

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DOIS VIZINHOS

LUANA EMANUELI MEDEIROS

AVALIAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE DEFEITOS QUE OCORREM NA
MADEIRA

DOIS VIZINHOS

2023

LUANA EMANUELI MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE DEFEITOS QUE OCORREM NA
MADEIRA**

**EVALUATION OF THE DIFFERENT TYPES OF DEFECTS THAT OCCUR IN
WOOD**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.
Orientador(a): Flávia Alves Pereira.

DOIS VIZINHOS

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LUANA EMANUELI MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE DEFEITOS QUE OCORREM NA
MADEIRA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

Data de aprovação: 21/novembro/2023

Flavia Alves Pereira (Orientadora)
Doutora em Ciência Florestal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Mara Lúcia Agostini Valle
Doutora em Ciência e Tecnologia da Madeira
Universidade Federal do Sul da Bahia

Marcos Aurélio Mathias de Souza
Doutor em Engenharia Florestal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DOIS VIZINHOS

2023

Dedico este trabalho à Deus, a minha família, meu namorado e a todos que de alguma forma torceram por mim durante toda o período de graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me dado coragem e força para enfrentar os momentos de dificuldades e assim concluir a tão sonhada graduação, além de me proporcionar conhecer pessoas incríveis e que fazem parte da minha trajetória e da minha vida.

Agradeço a meus pais, Lenir Aparecida Guasso Medeiros e Itacir Medeiros, por me auxiliarem nos anos longe de casa e me apoiarem em fazer o curso, e por sempre me esperarem de braços abertos e com abraços calorosos, esse apoio incondicional, amor e incentivo foram essenciais para que eu pudesse superar os desafios e chegar até aqui.

Agradeço a meus irmãos Raqueli Thais Medeiros Cossetin e João Pedro Guasso Medeiros, que juntamente com meu cunhado Alexandre Luiz Cossetin e meu sobrinho Henrique Luiz Cossetin, me alegraram durante os períodos fora da universidade.

Agradeço ao meu namorado Maikon Ricardo Peruchini, que desde o começo acompanhou tudo durante a graduação, me estendendo a mão e me reerguendo, com palavras de força e apoio emocional, me fortalecendo como pessoa, com sua paciência, compreensão e carinho que foram fundamentais para que eu pudesse manter o equilíbrio emocional, esse apoio foi essencial para que eu pudesse ter a confiança de que conseguiria finalizar este projeto. Obrigado, meu amor, por estar sempre ao meu lado e ser o meu porto seguro durante essa jornada acadêmica. Eu te amo e sou eternamente grata por tudo que você fez por mim.

Agradeço a amigos e meus colegas Taynara Aparecida Rech e Mariani Viecelli por uma vida de amizade e companheirismo, Laura Martins Szekut, primeira amiga e companheira da vida que encontrei ao ingressar na faculdade, e que encontro maravilhoso, Wellington Mateus Dzinzik por todas as risadas e memórias criadas, Ana Carolina G. Brito e Sabrina Zaluski pelas comidas compartilhadas, histórias criadas, tantas risadas, danças de corredor e abraços (ou quase abraços) que ficarão pra sempre em minha memória, Amanda Patrícia Marcos, Mayara Yukari Koiama, e tantos outros amigos e colegas que me acompanharam durante todo o processo, desde o início do percurso até a de elaboração do TCC, compartilhando ideias, sugerindo melhorias e motivando-me a prosseguir.

Agradeço à minha orientadora Prof.^a Dr.^a Flávia Alves Pereira, por aceitar me orientar nesta fase decisiva da graduação, e me auxiliar sempre que necessário.

Enfim, agradeço a todos que em determinado momento fizeram parte dessa trajetória, foi um grande prazer trabalhar e viver com pessoas tão dedicadas, competentes e maravilhosas.

RESUMO

Os defeitos da madeira podem ocorrer em virtude do próprio crescimento da árvore e surgir na extensão do tronco, na estrutura anatômica ou também serem decorrente de processos de agentes biológicos ou de manuseio, diminuindo ou limitando sua utilização. Os defeitos naturais são avarias ou injúrias que ocorrem na árvore ainda em pé ou na madeira, em sua superfície ou internamente, ou quando já derrubada e processada. As tensões de crescimento podem resultar em um encurtamento das fibras e, modificações físicas, químicas e mecânicas destas madeiras. Durante a secagem da madeira, rachaduras podem manifestar-se como rachadura de topo, de superfície e rachaduras internas ou em favos de mel. As falhas de processamento, verificadas na madeira, frequentemente são derivadas de manipulações mal conduzidas, como no transporte, armazenamento, preparo, acondicionamento e manuseio. Estas falhas no processamento podem ocasionar rachaduras e diminuir a conservação das peças, impactando no tempo de vida útil do material. Os defeitos causados por ação de biodegradadores ocorrem a partir da ação de organismos vivos, sendo eles insetos, fungos, bactérias, entre outros. Há variadas formas de degradação na madeira e os que mais geram danos são os organismos xilófagos. O trabalho foi dividido em duas etapas. Sendo que a primeira delas envolveu a revisão de literatura dos defeitos da madeira, enquanto na segunda etapa as árvores foram fotografadas, visando evidenciar seus defeitos. As imagens foram registradas pela autora, ao longo do desenvolvimento do trabalho, nas imediações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Dois Vizinhos, em Dois Vizinhos e/ou cidades próximas. Sendo assim, com este trabalho foi possível elaborar um material didático para facilitar os estudos sobre os defeitos ocorrentes na madeira.

Palavras-chave: Defeitos anatômicos; Defeitos naturais; Biodegradadores; Secagem da madeira; Tensões de crescimento.

ABSTRACT

Wood defects can occur due to the tree's own growth and appear in the length of the trunk, in the anatomical structure or also be a result of processes involving biological agents or handling, reducing or limiting its use. Natural defects are damages or injuries that occur in the tree while it is still standing or in the wood, on its surface or internally, or when already felled and processed. Growth stresses can result in shortening of the fibers and physical, chemical and mechanical changes to these woods. During wood drying, cracks can manifest as top cracks, surface cracks, and internal or honeycomb cracks. Processing failures found in wood are often caused by poorly conducted manipulations, such as transportation, storage, preparation, packaging and handling. These processing flaws can cause cracks and reduce the conservation of the parts, impacting the useful life of the material. Defects caused by the action of biodegraders occur from the action of living organisms, including insects, fungi, bacteria, among others. There are various forms of degradation in wood and the ones that cause the most damage are xylophagous organisms. The work was divided into two stages. The first of these involved a literature review of wood defects, while in the second stage the trees were photographed, aiming to highlight their defects. The images were recorded by the author, throughout the development of the work, in the vicinity of the Federal Technological University of Paraná - Campus Dois Vizinhos, in Dois Vizinhos and/or nearby cities. Therefore, with this work it was possible to develop teaching material to facilitate studies on defects occurring in wood.

Keywords: Anatomic defects; Natural defects; Biodegradators; Wood drying; Growth tensions.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVO	12
2.1.	Objetivo Geral	12
2.2.	Objetivo Específico	12
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1.	Defeitos Naturais	13
3.1.1.	Formato do tronco	13
3.1.2.	Tronco Sulcado	14
3.1.3.	Bifurcação	14
3.1.4.	Reforço Basal	15
3.1.5.	Conicidade	16
3.2.	Estrutura Anatômica	17
3.2.1.	Nodosidade em madeiras	17
3.2.2.	Alteração de Cor	17
3.2.3.	Lenho de Reação	18
3.2.4.	Anéis de Crescimento	19
3.2.4.1.	<u>Anéis de Crescimento Desiguais</u>	20
3.2.5.	Bolsas de Resina	21
3.2.6.	Defeitos da grã	21
3.2.7.	Inclusões Minerais	23
3.2.8.	Fendas	23
3.2.8.1.	<u>Frio</u>	24
3.2.8.2.	<u>Insolação</u>	24
3.2.8.3.	<u>Contração</u>	24
3.3.	Defeitos de Secagem	24
3.3.1.	Rachaduras	25
3.3.2.	Torcimento	26
3.3.3.	Arqueamento	26
3.3.4.	Encanoamento	26
3.3.5.	Encurvamento	26
3.4.	Defeitos de Processamento	26
3.5.	Defeitos Causados por Biodegradação	27
3.5.1.	Fungos	27
3.5.1.1.	<u>Podridão Parda</u>	28
3.5.1.2.	<u>Podridão Mole</u>	29

3.5.1.3. <u>Podridão Branca</u>	29
3.5.2. Insetos.....	30
4. METODOLOGIA	31
4.1. Material	31
4.2. Etapas	31
4.2.1. Primeira etapa – Revisão Bibliográfica.....	31
4.2.2. Segunda etapa - Fotografias	31
4.2.3. Terceira etapa	31
Construção da Apostila	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1 INTRODUÇÃO

A madeira é o produto florestal mais utilizado e comercializado no mundo, sendo destinada para diversos processos como fabricação de polpa e papel, móveis, construções e energia.

Este material vem sendo utilizado desde os tempos antigos, de diferentes formas e finalidades. Com o passar dos anos, as táticas de manipulação foram aprimoradas possibilitando variados empregos (SANTOS, 2018). Entretanto, sua estrutura pode possuir defeitos que impedem seu uso para determinados fins (CORADIN; CAMARGOS, 2002).

A árvore quando está em desenvolvimento, necessita que haja locomoção da água da raiz até as folhas, o que permite seu desenvolvimento. Este é o requisito básico para seu crescimento (KLITZKE, 2013), entretanto, o deslocamento da água também pode ser o responsável pela ocorrência de defeitos que se manifestam na madeira, tanto pela saída abrupta da água, que pode causar rachaduras, ou pela alta umidade que acaba sendo uma porta de entrada para o ataque de fungos e para outros defeitos na fase de secagem da madeira.

Os defeitos da madeira podem ocorrer em virtude do próprio crescimento e surgir na extensão do tronco, na estrutura anatômica ou serem decorrentes dos processos de secagem e processamento, diminuindo ou limitando sua utilização (NISGOSKI, 2016).

Estas imperfeições podem ser resultado de qualquer tipo de danos causados na estrutura da árvore, podendo ser alguma alteração química que modifique a coloração da madeira, ou por outros motivos, como nós, ferimentos e tortuosidades presentes no tronco, métodos de secagem e acomodações incorretas da madeira, que quando não apropriadas podem resultar em defeitos (MORESCHI, 2012).

O ambiente, o manejo e o manuseio da madeira podem influenciar na ocorrência de defeitos. Assim, métodos silviculturais e técnicas de processamento poderão ser direcionados visando aumentar o rendimento e qualidade das peças (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000).

Os defeitos também podem ser gerados por agentes biodegradadores, como aqueles ocasionados por fungos manchadores ou de podridão, com redução do valor comercial do produto. Além disso há ataque por larvas de insetos, que se alimentam da madeira ou apenas a utilizam como proteção, mas que causam danos irreversíveis (MORESCHI, 2012).

E mesmo a madeira sendo constituída por diferentes compostos, como celulose, hemicelulose, lignina, extrativos, entre outros, e ser um recurso renovável ela pode ser vulnerável aos danos de agentes biológicos. Onde tudo depende do tipo de madeira, condições

ambientais e exposição climática que atuam nela, visto que o ataque dos microrganismos pode variar, sendo os fungos de podridão os principais agentes que atacam a madeira (PALA, 2007).

Por conta disso, o conhecimento das diferentes deteriorações que afetam a madeira são importantes para que dependendo da situação a identificação seja a mais rápida e fácil possível, para reconhecer a causa e definir o melhor tipo de controle (CASTRO et al., 2018).

2 OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Elaborar uma apostila sobre defeitos de madeiras

2.2. Objetivo Específico

- Descrever os principais defeitos anatômicos de madeiras, defeitos do fuste, englobando defeitos naturais, defeitos de secagem, defeitos de processamento e defeitos causados por biodegradadores.
- Fotografar os defeitos no formato do fuste, na madeira processada e em madeira com ataque de biodegradadores.
- Descrever as principais causas que geram os defeitos encontrados em madeiras.
- Desenvolver materiais que sejam facilitadores no processo de ensino-aprendizagem dos alunos de graduação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Defeitos Naturais

Os defeitos naturais são avarias ou injúrias que podem ocorrer na árvore ainda em pé ou na madeira, tanto em sua superfície ou internamente, ou quando já derrubada e processada (MORESCHI, 2012). Assim, os defeitos podem ser ocasionados devido à contração e o inchamento das madeiras, resultando em imperfeições. Além disso a deterioração das propriedades anatômicas e modificações na estrutura físicas da madeira podem ocorrer por pressões que ocorrem internamente, e como a madeira é um material anisotrópico, pode haver o desenvolvimento de defeitos na fase de secagem ou acondicionamento desta madeira (SANTOS, 2018).

As modificações na umidade da madeira, muitas vezes abrupta pode causar defeitos, podendo ser provocada pela diferença na quantidade de água presente nas células. Também pode acontecer deteriorações por biodegradadores que surgem dependendo das condições em que a madeira se encontra (SANTOS, 2018).

As irregularidades no formato do tronco da árvore também são consideradas defeitos naturais, pois podem reduzir a utilização da madeira. Entretanto, se existir poucas variações, as que são consideradas naturais do desenvolvimento da árvore, não a impedem de utilizá-la e poucas vezes impedem o seu uso (NISGOSKI, 2016).

Por conta disso, a presença de nós, bolsas de resina, ou defeitos resultantes do processamento da madeira prejudicam as propriedades e características da mesma, sendo que para as peças serem utilizadas devem ser aptas e estar conforme as normas de classificação existentes (LINO et al., 2014).

3.1.1. Formato do tronco

“O tronco ou fuste de uma árvore é constituído por camadas de células vivas que conduzem a seiva das raízes para as folhas” (PFEIL, 2012). A deformação do fuste ou galhos pode surgir enquanto a árvore está na fase de desenvolvimento e crescimento, e isso consequentemente afeta a formação e orientação das fibras da planta, resultando em uma madeira menos resistente e com mais possibilidade de apresentar defeitos posteriormente (MAGALHÃES, 2015).

As deformações no fuste das árvores são resultado de diferentes fatores, como a ação do clima, orientação do terreno, diferença de temperatura e níveis de umidade, influência do vento, insolação e dimensionamento dos espaçamentos de plantio. Outro fator é a

hereditariedade, que se manifestam no desenvolvimento da madeira como a conicidade e tortuosidade, visíveis no comprimento da árvore, e a circunferência assimétrica e fissuras, mais perceptíveis na diagonal da árvore (NISGOSKI, 2016).

Pode haver ainda, tensões de crescimento no tronco das árvores que levam a um encurtamento das fibras, e as novas camadas de células criada pela planta acabam ficando com tensões longitudinais de tração e tensões tangenciais de compressão, e em altos níveis a tensão de crescimento pode resultar em um cerne mais frágil e quebradiço, aparecerá fendas e rachaduras nas extremidades da tora, além do empenamento das peças. Além disso, a constituição das células possui propriedades específicas para efetuar as funções necessárias ao crescimento e sustentação. Porém, quando a madeira é cortada a característica das células se modifica e prejudica as propriedades de resistência e retração (SANTOS, 2018).

3.1.2. Tronco Sulcado

Há troncos de árvores que tem o formato sulcado, ou seja, com sinuosidades, e quanto mais envelhecida a árvore, mais há a manifestação destes contornos desiguais no seu fuste, devido a características próprias da espécie, podendo ser mais arredondadas ou acuminadas (NISGOSKI, 2016).

Em geral, o lenho destas árvores forma sulcos na extensão do tronco que podem ser verificados na posição transversal em formas de concavidade que não seguem um padrão fixo, podendo ser de formato, largura e dimensões dessemelhantes e que são capazes de auxiliar na distinção entre algumas espécies (VERLY, 2021).

Frequentemente os anéis de crescimento dessas árvores acompanham os sulcos e isso gera o crescimento de anéis com irregularidades intensas. Isso pode ocorrer em todo comprimento do tronco ou apenas em sua base, dependendo da quantidade de sulcos na planta. Com isso, diminui-se a madeira utilizada com maior dificuldade em remodelá-la em serrarias. Além disso, a grã deste material sofre desvios e há a variação da massa específica, fazendo com que a madeira tenha tendência a ter maior contração, o que gera uma propensão de peças encanoadas e rachaduras (NISGOSKI, 2011).

Mesmo com este defeito, o tronco sulcado ou tronco fenestrado apresenta utilidade como decoração, em postes ou pilares, mas perde sua funcionalidade quando cortado em formato de tábuas, por ter muita perda para que se consiga eliminar os sulcos (BARREIROS, 2017).

3.1.3. Bifurcação

A bifurcação ou forquilhamento de uma árvore ocorre quando brotos apicais, muito próximos, se desenvolvem juntos, podendo ocorrer desde a base, ou a partir de certo ponto do fuste, o que reduz, em alguns casos, a aptidão das toras no processamento. (NISGOSKI, 2016).

Esse defeito pode surgir até mesmo pela morte de gemas apicais, por entrada de patógenos ou decorrência de geadas mais tardias, mas algumas árvores tem uma tendência natural da espécie para que ocorra no desenvolvimento a bifurcação do tronco (BARREIROS, 2017).

Quando a árvore apresenta bifurcações elas acabam deixando mais complexa a atividade dos operadores que forem realizar a derrubada. Isso se deve a atividade de desgalhamento que deve ser feita, gerando uma demora maior para finalizar o processo até o seccionamento total do fuste (VAZ, 2007).

Entretanto há muita utilização e procura da parte bifurcada com intuitos decorativos, visto que esta não possui valor referente a aproveitamento em tábuas e, conforme a espécie e proporção do forquilhamento, a procura é abundante, pois pode haver desenhos em forma de pirâmide. Dependendo do lugar em que ocorre a forquilha, esta pode ser denominada de medula múltipla, quando um tronco se une a outro ou quando mais troncos se unem junto ao solo devido ao crescimento de vários brotos próximos, ou quando duas árvores se desenvolvem muito próximas e acabam se juntando em uma só, chamado de duplo tronco. Ambas estruturas tem uma orientação aleatória nas fibras (NISGOSKI, 2016).

Normalmente, quando a bifurcação ocorre na proximidade do solo pode se ter um bom aproveitamento do restante do fuste, mas caso a bifurcação ocorra em determinada altura do tronco o seu uso pode ser impossibilitado, e até a qualidade da madeira pode ser comprometida. Isso porque a região acaba sendo mais vulnerável a apodrecimento, muitas vezes na medula, por conta de rachaduras que possam surgir, facilitando a entrada de água (BARREIROS, 2017).

3.1.4. Reforço Basal

O reforço basal é um suporte resistente que a árvore desenvolve no seu tronco, podendo alcançar até 2 metros de altura. Pode se transformar em troncos sulcados, dependendo da altura em que alcança acima da base da árvore. Esse reforço basal pode aparecer como contrafortes ou também chamado de raízes tabulares, onde a mais conhecida é a sapopema, que são ressaltos verticais finos ou achatados, com maior ocorrência no contorno de troncos de determinadas espécies como *Elaeocarpaceae* e as três subfamílias de *Leguminosae*, *Anacardiaceae*, *Vochysiaceae*, *Humiriaceae*, *Sapotaceae*, *Lecythidaceae*, entre outras (NISGOSKI, 2016).

As raízes tabulares são mais achatadas e normalmente estão nas partes mais próximas ao solo, podendo ocorrer por uma expansão das raízes laterais e se prolongar até certa altura do tronco. Possuem a principal função de servir de apoio ao tronco para dar uma maior estabilidade a planta, mas um ponto negativo que ela apresenta é que, este tipo de raiz torna mais difícil o corte e ainda implicam no volume comercial de tronco, além de alterar a parte anatômica do tronco neste local (BARREIROS, 2017).

Pode haver a ocorrência de raízes de sustentação ou raízes escoras, onde estas formam-se no tronco e se encaminham para o solo, deixando um espaço entre o fuste e as raízes, encontrando mais frequentemente em *Arecaceae*, (*Iriartella* e *Socratea exorrhiza*), *Clusiaceae* (*Tovomita*) e *Cecropiaceae* (BOTÂNICA AMAZÔNICA, 2007).

A parte mecânica da árvore pode colaborar e estimular o crescimento de raízes tabulares quando a planta necessitar de auxílio em sua base para equilibrar o esforço de uma copa assimétrica. Além disso, há desvios de tecido fibroso significativo nestes reforços, com grandes alterações de contração e na resistência mecânica, com desenvolvimento de madeira de reação (NISGOSKI, 2016).

3.1.5. Conicidade

A conicidade define-se como a forma com que o tronco é classificado e depende da espécie, idade da árvore (quanto mais velha, mais cônica), altura do fuste ou estação do ano. Também há muita influência do local em que a árvore se encontra, visto que onde há muito vento a base da árvore tende a ficar mais reforçada para manter-se estável e sofrer menos danos (NISGOSKI, 2016).

Segundo Lima e Garcia (2011) o formato cônico de uma árvore é a diminuição do tronco na copa em relação a base da árvore, resultado de maiores espaçamentos quando o plantio foi instalado e do ambiente em que se encontra, incluindo terrenos muito declivosos ou incidência de luz solar.

Algumas árvores demonstram uma conicidade maior a partir de dois metros de altura e neste nível o diâmetro começa a reduzir em torno de um centímetro a cada metro linear, o que gera um decréscimo no aproveitamento do fuste quando ocorre o desdobramento (BARREIROS, 2017).

A madeira de árvores cônicas tende a ter menor resistência mecânica, pois as fibras são mais propensas a ficar separadas o que diminui a aderência natural do material e,

consequentemente, quando processadas, há perdas devido à retirada de costaneiras ou lâminas (NISGOSKI, 2011).

3.2. Estrutura Anatômica

3.2.1. Nodosidade em madeiras

Os nós são originados a partir de galhos das árvores retirados de forma errônea ou quando estes sofrem algum dano e morrem ou caem, ficando presos no tronco. Com isso ao passar do tempo, as camadas do lenho que forem formadas acabam sendo adicionadas ao local em que este ramo estava inserido, fazendo com que essas camadas de lenho se depositem na base do local onde o galho estava, formando assim a estrutura dos nós, que são como cicatrizes da planta, podendo ocorrer também o surgimento de nós por conta de colisões contra alguma árvore (MAGALHÃES, 2015).

São locais com uma estrutura mais densa que o restante da madeira, além da coloração local ser mais escura e lignificada. Portanto, quanto maior a dimensão do nó, menor resistência desta área e mais dura e quebradiça ela se torna (MORESCHI, 2012).

Este tipo de defeito pode servir como uma porta para a entrada de patógenos, além de diminuir a resistência mecânica, pois o seguimento das fibras é interrompido. (MAGALHÃES, 2015).

Deste modo, o nó é um local em que ocorreu a união de um ramo ou de um galho, a sua estrutura anatômica é mais robusta e por conta disso dificulta a trabalhabilidade da madeira que tem nós presente. Quando o nó é mais rígido ele tem a tendência de se soltar enquanto ocorre o acabamento da peça, e na maioria dos casos ele tem um tom mais escuro que deixa uma aparência inferior na madeira além da baixa resistência mecânica (BARREIROS, 2017).

Os nós podem ser classificados como vivo, quando há continuidade dos tecidos lenhosos do galho com os do fuste; nó morto, em que o galho morre e não há mais a continuação das estruturas, com este ficando preso na árvore apenas por pressões do fuste; ou nó solto, em que a maior parte dos tecidos estão mortos, sem conexão com os tecidos próximos e, por existir respostas divergentes a contração do lenho, ele acaba caindo quando submetido a secagem (NISGOSKI, 2011).

3.2.2. Alteração de Cor

A variação na cor da madeira pode depender de diferentes fatores. Naturalmente região do alburno é caracterizada por apresentar coloração mais clara que o cerne, que tem coloração mais escura. Sendo assim, a deposição de substâncias da própria árvore nas células e nas

paredes celulares, podem tornar a madeiras com tonalidade mais escura e com maior resistência à ação de biodeterioradores (MORESCHI, 2012).

A cor também pode sofrer variações dependendo da exposição a luz, a umidade, ataque de microrganismos e presença de extrativos, como os taninos, as resinas, os óleos, que se acumulam no cerne da planta. Algumas madeiras podem sofrer foto-oxidação, ou seja, sofrer degradação quando na presença de oxigênio, ou ozônio, e dos raios UV (CORADIN; CAMARGOS, 2002).

Madeiras que possuem coloração mais clara, geralmente, são consideradas mais leves que aquelas com tonalidades mais escuras. Entretanto, a interação do clima também pode alterar as cores da madeira, em que regiões mais quentes há a predominância de tons mais escuros quando comparados à locais de clima frio, com predominância de “madeiras brancas” (MORESCHI, 2012).

A modificação na cor também pode ter relação com a proliferação de fungos na madeira ou com a intensidade de radiação solar, ventos, chuvas e umidade, pois quando exposta a estas intempéries a ação dos raios ultravioleta implicam na aparência geral da madeira e posteriormente nas propriedades mecânicas e físicas da madeira (CASTRO et al., 2018).

3.2.3. Lenho de Reação

O lenho de reação é um tecido formado quando os fustes apresentam medula excêntrica e/ou as árvores se desenvolvem com certa tortuosidade em terrenos irregulares, pois demandam mais energia e material de crescimento para se reforçar e minimizar os impactos que a ação externa constante causa. O esforço com que a árvore faz acaba tendo como resultado dois tipos de lenhos que certamente surgem por impulsos desiguais aos hormônios de crescimento, tencionando a planta para suavizar o esforço exigido (NISGOSKI, 2016).

“Os lenhos de reação podem ser classificados como lenho de compressão e lenho de tração” (MORESCHI, 2012). O lenho de tração ocorre normalmente em folhosas, este tipo de lenho apresenta características como alto teor de celulose e pouca lignina, e as fibras que compõem a parede celular deste tipo de lenho apresentam um revestimento gelatinoso no interior da parede celular secundária (VIDAURRE et al., 2013).

Geralmente o lenho juvenil é mais propenso a apresentar o lenho de reação em comparação ao lenho adulto e este fator pode influenciar na colheita das árvores, em que árvores que possuem um diâmetro menor tem uma tendência maior a causar problemas em épocas de corte (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000).

Quando a madeira possui lenho de reação o seu desempenho perante aos procedimentos industriais será diferente de madeiras que não possuem essa característica, isso porque o lenho de reação pode limitar a utilização e finalidade da peça. Uma vez que, quando este tipo de lenho ocorre na árvore, as características anatômicas, químicas, físicas e mecânicas ficam divergentes de uma madeira que não possui lenho de reação (SILVA et al., 2017).

As árvores que possuem a medula de forma excêntrica possuem atividades desiguais do cambio, e isso gera um desenvolvimento instável da copa, que modifica a estrutura celular e acaba formando estruturas celulares diferentes da normal (VIDAURRE et al., 2013).

Nos lenhos de reação o desenvolvimento irregular e a transição entre os lenhos inicial e tardio são indefinido, uma vez que o lenho inicial possui paredes mais grossas, deixando-o com aspecto sem brilho, coloração mais forte e fissuras em suas paredes, impactando a resistência mecânica da madeira.

“O lenho de compressão, geralmente manifesta-se em gimnospermas, ou seja, coníferas” (NISGOSKI, 2016). Portanto o lenho de compressão apresenta baixo teor de celulose e alto teor de lignina, sua orientação é em espiral, o que gera alta instabilidade dimensional, o que reflete nas características da madeira, que é mais dura, com pouca trabalhabilidade, alta capacidade de empenamento e rachaduras quando expostas a secagem (NISGOSKI, 2011).

Espécies como o Eucalipto, ou as espécies de folhosas são predispostas a ter altos níveis de tensão de crescimento por conta de o lenho juvenil presente conter a massa específica mais baixa e o diâmetro do tronco também ser menor o que acaba sendo um ponto favorável para o desenvolvimento dos lenhos de reação (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000).

O lenho de tração ocorre em angiospermas e a madeira apresenta cor mais clara e sua aparência sedosa, quando úmida, com paredes celulares ricas em celulose, presença de camada gelatinosa e a lignina é praticamente inexistente (NISGOSKI, 2016).

3.2.4. Anéis de Crescimento

A fase de desenvolvimento de uma árvore é dividida em dois ciclos, um entre a primavera e verão, em que os anéis de crescimento são mais largos e coloração mais clara, e a outra no outono e inverno, em que os anéis são mais escuros e estreitos. Os anéis de crescimento da árvore crescem em diâmetro a partir do meristema lateral, ou seja, o câmbio vascular, que possui bom desempenho em estações do ano bem definidas, mas por conta da influência das situações do ambiente, pode haver o surgimento de falsos anéis de crescimento (SANTOS, 2018).

Os anéis de crescimento das árvores, de modo geral, têm uma tendência de serem mais largos no centro do fuste, quando se aproximam mais da medula, e mais estreitos quanto mais próximo da casca, o que resulta em diferentes valores de massa específica do lenho (MORESCHI, 2012).

Os defeitos nos anéis de crescimento podem ser classificados quanto à largura irregular, anéis deslocados, excêntricos e ondulados. Quando o anel de crescimento tem a largura irregular ou desigual, isso pode ser devido às mudanças repentinas no local que a árvore foi plantada, condições silviculturais ou competição entre plantas, ou oscilações climáticas com transformações no sistema radicular que prejudica a nutrição da árvore (NISGOSKI, 2016).

No caso de ocorrer esse defeito, a madeira proveniente de uma árvore com anéis de largura irregular pode ficar tortuosa, após ser seca e serrada, e ocorrer rachaduras, que danificam a tábua serrada, partindo ao meio (MORESCHI, 2012).

Anéis de crescimento deslocados podem ocorrer pela inexistência de grupos de vasos em alguns locais do lenho. Assim, estes locais se desenvolvem e crescem menos que as regiões próximas e que possuem vasos em grandes quantidades (NISGOSKI, 2016).

Desenhos em forma de U ou V, e até outras formas divergentes, podem ser observados na face tangencial de madeiras que apresentam anéis de crescimento distintos. Os anéis visualizados radialmente podem gerar linhas com cores diferentes (CORADIN; CAMARGOS, 2002).

Nos anéis excêntricos, a medula não se localiza no centro da árvore, ou seja, ele é deslocado para a lateral do caule por ação e força do vento; da gravidade, com crescimento tortuoso do fuste; ou por insolação lateral excessiva. Os anéis que têm forma excêntrica, geralmente, ficam com larguras variadas e desiguais. Os anéis ondulados não crescem de forma lisa, pois quando eles se desenvolvem entre os raios da medula, apresentam ondulações, sendo o que os diferencia (NISGOSKI, 2016).

3.2.4.1. Anéis de Crescimento Desiguais

Esse tipo de fenda ocorre por ter alterações repentinas nos plantios ou se o clima mudar abruptamente, o que pode tornar a disposição de nutrientes algo escasso na plantação e as plantas começam a disputa por nutrientes (SANTINI, 2000).

Portanto as rachaduras nos anéis de crescimento com largura irregular tendem a ocorrer por mudanças repentinas na área em que a árvore foi plantada ou nas situações climáticas em que a planta está exposta e até mesmo estresses que ela pode sofrer (NISGOSKI, 2016).

3.2.5. Bolsas de Resina

As bolsas de resina são mais comuns em coníferas, por possuir canal resinífero, mas nas folhosas também podem ocorrer. Neste caso, são denominados bolsas de goma e são posicionados dentro de um anel de crescimento, de forma líquida ou sólida com ocorrências ocasionais de casca inclusa (MORESCHI, 2012).

As bolsas de resina se desenvolvem em árvores submetidas a algumas condições de estresse ou danos mecânicos, como estresses hídricos, correntes de ar muito forte, entrada de insetos perfuradores de tronco, fogo, lesões na casca ou qualquer contusão que cause perturbação (REIS et al, 2013).

Essas bolsas de resina são pequenas e planas, com seu interior completo com resina e ocorrem no interior de um anel de crescimento anual. A parte mais abaixo destas bolsas não se converte em cerne e não possui a coloração mais escura, como o cerne. Elas acabam causando o bloqueio dos raios medulares e não possibilitam a passagem dos elementos vindos do albúrnio e que constituem o cerne (NISGOSKI, 2016).

Madeiras que apresentam bolsas de resina são mais difíceis de serem trabalhadas, até mesmo madeiras de reflorestamentos podem apresentar a resina, isso porque, a resina é o atributo que mais causa a reprovação ou acaba sendo a origem de degradações quando a madeira é exportada. Além de acometer a aparência superficial da madeira, as propriedades mecânicas se tornam diferentes do original e a formação de lâminas e painéis com madeiras que possuem bolsas de resina são afetadas e não podem ser realizadas com eficiência (VALE et al., 2002).

As bolsas de kino, são encontradas em eucalipto e é um dos defeitos mais frequentes que podem ocorrer, e se forem bolsas grandes podem causar a falha de peças que utilizam esta madeira para fabricação de estruturas. Essas bolsas de kino são resultantes de um desenvolvimento incomum da madeira, em que o lenho sofre uma interrupção e forma áreas com formato anelar, que posteriormente se transformam em fendas resultantes de forças mecânicas. As substâncias que saem das bolsas de kino geralmente secam, quando interagem com ar, e assim elas ficam presas no tronco de onde fluíram. Como esse líquido tem uma quantidade maior de polifenóis do que carboidratos, deve-se denominar kino e não goma (NISGOSKI, 2016).

3.2.6. Defeitos da grã

A grã é a direção em que a maior parte dos elementos anatômicos que fazem parte do lenho seguem, em comparação a estrutura de uma árvore ou de uma peça retirada de uma parte da madeira em que seja visível as direções da grã. O sentido da grã é resultante de variados

impactos e interferências que a planta sofre no decorrer do seu desenvolvimento e evolução, o que acaba gerando uma ampla transformação natural na organização e sentido dos tecidos axiais, propiciando a formação de diversos tipos de grãos (MORESCHI, 2012).

A grã pode ser definida como reta ou direita, sendo a mais comum, e os tecidos estão direcionados no mesmo sentido do eixo principal da árvore, favorecendo para que esta tenha alta resistência mecânica. Há também as grãos irregulares, em que os tecidos possuem modificações na direção e podem causar alguns defeitos, como a grã em espiral, em que os componentes do eixo do fuste que formam a madeira estão no sentido espiral. Este tipo de grã pode ser observado já na casca da árvore, mas pode haver casos em que não é possível essa visualização (MORESCHI, 2012).

Quando a madeira está descascada e desdobrada, pode ocorrer rachaduras e, de acordo com o sentido que elas acontecem, ser um indicativo do ângulo de inclinação dos tecidos. No desenvolvimento espiralado dos tecidos da árvore, variações e rupturas podem ocorrer, tornando mais difícil a secagem e o manuseio das peças, pois tende a acontecer sinuosidades e fissuras (NISGOSKI, 2016).

A grã espiralada ou espiral pode gerar impactos negativos no aproveitamento da madeira, pois a força mecânica será reduzida e as variações e alterações durante a secagem serão ampliadas, o que gera vários obstáculos no tratamento e finalização da madeira. Caso os elementos em espiral do lenho totalizem o contorno do fuste em menos de 10 m, a madeira manifestará diversos defeitos no seu uso, especialmente se a finalidade da árvore for para propósitos estruturais (MORESCHI, 2012).

Árvores com a grã oblíqua podem sofrer com o fendilhamento, que tende a seguir a orientação dela e, acaba por prejudicar a madeira pois resultarão em materiais com baixa resistência, quando comparada a grã é direta (NISGOSKI, 2016).

A grã entrecruzada acontece normalmente quando ocorre a transição entre os períodos de crescimento da árvore, mas a resistência mecânica da madeira não é afetada de forma significativa. Entretanto, pode ocorrer um acréscimo nas deformidades que acontecem durante sua secagem, dificultando a finalização superficial da peça. Quando essa grã está presente, pode haver certa atratividade, por conter desenhos e oscilação no brilho da superfície da madeira (MORESCHI, 2012).

A grã ondulada, ou crespa, possui uma desorientação dos tecidos em diâmetro e traçam um caminho ondulado. Isso é uma resposta à inclinação das células do câmbio ou devido a variações nos anéis de crescimento que se apresentam como o habitual, de forma circular, mas com a qualidade da madeira comprometida devido aos impasses que surgem quando se faz o

acabamento superficial, mas ainda assim, é utilizada para móveis com fins decorativos (NISGOSKI, 2016).

Esse tipo de grã sofre sucessivas transformações dos elementos axiais, que se manifesta na madeira como linhas curvas e contínuas, podendo ter modificações da cor com tonalidades claras e escuras intercaladas e, por esse motivo, bastante usada para ornamentação (MORESCHI, 2012).

3.2.7. Inclusões Minerais

Segundo Nisgoski (2011) as partículas de minerais, presentes na planta, são retiradas do solo de um modo fluido, e são modificadas e convertidas em ligações nos capilares das paredes celular e, posteriormente, inseridos no lúmen celular. Quando sólidas são ditas as inclusões minerais.

Algumas espécies como a Burseraceae podem apresentar inclusões minerais nas fibras, outras apresentam essa característica nos raios, e há ainda aquelas que apresentam cristais e sílica no tecido do xilema, como a Bombacaceae, onde as células do parênquima e os raios acabam exibindo estas incrustações, mas é difícil encontrar espécies que apresentem os dois, sílica e cristais em uma mesma célula da planta (VASCONCELLOS; FREITAS; SILVA, 1995).

As inclusões minerais são significativas para a identificação, anatomia da madeira, reconhecimento e usos. Os cristais são depositados nas células parenquimáticas e formados principalmente por sais de cálcio, como o oxalato de cálcio, que se encontram mais abundantemente em folhosas.

Estas inclusões minerais acontecem dentro das células, nos raios e parênquima axial e muito raramente ocorrem nas fibras, e tem aparência de grãos. Geralmente, os cristais e os locais com acúmulo de sílica afetam diretamente as propriedades das madeiras, especialmente no que diz respeito ao seu uso e forma de trabalho. Assim, quando há valores muito acentuados de sílica na madeira, esta pode ser economicamente inviável para cortes e desdobros nas serrarias, por desgastar severamente os dentes de serras e das ferramentas, além da aparência da madeira não ser tão atrativa, pois fica sem brilho (NISGOSKI, 2016).

3.2.8. Fendas

As fendas ou rachaduras são defeitos que ocorrem na madeira e podem ser originadas de variações do meio e classificadas como fendas por contração, geradas na parte exterior das

madeiras, fendas por frio, insolação elevada, contrações e crescimento irregular dos anéis de crescimento (NISGOSKI, 2011).

Dependendo do modo em que as tensões são liberadas da madeira o efeito é diferente e pode causar rachaduras de topo, fendas ou rachaduras internas, e dependendo da quantidade de tensões acumuladas na árvore, somada com o impacto ao tocar o solo e ela pode rachar completamente quando ela for cortada (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000).

3.2.8.1. Frio

As fendas de frio se manifestam devido às tensões geradas por frio intenso em que as camadas externas do tronco da árvore se resfriam demasiadamente e encolhem, retraindo-se mais que a parte interna (SANTINI, 2000).

As fendas por frio também podem ocorrer no sentido do anel de crescimento, onde a madeira seca irá separar um anel do outro podendo ocorrer em vários pontos do fuste, o que pode causar o desuso da madeira ou a perda de vários pedaços de tronco (MARQUES, 2009).

3.2.8.2. Insolação

As rupturas ocasionadas por insolação são causadas por encolhimentos repentinos da madeira, durante períodos com verão intenso e com estiagem, no qual a água acumulada no tronco chega ao limite máximo. Neste tipo de fenda, a madeira geralmente irá rachar no sentido longitudinal (NISGOSKI, 2016).

3.2.8.3. Contração

Este tipo de fenda se forma em maior quantidade na superfície de madeiras que são cortadas na época do verão, isso porque ocorre a perda ou saída de água muito rápida do tronco e a contração da madeira se dá de forma diferente na parte interna e externa, sendo que a parte externa contrai mais e isso se transforma em rachaduras no tronco (SANTINI, 2000).

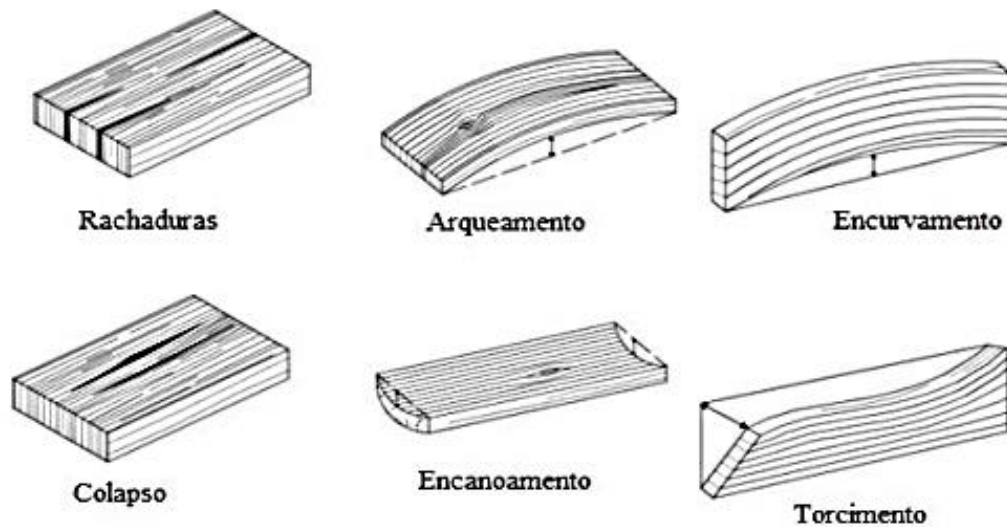
As fendas por contração são geradas na parte exterior de madeiras, sendo mais presentes e recorrentes quando as árvores são derrubadas, principalmente no período do verão. As fendas do cerne, da medula e dos raios lenhosos afetam desde a medula até a parte da casca da árvore, logo após o corte. Verifica-se essas rachaduras geralmente nas extremidades do tronco, resultantes de diferentes contrações na árvore (NISGOSKI, 2011).

3.3 Defeitos de Secagem

A madeira quando é submetida a secagem, ao ar livre ou com o auxílio de câmaras de secagem artificial, pode apresentar defeitos que diminuem sua resistência mecânica. A Figura

1 evidencia defeitos como rachaduras, arqueamento, encurvamento, colapso, empenamento ou abaulamento e torção das peças de madeira (SANTOS, 2018).

Figura 1: Representação dos Defeitos de Secagem



Fonte: Carolline Lopes Dos Santos (2018).

3.3.1 Rachaduras

As rachaduras, decorrentes da secagem, normalmente aparecem como fissuras no sentido dos raios e podem chegar a grandes proporções. Estas podem ocorrer na extremidade das toras ou abrangerem peças inteiras de madeira. As rachaduras ocorrem com a saída da água de forma muito veloz e abrupta, na etapa inicial da secagem (SANTOS, 2018).

As rachaduras também podem ocorrer devido a contrações desiguais no sentido radial e tangencial da madeira, normalmente na união de tecidos como fibras, vasos, traqueídeos, em consequência de tensões (DUCATTI, 2000).

Durante a secagem da madeira, rachaduras podem manifestar-se como rachadura de topo, de superfície e rachaduras internas ou em favos de mel. Segundo Martins (1988), as rachaduras de topo ocorrem nas pontas das toras ou tábuas e decorrem da secagem mais acelerada desta seção, em relação ao restante da peça, o que pode gerar, se em grandes proporções, na perda total da madeira, deixando-a inviável para determinados trabalhos.

As rachaduras de superfície comumente ocorrem nos raios e abrangem toda a extensão lateral da tábua. Em alguns casos, acabam afetando os canais resiníferos da madeira e podem agravar-se, se no momento da secagem, as condições forem rigorosas, com umidade muito baixa e secagem muito rápida da porção superior. Assim, a superfície atingirá valores menores que o ponto de saturação das fibras enquanto o interior da peça terá valores mais altos de

umidade, gerando tensões que ultrapassam a resistência da madeira, resultando na ruptura do lenho na parte externa (DUCATTI, 2000).

As fendas internas podem ser originadas de rupturas superficiais que cicatrizaram ou de trações no interior da madeira. Estas são observadas, geralmente, após o desdobro da peça e afetam por completo o aproveitamento das tábuas (DUCATTI, 2000).

3.3.2 Torcimento

O torcimento, encurvamento complexo ou empenamento torcido é um defeito em que a tábua aparece com torções, em especial aquelas originadas de árvores que têm grã espiralada. Essa torção pode aparecer no comprimento ou na largura da peça de madeira, sendo que os cantos da tábua ficam elevados e direcionados para diferentes sentidos (KLITZKE, 2013).

3.3.3 Arqueamento

O arqueamento da madeira é um dos tipos de empenamento que ocorre durante a secagem e manifesta-se como um afastamento da tábua em relação à superfície em que ela está apoiada, podendo ser decorrente de desvios de grã ou tensões de crescimento da árvore (JANKOWSKY, 2002).

3.3.4 Encanoamento

O encanoamento é determinado quando as bordas da madeira ficam simétricas, mas o corpo da peça fica tortuoso com aparência de canaleta. Isso ocorre devido a diferença de estabilidade nos sentidos radial e tangencial da madeira, com maior deslocamento de uma área em relação a segunda. Este defeito pode ocorrer em virtude da secagem mais veloz em um dos lados da madeira, apoiado sobre uma superfície, e com evaporação desigual da umidade. Além disso, peças retiradas da parte mais externa da árvore tendem a ter uma ocorrência maior deste defeito por estarem próximas a casca e sofrerem maior retratibilidade (JANKOWSKY, 2002).

3.3.5 Encurvamento

O encurvamento é um empenamento que aparece na extensão da peça de madeira e distinguido quando a peça é disposta sobre uma superfície nivelada, podendo ser observado uma passagem de luz pelo meio da peça, pois ela não encosta na superfície apoiada (KLITZKE, 2013).

3.4 Defeitos de Processamento

As falhas de processamento, verificadas na madeira, frequentemente são derivadas de manipulações mal conduzidas, como no transporte, armazenamento, preparo, acondicionamento e manuseio (MORESCHI, 2012).

Estas falhas no processamento podem ocasionar rachaduras e diminuir a conservação das peças, impactando no tempo de vida útil do material. O armazenamento sob ambientes de muita umidade e condições climáticas inapropriadas podem prejudicar o alburno da madeira, bem como o corte de maneira incorreta do fuste (KLITZKE, 2013).

3.5 Defeitos Causados por Biodegradação

Os defeitos causados por ação de biodegradadores ocorrem a partir da ação de organismos vivos, sendo eles insetos, fungos, bactérias, entre outros (CASTRO et al., 2018).

Há atuantes físicos e químicos na natureza que juntamente com os seres biológicos desempenham na madeira o papel de decomposição, contudo os biodegradadores são os que mais trabalham, e os fungos são os agentes que mais causam danos a madeira por terem uma ocorrência regular neste tipo de material (MORESCHI, 2013).

Dentre estes, os mais recorrentes e conhecidos causam a podridão, com transformações nas características químicas e físicas da madeira, por liberações de enzima dos microrganismos, e a descoloração ou mancha, caracterizada como uma alteração na tonalidade normal da madeira (CASTRO et al., 2018).

Os microrganismos que acometem a madeira podem fazê-lo tanto com a madeira recém cerrada quanto durante a secagem ou transporte, e ainda gerar manchas externas, superficiais ou manchas que não podem ser retiradas com facilidade como manchas internas e ainda ocasionar podridões (LINO et al., 2014).

Além disso, mesmo que a degradação natural da madeira seja vista como desvantagem, ela auxilia no equilíbrio natural da floresta, deixando novamente disponíveis nutrientes e elementos como carbono, oxigênio e hidrogênio que são compostos presentes na madeira. Posteriormente os nutrientes que foram disponibilizados no solo serão reutilizados por outros seres vivos para seu desenvolvimento (MORESCHI, 2013).

3.5.1 Fungos

Os fungos são os seres biológicos que mais prejudicam a madeira pois tem o desenvolvimento acelerado e estão presentes em todos os setores ecológicos que utilizam a madeira como matéria prima, sendo que em épocas mais quentes as circunstâncias climática se tornam vantajosas para que este tipo de organismo tenha um bom desenvolvimento.

Isso justifica tantos ataques severos em toras abatidas em florestas tropicais, onde o calor favorece que os fungos se proliferam rapidamente, antes mesmo destas chegarem ao processamento. As indústrias madeireiras podem utilizar como recurso as épocas mais frias para controle dos ataques dos biodegradadores (MORESCHI, 2013).

Há um limite na quantidade de água da madeira para que ocorra o ataque de fungos, que diz respeito ao Ponto de Saturação das Fibras, ficando em torno de 20% a 80%. Nesta condição o crescimento dos fungos ocorre em locais que tenham umidade onde os micélios se proliferam (PALA, 2007).

A mancha marrom é causada por ataque de fungos mas também podem ocorrer por alterações químicas que ocorrem com os extrativos solúveis em água, e devido às variações químicas. Estas variações consistem na movimentação que os extrativos solúveis em água realizam e são carregados até a superfície da madeira onde acumulam-se à medida em que a água evapora durante a secagem. Já os fungos emboloradores ocorrem em madeiras cortadas recentemente, particularmente no alburno com presença de umidade, ou em tábuas já cortadas e mal armazenadas. Entretanto, esse fungo atinge apenas a superfície da madeira, não afetando sua resistência mecânica (CASTRO et al., 2018).

A diferença mais marcante entre os fungos emboloradores e manchadores se deve ao comprimento em que a coloração se adentra na madeira. Os fungos manchadores ou fungo manchador azul conseguem percorrer longas distâncias na madeira e não são retirados por lixamento ou usinagem. Logo, os fungos de podridão branca deterioram a celulose e poliose, mas as madeiras que são mais lignificadas tendem a ter menos ataque deste fungo, enquanto que, os de podridão parda metabolizam a celulose e a poliose da parede celular, mas não conseguem degradar a lignina o que resulta na tonalidade parda.

Normalmente a quantidade aceita de manchas presentes na madeira que será exposta, é de 25% da madeira, já para madeiras que terão o uso interno e não estrutural as manchas na madeira não são levadas em consideração podendo servir de decoração da madeira (CASTRO et al., 2018).

3.5.1.1 Podridão Parda

Geralmente o principal tipo de fungo causador da podridão parda são os basidiomicetos. E estes consomem e decompõem somente a celulose e hemicelulose da madeira, a deixando com aspecto de queimada com uma coloração parda, o que deriva o nome. E como a lignina

continua em perfeito estado, o arranjo original da estrutura da madeira fica intacta enquanto ainda tiver umidade presente.

Entretanto, quando a madeira que for acometida por podridão parda estiver em ambiente seco, provavelmente a lignina sofrerá colapsos e a madeira irá se dividir em porções semelhante a blocos, pois ocorrerá o progresso de fissuras paralelas e/ou perpendiculares a orientação que a grã da madeira apresenta (MORESCHI, 2013).

3.5.1.2 Podridão Mole

Os ataques a madeira que causam a podridão mole são realizados por fungos, mas muitas vezes também envolvem bactérias durante o processo de decomposição. Este tipo de podridão acaba diminuindo as propriedades mecânicas da madeira e a degradação pode ocorrer em situações ambientais intensas com ou sem presença de água, podendo impossibilitar a ação de outros fungos (PINTO, 2006).

Este tipo de fungo consegue deteriorar os polissacarídeos da madeira de forma vagarosa e superficial, normalmente na parte mais superficial do alburno, e além disso conseguem suportar os tratamentos aplicados na madeira para preservação (ZIGLIO, 2015).

A aparência da madeira com podridão mole tem a parte externa mais amolecida quando ainda está úmida e, quando seca fica com aparência mais escura, áspera e com várias falhas seguindo as fibras da madeira, onde a mesma posteriormente acaba perdendo as propriedades e resistência por conta do ataque (MORESCHI, 2013).

3.5.1.3 Podridão Branca

Assim como a podridão parda a podridão branca também é ocasionada por fungos do tipo Basidiomicetos, juntamente com os fungos do tipo Ascomicetos, e faz com que o brilho da madeira se perca assim como sua cor natural, deixando-a com coloração mais branca, o que origina o nome do tipo de podridão.

Normalmente para identificar que há esse tipo de podridão, ocorre uma linha de tonalidade mais escura na madeira que marca a região que está atacada da região saudável, o que faz com que a madeira tenha diferença de peso e a resistência diminui, pois esse fungo deteriora a celulose, hemicelulose e lignina presente na madeira (MORESCHI, 2013).

Geralmente o ataque deste fungo ocorre em madeiras mais macias, e deixa a madeira com aspecto sem cor, úmido, com aparência de estar mais mole ou esponjosa, a resistência diminui drasticamente e o processo de decomposição pode ser desenvolvido muito rápido quando ocorre o ataque (PINTO, 2006).

3.5.2 Insetos

Os insetos fazem parte da classe Insecta, sendo os cupins, que pertencem a ordem Blattodea e, juntamente com os da ordem Coleóptera (besouros) e Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas), os que mais resultam nos defeitos significativos da madeira. Os Coleópteros, popularmente chamados de carunchos ou brocas, danificam estruturas e, quando no estado larval, se alimentam da madeira gerando aberturas. (CASTRO et al., 2018).

Por conta disso a secagem da madeira é de extrema importância por diminuir a intensidade de ataque e quando a secagem é realizada em câmaras o calor acaba matando os fungos e insetos, em estados larvais ou adulto, que podem estar instalados na madeira. (KLITZKE, 2013).

As formigas pertencem a ordem Hymenoptera e as formigas carpinteiras são as mais comuns e as que ocasionam danos nas estruturas de madeira. Estas utilizam as peças como abrigo, acometendo até mesmo aquelas tratadas. Esta ordem compreende também as abelhas e vespas, que utilizam a madeira como esconderijo e depositam seus ovos nas galerias formadas. As estruturas podem ser utilizadas por vários anos e, por isso, possui muitos orifícios (CASTRO et al., 2018).

A utilização de tratamentos químicos pode servir como bloqueio para o ataque de agentes biológicos, com a empregabilidade correta de preservativos químicos na madeira ela pode ter sua durabilidade ampliada e sua estrutura preservada (SANTOS, 2018).

4 METODOLOGIA

4.1 Material

O trabalho foi dividido em duas etapas. Sendo que a primeira delas envolveu a revisão de literatura dos defeitos da madeira, enquanto na segunda etapa as árvores foram fotografadas, visando evidenciar seus defeitos.

4.2 Etapas

4.2.1 Primeira etapa - Revisão Bibliográfica

As pesquisas bibliográficas foram feitas através de livros, artigos online, sites que serviram como um facilitador para reunir as informações sobre os defeitos. Esta etapa foi de grande importância para obter informações relevantes sobre a temática de interesse, servindo de base para o processo de ensino-aprendizagem.

Ao final da pesquisa bibliográfica, as informações foram reunidas para confecção de uma apostila didática.

4.2.2 Segunda etapa - Fotografias

As imagens foram registradas pela autora, ao longo do desenvolvimento do trabalho, nas imediações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Dois Vizinhos, em Dois Vizinhos e/ou cidades próximas.

As fotografias foram feitas com celulares da marca Apple, sendo eles Iphone 11 e Iphone 12, com resolução de 4000x3000 pixel de definição respectivamente. Em seguida, passarão pelo aplicativo de celular Lidow, caso necessário, para aumentar a qualidade das imagens.

Foram escolhidos indivíduos que contenham defeitos aparentes, visíveis a olho nu.

Imagens também foram obtidas através de pesquisas bibliográficas, a fim de evidenciar os defeitos discutidos.

A apostila será disponibilizada no site da Biblioteca da UTFPR – Campus Dois Vizinhos.

4.2.3 Terceira etapa - Construção da Apostila

A apostila foi montada com o auxílio do CANVA que é uma plataforma online onde podem ser criados vários designs e produtos de comunicação visual, esse site permite aos usuários criar gráficos de mídia social, apresentações, infográficos, pôsteres e outros conteúdos visuais, de acordo com a necessidade de cada um.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos estudos feitos, foi elaborado um material didático que facilitará a aprendizagem do aluno fazendo com que eles obtenham um entendimento melhor do que está sendo repassado nas matérias, apresentando de forma lúdica, didática e ilustrada um material que complemente o estudo e que pode ser lido novamente sempre que for necessário. Sendo assim, na apostila se apresenta o conteúdo referente a cada defeito.

A capa e introdução (figura 2) da apostila foram criadas com o intuito de chamar a atenção do estudante, fazendo assim, com que ele sinta interesse pelo conteúdo, visto que por mais que pareçam fáceis de entender, os defeitos podem ocorrer por conta de variados fatores e de diversas formas.

Figura 2: Capa e Introdução da Apostila



Fonte: Autoria própria (2023).

As primeiras páginas (figura 3) tratam sobre os defeitos naturais em si, e assim como os outros autores citados, Chichongue (2006) também comenta que os defeitos são todas e quaisquer irregularidades que possam modificar ou criar anomalias na estrutura, na coloração, ou modificar quimicamente a madeira, podendo ainda modificar a estrutura morfológica do fuste ou apenas em peças, ou seja, qualquer modificação tanto em transporte, quanto natural que possa comprometer a estrutura da madeira em si, se considera defeito.

Figura 3: Páginas iniciais



Como seguimento do conteúdo, foi abordado os defeitos ocasionados pelo formato do tronco (figura 4), que envolvem tronco sulcado, bifurcações, reforço basal e a conicidade. O tronco sulcado ou as toras que são mais tortuosas, com formatos irregulares tem a tendência de gerar mais resíduos, o que ocasiona uma perda muito grande de rendimento (NASSUR et al., 2012). Por conta desse motivo são muito pouco utilizados em serrarias por ter muita perda de material até deixar as tábuas planas, mas ela possui utilização, onde é utilizada mais para móveis decorativos, fabricação de mesas, entre outros.

Figura 4: Defeitos no formato do tronco

Formato do Tronco

As deformações no tronco da árvore podem ser resultados da ação do clima, diferença na orientação do terreno, diferentes temperaturas ou umidade, ação do vento, insolação e espaçamento de plantio inadequado (NISGOSKI, 2016).

Algumas espécies apresentam tensões de crescimento que podem diminuir as fibras da madeira e modificar as células que tem propriedades específicas, e que quando cortadas se modificam e acabam afetando a resistência e contração da madeira (SANTOS, 2018).

Os formatos de tronco considerados defeitos se dividem em:

- Tronco sulcado (figura 1) (fuste e base);
- Bifurcação (fuste e base);
- Bifurcação por união de troncos (mesma árvore ou árvores diferentes);
- Reforço basal;
- Conicidade;

Figura 1: Tronco sulcado



5

Tronco Sulcado

Algumas espécies possuem cavidades no tronco (figura 2), ou sinuosidades, que são chamados de sulcos. Esses sulcos ficam mais evidentes quando a árvore começa a envelhecer. Em alguns casos, os sulcos podem ser mais arredondados ou mais pontiagudos (NISGOSKI, 2016).

Figura 2: Cavidades de sulcos no tronco



Mesmo possuindo esse defeito, os troncos sulcados são muito usados na decoração, como pilares, mas perdem a funcionalidade em formato de tábuas (BARREIROS, 2017).



6



Figura 3: Sulcos acompanhando anéis de crescimento

Além disso, os anéis de crescimento acompanham os desenhos dos sulcos (figura 3) e acabam formando anéis irregulares. Essa irregularidade dos anéis, pode ser somente na base do tronco ou por toda a extensão do fuste, depende da quantidade de sinuosidades que existem na planta (NISGOSKI, 2011).

O lenho dessas árvores segue formando sulcos por toda a extensão do tronco e as cavidades não seguem um padrão (figura 4), possuindo formato, largura e dimensões diferenciados, o que facilita a identificação de algumas (VERLY, 2021).

Figura 4: Sulcos de diferentes formatos



7

Este defeito diminui a quantidade de madeira que pode ser usada e dificulta o corte da madeira em tábuas retilíneas. Além disso, a grã dessa madeira fica desorientada (figura 5) e o peso específico acaba variando bastante, o que pode gerar mais contrações na madeira tendendo que ela fique encanoada ou rachada quando forem feitas tábuas (NISGOSKI, 2011).

Figura 5: Grã desorientada pelos sulcos



8

Fonte: Autoria própria (2023).

Outro defeito muito encontrado em árvores são as bifurcações (figura 5), elas podem ocorrer na base da árvore ou em determinada parte do fuste, não apresentando um padrão de local de ocorrência. De acordo com SANTOS et al. (2016) pode ocorrer o desenvolvimento de ramos que tenham angulações muito próximas a outro ramo, ou ao próprio tronco, e assim acabam prendendo a casca da árvore, conforme ocorre o crescimento, e isso pode gerar o enfraquecimento da ligação do ramo à árvore podendo ocasionar um rompimento repentino deste galho, ou pode ocasionar também o acúmulo de água e matéria orgânica, que é um dos fatores que servem como porta de entrada para a ação de agentes causadores da biodeterioração.

Figura 5: Bifurcações

Bifurcação

A bifurcação acontece quando alguns brotos apicais, que estão próximos, se desenvolvem juntos (figura 6). Isso pode acontecer desde a base da árvore ou somente em certo ponto do fuste. Em alguns casos, o rendimento da madeira processada pode ser reduzido (NISGOSKI, 2016).

Algumas vezes pode acontecer o ferimento nas gemas terminais, por geadas ou ataque de patógenos que, posteriormente, vão se tornar bifurcações na planta. Entretanto algumas espécies tem uma tendência maior no desenvolvimento de bifurcações (BARREIROS, 2017).

Figura 6: Bifurcação de tronco



9



Figura 7: Bifurcação de base

Muitas vezes a morte de uma gema apical da planta também pode fazer com que ela tenha bifurcações (figura 7 e 8) (BARREIROS, 2017).

Quando a árvore possui bifurcações, a atividade de corte e desgalhamento tornam-se mais difíceis. Além disso, estas atividades serão mais morosas e a finalização do trabalho, até o seccionamento total da tora, requererão mais tempo (VAZ, 2007).

10

Figura 8: Bifurcação de base



11

Entretanto, há muita procura da parte que possui as bifurcações para itens de decoração. Como ela não é aproveitada na fabricação de tábuas, dependendo da espécie, a procura é abundante devido aos desenhos formados (figura 9) (NISGOSKI, 2016).

Figura 9: Bifurcações



12



Figura 10: Bifurcações em diferentes espécies

Mas em plantações comerciais, a bifurcação acaba sendo algo indesejável (figura 10). Isso porque a madeira irá variar muito e a densidade básica dela ficará reduzida, além de comprometer algumas operações florestais, como a colheita e acomodações de toras (MORAES, 2022).

13

Fonte: Autoria própria (2023).

Observa-se também na maioria das bifurcações que há dois formatos, que podem ser diferenciados em formato U ou formato V mas, em algumas situações esses formatos podem ser prejudiciais ou não ter segurança caso estejam em vias públicas. Wohlleben (2017) comenta que as árvores que possuem o tronco com bifurcação ou com forquilhas são divididas em determinada região do tronco, e assim faz com que essas duas partes cresçam próximas ou em sentidos opostos, entretanto, quando existem rajadas de vento cada lado da copa será agitado, mas para sentidos opostos, o que gera um esforço maior no ponto onde há a bifurcação. Se a bifurcação existente tiver o formato de U, não se considera problema, porém de ela for em formato de V pode haver problemas. Isso porque o local de encontro dos galhos, acaba sendo muito “pontudo” e não haverá uma sustentação capaz de suportar a força do vento em confronto com a árvore, e isso ocasiona a divisão do tronco e ele se parte, gerando um local favorável ao ataque de fungos.

Portanto a bifurcação por união de troncos (figura 6) tanto de mesma árvore ou de árvores diferentes, citada na apostila, também acaba sendo algo que não possui tanta estabilidade, pois a união não é tão resistente, e se ocorrerem rajadas de ventos intensas pode

ocasionar até o arranque da árvore inteira, caso ela já esteja em algum desnível de solo. E além disso, a utilização da madeira no local da união acaba não sendo muito proveitosa.

Figura 6: Bifurcação por União de Tronco

Bifurcação por União de Troncos



Figura 11: Bifurcação de tronco

Dependendo do lugar em que ocorre a forquilha, a medula pode ser chamada múltipla (NISGOSKI, 2016).



Quando o tronco de uma árvore se une a um ou mais troncos (figura 11), próximo ao solo, com crescimento de vários brotos de uma mesma árvore que estão próximos (NISGOSKI, 2016).

14



Figura 12: Bifurcação de árvores diferentes

Se no local houver árvores diferentes que se desenvolvem próximas, elas podem acabar unindo seus troncos (figura 12), sendo chamadas de duplo tronco. (BARREIROS, 2017).

Nos dois casos, a estrutura das fibras possui uma orientação aleatória não seguindo um padrão específico (BARREIROS, 2017).

Quando a bifurcação ocorre na proximidade do solo pode se ter um bom aproveitamento do restante do fuste, mas caso a bifurcação ocorrer em determinada altura do tronco, o seu uso pode ser impossibilitado, e até a qualidade da madeira pode ser comprometida (BARREIROS, 2017).

15

Fonte: Autoria própria (2023).

Outro defeito existente, mas que ocorre em apenas algumas espécies são os reforços basais, ele se divide em raízes tabulares e raízes escoras (figura 7), esse tipo de raiz se desenvolve mais na base da árvore, se desenvolvendo próximo do solo. As raízes tabulares possuem um formato achatado, aparentando o formato de tábuas, que foi de onde derivou seu nome. Esse tipo de raiz é apropriado para oferecer suporte e estabilidade a árvore, e além disso aumenta a parte respiratória da planta (ALMEIDA; ALMEIDA, 2014).

Figura 7: Reforço basal

Reforço Basal

O reforço basal (figura 13) é um tipo de suporte que a árvore desenvolve no tronco, podendo alcançar até dois metros de altura. Posteriormente, ele pode se transformar em tronco sulcado, dependendo da altura em que o reforço alcança no fuste da árvore (NISGOSKI, 2016).

Esse reforço pode ser do tipo contraforte ou como raízes tabulares (figura 14), onde o exemplo mais conhecido é a sapopema, que possui uma elevação vertical, fina ou achatada, esse tipo de raiz tem mais incidência em algumas espécies como:

- *Elaeocarpaceae*
E as três subfamílias de:
 - *Leguminosae*;
 - *Anacardiaceae*;
 - *Vochysiaceae*;
 - *Humiriaceae*;
 - *Sapotaceae*;
 - *Lecythidaceae*
- (NISGOSKI, 2016).

Figura 13: Reforço basal



16

Figura 14: Raízes tabulares



As raízes tabulares geralmente são mais achatadas e se encontram mais próximas do solo, podendo ocorrer também um crescimento das raízes laterais que se estender até certa altura do tronco (BARREIROS, 2017).

17



A principal função dessas raízes é servir de apoio para o fuste dando mais estabilidade a árvore, porém esse tipo de raiz dificulta o corte e o volume comercial de tronco também se altera, além da parte anatômica ser diferente do restante do fuste no local das raízes tabulares (BARREIROS, 2017).

Em algumas árvores há ocorrência de raízes escora ou de sustentação, que se formam no tronco e vão em direção ao solo, deixando um espaço entre elas e o tronco, acontecendo com mais frequência em *Arecaceae* e *Cecropiaceae* (BOTÂNICA AMAZÔNICA, 2007).

Para surgir esses tipos de raízes escora (figura 15) a própria pode colaborar e estimular o crescimento quando houver necessidade de reforço na base da planta por possuir copa assimétrica. Por conta disso a madeira pode desenvolver lenhos de reação e alterações na contração e resistência mecânica (NISGOSKI, 2016).

(FLÁVIO, 2011)

Figura 15: Raízes escoras



Fonte: A autoria própria (2023).

No entanto, as raízes escoras ou raízes de suporte, podem ter origem nos ramos e seguir em direção ao solo, ou podem se formar mais próximas a base da árvore. De acordo com ALMEIDA e ALMEIDA (2014), esse tipo de raiz também serve para auxílio na sustentação da árvore, geralmente as que possuem um porte mais alto, e copa grande tendem a ter esse tipo de raiz para suportar a força dos ventos, mas também podem surgir esse tipo de raiz em plantas que estão em locais típicos de alagamento ou que possuem solo instável, podendo ser visto em algumas palmeiras ou figueiras.

O motivo deste tipo de raiz ser considerado um defeito é por conta da dificuldade que ele irá proporcionar no momento do abate da planta, e Chichongue (2006) comenta sobre isso, pois o desperdício de madeira atingirá volumes maiores e os impasses para realizar o abate da planta também serão maiores.

Além disso, também é comentado na apostila sobre a conicidade (figura 8), com mais tendência de visibilidade nas coníferas, que nada mais é que, a diminuição do diâmetro entre a base e a copa da árvore e é algo natural de determinadas espécies.

Figura 8: Conicidade

Conicidade



Figura 16: Árvores cônicas

A conicidade está relacionada com a forma do tronco (figura 16), sua classificação depende da espécie, idade da árvore, altura do fuste ou estação do ano. Em algumas espécies quanto mais velha a planta mais realçada fica a conicidade dela (NISGOSKI, 2016).

Pode-se dizer que a conicidade é a diminuição na copa em relação a base da árvore, ou o resultado de um espaçamento maior que o necessário na instalação do plantio além da influência do terreno e da quantidade de luz solar que a planta recebe (LIMA E GARCIA, 2011).

Há muita influência do local que a árvore se encontra também, pois em locais com incidência de ventos a árvore tende a reforçar sua base para ficar estável e acaba gerando conicidade no ápice da planta (NISGOSKI, 2016).

19



Normalmente, acima dos dois metros de altura, quando começa uma diminuição de mais de um centímetro por metro de comprimento, se considera um defeito acentuado. A partir dessa altura, o diâmetro começa a reduzir cerca de um centímetro por metro linear, causando um decréscimo no rendimento do fuste na parte do desdobramento (BARREIROS, 2017).

A madeira que sai de árvores com conicidade (figura 17) tendem a ter uma menor resistência mecânica. Isso se deve às fibras serem mais propensas a ficar separadas, diminuindo a aderência natural do material, e por consequência na hora do processamento ocorrem perdas de costaneira ou lâminas inteiras (NISGOSKI, 2011).

Figura 17: Conicidade



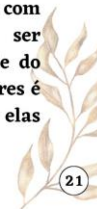
20



Figura 18: Conicidade em árvores

Quando a árvore for alta mas não tiver efeitos de conicidade isso não interfere no rendimento da madeira, porém caso a árvore seja alta, possua conicidade (figura 18) e tenha diferença no diâmetro, a dificuldade no desdobro será bem maior e também haverá perda de material (MIRANDA, 1997).

E ao se observar plantios de espécies coníferas, levando em consideração as árvores que possuem o mesmo dap e altura, nos locais onde ocorrem plantios com espaçamentos menores o volume de madeira a ser colhido será bem maior. Isso se dá pela conicidade do fuste ser menor nas plantas onde o plantio das árvores é feito mais próximo, sem deixar tanto espaço entre elas (NOGUEIRA, 2008).



Fonte: A autoria própria (2023).

Segundo Nassur et al. (2012), a conicidade tem essa característica de diminuir o diâmetro entre a base e a copa da árvore, que normalmente se manifestam mais em árvores de margem de plantio, ou que estão isoladas no povoamento. E com isso a conicidade acaba intervindo na produção de madeira serrada, entretanto só há influência da conicidade quando o esse valor for maior que 1 cm/m para o diâmetro ou de 3 cm/m para a circunferência da tora.

E quanto mais velha for a árvore mais a conicidade se manifesta, por este motivo, em plantios comerciais de coníferas utilizadas para o fim madeireiro, não se pode deixar muitos anos a planta no povoamento, pois a perda de madeira que ela irá gerar será muito grande, isso porque a ponteira será descartada e será utilizado somente a parte mais circular do tronco, e ainda assim haverá perdas de costaneiras para que as tábuas dessas espécies fiquem planas e retilíneas.

É muito comum encontrar nós na madeira (figura 9) tanto serrada quanto no tronco das árvores, e eles são considerados os defeitos que determinam a classificação da qualidade da madeira, isso porque eles têm influência direta no material, desde a origem da madeira até o produto final, e ainda afeta diretamente a maior parte das propriedades mecânicas da madeira.

O surgimento dessa modificação na madeira se dá devido a descontinuação da direção em que seguia a fibra da madeira, que estavam diretamente conectadas aos nós, e se esses nós tiverem dimensões maiores de 0,18 mm e 0,38 mm de comprimento o impacto nas propriedades mecânicas da madeira já serrada serão muito maiores (AMARAL, 2014).

Figura 9: Nós



Figura 20: Diferentes tamanhos de nós

Esses locais tem uma estrutura mais densa que o restante da madeira, além da coloração local ser mais escura e lignificada. Portanto, quanto maior a dimensão do nó (figura 20), menor resistência desta área e mais dura e quebradiça ela será (MORESCHI, 2012).



Figura 21: Nó na madeira

Cada nó é uma porção de um ramo que se desenvolveu a partir da medula. Esses nós apresentam um sistema independente de anéis de crescimento, na maioria das vezes concêntricos, e sua formação é feita principalmente por fibras de compressão morfológica, diferente das fibras normais da madeira (AMARAL, 2014).

Além disso, esse defeito pode servir como uma porta para a entrada de patógenos e também diminuir a resistência mecânica, pois o seguimento das fibras é interrompido. (MAGALHÃES, 2015).

Deste modo, o nó é um local em que ocorreu a união de um galho (figura 21). A sua estrutura anatômica é mais robusta e por isso dificulta a trabalhabilidade da madeira (BARREIROS, 2017).



24



Figura 22: Nós vivo em diferentes locais da árvore

Os nós podem ser classificados como vivo, quando há continuidade dos tecidos lenhosos do galho com os do fuste (figura 22); nó morto, em que o galho morre e não há mais a continuação das estruturas, com este ficando preso na árvore apenas por pressões do fuste (NISGOSKI, 2011).

Quando o nó é mais rígido ele tem a tendência de se soltar, enquanto ocorre o acabamento da peça, e na maioria dos casos ele tem um tom mais escuro que deixa uma aparência inferior na madeira, além da baixa resistência mecânica (figura 23) (BARREIROS, 2017).

Figura 23: Nó morto solto



25



Figura 24: Nó cicatricial

Também há o nó solto, em que a maior parte dos tecidos estão mortos, sem conexão com os tecidos próximos e, por existir respostas divergentes a contração do lenho, ele acaba caindo quando submetido a secagem (NISGOSKI, 2011).

E como grande parte das espécies arbóreas precisam de podas para que ocorra a formação de um tronco retilíneo e para que a madeira não apresente nós, essa retirada dos galhos deve ser feita de forma em que menos cause impacto na planta (SEITZ, 1995).

Quando ocorre um ferimento muito profundo na planta (figura 24), o lenho dela irá sofrer alterações para que um possível ataque de patógenos seja impedido. Com isso acabam se formando calos cicatriciais na árvore, onde ele inicia na borda da lesão e se dirige até o meio dela (SANTOS et al., 2016).



26

Mas pode haver também a compartimentalização, que ocorre quando o lenho é ferido e teve um possível ataque de microrganismos (SANTOS et al., 2016).



Figura 25: Nós

Entretanto, os nós (figura 25) podem causar a desvalorização de algumas peças, isso porque este local acaba tendo a presença de grã irregular, o que gera certa instabilidade na madeira. E no momento da secagem da madeira a contração dos tecidos onde se apresenta o nó, é desigual, e pode gerar deformações não desejáveis (HOPPE; FREDDO, 2023)

27

De acordo com Schilling et al. (1998) a madeira de reflorestamento possui muito a ocorrência de nós, e um dos meios de fazer com que a madeira tenha mais qualidade é reduzindo a quantidade de nós que surgem no tronco, a partir da indução da desrama natural, fazendo isso com plantios mais adensados. Com a desrama é mais fácil impedir o desenvolvimento dos nós, em especial o nó morto, restringindo o diâmetro do centro do nó e diminuindo as probabilidades de estreitamento do fuste.

Mesmo sendo repleta de vantagens a desrama acaba sendo um investimento de alto valor e com isso deve-se observar a necessidade, e os resultados na qualidade da madeira, pois há também mais valor agregado a plantios que são manejados corretamente, pois isso reduz o surgimento de nós, defeitos na grã, entre outros defeitos que fazem com que o valor da madeira não seja tão lucrativo.

Algumas madeiras podem sofrer a alteração de cor (figura 10), e segundo Brito (2014), essa alteração de cor pode ser ocasionada pela incidência dos raios ultravioleta na madeira, o que causa fotodegradação de alguns elementos da parede células das fibras, que em um primeiro momento só afeta a parte externa da madeira, mas caso a peça tenha algum tipo de fenda essa degradação química que acontece acaba penetrando mais profundamente na madeira, não possibilitando reversão.

Figura 10: Alteração de cor

Alteração de Cor

A variação na cor da madeira pode depender de diferentes fatores. A região do alburno é caracterizada por apresentar coloração mais clara que o cerne que tem coloração mais escura. A deposição de substâncias da própria árvore nas células e nas paredes celulares, podem tornar a madeiras com tonalidade mais escura e com maior resistência à ação de biodeterioradores (MORESCHI, 2012).

A cor também pode sofrer variações dependendo da exposição a luz, a umidade, ataque de microrganismos (figura 26) e presença de extrativos, como os taninos, as resinas, os óleos, que se acumulam no cerne da planta (MORESCHI, 2012).

Algumas madeiras podem sofrer foto-oxidação, ou seja, sofrer degradação quando na presença de oxigênio, ou ozônio, e dos raios UV (CORADIN; CAMARGOS, 2002).

Figura 26: Alteração de cor na madeira por microrganismos



28



Figura 27: Alterações de cor



Madeiras que possuem coloração mais clara, geralmente, são consideradas mais leves que aquelas com tonalidades mais escuras. Entretanto, a interação do clima também pode alterar as cores da madeira, em que regiões mais quentes há a predominância de tons mais escuros, quando comparados à locais de clima frio, com predominância de “madeiras brancas” (MORESCHI, 2012).

A modificação na cor (figura 27) também pode ter relação com a proliferação de fungos na madeira ou com a intensidade de radiação solar, ventos, chuvas e umidade, pois quando exposta a estas intempéries a ação dos raios ultravioleta implicam na aparência geral da madeira e posteriormente nas propriedades mecânicas (CASTRO et al., 2018).

29

Alterações da composição química na parede celular da madeira, é um dos fatores para que a cor dela seja modificada. Dependendo das condições de armazenamento de alguns produtos derivados da madeira, a peça acaba ficando suscetível a ataque de fungos, que podem diminuir a vida útil e causar perdas econômicas, pois a alteração é muito visível e a alteração de cor pode ser mais ou menos intensa (FREITAS et al., 2020).



Figura 28: Diferenças de cor na madeira

Em algumas espécies de madeira, é utilizado o tratamento térmico para melhorar a estabilidade dimensional e gerar resistência ao ataque de microrganismos, mas isso também pode causar algumas alterações na coloração da madeira. Muitas vezes essas alterações são feitas propositalmente para gerar novos padrões de cores e deixar a madeira mais atraente (LOPES et al., 2014).

30

Conforme Freitas et al. (2020), a coloração da madeira é uma das características que fazem parte da identificação de espécies, muitas vezes selecionam-se espécies por conta da coloração da madeira, e se houver mudanças muito bruscas na cor, que podem ser ocasionadas por fotodegradação ou por ataque de fungos, a utilização e até a comercialização de certas peças de madeira acaba se tornando algo inviável e não atrativa. Mesmo que em certos momentos possa-se criar novos padrões de cores através da fotodegradação, algumas madeiras podem ter sua estrutura molecular modificada e a durabilidade natural não será mais a mesma.

De forma natural a medula da árvore deve estar localizada no seu centro geométrico, porém, alguns fatores externos e até tensões de crescimento da própria árvore podem fazer com que ela não siga os padrões. Muitas vezes a medula excêntrica pode ser a responsável pelo formato do tronco, como o tronco em forma de elipse, que posteriormente causará mais defeitos no processo de desdobramento, como empenamentos, fendas entre os anéis de crescimento e além disso as tábuas oriundas dessas árvores terá sua estrutura desigual (SANSON et al., 2017).

Figura 11: Lenho de reação

Lenho de Reação

O lenho de reação é um tecido formado quando os fustes apresentam medula excêntrica (figura 29) e/ou as árvores se desenvolvem com certa tortuosidade em terrenos irregulares, pois demandam mais energia e material de crescimento para se reforçar e minimizar os impactos que a ação externa constante causa (NISGOSKI, 2016).

Essa excentricidade se relaciona com o deslocamento da medula do centro geométrico da árvore, causando muita influência na madeira. Os troncos que possuem a forma elíptica são mais propensos a ter defeitos na hora do desdobramento, e as tábuas acabam tendo uma estrutura desuniforme (SANSON et al., 2017).



Figura 29: Medula excêntrica na madeira



O esforço destas árvores tem como resultado dois tipos de lenhos devido aos impulsos desiguais dos hormônios de crescimento, tencionando a planta para suavizar o esforço exigido (NISGOSKI, 2016).

“Os lenhos de reação podem ser classificados como lenho de compressão e lenho de tração” (MORESCHI, 2012).

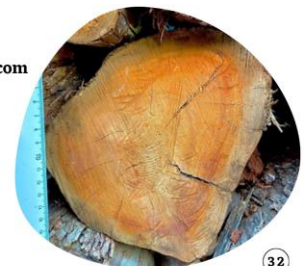
“O lenho de compressão, geralmente manifesta-se em gimnospermas, ou seja, coníferas” (NISGOSKI, 2016).

O lenho de tração ocorre em folhosas e apresenta características como alto teor de celulose e pouca lignina e as fibras que compõem a parede celular deste lenho apresentam um revestimento gelatinoso, no interior da parede celular secundária (VIDAURRE et al., 2013).

Geralmente o lenho juvenil (figura 30) é mais propenso a apresentar o lenho de reação em comparação ao lenho adulto. Este fator pode influenciar na colheita das árvores, em que aquelas que possuem um diâmetro menor, tem maior tendência de gerar problemas em épocas de corte (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000).



Figura 30: Lenho juvenil com medula excêntrica



31

32



Figura 31: Medula excêntrica

As árvores que possuem medula excêntrica (figura 31) possuem atividades desiguais do cambio, gerando um desenvolvimento instável da copa, que modifica a estrutura celular e forma estruturas celulares diferentes do lenho normal (VIDAURRE et al., 2013).

Nos lenhos de reação o desenvolvimento irregular e a transição entre os lenhos inicial e tardio é indefinida, uma vez que o lenho inicial possui paredes mais grossas, deixando-o com aspecto sem brilho, coloração mais forte e fissuras em suas paredes, impactando a resistência mecânica da madeira (NISGOSKI, 2011).

O lenho de compressão apresenta baixo teor de celulose e alto teor de lignina. Sua orientação é em espiral, o que gera alta instabilidade dimensional e reflete nas características da madeira, a madeira é mais dura, com pouca trabalhabilidade, alta capacidade de empenamento e rachaduras quando expostas a secagem (NISGOSKI, 2011).



Figura 32: Madeira clara com medula excêntrica



Espécies como o Eucalipto, ou Pinus, são predispostas a terem altos níveis de tensão de crescimento, devido o lenho juvenil possuir a massa específica mais baixa e o diâmetro do tronco também ser menor, o que acaba sendo um ponto favorável para o desenvolvimento dos lenhos de tração (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000).

O lenho de tração ocorre em angiospermas e a madeira apresenta cor mais clara (figura 32), e sua aparência sedosa, quando úmida, com paredes celulares ricas em celulose, presença de camada gelatinosa e a lignina é praticamente inexistente (NISGOSKI, 2016).

Quando a madeira possui lenho de reação o seu desempenho perante aos procedimentos industriais será diferente de madeiras que não possuem essa característica. Isso porque o lenho de reação pode limitar a utilização e a finalidade da peça. Uma vez que este tipo de lenho ocorre na árvore, as características anatômicas, químicas, físicas e mecânicas divergem de uma madeira que não possui lenho de reação (SILVA et al., 2017).

Fonte: Autoria própria (2023).

Normalmente a madeira de reação se divide em dois tipos, a madeira de compressão e madeira de tração, cada uma possui sua característica e na madeira de compressão a tendência é que ela se forme para o lado externo do tronco, geralmente em troncos de coníferas que ficam mais inclinado e com isso há efeitos negativos que podem ser vistos em madeiras que serão laminadas ou serradas, e em estruturas, e se a madeira utilizada para papel e celulose for madeira de compressão ela acaba tendo uma diferença de produto por conta das alterações químicas e físico mecânicas que possui (FILHO, 1987).

Entretanto o lenho de reação que mais aparece em folhosas tem alta porcentagem de celulose, mas a lignina presente é bem pouca e ainda, quando realizados processos mecânicos a madeira acaba tendo características próprias que dificultam o desdobramento primário e na fase de acabamento por ter a liberação das tensões de crescimento internas liberadas, podendo ocasionar rachaduras e empenamentos (VIDAURRE et al., 2013).

Em qualquer um dos casos do lenho de reação há desvantagens em relação ao uso e desdobramento da madeira, pois além de haver muitas tensões acumuladas a madeira pode sofrer transformações indesejadas quando já estiver em processo de usinagem, o que gera desperdícios dependendo do setor em que está inserido.

Além disso, o lenho de reação também pode causar defeitos nos anéis de crescimento (figura 12), como o crescimento normal dos anéis se caracteriza pela presença de lenho inicial com coloração mais clara, e lenho tardio com a coloração mais escura, a atividade fisiológica pode ser maior (lenho inicial) ou menor quando ela está em dormência (lenho tardio) e é por este motivo que se distinguem as colorações, porém em algumas espécies essa diferenciação de cor não é tão expressada. Mas se os anéis tiverem larguras irregulares isso pode gerar defeitos no produto oriundo desta madeira.

Figura 12: Anéis de crescimento



Figura 33: Anéis de crescimento

A fase de desenvolvimento de uma árvore é dividida em dois ciclos, um entre a primavera e verão, em que os anéis de crescimento são mais largos e coloração mais clara, e a outra no outono e inverno, em que os anéis são mais escuros e estreitos (SANTOS, 2018).

Alguns anéis de crescimento podem ficar deslocados, e isso pode ocorrer pela inexistência, ou poucos grupos de vasos em alguns locais do lenho. Assim, estes locais se desenvolvem e crescem menos que as regiões próximas e que possuem vasos em grandes quantidades (NISGOSKI, 2016).

Os anéis de crescimento (figura 33) da árvore crescem em diâmetro a partir do meristema lateral, ou seja, o câmbio vascular. Em locais em que as estações são bem definidas, estes têm formação regular, entretanto, quando há variações ambientais expressivas do ambiente, pode haver o surgimento de falsos anéis de crescimento (SANTOS, 2018).

Os defeitos nos anéis de crescimento podem ser classificados quanto à largura irregular (figura 34), anéis deslocados, excêntricos e ondulados. Anéis de crescimento com largura irregular ou desigual podem ocorrer devido às mudanças repentinas no local que a árvore foi plantada, condições silviculturais ou competição entre plantas, oscilações climáticas com transformações no sistema radicular que prejudica a nutrição da árvore (NISGOSKI, 2016).

Os anéis de crescimento das árvores, de modo geral, têm uma tendência de serem mais largos no centro do fuste (figura 34), quando se aproximam mais da medula, e mais estreitos quanto mais próximo da casca, o que resulta em diferentes valores de massa específica do lenho (MORESCHI, 2012).

Figura 34: Largura dos anéis de crescimento



A madeira proveniente de uma árvore com anéis de largura irregular pode ficar tortuosa, após ser seca e serrada, e ocorrer rachaduras, que danificam a tábua serrada, partindo ao meio (MORESCHI, 2012).

Figura 35: Diferentes tipos de anéis de crescimento



Desenhos em forma de U ou V, e até outras formas divergentes, podem ser observados na face tangencial de madeiras que apresentam anéis de crescimento distintos. Os anéis visualizados radialmente podem gerar linhas com cores diferentes (figura 35) (CORADIN; CAMARGOS, 2002)

37

Nos anéis excêntricos, a medula não se localiza no centro da árvore, ou seja, ele é deslocado para a lateral do caule por ação e força do vento; da gravidade, com crescimento tortuoso do fuste; ou por insolação lateral excessiva. Os anéis que têm forma excêntrica, geralmente, ficam com larguras variadas e desiguais. Os anéis ondulados não crescem de forma lisa, pois quando eles se desenvolvem entre os raios da medula, apresentam ondulações, sendo o que os diferencia (NISGOSKI, 2016).

Figura 36: Anéis de crescimento



Assim como o crescimento da árvore, a atividade do cambium também é diretamente influenciada pelo clima do local. Além das particularidades de cada espécie, é comum que a restrição ao crescimento seja frequentemente mais influenciada por fatores bióticos e abióticos do que pelo clima. E portanto o impacto na parte transversal do tronco, naturalmente associado aos anéis de crescimento, é causado por elementos como clima, solo, luminosidade e vento (LAUW, 2011).

38

Fonte: Autoria própria (2023).

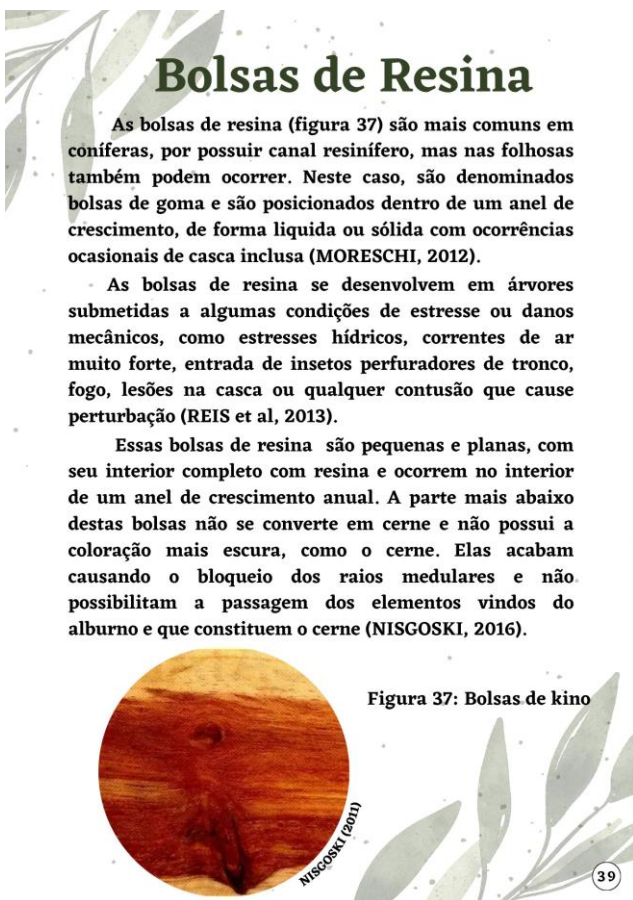
Segundo Mayard et al. (2022) a quantidade de anéis de crescimento anuais em uma árvore é o que indica o crescimento dela, visto que, se ela crescer muito rápido o lenho terá madeira mais juvenil, o que afetará diretamente as propriedades mecânicas da madeira. Já madeiras que possuem os anéis de crescimento mais densos, tiveram um crescimento mais lento e tem uma maior resistência à compressão, por serem mais rígidos, e são mais adequados para utilização em peças estruturais.

Para que a madeira tenha boa qualidade há vários fatores envolvido, como, os plantios devem ser mais homogêneos e com um bom trato silvicultural para que a madeira consiga se desenvolver se forma uniforme, e para que os anéis de crescimento sigam padrões e tamanhos similares.

Isso porque, como a madeira mais jovem possui anéis mais largos, os traqueídes que se formam nesses locais são menores e com isso a madeira acaba sendo de baixa qualidade, mas se houver uma passagem gradual entre os lenhos iniciais e tardios, ou seja, da madeira jovem para a madeira adulta, a qualidade melhora. Pois, a madeira adulta possui uma maior densidade, os traqueídes são mais longos, e com porcentagens semelhantes de lenhos inicial e tardio a resistência da madeira pode aumentar (FERREIRA; FILHO, 2009).

Outro ponto destacado na apostila, e que ocorre em maior escala nas espécies de eucalipto, são as bolsas de resina (figura 13) ou bolsas de kino. Algumas espécies do gênero *Eucalyptus* são as mais propensas a formar as bolsas de resina na madeira, isso porque elas são muito suscetíveis as mudanças de clima, ventos fortes e ferimentos por insetos, o que leva a uma maior probabilidade de surgirem bolsas de kino nestas plantas. Essa resina pode ficar presa dentro do lenho formando bolsas ou pode exsudar pela casca, e em contato com o ar ela se torna vítrea, que acaba dificultando no momento de retirada da casca do tronco quando ela for utilizada (DAMACENA et al., 2021).

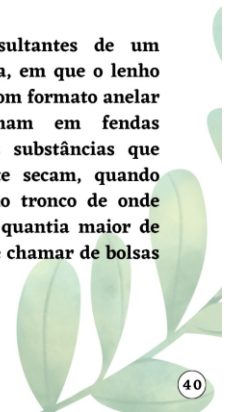
Figura 13: Bolsas de resina

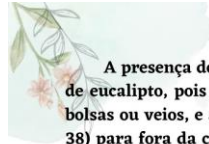


Madeiras que apresentam bolsas de resina são mais difíceis de serem trabalhadas até mesmo em reflorestamentos, pois a resina é o atributo que mais causa a reprovação ou a origem de degradações quando a madeira é exportada. Além de acometer a aparência superficial da madeira, as propriedades mecânicas se tornam diferentes do original e a formação de lâminas e painéis com madeiras que possuem bolsas de resina são afetadas e não podem ser realizadas com eficiência (VALE et al., 2002).

As bolsas de kino, também chamadas de bolsas de resina, são encontradas em eucalipto e, quando grandes, podem causar a falha nas peças produzidas com esta madeira para fabricação de estruturas (NISGOSKI, 2016)

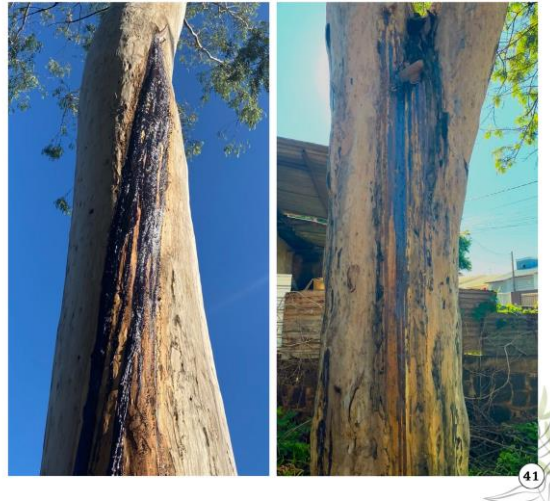
Essas bolsas de kino são resultantes de um desenvolvimento incomum da madeira, em que o lenho sofre uma interrupção e forma áreas com formato anelar que, posteriormente, se transformam em fendas resultantes de forças mecânicas. As substâncias que saem das bolsas de kino geralmente secam, quando interagem com ar, e ficam presas no tronco de onde fluíram. Como esse líquido tem uma quantidade maior de polifenóis do que carboidratos, deve-se chamar de bolsas de kino (NISGOSKI, 2016).





A presença do kino pode ser identificado nos troncos de eucalipto, pois ele fica preso ao lenho como forma de bolsas ou veios, e ainda pode ocorrer a exsudação (figura 38) para fora da casca onde quando em contato com o ar ele acaba obtendo uma forma vítrea. Além disso a presença das bolsas de kino podem diminuir consideravelmente a qualidade da polpa da árvore destinada para celulose, e ainda, desvalorizar a madeira serrada (DAMACENA et al., 2021).

Figura 38: Exsudação



Fonte: Autoria própria (2023).

De acordo com Moura, Silva e Júnior (1995) as bolsas de kino podem afetar diretamente nas propriedades físico-mecânicas da madeira que sofre com a ocorrência deste tipo de defeito, isso porque a qualidade da madeira está diretamente ligada a um padrão de qualidade, e este padrão precisa saber da densidade básica da madeira que tem relação com as propriedades físico mecânicas, influenciando diretamente qual será o destino final da madeira.

Isso porque as bolsas de resina podem causar rachaduras nas tábuas, dependendo do local que se encontram, desvalorização da polpa da árvore e a madeira serrada não terá grande procura se apresentar esse defeito.

Pode haver ainda, a ocorrência de defeitos por conta da orientação da grã (figura 14), sendo assim, deve-se levar em consideração o tipo de grã existente na madeira, pois muitas vezes ela pode influenciar o surgimento de rachaduras, arqueamentos e na finalização da usinagem da madeira.

Figura 14: Defeitos da grã

Defeitos da Grã

A grã é a direção em que a maior parte dos elementos anatômicos, que fazem parte do lenho, seguem em comparação a estrutura de uma árvore ou de uma peça retirada de uma parte da madeira (MORESCHI, 2012).

O sentido da grã (figura 39) é resultante de variados impactos e interferências que a planta sofre no decorrer do seu desenvolvimento e evolução, o que acaba gerando uma ampla transformação natural na organização e sentido dos tecidos axiais, propiciando a formação de diversos tipos de grãs (MORESCHI, 2012).

Quando a madeira está descascada e desdobrada, pode ocorrer rachaduras e, de acordo com o sentido que elas acontecem, e pode ser um indicativo do ângulo de inclinação dos tecidos. No desenvolvimento espiralado dos tecidos da árvore, variações e rupturas podem ocorrer, tornando mais difícil a secagem e o manuseio das peças, pois tende a acontecer sinuosidades e fissuras (NISGOSKI, 2016).

Figura 39: Sentido da grã



42

Entretanto, pode ocorrer um acréscimo nas deformidades que acontecem durante sua secagem, dificultando a finalização superficial da peça. Quando essa grã está presente, pode haver certa atratividade, por conter desenhos e oscilação no brilho da superfície da madeira (MORESCHI, 2012).

A grã ondulada (figura 41), ou crespas, possui uma desorientação dos tecidos em diâmetro e traçam um caminho ondulado. Isso é uma resposta à inclinação das células do câmbio ou devido a variações nos anéis de crescimento que se apresentam como o habitual, de forma circular, mas com a qualidade da madeira comprometida devido aos impasses que surgem quando

Figura 41: Grã ondulada



44

se faz o acabamento superficial, mas ainda assim, é utilizada para móveis com fins decorativos (NISGOSKI, 2016).

Esse tipo de grã sofre sucessivas transformações dos elementos axiais, que se manifesta na madeira como linhas curvas e contínuas, podendo ter modificações da cor com tonalidades claras e escuras intercaladas e, por esse motivo, bastante usada para ornamentação (MORESCHI, 2012).

A grã pode ser definida como reta ou direita, sendo a mais comum, e os tecidos estão direcionados no mesmo sentido do eixo principal da árvore, favorecendo para que esta tenha alta resistência mecânica (MORESCHI, 2012).

Há também as grãs irregulares, em que os tecidos possuem modificações na direção e podem causar alguns defeitos, como a grã em espiral (figura 40), em que os componentes do eixo do fuste que formam a madeira estão no sentido espiral. Este tipo de grã pode ser observado já na casca da árvore, mas pode haver casos em que não é possível essa visualização (MORESCHI, 2012).

Figura 40: Grã em espiral



43

A grã espiralada ou espiral pode gerar impactos negativos no aproveitamento da madeira, pois a força mecânica será reduzida e as variações e alterações durante a secagem serão ampliadas, o que gera vários obstáculos no tratamento e finalização da madeira. Caso os elementos em espiral do lenho totalizem o contorno do fuste em menos de 10 m, a madeira manifestará diversos defeitos no seu uso, especialmente se a finalidade da árvore for para propósitos estruturais (NISGOSKI, 2016).

Faz-se necessário também entender a instabilidade da grã longitudinal no tronco, isso porque ela está diretamente ligada à qualidade da madeira que é destinada a serraria. Onde para madeira serrada a grã pode interferir na estabilidade dimensional, na secagem e também na usinagem, sem contar que a resistência da madeira também pode ser afetada (CASTRO, 2018).

O fendilhamento tende a seguir a orientação da grã oblíqua, o que acaba por prejudicar a madeira pois resultarão em materiais com baixa resistência, quando comparada a grã é direta (NISGOSKI, 2016).

A grã entrecruzada acontece normalmente quando se modifica a época de crescimento da árvore e a resistência mecânica da madeira não é afetada de forma significativa (MORESCHI, 2012).

A modificação de algumas células presentes no câmbio podem originar padrões no crescimento das árvores, e com isso podem se manifestar as diferentes formas de grã que existem nas madeiras. Podendo então ter um alinhamento simples e característico ou as células podem começar a desenvolver certa inclinação que irá gerar grãs irregulares, sendo que esta inclinação pode ou não seguir o mesmo sentido (CASTRO, 2018).

45

Fonte: Autoria própria (2023).

Segundo Castro (2018) a origem das diferentes grãs pode ser por conta dos diferentes padrões de crescimento das árvores, influenciando na resistência das grãs, no caso da grã direta ela é mais procurada e valorizada para fazer parte de estruturas e construções, pois tem boa resistência mecânica e é de fácil desdobramento. Já a grã entrecruzada possui elementos em diferentes direções/inclinações o que causa a redução da resistência mecânica das madeiras, problemas de secagem por conta da variação das inclinações dos elementos axiais, dificultando a saída de água das peças que possuem esse tipo de grã. E a grã irregular causa defeitos na trabalhabilidade da madeira.

Em certos casos a madeira pode contrair de forma diferente, e com a contração radial e volumétrica diferentes podem ser aumentadas as ocorrências de desvios de grã. E isso gera torcimentos de tábuas e até o encanoamento de algumas peças, que podem ou não ser reversíveis.

Outro defeito ocorrente e que não é possível de identificação a olho nu, são as inclusões minerais (figura 15), que são partículas como cristais que se formam nas células de algumas espécies e se distribuem aleatoriamente na madeira. Como o seu formato se assemelha a cristais, muitas vezes só são identificados no momento de secção das toras, e pode causar prejuízos tanto para os equipamentos utilizados, quanto para as pessoas que manuseiam essa madeira seccionada.

Figura 15: Inclusões minerais



Fonte: Autoria própria (2023).

Mesmo existindo processos de identificação, como a análise gravimétrica, esse método está desatualizado e acaba não sendo tão usual, pois são demorados, e como algumas espécies possuem uma ocorrência maior da presença de cristais de sílica, isso acaba facilitando de certo modo o desenvolvimento de maneiras para melhorar o processamento da madeira (RODRIGUES; SANTANA, 2008).

Pois o desgaste das ferramentas que entram em contato com madeiras com cristais de sílica, acaba sendo muito abrasivo, e como são partículas duras esse desgaste ocorre rapidamente (FILHO, 2004), sem contar o valor da peça do maquinário de corte, que por muitas vezes acaba tendo valores exorbitante e a maioria das empresas do ramo madeireiro evitam utilizar madeiras com histórico de inclusões minerais, para que não se tenham percas nos maquinários.

As fendas (figura 16) que ocasionalmente ocorrem na madeira, tanto em tábuas quando na árvore ainda em pé, são caracterizadas também como defeitos, isso porque dependendo da maneira que ocorre, e onde ocorre ela pode inutilizar a madeira. Algumas vezes não há como ser evitado, como as fendas formadas pelo frio, que irão ocorrer internamente no tronco, ou

fendas por insolação, mas sempre quando possível deve-se evitar ao máximo, e ter todo o cuidado possível para que não se manifeste esse defeito.

Figura 16: Fendas

Fendas

As fendas ou rachaduras são defeitos que ocorrem na madeira e podem ser originadas de variações do meio e classificadas como fendas por contração, geradas na parte exterior das madeiras, fendas por frio, insolação elevada, contrações e crescimento irregular dos anéis de crescimento (NISGOSKI, 2011).

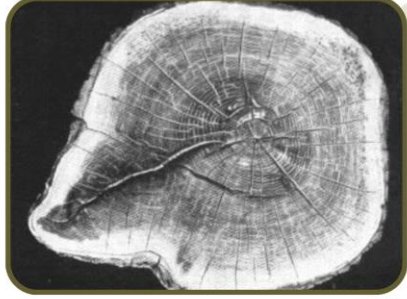
Dependendo do modo em que as tensões são liberadas da madeira, pode haver rachaduras de topo, fendas ou rachaduras internas, e dependendo da quantidade de tensões acumuladas na árvore, somada com o impacto ao tocar o solo, a madeira pode rachar completamente quando for cortada (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000).

- Frio**

As fendas de frio (figura 43) se manifestam devido às tensões geradas por frio intenso em que as camadas externas do tronco da árvore se resfriam demasiadamente e encolhem, retraindo-se mais que a parte interna (SANTINI, 2000).

As fendas por frio também podem ocorrer no sentido do anel de crescimento, onde a madeira seca irá separar um anel do outro podendo ocorrer em vários pontos do fuste e causar o desuso total da madeira ou de algumas partes do tronco (MARQUES, 2009).

Figura 43: Fendas de frio




SANTINI (2000)

- Insolação**

As rupturas ocasionadas por insolação são causadas por encolhimentos repentinos da madeira, durante períodos com verão intenso e com estiagem, no qual a água acumulada no tronco chega ao limite máximo. Neste tipo de fenda, a madeira geralmente irá fender no sentido longitudinal (NISGOSKI, 2016).
- Contração**

Este tipo de fenda se forma em maior quantidade na superfície de madeiras que são cortadas na época do verão, isso porque ocorre a perda ou saída de água muito rápida do tronco e a contração da madeira se dão de forma diferente na parte interna e externa, sendo que a parte externa contrai mais e isso se transforma em rachaduras no tronco (SANTINI, 2000).



As fendas por contração são geradas na parte exterior de madeiras, sendo mais presentes e recorrentes quando as árvores são derrubadas, principalmente no período do verão. As fendas do cerne, da medula e dos raios lenhosos afetam desde a medula até a parte da casca da árvore, logo após o corte. Verifica-se essas rachaduras geralmente nas extremidades do tronco, resultantes de diferentes contrações na árvore (NISGOSKI, 2011).

- **Anéis de Crescimento Desiguais**

Esse tipo de fenda ocorre por ter alterações repentinas nos plantios ou se o clima mudar abruptamente, o que pode tornar a disposição de nutrientes algo escasso na planta e as plantas começam a disputa por eles (SANTINI, 2000).

Portanto, as rachaduras nos anéis de crescimento com largura irregular tendem a ocorrer por mudanças repentinas na área em que a árvore foi plantada ou nas situações climáticas em que a planta está exposta, até mesmo estresses em que ela possa sofrer (NISGOSKI, 2016).

50

Fonte: A autoria própria (2023).

Severo (2005) comenta que espécies de Eucalipto tem como característica entrar em colapso, e por consequência sofrer com rachaduras e fendas, isso porque a alta umidade, juntamente com as tensões de secagem faz com que a umidade da madeira queira sair de forma muito rápida e ocasiona as rachaduras. Além disso se o teor de umidade estiver acima do ponto de saturação das fibras, a madeira tende a colapsar e surgem as fendas, isso juntamente com a ação de altas temperaturas.

Um dos motivos para não ocorrer fendas, seria fazer o processo de secagem (figura 17) de acordo com a programação de secagem apropriada para cada espécie, ou calculá-la se não houver, para que não ocorresse o surgimento de falhas como as fendas, que mesmo que apareçam nas bordas da madeira ainda assim causam problemas e desperdícios. Caso não seja possível a secagem em câmara, e a secagem for ao ar livre, deve-se tomar todo o cuidado necessário para que a secagem seja mais lenta possível, para que não ocorram as rachaduras, mas ao mesmo tempo não pode ser tão lenta a ponto de ser suscetível ao ataque de fungos.

E assim como as fendas que podem surgir pela secagem, outros defeitos são ocasionados pela má conduta da secagem da madeira, mesmo que utilizando os métodos convencionais de secagem, ou na secagem natural ao ar livre.

Mas em relação aos dois métodos o processo de secagem convencional acaba sendo melhor no quesito tempo, diminuição dos defeitos de secagem e essa secagem pode ocorrer de forma mais controlada, mas o gasto acaba sendo maior. Entretanto, a maior dificuldade no processo de secagem da madeira, é em relação a reação que ela terá quando for inserida nesse processo, isso porque todos os fatores anatômicos e fatores físico-químicos estão envolvidos nesse processo e não se sabe como eles irão responder ao processo de secagem (ALBUQUERQUE, 2022).

Figura 17: Defeitos de secagem



As rachaduras também podem ocorrer devido a contrações desiguais no sentido radial e tangencial da madeira, normalmente na união de tecidos como fibras, vasos, traqueídeos, em consequência de tensões (DUCATTI, 2000).

Esse tipo de defeito acaba sendo a principal causa do baixo rendimento da produção de madeira serrada no Brasil, e a maior incidência desse acontecimento está ligada com as espécies de folhosas (LIMA; FREITAS; GARCIA, 2013).

Durante a secagem da madeira, rachaduras podem manifestar-se como rachadura de topo, de superfície e rachaduras internas ou em favos de mel (DUCATTI, 2000). Segundo Martins (1988), as rachaduras de topo ocorrem nas pontas das toras ou tábuas e decorrem da secagem mais acelerada desta seção, em relação ao restante da peça, o que pode gerar, se em grandes proporções, na perda total da madeira, deixando-a inviável para determinados trabalhos.

As fendas internas podem ser originadas de rupturas superficiais que cicatrizaram ou de trações no interior da madeira. Estas são observadas, geralmente, após o desdobro da peça e afetam por completo o aproveitamento das tábuas (DUCATTI, 2000).

As rachaduras de superfície comumente ocorrem nos raios e abrangem toda a extensão lateral da tábuas. Em alguns casos, acabam afetando os canais resiníferos da madeira e podem se agravar se, no momento da secagem, as condições forem rigorosas, com umidade muito baixa e secagem muito rápida da porção superior. Assim, a superfície atingirá valores menores que o ponto de saturação das fibras enquanto o interior da peça terá valores mais altos de umidade, gerando tensões que ultrapassam a resistência da madeira, resultando na ruptura do lenho na parte externa (DUCATTI, 2000).

Podem ocorrer na madeira, rachaduras de topo, que são as que aparecem nas bordas das peças e que podem ou não atravessar todo o seu comprimento. Também existem as rachaduras de superfície, mas podem ser chamadas de fendilhamento, resultam normalmente do processo de secagem e é classificado pelo grau de incidência como muito (M), pouco (P) ou nenhuma (-) (GAVA, 2005).

• Torcimento

O torcimento, encurvamento complexo ou empenamento torcido é um defeito em que a tábuas aparece com torções, em especial aquelas originadas de árvores que têm grã espiralada. Essa torção pode aparecer no comprimento tanto quanto na largura da peça de madeira, sendo que os cantos da tábuas ficam elevados e direcionados para diferentes sentidos (KLITZKE, 2013).

• Arqueamento

O arqueamento da madeira é um dos tipos de empenamento que ocorre durante a secagem e manifesta-se como um afastamento da tábuas em relação à superfície em que ela está apoiada, podendo ser decorrente de desvios de grã ou tensões de crescimento da árvore (JANKOWSKY, 2002).

• Encanoamento

O encanoamento é determinado quando as bordas da madeira ficam simétricas, mas o corpo da peça fica tortuoso com aparência de canaleta. Isso ocorre devido a diferença de estabilidade nos sentidos radial e tangencial da madeira, com maior deslocamento de uma área em relação a segunda. Este defeito pode ocorrer em virtude da secagem mais veloz em um dos lados da madeira, apoiado sobre uma superfície, e com evaporação desigual da umidade (JANKOWSKY, 2002).

Além disso, peças retiradas da parte mais externa da árvore tendem a ter uma ocorrência maior deste defeito por estarem próximas a casca e sofrerem maior retratibilidade (JANKOWSKY, 2002)

• Encurvamento

O encurvamento é um empenamento que aparece na extensão da peça de madeira (figura 45) e distinguido quando a peça é disposta sobre uma superfície nivelada, podendo ser observado uma passagem de luz pelo meio da peça, pois ela não encosta na superfície apoiada (KLITZKE, 2013).

Figura 45: Diferentes tipos de torções na madeira



JANKOWSKY E GALINA (2013).

55

Fonte: Autoria própria (2023).

Algumas madeiras chegam para o processamento com alto teor de umidade, mas para que seja possível utilizá-la espera-se chegar até o nível de equilíbrio de umidade e

posteriormente a isso inclui a peça no processo de secagem ao ar livre, mas antes deve-se secar a madeira mais a sombra, para evitar a saída rápida de água e resultar em empenamentos e até rachaduras.

Galina e Jankowsky (2013) retratam que algumas tensões são causadas pela movimentação da água higroscópica e são chamadas de tensões de secagem. Parte das deformações analisadas na madeira em processo de secagem, podem ser resultado de sobrecargas mecânicas e das mudanças do teor de umidade, podendo ser chamada de deformação mecanosortiva. Independente das causas da deformação, essas tensões de secagem podem fazer com que haja perdas significativas de madeira, como as rachaduras que ocorrem com a secagem muito rápida, pois a parte externa seca mais rápido que a parte interna da madeira.

Uma das maneiras de evitar os encurvamentos da madeira é a boa alocação delas nos modelos de secagem, isso porque o peso se distribui uniformemente e o ar também percorre a madeira de modo uniforme, fazendo com que a secagem seja no tempo certo e com a temperatura certa, não abafando algumas madeiras e deixando outras mais expostas ao ar. Com isso, e mais alguns cuidados de observação, para melhorar a posição que a madeira está caso comece se notar inícios de deformidades, as tábuas conseguem ser muito bem aproveitadas.

Além disso, o processo de secagem mal executado pode se tornar um efeito cascata, porque após a secagem vem a parte de processamento da madeira (figura 18), e caso a primeira etapa não tenha sido feita corretamente, acarretará em defeitos na etapa posterior, que é a parte de processamento de tábuas, ou de peças.

A secagem malfeita é um dos principais responsáveis para a classificação de baixa qualidade dos produtos derivados da madeira, somente porque não há conhecimento sobre as características da espécie que está sendo seca, com isso é gerado muita perda de material na parte de processamento (GALINA; JANKOWSKY, 2013).

Figura 18: Defeitos no processamento

Defeitos de Processamento

As falhas de processamento, verificadas na madeira, frequentemente são derivadas de manipulações mal conduzidas, como no transporte, armazenamento, preparo, acondicionamento e manuseio (MORESCHI, 2012).

Estas falhas no processamento podem ocasionar rachaduras (figura 46) e diminuir a conservação das peças, impactando no tempo de vida útil do material. O armazenamento sob ambientes de muita umidade e condições climáticas inapropriadas podem prejudicar o alburno da madeira, bem como o corte de maneira incorreta do fuste (KLITZKE, 2013).

Figura 46: Rachadura em madeira já processada



Fonte: Autoria própria (2023).

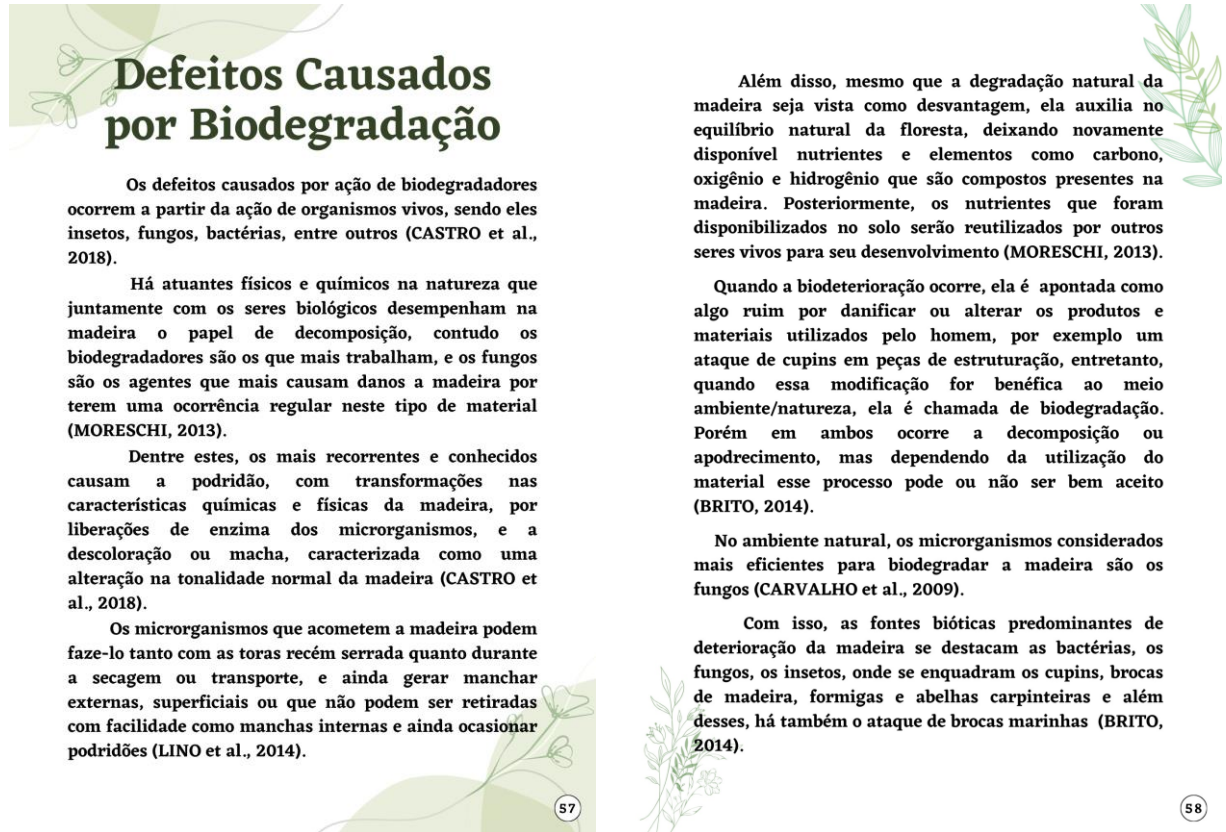
Algumas características próprias da madeira, como a resina podem causar defeitos no momento de fazer o aplainamento das tábuas, isso porque para serem classificadas peças de qualidade deve haver baixa rugosidade, poucos defeitos e também ausência de impurezas na madeira. Braga (2011) ainda comenta que muitas vezes a água presente na madeira pode ser um elemento que faz com que a madeira não ofereça resistência na hora do corte e ainda facilita esse processo, porém, essa água deve estar acima do ponto de saturação das fibras.

Mas há o lado ruim de se ter muita umidade na madeira, pois ela pode afetar as propriedades mecânicas dela e modificar à necessidade de força envolvida no processo de usinagem.

Além disso, pode ocorrer a presença de falhas na superfície que são formadas pela própria estrutura da madeira e por suas diferentes formas de células, dimensões e orientações, tudo isso apresentando defeitos como buracos, trincas e rachaduras na madeira (BRAGA, 2011).

Fora os defeitos citados, a madeira ainda pode ser atacada por biodegradadores (figura 19), que são um dos agentes que mais afetam a durabilidade e resistência da madeira, e o ataque dos biodegradadores acontece em conjunto com a umidade e a temperatura presente na madeira.

Figura 19: Defeitos causados por biodegradação



Fungos

Os fungos são os seres biológicos que mais prejudicam a madeira pois tem o desenvolvimento acelerado e estão presentes em todos os setores ecológicos que utilizam a madeira como matéria prima, sendo que em épocas mais quentes as circunstâncias climática se tornam vantajosas para que este tipo de organismo tenha um bom desenvolvimento (MORESCHI, 2013).

Isso justifica tantos ataques severos em toras abatidas em florestas tropicais, onde o calor favorece a rápida proliferação dos fungos, antes mesmo destas chegarem ao processamento. As indústrias madeireiras poderiam utilizar como recurso as épocas mais frias para poder controlar os ataques dos biodegradadores (MORESCHI, 2013).

Há um limite na quantidade de água da madeira para que ocorra o ataque de fungos, que diz respeito ao Ponto de Saturação das Fibras, ficando em torno de 20%. Nesta condição o crescimento dos fungos ocorre em locais que tenham umidade onde os micélios se proliferam. Com a umidade acima de 30% a esporulação dos fungos começa a ocupar toda a madeira, pois essa quantidade de água é a ideal para que eles consigam absorver e “germinar” seus esporos (PALA, 2007).

A locomoção dos fungos pela madeira se dá através de redes de hifas microscópicas, onde elas acabam se desenvolvendo nas cavidades da madeira ou podem chegar até a parede celular e se desenvolver neste local (BRITO, 2014).

A diferença mais marcante entre os fungos emboloradores e manchadores se deve ao comprimento em que a coloração se adentra na madeira. Os fungos manchadores ou fungo manchador azul conseguem percorrer longas distâncias na madeira e não são retirados por lixamento ou usinagem (CASTRO et al., 2018).

Entretanto os fungos que causam a podridão branca são classificados como os que são mais ativos na biodegradação da madeira. Isso porque há fungos com ataques erosivos, e ocorrem também aqueles fungos que não promovem ataque erosivo na parede celular da madeira. Esse ataque erosivo tem como particularidade a remoção da celulose, hemicelulose e lignina em conjunto, enquanto o outro ataque não afeta a celulose da madeira (CARVALHO et al., 2009).

Os fungos de podridão branca deterioram a celulose e poliose, mas as madeiras que são mais lignificadas tendem a ter menos ataque deste fungo, enquanto que, os de podridão parda metabolizam a celulose e a poliose da parede celular, mas não conseguem degradar a lignina o que resulta na tonalidade parda (CASTRO et al., 2018).

A mancha marrom também é causada por ataque de fungos e devido às variações químicas. Estas variações consistem na movimentação dos extrativos solúveis em água até a superfície da madeira, onde acumulam-se à medida em que a água evapora durante a secagem (CASTRO et al., 2018).

O dano causado por fungos pode variar de pequenas partes com descoloração, que são causadas por fungos manchadores ou por substâncias químicas presentes na madeira, ou até deterioração severa pelo ataque de fungos apodrecedores (BRITO, 2014).

Como a madeira é um material orgânico, ele depende de alguns fatores ambientais como a umidade, temperatura, pH e disponibilidade de oxigênio para ser considerado mais ou menos vulnerável ao ataque de fungos, principalmente aos fungos apodrecedores, onde madeiras que possuem alta resistência ao ataque deste fungo tem um maior valor agregado comercialmente (STANGERLIN et al., 2013).

Já os fungos emboloradores ocorrem em madeiras cortadas recentemente, particularmente no albúrnio com presença de umidade, ou em tábuas já cortadas e mal armazenadas. Entretanto, esse fungo atinge apenas a superfície da madeira, não afetando sua resistência mecânica (CASTRO et al., 2018).

Normalmente a quantidade aceita de manchas presentes na madeira que será exposta, é de 25% da madeira, já para madeiras que terão o uso interno e não estrutural as manchas na madeira não são levadas em consideração podendo servir de decoração da madeira (CASTRO et al., 2018).

• Podridão Parda

Figura 47: Podridão parda na madeira



Geralmente, o principal tipo de fungo causador da podridão parda são os basidiomicetos. Estes consomem e decompõem somente a celulose e hemicelulose da madeira, a deixando com aspecto de queimada com uma coloração parda (figura 47), o que deriva o nome. Como a lignina continua em perfeito estado, o arranjo original da estrutura da madeira fica intacta enquanto ainda tiver umidade presente (CASTRO et al., 2018).

Entretanto, quando a madeira que for acometida por podridão parda estiver em ambiente seco, provavelmente, a lignina sofrerá colapsos e irá se dividir em porções semelhante a blocos (figura 48), pois ocorrerá o progresso de fissuras paralelas e/ou perpendiculares a orientação que a grã da madeira apresenta (MORESCHI, 2013).

Figura 48: Madeira colapsada por podridão parda



• Podridão Mole

Os ataques a madeira que causam a podridão mole são realizados por fungos, mas muitas vezes também envolvem bactérias durante o processo de decomposição. Este tipo de podridão acaba diminuindo as propriedades mecânicas da madeira e a degradação pode ocorrer em situações ambientais intensas com ou sem presença de água, podendo impossibilitar a ação de outros fungos (PINTO, 2006).

Este tipo de fungo consegue deteriorar os polissacarídeos da madeira de forma vagarosa e superficial, normalmente na parte mais superficial do albarno, e além disso conseguem suportar os tratamentos aplicados na madeira para preservação (ZIGLIO, 2015).

A aparência da madeira com podridão mole (figura 49) tem a parte externa mais amolecida quando ainda está úmida e, quando seca fica com aparência mais escura, áspera e com várias falhas seguindo as fibras da madeira, onde a mesma, posteriormente, acaba perdendo as propriedades e resistência por conta do ataque (MORESCHI, 2013)

Figura 49: Madeira com podridão mole



• Podridão Branca

Assim como a podridão parda, a podridão branca (figura 50) também é ocasionada por fungos do tipo Basidiomicetos, juntamente com os fungos do tipo Ascomicetos. A madeira atacada por estes fungos perdem seu brilho e sua cor natural, deixando a com coloração mais branca, o que origina o nome do tipo de podridão (MORESCHI, 2013).

Figura 50: Madeira com podridão branca



Normalmente, a podridão branca pode ser identificada a partir de uma linha de tonalidade mais escura na madeira, que marca a região que está atacada. Além disso, há alteração no peso e sua resistência diminui, pois esse fungo deteriora a celulose, hemicelulose e lignina presentes na madeira (MORESCHI, 2013).

O ataque deste fungo ocorre em madeiras mais macias e mais úmidas, causando alteração na sua cor e aparente estar mais mole ou esponjosa. Além disso, a resistência diminui drasticamente e o processo de decomposição pode ser desenvolvido muito rápido (PINTO, 2006).

Fonte: Autoria própria (2023).

Há espécies de madeira que não são atacadas por fungos pela presença de extrativos naturais que são tóxicos e impedem ou retardam o aparecimento deles na madeira, mas caso esse ataque aconteça eles irão degradar a madeira por ela ser composta de matéria orgânica que é o alimento mais consumido por esses biodegradadores, podendo ocorrer em diferentes momentos a partir do abate da árvore (ZIGLIO, 2015).

Os agentes bióticos são os que mais afetam a madeira podendo causar a ruptura parcial ou total da estrutura, onde os que mais aparecem nos ataques são os fungos por degradarem a estrutura enzimática da parede celular da madeira (PARMA; ICIMOTO, 2018).

Uma vantagem no ataque dos fungos é que eles realizam a reciclagem dos nutrientes os degradando e fazendo com que eles voltem para o ciclo de utilização natural, mas isso em termos de degradações na natureza. Porque em relação a peças de madeira para utilização comercial não há vantagens, pois eles acabam com a madeira de forma que não se pode mais utilizá-la de nenhuma maneira.

Também ocorrem ataques de insetos na madeira (figura 20), que por sua vez também causam danos irreparáveis, algumas pessoas utilizam peças atacadas como itens de decoração, mas em parâmetros estruturais é impossível utilizá-los porque a madeira em si fica fragilizada e não aguenta pressão e em algum momento romperá.

Figura 20: Ataque de insetos na madeira



Insetos

Os insetos pertencem à classe Insecta, sendo os cupins (figura 51), da ordem Isoptera, os besouros, da ordem Coleóptera e as formigas, abelhas e vespas, da ordem Hymenoptera, os que mais causam defeitos significativos na madeira. Os coleópteros, popularmente chamados de carunchos ou brocas, danificam estruturas e, quando no estado larval, se alimentam da madeira ou a utilizam como abrigo, gerando aberturas (CASTRO et al., 2018).

Figura 51: Ataque de cupim



Por isso, a secagem da madeira é importante por diminuir a intensidade de ataque. Quando a secagem é realizada, o calor elimina os fungos e insetos, em estados larvais ou adulto, que podem estar instalados na madeira. (KLITZKE, 2013).

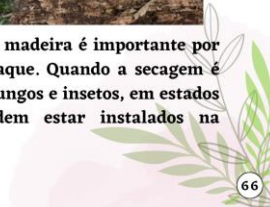


Figura 52: Madeira com galerias por ataque de insetos



As formigas carpinteiras são aquelas que ocasionam danos nas estruturas de madeira. Estas utilizam as peças como abrigo, acometendo até mesmo aquelas tratadas. Esta ordem compreende também as abelhas e vespas, que utilizam a madeira como esconderijo e depositam seus ovos nas galerias formadas (figura 52). As estruturas podem ser utilizadas por vários anos e, por isso, possui muitos orifícios (CASTRO et al., 2018).

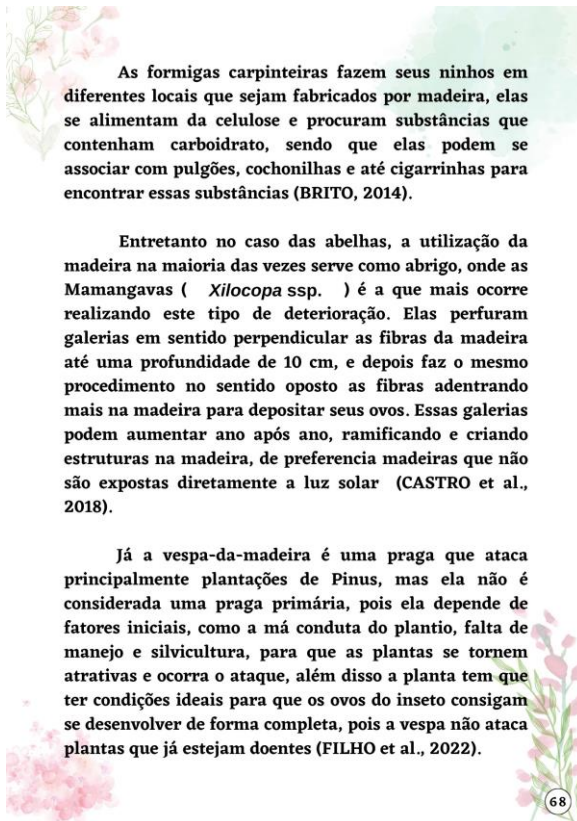
A utilização de tratamentos químicos pode servir como bloqueio para o ataque de agentes biológicos. A correta empregabilidade de preservativos químicos na madeira pode ampliar sua durabilidade e ter sua estrutura preservada (SANTOS, 2018)



As formigas carpinteiras fazem seus ninhos em diferentes locais que sejam fabricados por madeira, elas se alimentam da celulose e procuram substâncias que contenham carboidrato, sendo que elas podem se associar com pulgões, cochonilhas e até cigarrinhas para encontrar essas substâncias (BRITO, 2014).

Entretanto no caso das abelhas, a utilização da madeira na maioria das vezes serve como abrigo, onde as Mamangavas (*Xilocopa* ssp.) é a que mais ocorre realizando este tipo de deterioração. Elas perfuram galerias em sentido perpendicular as fibras da madeira até uma profundidade de 10 cm, e depois faz o mesmo procedimento no sentido oposto as fibras adentrando mais na madeira para depositar seus ovos. Essas galerias podem aumentar ano após ano, ramificando e criando estruturas na madeira, de preferência madeiras que não são expostas diretamente a luz solar (CASTRO et al., 2018).

Já a vespa-da-madeira é uma praga que ataca principalmente plantações de Pinus, mas ela não é considerada uma praga primária, pois ela depende de fatores iniciais, como a má conduta do plantio, falta de manejo e silvicultura, para que as plantas se tornem atrativas e ocorra o ataque, além disso a planta tem que ter condições ideais para que os ovos do inseto consigam se desenvolver de forma completa, pois a vespa não ataca plantas que já estejam doentes (FILHO et al., 2022).



Fonte: Autoria própria (2023).

Quando os insetos atacam a madeira eles acabam retirando elementos da estrutura, e além disso podem facilitar a entrada do fungo na madeira, por serem um agente que pode transportar as hifas dos fungos até a madeira, ocorrendo o ataque simultâneo. Um dos ataques ocorrentes são por formigas carpinteiras, que mesmo que não se alimente da madeira, que a utilizem só para abrigo a inutilização das peças é algo inevitável e que pode levar poucos anos (PARMA; ICIMOTO, 2018).

Um fator determinante para que insetos como cupins, besouros, ou vespas completem seu ciclo de vida dentro da madeira, é a demora de processamento, pois se houver o tempo e as condições necessárias, eles irão se procriar, porque na maioria das vezes a madeira quando seca não é levada diretamente para o beneficiamento, ela aguarda certos períodos no pátio de toras e acaba sendo propício para que os insetos se manifestem (COSTA; CABRAL, 2020).

De qualquer forma, e independente do meio o ataque de bidegradadores se torna prejudicial para a madeira no todo. Fora isso, a madeira que é muito utilizada de diversas formas, deve ter cuidados especiais para que não sejam desperdiçadas peças, em qualquer que seja a finalidade.

6 CONCLUSÃO

A partir das pesquisas bibliográficas feitas e após a construção da apostila, é visível a falta de informações que predominam sobre certos assuntos relacionados a madeira, ou aos ataques em que ela está suscetível, muitos defeitos são pouco abordados pelos autores e de certa forma causam mais dúvidas sobre a incidência deles, e caso abordado são poucos os autores que conseguem descrevê-lo de forma clara.

Mesmo sem uma vasta variedade de recursos bibliográficos, a apostila resultante do trabalho auxiliará muitas pessoas a saber mais sobre os defeitos da madeira, ou saber de forma mais facilitada onde encontrá-los.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, Giovanna Henrique Queiroz. **DEFEITOS DA SECAGEM ARTIFICIAL E A SUA RELAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DA MADEIRA**. Orientador: M.Sc. Helder Resende de Carvalho. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, 2022.
- ALMEIDA, Marcílio De; ALMEIDA, Cristina Vieira De. **MORFOLOGIA DA RAIZ DE PLANTAS COM SEMENTES**. Piracicaba - São Paulo: ESALQ/USP: Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI, 2014. 75 p. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/morfologia_raiz.pdf. Acesso em: 16 out. 2023.
- BARREIROS, Ricardo Marques. **QUALIDADE DA MADEIRA: PRINCIPAIS DEFEITOS DA MADEIRA**. Aula (ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA) - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - CÂMPUS DE ITAPEVA, 2017. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/36098482/aula-5-defeitos-da-madeira>. Acesso em: 30 maio 2023.
- BOTÂNICA AMAZÔNICA. **Ramificação do Tronco**. [S. l.], 1 set. 2007. Disponível em: http://www.botanicaamazonica.wiki.br/labotam/lib/exe/fetch.php?media=reservaducke:pfrd:guia:026_glossario_3_ramificaa_o_tronco_3.pdf. Acesso em: 31 out. 2022.
- BOTÂNICA DO AMOR. **Raiz Escora**. 24 abr. 2019. Disponível em: <https://botanicoamor.home.blog/2019/04/24/raiz-escora/>. Acesso em: 30 out. 2022.
- BRAGA, Pedro Paulo de Carvalho. **Qualidade na Usinagem e no Acabamento da Madeira de Coffea arabica**. 2011. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, área de concentração em Processamento e Utilização da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, 2011. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2428/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Qualidade%20na%20usinagem%20e%20no%20acabamento%20da%20madeira%20de%20Coffea%20arabica.pdf. Acesso em: 24 out. 2023.
- BRITO, Leandro Dussarat. **Patologia em Estruturas de Madeira: Metodologia de Inspeção e Técnicas de Reabilitação**. 2014. Tese Doutorado (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-18122014-090958/publico/2014DO_LeandroDussarratBrito.pdf. Acesso em: 21 out. 2023.
- CASTRO, Mayra Estevão Barros De. **VARIABILIDADE DA GRÃ E DA DENSIDADE BÁSICA AO LONGO TRONCO DE SEIS CLONES DE Eucalyptus**. 2018. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, JERÔNIMO MONTEIRO - ESPÍRITO SANTO, 2018.
- CASTRO, Vinicius Gomes de; GUIMARÃES, Pompeu Paes; CARVALHO, Douglas Edson; SOUZA, Gabriela Oliveira de; BROCHINI, Gisele Gimenes. **DETERIORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA MADEIRA**. Mossoró - RN: EdUFERSA, 2018. 108 p. Disponível em: <https://livraria.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/165/2019/02/deterioracao-e-preservacao-da-madeira002.pdf>. Acesso em: 19 set. 2022.

CHICHONGUE, Óscar João. **Caracterização de alguns defeitos de toros e de madeira serrada de algumas espécies nativas**. Orientador: Prof. Doutor Andrade F. Egas. 2006. Monografia (Departamento de Engenharia Florestal - Secção de Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Eduardo Mondlane - Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Maputo, 2006.

CORADIN, Vera T. Rauber; CAMARGOS, José Arlete Alves. **A Estrutura Anatômica da Madeira e Princípios para a sua Identificação**. 1. ed. Brasília: LPF: Via Brasil, 2002. 28 p. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Estrutura%20anatmica%20da%20madeira%20-%20principios%20para%20a%20sua%20identificao.pdf>. Acesso em: 10 set. 2022.

COSTA, Ana Luiza de Sousa; CABRAL, Carla Priscilla Távora. **Madeiras nativas atacadas por agentes xilófagos durante o processo de secagem no Estado do Amapá**. [S. l.]: Editora Científica Digital, 2020. cap. 47. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/200901181.pdf>. Acesso em: 24 out. 2023.

DAMACENA, Michelle Brandão et al. **MELHORAMENTO GENÉTICO PARA REDUÇÃO DE KINO EM CLONES HÍBRIDOS DE CORYMBIA**. Boletim Técnico SIF, Viçosa-MG, v. 01, ed. 07, p. 1-8, 13 set. 2021. Disponível em: <https://sif.org.br/wp-content/uploads/2021/10/Boletim-07.pdf>. Acesso em: 18 out. 2023.

DUCATTI, Marcos André. **DIAGNÓSTICO DA SECAGEM CONVENCIONAL DE MADEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO**. Orientador: Prof. Dr. Ivaldo Pontes Jankowsky. 2000. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Madeiras) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba - São Paulo, 2000.

FERREIRA, Angel Thiane Boschiero; FILHO, Mario Tomazello. Caracterização dos anéis de crescimento de árvores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf. por densitometria de raios X. **Scientia Forestalis**, Piracicaba - São Paulo, v. 37, n. 83, p. 287-298, 26 out. 2009. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr83/cap07.pdf>. Acesso em: 24 out. 2023.

FILHO, Fernando Cardoso Lucas. **ANÁLISE DA USINAGEM DA MADEIRA VISANDO A MELHORIA DE PROCESSOS EM INDÚSTRIAS DE MÓVEIS**. Orientador: Prof. Dr. Lourival Boehs. 2004. Tese Doutorado (Pós-graduação em Engenharia de Produção, área de Concentração de Gestão do Design e do Produto) - Universidade Federal de Santa Catarina., Florianópolis, 2004.

FILHO, Mario Tomazello. ANÁLISE DA MADEIRA DE COMPRESSÃO EM *Pinus oocarpa* ESTRUTURA ANATÔMICA E QUANTIFICAÇÃO. **IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba - São Paulo, n. 37, p. 61-68, 9 dez. 1987.

FLÁVIO, João. **Morfologia Externa de Raizes**. Mato & Cia Blog Florestal, 6 nov. 2011. Disponível em: <https://matoecia.blogspot.com/2011/11/morfologia-raiz.html>. Acesso em: 9 jun. 2023.

FREITAS, Danilo Leão De et al. Biodeterioração e propriedades colorimétricas da madeira de *Maclura tinctoria*. **Advances In Forestry Science** (Avanços na Ciência Florestal), Cuiabá, v.

3, p. 1139-1146, 2 nov. 2020. DOI <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v6i2.5621>. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Biodeteriorao.pdf>. Acesso em: 18 out. 2023.

GALINA, Inês Cristina Martins; JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. SECAGEM DE MADEIRAS. **PIMADS - Projeto Piso de Madeira Sustentável**, p. 2-39, 7 nov. 2013.

JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. Acervo Histórico IPEF: Informações Técnicas: Defeitos na Secagem de Madeiras. *In: IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais*. [S. l.], 20 ago. 2002. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/defeitos_na_secagem_de_madeiras.aspx. Acesso em: 17 set. 2022.

KLITZKE, Ricardo Jorge. **Curso de Secagem da Madeira**. [S. l.], 14 abr. 2013. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/12638299/curso-de-secagem-da-madeira-engenharia-industrial-madeira->. Acesso em: 18 set. 2022.

LATORRACA, JOÃO VICENTE DE F.; ALBUQUERQUE, CARLOS EDUARDO C. DE. EFEITO DO RÁPIDO CRESCIMENTO SOBRE AS PROPRIEDADES DA MADEIRA. **FLORAM**, ano 2000, v. 7, n. único, p. 279-291, 18 fev. 2001. Disponível em: <https://www.floram.org/journal/floram/article/588e21f4e710ab87018b45b5>. Acesso em: 8 out. 2022.

LINO, Adilson et al. Madeira. **INTER – Instituto Tecnológico Regional**, p. 1-21, 5 fev. 2014. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32458670/Madeira-libre.pdf?1391605196=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMadeira.pdf&Expires=1686002702&Signature=JJXfl7MJKNpv2JN0vsj4dmMFQUhuNSYjjHuvBJu11zloxs0HaxchGqhXeFn2rx8GTrXZ3g3Wf78ta7nK1HSSsouHbg-jiCLOeYVQXUyZORcPmEhl-x8zXa7SNdfxMdOBTHscuFWjJutvMSe5~8IHs4W1dZk-KbxzPWMjPi0~ZIfRwx8QDq3B23KuxmDiJO-WTwf5CWE2GBreIW6VrBBLcQa~e1np7-Vr9kIqyuqh6FCmAVQSMa2OONV3MRAXG7jIC62ZO9YWIJmf4rwySF3CvuieIAVfHnZRiFdSYFKUJgd1wmC2q1GGbAyR2TQGz2jQt9HDb-mW2cVauOf9YO4Qw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 18 maio 2023.

LIMA, Israel Luiz de; GARCIA, José Nivaldo. EFEITO DO DESBASTE E DA FERTILIZAÇÃO NA PORCENTAGEM DE CASCA E CONICIDADE DE TORAS DE EUCALYPTUS GRANDIS. **Revista FLORESTA**, Biblioteca Digital de Periódicos - Repositório Digital Institucional UFPR, v. 41, n. 2, p. 1-8, 30 jun. 2011. DOI <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v41i2.21878>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/21878/14257>. Acesso em: 6 set. 2022.

MAGALHÃES, Fábio Costa.; ROCHAS, MADEIRAS E MATERIAIS CERÂMICOS – DEFINIÇÕES E PROPRIEDADES – **Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFRS, Laboratório de Estruturas e Materiais de Construção Civil – LEMCC**, 2015.

MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves. CONTROLE DE MANCHADORES E APODRECEDORES DA MADEIRA DE PÍNUS. **II Seminário de Atualidades em Proteção Florestal**, Embrapa Floresta, 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/296549/control-de-manchadores-a-apodrecedores-da-madeira-de-pinus>. Acesso em: 28 out. 2022.

MARQUES, Regina Coeli. **MADEIRA: CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES**. FAU - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 24 mar. 2009. Disponível em: https://www.politecnica.pucrs.br/professores/mregina/ARQUITETURA_-_Materiais_Tecnicas_e_Estruturas_II/estruturas_ii_aula_04_propriedades_madeira.pdf. Acesso em: 19 maio 2023.

MARTINS, V. A. **Secagem de madeira serrada**. Brasília: Ministério da agricultura IBDF/LPF, 1988. 89p.

MAYARD, Raynord *et al.* Influência dos anéis de crescimento nas propriedades mecânicas da madeira de Pinus. **Madera y Bosques**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 1-12, 15 dez. 2022. DOI <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2832364>. Disponível em: <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/2364>. Acesso em: 24 out. 2023.

MORESCHI, João Carlos. **BIODEGRADAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA MADEIRA: Biodegradação da Madeira**. 4. ed. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR: abril 2013. 53 p. v. 1. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/BIODETERIORACAO.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2023.

MORESCHI, João Carlos.; Propriedades da madeira. **Departamento de Engenharia e Tecnologia Floresta I-UFPR. Paraná**, v. 4, p. 01-208, 2012.

MOURA, Vicente Pongitory Gifoni; SILVA, Marco Aurélio; JÚNIOR, Ives Campos do Nascimento. Influência da "Gomose do Eucalipto" na Densidade Básica da Madeira em Procedências de Eucalyptus Grandis W. Hill ex. Maiden. **EMBRAPA - CPAC, Boletim de Pesquisa**, Planaltina - DF, n. 38, p. 1-22, 10 jan. 1995. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/bolpd-38.pdf>. Acesso em: 24 out. 2023.

NASSUR, Otávio Augusto Carvalho; ROSADO, Lucas Rodrigues; ROSADO, Sebastião Carlos da Silva; CARVALHO, Pablo Marcílio de. VARIACÕES NA QUALIDADE DE TORAS DE Toona ciliata M. Roem. COM DEZOITO ANOS DE IDADE. **CERNE**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 43-49, 28 set. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cerne/a/ZcHjBQB8xyxdRdhVTjk8PTK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 out. 2023.

NISGOSKI, Silvana. Anatomia da Madeira: Anatomia parte 2. **Apostila Anatomia**, UFPR, p. 63-123, 6 maio 2016. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinassilvana/APOSTILA-ANATOMIA-2P-2016.pdf>. Acesso em: 5 set. 2022.

NISGOSKI, Silvana. Qualidade Tecnológica da Madeira. **Defeitos**, UFPR, 5 abril 2011. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinassilvana/defeitos.pdf>. Acesso em: 5 set. 2022.

PALA, Helena - **Constituição e mecanismos de degradação biológica de um material orgânico: a madeira**. Construção Magazine. N.º 20 (2007), p. 54-62 Disponível em: https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/77/1/degradacao%20biologica_FINAL.pdf. Acesso em: 18 maio 2023

PARMA, Ana Paula; ICIMOTO, Felipe Hideyoshi. **PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA OCASIONADAS POR AGENTES BIÓTICOS E ABIÓTICOS**. **Fundação**

Getulio Vargas (FGV EAESP), p. 1-23, 12 nov. 2018. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_patologias.pdf. Acesso em: 23 out. 2023.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de madeira: dimensionamento segundo a Norma Brasileira NBR 7190/97 e critérios das Normas Norte-americana NDS e Européia EUROCODE 5**. 6. ed., rev. e ampl. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PINTO, FAGNER FERREIRA. **DEGRADAÇÃO DE MADEIRAS POR FUNGOS: ASPECTOS BIOTECNOLÓGICOS E DE BIORREMEDIAÇÃO**. Orientador: PATRÍCIA SILVA CISALPINO. 2014. Monografia (Pós-graduação em microbiologia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA, 2006. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9RPGD5/1/monografia_fagner.pdf. Acesso em: 7 abr. 2023.

REIS, Cristiane Aparecida Fioravante et al. **Corymbia citriodora**: estado da arte de pesquisas no Brasil. 2013.

RODRIGUES, Laécio Carneiro; SANTANA, Marcos Antonio Eduardo. **DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÍLICA EM MADEIRA POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA DE CHAMA VERSUS ESPECTROSCOPIA NO ULTRAVIOLETA-VISÍVEL**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 259-264, 7 jul. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/462>. Acesso em: 19 out. 2023.

SANSON, CAIO SILVESTRE LIMA et al. EXCENTRICIDADE DA MEDULA EM CAULES DE CLONES DE TECA EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL. **III CBCTEM - Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**, Florianópolis, v. 2, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/galoa-proceedings--cbctem--61348.pdf>. Acesso em: 19 out. 2023.

SANTINI, Alessandro. **Estudo do Processo e dos Parâmetros de Corte no Serramento da Madeira por Serra de Fita**. Orientador: Marcos Tadeu Tibúrcio Gonçalves. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo - EESC/IFSC/IQSC, 2000. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-14092016-121506/publico/Dissert_Santini_Alessandro.pdf. Acesso em: 1 jun. 2023.

SANTOS, Adriano, et al. **Manual Técnico de Podas de Árvores**. Prefeitura de São Paulo - Coordenação das Subprefeituras Verdes e Meio Ambiente, 2016. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/MPODA.pdf>. Acesso em: 18 out. 2023.

SANTOS, Carolline Lopes dos. **SECAGEM AO AR LIVRE DA MADEIRA DE *Bertholletia excelsa* (CASTANHEIRA)**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural da Amazônia Campus Parauapebas, 2018. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/306/2/Secagem%20ao%20ar%20livre%20da%20madeira.pdf>. Acesso em: 17 set. 2022.

SANTOS, L. M. A.; Madeiras. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Brasília, maio de 2018.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "Anéis de crescimento"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/aneis-crescimento.htm> . Acesso em 18 de setembro de 2022.

SCHILLING, Ana Cristina; SCHNEIDER, Paulo Renato; HASELEIN, Clóvis Roberto; FINGER, César Augusto Guimarães. INFLUÊNCIA DE DIFERENTES INTENSIDADES DE DESRAMA SOBRE A PORCENTAGEM DE LENHO TARDIO E QUANTIDADE DE NÓS DA MADEIRA DE PRIMEIRO DESBASTE DE *Pinus elliottii* Engelman. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 115-127, 3 dez. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/6JzM73C4HzmsZJqx5J3Dzkw/?lang=pt>. Acesso em: 23 out. 2023.

SEVERO, Elias Taylor Durgante. QUALIDADE DA SECAGEM DE MADEIRA SERRADA DE *Eucalyptus dunnii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 109-124, 18 jul. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/R8L5rvRhXKkwpJRMfVpq3Mw/?format=pdf>. Acesso em: 24 out. 2023.

SILVA, Camila Balby Ribeiro da et al. **CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E FÍSICA DO LENHO DE TRAÇÃO E OPOSTO DE *Eucalyptus grandis***. In: ANAIS CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 2017. Campinas, Galoá, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/cbctem/trabalhos/caracterizacao-anatomica-e-fisica-do-lenho-de-tracao-e-oposto-de-eucalyptus-gran?lang=pt-br>. Acesso em: 06 jun. 2023.

VALE, Rodrigo Silva do et al. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto em sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore**, p. 1-13, 27 maio 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/M5wQC8FbwjKFc6NgMjzVDrx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 maio 2023.

VASCONCELLOS, Francisco José de; FREITAS, Jorge Alves de; SILVA, Ademir Castro e. OBSERVAÇÃO MICROSCÓPICA DE INCLUSÕES MINERAIS NO XILEMA DE ESPÉCIES TROPICAIS DA AMAZÔNIA. **Acta Amazonica**, v. 25, p. 55-68, 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/8Z5DGxpffN8jhPYfGfWDYhq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 maio 2023.

VAZ, Thiago Pinheiro. **Variáveis Operacionais na Produtividade de Motosserras**. Orientador: Prof. Wilson Ferreira de Mendonça Filho. 2008. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - INSTITUTO DE FLORESTAS, 2007. Disponível em: <http://devrima.im.ufrj.br:8080/jspui/bitstream/1235813/2728/1/Thiago%20Pinheiro%20Vaz.pdf> . Acesso em: 31 out. 2022.

VERLY, Otavio. Identificação de Espécies Pelas Características de Tronco. *In: Identificação de Espécies Pelas Características de Tronco*. Mata Nativa: Universidade ECONATIVA, 20

jul. 2021. Disponível em: <https://matanativa.com.br/identificacao-de-especies-pelas-caracteristicas-de-tronco/>. Acesso em: 27 out. 2022.

VIDAURRE, Graziela Baptista et al. Propriedades da Madeira de Reação. **FLORAM - Floresta e Ambiente**, p. 26-37, 29 maio 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/bJyKGw8MKHM9GYpFns8fBFw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 maio 2023.

ZIGLIO, ANALINE CRESPO. **Oleoresina de capsaicina como conservante natural de madeira de Pinus sp. contra a ação de fungos de podridão branca e de podridão mole**. Orientador: Débora Gonçalves. 2015. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2015. DOI 10.11606/T.18.2015.tde-27082015-101533. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18158/tde-27082015-101533/publico/TeseZiglioAnalineCrespoOrig.pdf>. Acesso em: 11 maio 2023.

WOHLLEBEN, Peter. **A Vida Secreta das Árvores: O que elas sentem e como se comunicam - As descobertas de um mundo oculto**. Rio de Janeiro: Sextante, 2017. Disponível em: <https://www.ecoagri.com.br/web/wp-content/uploads/A-Vida-Secreta-Das-%C3%81rvores-Peter-Wohlleben.pdf>. Acesso em: 23 out. 2023.