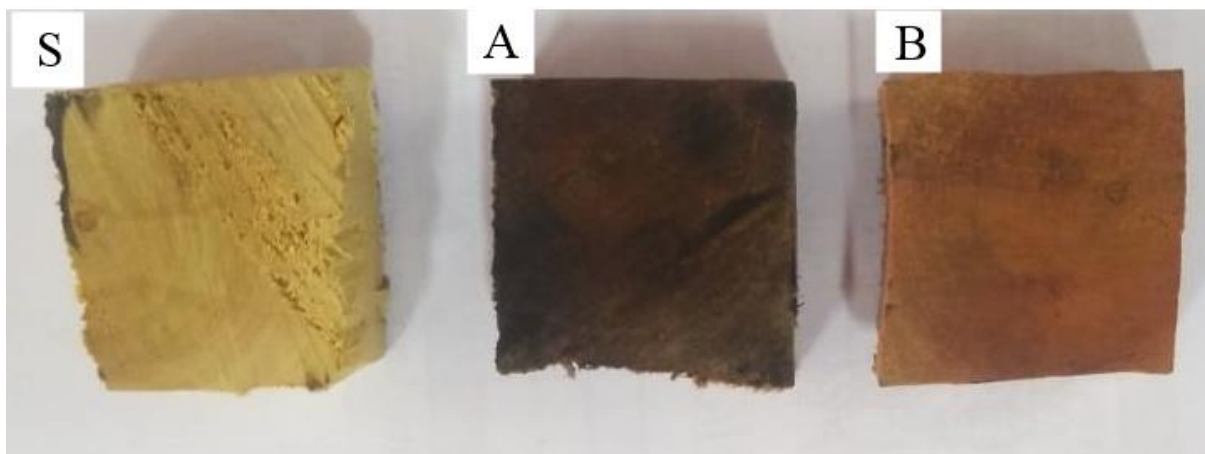


Figura 13. Da esquerda para direita: S- Pereiro antes do ataque, A- Corpo de prova atacado com tonalidade mais escura, B- Corpo de prova atacado com tom levemente avermelhado.
Fonte: A própria autora (2018)

Na tabela 5, pode-se observar as variações nos parâmetros colorimétricos que ocorreram na espécie nos dois tipos de corpo de prova.

Tabela 5. Parâmetros colorimétricos das madeiras de Pereiro antes e depois do ensaio de apodrecimento.

Espécie	L	a*	b*	C	h*
Pereiro S	54,90 c (0,61)	9,36 b (0,56)	27,95 c (0,57)	29,48 b (0,55)	71,48 c (0,09)
Pereiro A	47,08 a (0,60)	8,36 a (0,56)	21,96 a (0,45)	23,51 a (0,46)	69,14 b (0,06)
Pereiro B	48,76 b (1,29)	11,47 c (0,58)	27,28 b (0,67)	29,60 b (0,49)	67,18 a (0,37)

Em que: S, madeira de Pereiro sadia; A, madeira de Pereiro de coloração escura; B, madeira de Pereiro de coloração rosada; L, luminosidade; a*, tons avermelhados; b*, tons amarelados; C, cromaticidade; h*, ângulo de tinta; Valores em uma mesma coluna seguidos de uma mesma letra não diferem estatisticamente.

Fonte: A própria autora (2018)

Houve diferença estatística para todos os parâmetros, tanto entre as madeiras sadias e a atacada, como entre os dois tipos de corpos de prova atacados. Os valores médios de a* no Pereiro B foram superiores ao Pereiro A, que confirma uma maior coloração avermelhada nos

corpos de prova B. Essa observação foi ainda ratificada pelo ângulo de tinta (h^*) menor para o Pereiro B do que o A, pois menores valores indicam maior proximidade do eixo a (vermelho).

O Pereiro A apresentou menor valores de luminosidade (L) que o Pereiro B, o que pode ser observado a olho nu, e confirmado pelo valor de cromaticidade (C), que apresentou maiores valores médios no Pereiro B. O escurecimento e perda da saturação da cor na madeira indica que provavelmente houve um maior ataque no Pereiro A do que no Pereiro B.

A figura 14 apresenta a solubilidade em NaOH do Pereiro sadio em comparação com a solubilidade dos corpos de prova A e B.

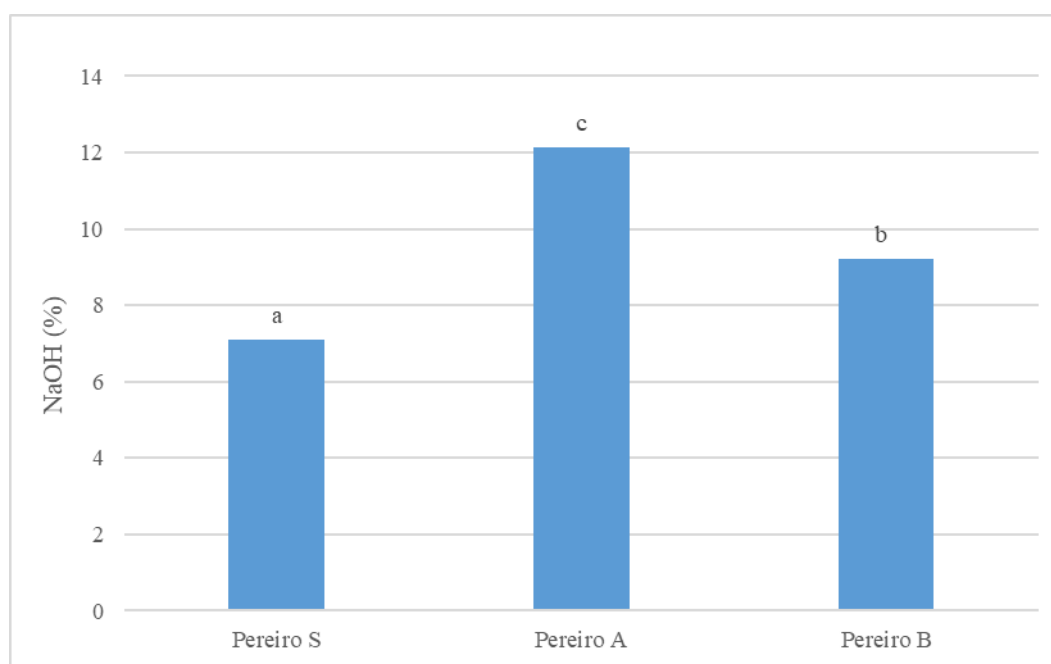


Figura 14. Solubilidade em NaOH 1% em madeira de Pereiro S (antes do ataque), Pereiro A (após ataque e com tonalidade mais escura) e Pereiro B (após ataque com tons levemente avermelhados). Colunas acompanhadas com mesma letra não diferem estatisticamente.

Fonte: A própria autora (2018)

O Pereiro sadio (7,1) apresentou uma solubilidade em NaOH menor do que os das madeiras após ataque de fungo, independente de qual a coloração dos corpos de prova. O Pereiro A (12,15), que apresentou tonalidade mais escura, também apresentou maior solubilidade no hidróxido de sódio do que o Pereiro B (9,23). Estes valores indicam que ocorreu maior degradação de celulose nos corpos de prova A do que B, confirmando a característica de escurecimento da madeira causado pelo ataque de podridão parda. Existe inúmeras suposições que expliquem essa variação na deterioração, velocidade de crescimento

do fungo, local de procedência do indivíduos podem ser considerados em relação a essa variação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos resultados obtidos durante o desenvolvimento desse trabalho foi possível concluir que:

- Todas as espécies avaliadas apresentaram alta resistência a fungo *Daldinia* spp.
- A colorimetria é uma ferramenta que pode ser usada na identificação de madeiras atacadas, uma vez que há um padrão de variação de cor no ataque de podridão parda.
- Os resultados do teste de apodrecimento na madeira de Pereiro indicaram que pode haver diferença de resistência natural ao fungo causador de podridão parda dentro de uma mesma espécie.
- O Estudo da resistência da madeira nas espécies da caatinga ainda é um campo de trabalho que pode ser amplamente explorado, estudar a variação da deterioração dentro de espécies como o Pereiro é de grande importância para o avanço da tecnologia da madeira no Brasil.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11941**. Densidade básica da madeira . Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ALMEIDA, N. A. **Biodegradação de produtos à base da madeira de cedro australiano (*Toona Silicata* M. Roem. var. *australis*)**. 2010. 102 f. Dissertação. Pós-graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – **ASTM D-2017**. Standard method for accelerated laboratory test of natural decay resistance for woods. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, v.0410, p.5, 2005

ARAUJO, L. V. C. de; PAULO, M. C. de S. ; PAES, J. B. Características dendrometrias e densidade básica da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (WILLD. POIR.)) de duas regiões do estado da paraíba. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 1, p.89-96, 2007.

BARRICHELO L. G. C. ; KAGEYAMAET J. Y. ; SPELTZ R. M. ; BONISH H. J. ; BRITO J. A. ; FERREIRA M. Estudos de procedências de *Pinus taeda* visando seu aproveitamento industrial. **Boletim Informativo IPEF**. n.15. p.1-14, 1977.

BLANCHETTE, R. A. A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments. **International Biodeterioration & Biodegradation** v. 46, n.3, p.189-204. 2000.

CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. **Brasil Florestal**, n 71, p.30-41, 2001.

CASTRO, V. G.; BRAZ, R. L.; BELLON, K.; SANCHES, F.; IWAKIRI, S.; NISGOSKI, S. Avaliação colorimétrica de aglomerados produzidos com partículas de madeira de *Sequoia sempervirens* e *Pinus taeda* submetidos ao intemperismo natural. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.4, p.475-483, 2014.

COSTA, M. A.; COSTA, A. F.; PASTORE, T. C. M. Caracterização do ataque de fungos apodrecedores de madeiras através da colorimetria e da espectroscopia de infravermelho. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p.567-577, 2011.

DANIEL, G. F; NILSSON, T.; SINGH A. P. Degradation of lignocellulosics by unique tunnel-forming bacteria. **Canadian Journal of Microbiology**. v.33, n.10, p.943–948, 1987.

DANIEL, G.; NILSSON, T. Developments in the study of soft rot and bacterial decay. In: BRUCE, A.; PALFREYMAN, J. **Forest Products Biotechnology**. Londres: CRC, 1997. 37-63.

FORZZA, R. C. (coord.) **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Volume 1. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 871 p.

GOMES, J. I.; FERREIRA, G. C. **Durabilidade natural de quatro madeiras amazônicas em contato com o solo**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 6 p. (Comunicado Técnico v. 66).

GONÇALVES, C. de A.; LELIS, R. C. C.; ABREU, H. dos S. Caracterização físico-química da madeira de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p.54-62, 2010.

HANADA, R. E.; SALES-CAMPOS, C.; ABREU, R. L.S.; PFENNING. L. Fungos emboloradores e manchadores de madeira em toras estocadas em indústrias madeireiras no município de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 3, p.483-488, 2003.

HASELEIN, C. R; CECHEIN, E. ; SANTINI, E. J. Características estruturais da madeira de *Pinus elliottii* Engelm aos 30 anos de idade. **Ciência Floresta**, v. 10, n. 2, p.135-144, 2002.

HIGHLEY, T. L. Biodeterioration of wood . In : **Wood Handbook – wood as an engineering material**. General technical Report FPL- GTR- 190. Madison: Us Departament of Agriculture. 2010. 509 p

KELLEY, S. S. JODY J. GOODELL B. Use of NIR and pyrolysis-MBMS coupled with multivariate analysis for detecting the chemical changes associated with brown-rot biodegradation of spruce Wood. **FEMS Microbiology Letters** , n.209, p.107-111, 2002.

LIMA, J. L. S.; SERPA, F. G.; SÁ, I. B.; MENDONÇA, A. L.; DUARTE, E. S. **Características físico-mecânicas e energéticas de madeiras do tropico semi-árido do nordeste do Brasil**. Petrolina: Embrapa CPATSA, 1996. 12 p. (Comunicado Técnico v. 63).

LORENZI, H. **Arvores brasileiras : manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do brasil** . v.2, Nova Odessa, SP: Plantarum 1998. 352 p.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z, 2004. 413p

MAIA, J. H. **Efeito de produtos de acabamento na colorimetria de madeiras da caatinga**. 2018. Monografia, 51 f., Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

MELO, R. R. PAES, J. B. LIMA, C. R, de FERREIRA, A. G. Estudo da variação radial da densidade básica de sete madeiras do semi-árido. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 4, n. 7, fev. 2006.

MELO, R. R. de; STANGERLIN, D. M.; SANTINI, E. J. Durabilidade natural da madeira de três espécies florestais em ensaios de campo. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p.357-365, 2010.

MENDES, A. S.; ALVES M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF/LPF. 1988. 58 p.

MORESCHI, J. C . **Biodeterioração e preservação da madeira**. Paraná: [s.n.], 2013. 53 p. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/AGUA-MADEIRA.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2018.

MORESCHI, J. C . **Relação água – madeira e sua secagem**. Paraná: [s.n.], 2014. 121 p. Disponível em: <https://onedrive.live.com/?cid=27C7F501A66B6ADF&id=27C7F501A66B6ADF%21752&parId=27C7F501A66B6ADF%21700&o=OneUp>>. Acesso em: 22 Junho 2018.

NILSON, T. Biological wood degradation. In: EK, M. GELLERSTEDT, G., HENRIKSSON, G. **Pulp and paper chemistry and technology** Vol 1. Estocolmo: De Gruyter. 2009. P.219-244

OLIVEIRA, A. M. F. ;LELIS, A . T. de ; LEPAGE, E. S.;LOPEZ, G. A. C.; OLIVEIRA, L. C. S. de ;CAÑEDO, M. D. ; MILANO, S. agentes destruidores da madeira. In. LEPAGE, E.S. (coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo : IPT; SICCT , 1986. p.99-278

OLIVEIRA, E. **Características anatômicas, químicas e térmicas da madeira de três espécies de maior ocorrência no semi-árido nordestino**. 2003. 122 f. Tese. Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

OLIVEIRA, J. T. de; TOMASELLO, M.; SILVA, J de C. Resistência natural da madeira de sete espécies de eucalipto ao apodrecimento. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 993-998, 2005.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 160-169, 2007.

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

PAES, J. B. MORAIS, V. de M. SOBRINHO, D. W. de F. BAKKEL, O. A. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 36-47, 2003.

PAES, J. B. LIMA, C. R. de. OLIVEIRA E. de. NETO, P. N. de M. Características Físico-Química, Energética e Dimensões das Fibras de Três Espécies Florestais do Semiárido Brasileiro. **Floresta e Ambiente**, v. 4, n. 20, p.550-555, 2013.

PEREZ-SILVA. E. El género daldinia (Pyrenomycetes) en mexico. **Boletim de la sociedade mexicana de micologia** v. 7, p.51-58, 1973.

PINTO, F. F. **Degradação de madeiras por fungos: aspectos biotecnológicos e de biorremediação**. 2006. 46 f. Monografia - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Microbiologia, Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006

RIBASKI, J.; LIMA, P. C. L.; OLIVEIRA, V. R. de; DRUMOND, M. A. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) árvore de múltiplo uso no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 104).

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

ROCHA, H. L. S. **Caracterização físico-mecânica da madeira de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) visando seu emprego na indústria madeireira do semi-árido brasileiro**. Dissertação. 63 f., Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

ROCHA, H. L. S. PAES, J. B. MINÁ, A. J. S. OLIVEIRA, E. de. Caracterização físico mecânica da madeira de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) visando seu emprego na indústria moveleira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p.262-267, 2015.

SANTOS , L. F. de M. **Potencial de deterioração de fungos apodrecedores de madeira em ensaios de laboratório**. 2015. Monografia, 47 f. Curso de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SCHMIDT.O. **Wood and tree fungi: Biology, damage, protection, and use**. Berlin: Springer. 2006. 336 p.

SOUZA, F. de. TALES, R. F. RIBEIRO, P. G. CAMARGOS A. M. MENEZZIDE, C. H. S. Resistência natural e alteração da cor da madeira de *Machaerium scleroxylon* Tul. submetida ao ataque de fungos apodrecedores. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p.449-457, 2010.

STADLER M. LAESSOE, T. FOURMIER, J. DECOCK, C. SCHIESCHEK, B. TICHY, H. PERSON, D. A polyphasic taxonomy of Daldinia (Xylariaceae), **Studies in Mycology** v. 77 p. 1-143, 2014.

STALLBAUN, P. H.; BARAÚNA, E. E. P.; MONTEIRO, T. C.; VIEIRA, R. S.; SALES, N. L. P.; OLIVEIRA, L. S. Resistência natural da madeira de *Tachigali vulgaris* ao fungo xilófago *Postia placenta*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p.459-463, 2016.

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. **TAPPI T 204 cm-97**. Solvent extractives of wood and pulp. Atlanta: Tappi Technology Park, 1997.

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. **TAPPI T 207 cm-99**. Water solubility of wood and pulp. Atlanta: Tappi Technology Park, 1999.

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. **TAPPI T 212 om-02**. One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp. Atlanta: Tappi Technology Park, 2002.

TOMAZELI, A. J.; SILVEIRA, A. G.; TREVISAN, R.; WASTOWSKI, A. D.; CARDOSO, G. V. Durabilidade natural de quatro espécies florestais em campo de apodrecimento. **Tecnológica**, v. 20, n. 1, p.20-25, 2016

YUYAMA, K. T. NOGUEIRA, J. C. PEREIRA, J. ISHIKAWA
Características morfológicas e temperatura ótima de crescimento micelial in vitro de daldinia eschscholzii coletado na amazônia. **61° Reunião anual da SBPCP .2013** Disponível em :<http://www.sbpcnet.org.br/livro/61ra/resumos/resumos/5333.htm>

ZABEL, R.A.; MORRELL, J.J. 1992. **Wood microbiology: decay and its prevention**. Academic Press, San Diego, CA, USA. 476 p