

Deck de madeira: considerações sobre a modificação térmica para a melhoria da qualidade do piso

Autores:

Jaily Kerller Batista de Andrade

Doutor em Ciências Florestais, apoio técnico da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati

Juarez Benigno Paes

Doutor em Ciência Florestal. Professor da Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro

Resumo

Considerando a diversidade de madeiras tropicais presentes no Brasil, e que são usadas comercialmente, poucas espécies são utilizadas para a produção de pisos, em especial para a produção de decks. Assim, surge a necessidade de novas alternativas que supram a demanda desses produtos. O presente trabalho objetivou contribuir com estudos sobre a madeira modificada termicamente para a produção de pisos do tipo deck, além do conhecimento de suas características, pois a qualidade do produto final está diretamente relacionada com a qualidade da madeira utilizada. As combinações das características físicas, químicas e mecânicas; bem como as propriedades anatômicas e estéticas, determinam a qualidade da madeira para esta finalidade.

Palavras-chave: Tratamento térmico. Eucalipto. Florestas plantadas.

DOI: 10.58203/Licuri.20103

Como citar este capítulo:

ANDRADE, Jaily Kerller Batista; PAES, Juarez Benigno. Deck de madeira: considerações sobre a modificação térmica para a melhoria da qualidade do piso. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Florestais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 27-45.

ISBN: 978-65-85562-01-0

INTRODUÇÃO

A madeira é o principal produto extraído de florestas naturais ou plantadas, sendo considerada um material versátil com características complexas. Suas propriedades podem ser beneficiadas conforme sua finalidade de uso. É utilizada de diversas formas, como na fabricação de móveis, produção de celulose, carvão vegetal, painéis reconstituídos, produtos serrados e na fabricação de pisos. No entanto, o seu uso ainda se restringe, em grande parte, na utilização de florestas nativas, podendo acarretar na redução desse recurso de forma a não garantir a sustentabilidade.

As florestas plantadas no Brasil, conforme a Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ (2020) totalizam cerca de 9 milhões de hectares, dos quais 6,97 milhões são com eucalipto, onde o país apresentou uma produtividade média de 35,3 m³/ha ao ano. A ampla variedade de espécies e híbridos de *Eucalyptus*, de rápido crescimento, com distintas capacidades de adaptação edafoclimáticas associado à facilidade de propagação por sementes e clonagem, favorece a adaptação para a maioria das regiões tropicais do Brasil (SILVA; XAVIER, 2006; STACKPOLE et al., 2011). Tais características favorecem a disponibilidade da madeira de eucalipto para diversos usos.

O mercado de pisos de madeira é responsável por uma grande quantidade de empregos e por uma movimentação expressiva de renda (POLZL; SILVA, 2001). No entanto, os pisos de madeira sólida são fabricados, principalmente a partir de espécies tropicais provenientes da floresta amazônica, o que tornou tema de debates, tanto nacionais quanto internacionais. Contudo, por ser uma fonte natural e renovável, a madeira pode ser obtida de árvores oriundas de plantios florestais comerciais ou de florestas naturais devidamente manejadas. Sendo necessário conhecer a matéria-prima e adotar procedimentos adequados para obtenção da melhor forma de uso do material, garantindo a satisfação daqueles que a utilizam (ANDRADE, 2015).

Dentre os diversos tipos de pisos disponíveis no mercado existem aqueles que podem ser empregados em ambientes internos (taco, parquet e pisos engenheirados) e externos; conhecidos por decks, os quais são frequentemente empregados ao redor de piscinas, mezaninos, varandas e em áreas de acesso em parques e hotéis fazenda. Por serem destinados ao uso em ambientes externos, estão susceptíveis às intempéries e não existe necessidade de controle rigoroso de umidade, durante o processo de secagem.

Por isso, deve ser constituído de material resistente ao apodrecimento e danos causados por organismos xilófagos (GUIMARÃES et al., 2018). Desta forma, ressalta-se a importância de estudos sobre espécies alternativas para a sua produção e de formas de prolongar a vida útil das instalações e minimizar os efeitos causados pela retirada de madeiras nativas.

Assim, para melhorar as propriedades tecnológicas da madeira de clones de eucalipto, como as características físico-mecânicas, químicas e biológicas, principalmente quanto sua estabilidade dimensional e durabilidade, é possível usar tratamentos térmicos, que além de propiciar ganhos nas propriedades da madeira, melhora a sua qualidade, agrega valor aos produtos e amplia a possibilidade de utilização. Além disso, a madeira modificada termicamente adquire uma coloração escura, o que pode ser vista como uma característica comercialmente atrativa para a produção de decks.

PISOS DE MADEIRA DE REFLORESTAMENTO E MADEIRA NATIVA

O piso é considerado uma superfície qualquer, contínua ou não, construída com a finalidade de permitir o trânsito leve ou pesado. O piso de madeira maciça é definido com aquele em que há o beneficiamento da madeira, sem combinações com outros tipos de produtos processados. Alguns fatores devem ser levados em consideração, como a estética, economia, qualidade e segurança (ANDRADE, 2015).

Segundo a Associação Nacional de Produtores de Pisos de Madeira - ANPM (2018), no Brasil existe uma diversidade de espécies utilizadas para a fabricação de pisos de madeira maciça. A heterogeneidade entre espécies, variações de cores, dimensões e formatos possibilitam a concepção de uma ampla gama de padrões de acabamentos e revestimento. Para selecionar uma espécie como adequada à fabricação de pisos de madeira, devem ser observadas, principalmente, as propriedades físico-mecânicas. Adicionalmente, a escolha do piso de madeira pelo comprador está relacionada com aspectos estéticos (cor, textura, brilho) e as tendências da moda e do mercado.

Dentre as espécies florestais nativas utilizadas para a produção de pisos maciços no Brasil, destacam-se o amendoim (*Pterogyne nitens*), cabreúva-vermelha (*Miroxylon balsamum*), cumarú (*Dipteryx odorata*), ipê (*Tabebuia* sp.), jatobá (*Hymenaea* sp.), muiracatiara (*Astronium lecointei*), pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*),

perobinha (*Aspidosperma sunbincanum*), roxinho (*Peltogyne recifenses*) e sucupira (*Diplotropis purpurea*). A escolha da espécie vegetal implicará na qualidade do produto final. Assim, a qualidade do piso está diretamente relacionada com a qualidade da madeira. É necessário observar a finalidade e tipo de peça de madeira que se pretende produzir (ANPM, 2008).

Os pisos de madeira sólida já foram alvos de muitas discussões, tanto nacionais quanto internacionais, isso porque em sua maioria, são produzidos de árvores provenientes da Floresta Amazônica. No entanto, o uso sustentável desses recursos favorece a agregação de valor aos produtos e contribui com o manejo das florestas, os quais serão convertidos para outras finalidades (ANDRADE, 2015).

Como forma de minimizar os impactos causados pela exploração inadequada dos recursos naturais provenientes de florestas tropicais, outras espécies foram estudadas como alternativa para a produção de pisos de madeira maciça, destacando-se as espécies do gênero *Eucalyptus*. Estudos realizados por Barroso (1983), Boland et al. (1984), já indicavam o uso da madeira de eucalipto para a produção de assoalhos, tanto para usos residenciais, quanto industriais. Trabalhos mais recentes, desenvolvidos por Gonzalez et al. (2006) destacaram o potencial do *Eucalyptus cloeziana* para a fabricação de pisos.

Características como dimensões, espécies, acabamento superficial e presença ou ausência de encaixes laterais, fornecem nomenclaturas diferentes para os pisos. Eles podem ser laminados, engenheirados ou maciços. Dentro da categoria de pisos maciços existe outra classificação; podendo ser dividida entre decks, os quais são utilizados em ambientes externos e flooring, utilizados em ambientes internos. As características de cada um devem ser observadas na escolha do piso ideal (ANPM, 2018) e, da matéria-prima (madeira) para a sua produção.

TRATAMENTO TÉRMICO E SUA INFLUÊNCIA NAS CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA PARA A PRODUÇÃO DE PISOS

A modificação térmica é o processo em que a madeira é submetida a altas temperaturas, as quais são inferiores a sua combustão e variam entre 100 e 250 °C, provocando o início da degradação de seus constituintes químicos fundamentais, principalmente das hemiceluloses que são as mais sensíveis à ação do calor e, geralmente

ocorre na ausência de oxigênio ou na deficiência de ar (BORGES; QUIRINO, 2004; BRITO et al., 2006). Como resultado desse processo, tem-se um produto sólido, com características distintas do original. Algumas dessas características são viáveis para diversificar as aplicações da madeira, principalmente, quando exposta às intempéries, como no caso dos decks.

A finalidade do tratamento térmico é melhorar as propriedades da madeira, somente com a ação do calor, causando alterações químicas, físicas e mecânicas. Essas alterações podem variar de acordo com a temperatura e taxa de aquecimento. As propriedades físicas, químicas e mecânicas devem ser avaliadas para cada espécie e para cada programa de tratamento térmico, visando o aproveitamento do potencial máximo do material. Dessa forma, o tratamento térmico pode variar desde a secagem até a gaseificação, com eliminação e formação de diversas substâncias por meio de reações simples e outras mais complexas (RODRIGUES, 2009).

É importante lembrar que o aquecimento não é o único responsável pelas mudanças ocorridas na madeira. Há outros fatores adicionais que contribuem para o processo, como a velocidade de aquecimento, tempo de tratamento, pressão, atmosfera e a espécie florestal empregada. Nessas condições, são gerados produtos que possuem características distintas da madeira original. Assim, é possível administrar a interação desses fatores de forma a atender ao objetivo específico do processo (BRITO et al., 2006).

Sejam para madeiras de reflorestamento ou nativas, os benefícios do tratamento térmico são diversos e comprovados por pesquisas científicas, podendo observar alterações no aumento na estabilidade dimensional e a resistência contra intempéries, causadas pela melhoria nas propriedades de molhabilidade, dureza superficial e ligação com adesivos. Reduz o teor da umidade de equilíbrio e melhora a propriedade de inchamento. A redução da variação dimensional agrega valor ao produto comercializado, permitindo a utilização de espécies antes descartadas. A madeira adquire uma coloração levemente escurecida, visualmente atrativa. Portanto, o tratamento térmico possibilita a obtenção de produtos com maior qualidade e valor agregado, como é o caso dos decks de madeira (BORGES; QUIRINO, 2004; MOURA; BRITO, et al., 2006).

Para a produção de pisos, o tratamento térmico, dependendo da temperatura utilizada, pode proporcionar benefícios como o aumento da densidade da madeira, tornando viável sua utilização no segmento, com alteração na sua cor original (QUIRINO, 2003). Além disso, já se constatou que esse mesmo tratamento aumenta a resistência a

fungos xilófagos, o que é um ponto positivo quando se pretende a utilização em ambientes externos.

INFLUÊNCIA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS

A modificação térmica influencia nessas propriedades à medida que ocasiona a diminuição da umidade de equilíbrio e, conseqüentemente, diminui a higroscopicidade da madeira tratada. O conhecimento de propriedades físicas associadas à higroscopicidade de espécies do gênero *Eucalyptus* não está consolidado; no entanto, um incremento nessas propriedades é de interesse para expandir a gama de possibilidades mercadológicas dessas madeiras (DELUCIS et al., 2014).

Ao avaliarem os efeitos da modificação térmica nas propriedades físicas da madeira de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus saligna*, com 40 anos de idade, Menezes et al. (2014) constataram alterações benéficas na umidade de equilíbrio da madeira de ambas as espécies. As maiores reduções da umidade de equilíbrio foram observadas para as maiores temperaturas. Os autores concluíram que os resultados evidenciam o efeito positivo do tratamento térmico nas propriedades físicas e, conseqüentemente, na estabilidade dimensional da madeira. Tal afirmação reforça a importância dessa característica para usos em móveis, decks e laminados (DIAS JÚNIOR et al., 2015).

Espécies produtoras de madeiras nativas, geralmente possuem densidade elevada, em comparação com algumas espécies de eucalipto. E isso pode ser considerado um ponto positivo em relação às madeiras de reflorestamento, pois para a produção de pisos, é necessário um material com densidade variando de moderada a alta e dureza satisfatória. No entanto, o processo de modificação térmica promove redução da densidade aparente e da higroscopicidade da madeira, e conseqüentemente, da retratibilidade. Alguns autores notaram reduções de 2 a 6% na densidade de madeiras de *Eucalyptus grandis* submetidas a temperatura de 160°C, além de redução na higroscopicidade, o que resultou em diminuição na contração e inchamento da mesma (BATISTA, 2012; CALONEGO; SEVERO; BALLARIN, 2012).

Para a avaliação do tratamento térmico em madeiras de espécies florestais da Amazônia, como o ipê (*Tabebuia* sp.) e roxinho (*Peltogyne* sp.), Santana (2017) constatou em sua pesquisa que houve perda de massa em todas as espécies estudadas. Dentre as

espécies que apresentaram os menores valores percentuais, está o roxinho, espécie comumente empregada na fabricação de pisos, com 12,26% de perda de massa. Essa diminuição na perda de massa ocorre devido a degradação de seus principais constituintes químicos como a celulose, hemicelulose e lignina.

A hemicelulose é o componente mais hidrófilo da madeira e também o que é mais influenciado pela degradação causada pelo tratamento térmico. A alteração desse constituinte promove a estabilidade dimensional da madeira. Uma vez que reduz a capacidade de troca de água da madeira com o meio. A menor variação dimensional da peça agrega valor ao produto comercializado, permitindo utilização de madeiras antes descartadas, além de permitir a obtenção de um produto com maior qualidade (BORGES; QUIRINO, 2004).

As propriedades mecânicas da madeira tratada termicamente foram estudadas por Huller et al. (2017), cujo objetivo foi avaliar o efeito do tratamento térmico nas propriedades físicas e na resistência mecânica de *Eucalyptus cloeziana*. Foi constatado que a resistência máxima ao impacto foi influenciada pela temperatura, havendo decréscimo dos valores com o aumento da mesma. Os tratamentos térmicos apresentaram alterações nas propriedades físicas e mecânicas da madeira em todos os ensaios avaliados. Quanto maior a temperatura utilizada, menor a resistência mecânica da madeira e maior a sua fragilidade.

Uma das principais limitações da madeira tratada termicamente é a diminuição da resistência mecânica, tornando a mesma inadequada para a maioria das aplicações estruturais (ESTEVES; PEREIRA 2009). A utilização de tratamentos térmicos prolongados produz um menor efeito no módulo de elasticidade (MOE) e maior nas resistências à flexão estática (MOR) e ao impacto (UNSAI et al., 2003).

O tratamento térmico promoveu aumento na resistência máxima à compressão paralela e no impacto; e diminuição no módulo de ruptura e dureza (tangencial e radial) da madeira de *Eucalyptus grandis*, com 25 anos (MODES et al., 2017). Para as espécies *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* foi observada redução da higroscopicidade e da resistência mecânica, enquanto a massa específica básica não foi alterada pelo processo. Resultados satisfatórios de redução da molhabilidade foram observados para as temperaturas mais baixas, e a estabilidade dimensional aumentou em função da temperatura, tendo a maior perda de resistência mecânica obtida com o tratamento a 240 °C para as duas espécies avaliadas (CADEMARTORI et al., 2015).

Os efeitos atribuídos ao tratamento térmico de madeiras nativas ou providas de reflorestamentos são dependentes de fatores como temperatura, duração do tratamento e pelas modificações ocorridas pelos polímeros constituintes da madeira, os quais influenciam na intensidade das alterações de sua estrutura interna, promovendo a perda de resistência mecânica, em consequência de temperaturas elevadas. Para Poncsak et al. (2006), os parâmetros do tratamento precisam ser otimizados para manter essa perda em um nível mínimo, enquanto melhoram as propriedades físicas e biológicas.

DISPONIBILIDADE E RESISTÊNCIA BIOLÓGICA A AGENTES DETERIORADORES

A baixa diversidade de madeiras utilizadas para a produção de pisos é vista como um fator limitante para o setor, pois apesar do vasto número de espécies tropicais utilizadas no mercado brasileiro, poucas são direcionadas para pisos. Na construção civil, o consumo desse produto aumenta a cada ano e a matéria-prima usada em sua produção ainda é proveniente de florestas nativas, em especial da Amazônia. Além disso, o elevado custo dessas madeiras e a falta de padronização dificultam sua utilização no mercado (SANTOS; LIMA; SILVA, 2010).

Em decorrência da exploração desordenada de espécies tropicais nativas, madeiras provenientes de reflorestamento, principalmente aquelas do gênero *Eucalyptus*, vêm sendo utilizadas com o intuito de suprir a demanda. Porém, algumas propriedades dessas madeiras necessitam ser melhoradas; assim, sugeriram os tratamentos térmicos, que podem agregar qualidades a fim de atenderem ao mercado.

A seleção da madeira é a principal característica para um deck, já que sua qualidade está relacionada com a matéria-prima empregada. Na escolha do melhor material, é importante observar a disponibilidade para manutenção e o local em que será aplicado. A umidade também deve ser levada em consideração, pois como o deck está sujeito à ação de chuvas, deve haver uma boa drenagem da água para evitar o acúmulo e deterioração da estrutura (ANDERSON; HEEBINK; OVIATT, 1972).

Segundo Falk e Williams (1996), a durabilidade de um deck de madeira é bem variável e depende da espécie escolhida, que na maioria das vezes, madeiras nativas possuem melhores características para o projeto em relação às madeiras de reflorestamento; e da periodicidade de manutenção do mesmo. Dessa forma, podem durar décadas, sem haver

alteração na sua estrutura. A manutenção não necessita de grandes reparos, o que torna um ponto positivo para utilização do piso. Aplicações de produtos de acabamento, de preferência do tipo stains, devem ser realizadas regularmente para impedir a umidade excessiva e o desgaste por agentes externos.

Por serem destinados ao uso em ambientes externos, os decks estão susceptíveis às intempéries e não existe necessidade de controle rigoroso de umidade. Por isso, deve ser constituído de material resistente ao apodrecimento e danos causados por organismos xilófagos. A manutenção desse tipo de piso deve ser realizada anualmente para conservar suas características e evitar o desgaste, o que pode torná-lo oneroso, pois requer vedação, pintura, lixamento, além da substituição periódica de tábuas danificadas (GUIMARÃES et al., 2018).

A presença de alguns constituintes da madeira, como os extrativos, com teores elevados em espécies tropicais, é responsáveis pela coloração, cheiro, gosto e a resistência ao apodrecimento. O teor de lignina interfere na densidade da madeira, e conseqüentemente na densidade do deck produzido, o que torna a madeira proveniente de espécies nativas desejável para a sua produção.

O teor de cinzas também pode ser motivo de influência nas propriedades tecnológicas da madeira para a produção de pisos, visto que, segundo Paes et al. (2013), teores elevados de cinzas reduzem o ataque dos cupins na madeira, danificando suas mandíbulas e conseqüentemente reduzindo seu potencial de ataque.

Quando a madeira é modificada termicamente, sua resistência ao ataque de fungos também aumenta, devido degradação das hemiceluloses e redução na higroscopicidade, a modificação química dos polissacarídeos e lignina; o que promove a inibição enzimática degradativa (BELLON et al., 2014). Paes et al. (2007) relata que a maior ou menor suscetibilidade da madeira à deterioração irá depender das condições ambientais.

De modo geral, as madeiras naturalmente duráveis, como as espécies nativas comumente utilizadas e de procedência certificada, ou as proveniente de reflorestamento (pinus e eucalipto), quando devidamente tratadas de acordo com os padrões técnicos, cujas tábuas sejam obtidas por meio de um desdobro bem realizado, durarão mais e com um mínimo de manutenção (LEPAGE, 2013).

PRINCIPAIS ENSAIOS DE ENVELHECIMENTO ACELERADO PARA AVALIAR A INFLUÊNCIA DAS INTEMPÉRIES NA QUALIDADE DA MADEIRA PARA DECKS

A madeira é um material de origem orgânica que pode ser modificada pela ação do intemperismo (ação combinada dos raios solares, chuva ou umidade e ventos). Assim, ao ser exposta às condições extremas, algumas propriedades da madeira são alteradas, como a cor e textura. Essas mudanças ocorrem por causa da ação dos raios ultravioletas (UV), que provocam tanto a fotodegradação quanto a fotodescoloração da madeira, diminuindo sua vida útil (SUDIYANI et al., 1999). A exposição desse material não tratado em ambientes suscetíveis à deterioração deve-se ao desconhecimento dos tipos de tratamentos superficiais existentes ou até mesmo por livre escolha do consumidor final (CADEMARTORI; MISSIO; MATTOS, 2015).

O intemperismo atua somente na superfície da madeira, pois, após as primeiras reações, é formada uma pequena camada que protegerá as inferiores e os outros constituintes químicos, entretanto, acarreta em um problema para os consumidores e para os tecnólogos, pois interfere no comportamento dos produtos aplicados na mesma (SILVA; PASTORE; PASTORE JÚNIOR, 2004). Há várias formas de prevenir à madeira da fotodegradação, como a aplicação de compostos químicos inorgânicos, de produtos de acabamento, como vernizes, stains e tintas, que apesar de protegerem, podem alterar a característica natural da madeira (GONÇALEZ et al., 2010).

As alterações da cor da madeira se iniciam com a perda de brilho e rugosidade, que ocorre pela ação dos raios UV, em conjunto com a umidade, temperatura e a oxidação (LESAR et al., 2011; ROSU et al., 2010). Estes agentes causam a despolimerização da lignina, que é o constituinte químico da parede celular mais propício às intempéries, sobretudo dos raios UV (QIAN et al., 2017). Como as coníferas normalmente possuem teores maiores de lignina, as madeiras de folhosas são consideradas mais resistentes à mudança de cor (MITSUI; TSUCHIKAWA, 2005).

Para reduzir o período de duração e os custos dos testes em campo, para a avaliação do envelhecimento acelerado, foram desenvolvidos ensaios laboratoriais que simulam o intemperismo e permitem estimar e comparar a durabilidade natural das madeiras de diversas espécies (OLIVEIRA et al., 1986).

Os ensaios de envelhecimento acelerado são realizados em câmaras que possuem uma atmosfera controlada, com radiação UV, temperatura e umidade. A simulação é realizada com a alternância de fenômenos, como luz solar, chuva e orvalho. Os efeitos provocados nos materiais são similares aos que ocorrem com o intemperismo natural. Esses testes são realizados quando se pretende conhecer a resposta das madeiras submetidas a envelhecimento, em um curto tempo (AYADI, 2003).

Na literatura, trabalhos com a aplicação da metodologia do envelhecimento acelerado em pisos do tipo deck são escassos ou praticamente não há relatos, por isso, a necessidade de estudos que aprofundem essa área do conhecimento. No geral, estudos que avaliem a qualidade da madeira para a produção de decks encarecem de estudos aprofundados. Dessa forma, serão abordados algumas pesquisas que fizeram uso do método do intemperismo artificial ou envelhecimento acelerado em espécies produtoras de madeira.

Em estudo sobre avaliação das superfícies usinadas da madeira de carvalho vermelho em relação ao desempenho de um revestimento, Ugulino e Hernández (2015) utilizaram a metodologia em que as amostras foram seladas em suas extremidades com parafina para diminuir a troca de umidade durante o tratamento. Em seguida, foram dispostas numa câmara climática de simulação ambiental Cincinnati Sub Zero (WM-906-MP2H-3-SC/CC) e foram submetidas a um tratamento de envelhecimento, que consistia de quatro ciclos de 48h à 15% de UR e 50°C, seguido de 48h a 90% de UR e 50°C. Após envelhecimento, as amostras foram recondicionadas à 20°C e 40% de UR.

O procedimento de simulação de intemperismo descrito no trabalho de Silva, Pastore e Pastore Júnior (2007) foi realizado por meio de ciclos de 10 horas de irradiação UV, seguido por 2 horas de lixiviação e secagem em temperatura ambiente, com média de três dias e tempo total de irradiação foi 2.000 horas e o de lixiviação foi 400 horas. Os autores concluíram que o procedimento foi adequado para monitorar o processo de fotodegradação das madeiras por 2.000 horas, em função da variação de cor ocasionada pela decomposição da lignina e dos extrativos.

Para a avaliação do efeito do envelhecimento acelerado nas propriedades colorimétricas da madeira de angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*), Teles e Costa (2014) utilizaram uma câmara de teste de radiação UV/condensação que simula os efeitos de degradação na superfície de produtos causados pela luz solar, chuva e orvalho, modelo QUV/Spray. Os materiais foram expostos em ciclos alternados de radiação, umidade e

temperatura. Os autores ressaltam que, nas primeiras 24 horas de exposição houve o escurecimento, com diminuição da luminosidade nos parâmetros de cor da madeira.

Soares et al. (2018) analisaram a resistência ao intemperismo artificial de revestimentos aplicados nas madeiras de duas *Eucalyptus grandis* e *Tetrorchidium rubrivenium* em uma câmara de intemperismo artificial, com radiação luminosa de $1,35\text{W}/\text{m}^2/\text{nm}$. Cada ciclo simulado pela câmara representou os efeitos de degradação causados pela luz solar, chuva e orvalho na superfície das amostras. Foram realizados 40 ciclos, com duração de 12 h cada, totalizando 480 h de exposição. Segundo os autores, os diferentes revestimentos aplicados na superfície das madeiras alteraram suas colorações naturais, tornando-as opacas.

Para simular o efeito da radiação ultravioleta na superfície da madeira de *Eucalyptus benthamii* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Martins et al. (2011) utilizaram um reator fotoquímico Rayonet com 12 lâmpadas UV, cada uma com 8 W, que emitem radiação no comprimento de onda de 350 nanômetros. As amostras foram fixadas em um carrossel, de forma que as faces analisadas ficaram expostas a aproximadamente dois centímetros de distância das lâmpadas. Essa técnica permitiu simular uma avaliação da alteração da cor da madeira quando expostas em um ambiente natural.

Portanto, o envelhecimento acelerado é uma técnica eficiente, que simula as condições de intemperismo em ambiente controlado, usada como medida de controle de qualidade em diversos processos de fabricação e análise de materiais. Além disso, permite obter informações como a resistência a corrosão, a durabilidade e a estabilidade à luz, as mudanças na cor, perda de brilho (Q-LAB, 2021).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA E SUAS INFLUÊNCIAS NA ESCOLHA DE UMA ESPÉCIE FLORESTAL PARA PRODUÇÃO DE PISOS DE MADEIRA

A madeira é constituída por células que desempenham diferentes funções na planta e que a torna um material complexo. Por apresentar diversidade nas suas características de resistência mecânica, cor e textura; o uso da madeira em pisos é agradável pela aparência estética e sensação de conforto. Entretanto, por ser de origem biológica, pode apresentar comportamentos indesejados, destacando-se a necessidade de se conhecer o material e

utilizar processos e procedimentos adequados para se obter o melhor desempenho dos produtos e a satisfação dos usuários (ANDRADE, 2015).

A seleção da madeira é a principal característica para um deck, já que sua qualidade está relacionada com a matéria-prima empregada. Na escolha do melhor material, é importante observar a disponibilidade para manutenção e o local em que será aplicado. A umidade da madeira também deve ser levada em consideração, pois como o deck está sujeito à ação de chuvas, deve haver uma boa drenagem da água para evitar o acúmulo e deterioração da estrutura (ANDERSON; HEEBINK; OVIATT, 1972).

Para selecionar uma espécie como adequada à fabricação de pisos de madeira, devem ser observadas, principalmente, as propriedades físico-mecânicas como massa específica, dureza e retratibilidade. Adicionalmente, a escolha do piso de madeira pelo comprador está relacionada com aspectos estéticos (cor, textura, brilho) e as tendências da moda e do mercado.

A massa específica é uma das propriedades físicas mais importantes quando se deseja a produção de decks, pois ela tem influência considerável em outras propriedades. Ela é definida como sendo a medida da quantidade de material da parede celular presente em uma unidade de volume. De acordo com o tipo de material selecionado para a produção de um piso de madeira, pode ocorrer variações dessa característica, dentro da mesma espécie e dentro da mesma árvore. Essa variação pode ser afetada por fatores como a herança genética, condições fisiológicas e fatores do meio (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980).

A madeira destinada à produção de pisos deve possuir densidade variando de moderada a alta e dureza satisfatória. Além disso, propriedades tecnológicas como a retratibilidade e a durabilidade natural devem ser levadas em consideração para a fabricação desse produto. Como se sabe, a massa específica está ligada à sua umidade devido às variações em massa e volume. Portanto, para a determinação da massa específica, é importante conhecer a retratibilidade volumétrica da madeira (TRIANOSKI et al., 2013).

A retratibilidade da madeira é outra característica importante para a produção de decks, visto que a madeira por ser um material higroscópico, sofre alterações dimensionais quando variam a umidade relativa e a temperatura do ambiente, contraindo-se ou expandindo-se, quando perde ou ganha umidade. Essas alterações dimensionais somente ocorrem quando as variações na umidade da madeira ocorrem abaixo da umidade de saturação das fibras (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980).

Os decks de madeira são constantemente pisoteados e necessitam resistir à deformação. Nesse sentido, o estudo da dureza contribui com informações relevantes para a sua adequada utilização. A dureza é definida como a resistência requerida para um corpo sólido penetrar em outro por meio de esforço. Segundo Kretschmann (2010) e Moreschi (2012), madeiras pesadas são mais resistentes e possuem maior elasticidade e dureza, entretanto são também de trabalhabilidade mais difícil. Para a fabricação de pisos são utilizadas madeiras de média a alta densidade e dureza e com fácil usinagem.

Quanto às características químicas, alguns extrativos são responsáveis pela coloração, cheiro, gosto e a resistência ao apodrecimento. Existem alguns extrativos que interferem na utilização e qualidade da madeira, variando entre as espécies, dentro da mesma espécie e no próprio indivíduo (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980). É importante destacar que o teor de lignina interfere na densidade da madeira, e conseqüentemente na densidade do deck produzido, o que torna uma característica desejável para a sua produção.

O teor de cinzas também pode ser motivo de influência nas propriedades tecnológicas da madeira para a produção de pisos, visto que, segundo Paes et al. (2013), teores elevados de cinzas reduzem o ataque dos cupins na madeira, danificando suas mandíbulas e conseqüentemente reduzindo seu potencial de ataque.

CONCLUSÕES

Para a correta utilização da madeira na produção de decks, é necessário que se conheçam as suas propriedades tecnológicas. As combinações das características físicas, químicas e mecânicas; bem como as propriedades anatômicas e estéticas, determinam a qualidade da madeira para esta finalidade.

A modificação térmica pode promover melhores mudanças na resistência ao envelhecimento acelerado, uniformidade da cor e nas propriedades químicas, físicas e mecânicas da madeira, permitindo sua utilização em pisos de baixa circulação, como em decks.

O estudo contribui com dados relevantes para o seu uso e durabilidade, visto que esse tipo de piso é muito empregado em locais abertos, expostos às intempéries ambientais. É necessário conhecer o comportamento do material frente às mudanças do ambiente em

que o mesmo se encontra. Um requisito necessário para saber se determinada espécie de madeira é apropriada para um tipo de uso, é conhecer as suas características.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. O.; HEEBINK T. B.; OVIATT, A. E. **Construction guides for exposed wood decks**. Washington: Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 1972. 78p. (Agriculture Handbook, 432).

ANDRADE, A. **Guia básico para instalação de pisos de madeira**. 2. ed. Piracicaba: ANPM, 2015. 104 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE PISOS DE MADEIRA - ANPM. **Identificação de madeira para piso**. Piracicaba, 2008. Disponível em: <<http://anpm.org.br/publicacoes/>>. Acesso em 01 fev. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE PISOS DE MADEIRA - ANPM. **Pisos de madeira - características de espécies brasileiras**. Piracicaba, 2018. Disponível em: <<http://anpm.org.br/publicacoes/>>. Acesso em 02 fev. 2023.

AYADI, N. et al. Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. **Holz als Roh-Und Werkstoff**, v. 61, n. 3, p. 221-226, 2003.

BARROSO, A. B. **Silvicultura especial de arboles maderables tropicales**. Cuba: Editorial Técnico Científico, 1983. 427p.

BATISTA, D.C. **Modificação térmica da madeira de *Eucalyptus grandis* em escala industrial pelo processo brasileiro VAP HolzSysteme®**. 2012. 339 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BELLON, K. R. R. et al. The effect of the thermal modification temperature in the resistance to the parallel compression of fiber for *Eucalyptus grandis*, *Pinus taeda* and *Tectona grandis* wood. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 8, n. 18, p. 512-520, 2014.

BOLAND D. J. et al. **Forest trees of Australia**. 5. ed. Melbourne: CSIRO Publishing, 2006. 768 p.

BORGES, L. M.; QUIRINO, W. F. Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* tratado termicamente. **Biomassa & Energia**, v.1, n.2, p.173-182, 2004.

BRITO, J. O. et al. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, submetida a diferentes temperaturas de termorreificação. *Cerne*, v. 12, n. 2, p. 182-188, 2006.

CADEMARTORI, P. H. G. de et al. Effect of thermal treatments on technological properties of wood from two *Eucalyptus* species. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 87, n. 1, p. 471-481, 2015.

CADEMARTORI, P. H. G.; MISSIO, A. L.; MATTOS, B. D. Natural weathering performance of three fast-growing eucalypt woods. *Maderas. Ciencia y Tecnologia*, v.17, n.4, p.799-808, 2015.

CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D.; BALLARIN, A. W. Physical and mechanical properties of thermally modified wood from *E. grandis*. *European Journal of Wood and Wood Products*, Berlin, v.70, n.4, p.453-460, 2012.

DELUCIS, R. A. et al. Propriedades físicas da madeira termorreificada de quatro folhosas. *Floresta e Ambiente*, v. 21, n. 1, p. 99-107, 2014.

DIAS JÚNIOR, A. F. et al. Propriedades físicas e acabamento superficial da madeira de eucalipto termicamente tratada. *Ciências Agrárias*, v. 58, n. 3, p. 270-276, 2015.

ESTEVES, B. M.; PEREIRA, H. M. Wood modification by heat treatment: a review. *BioResources*, v. 4, n. 1, p. 370-404, 2008.

FALK, B.; WILLIAMS, S. **Details for a lasting deck**: Government scientists study outdoor structures and report on which details, fasteners and finishes hold up best. 1996. p. 62-81. Disponível em: <<https://bit.ly/2lq4FZH>>. Acesso em: 01 fev. 2023.

GONÇALEZ, J. C. et al. Características tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis* e *E. cloeziana* visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. *Ciência Florestal*, v. 16, n. 3, p. 329-341, 2006.

GONÇALEZ, J. C. et al. Efeito da radiação ultravioleta na cor de madeira de Freijó (*Cordia goeldiana* Huber) após receber produtos de acabamentos. *Ciência Florestal*, v. 20, n. 4, p. 657-644, 2010.

GUIMARÃES, C. C. S. et al. Madeira biosintética /plástica /sustentável. *Caderno de Graduação Ciências Exatas e Tecnológicas*, v. 4, n. 3, p. 21-29, 2018.

HULLER, L. A. S. et al. Modificação térmica e propriedades tecnológicas da madeira de *Eucalyptus cloeziana*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 37, n. 90, p. 183-188, 2017.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório IBÁ 2017**. Brasília: 80p. Disponível em:< <https://bit.ly/2gMxFwr>>. Acesso em: 02 fev 2023.

KRETSCHMANN, D. E. Mechanical properties of wood. In: FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook: wood as an engineering material**. Madison: Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, p. 5-46, 2010.

LEPAGE, E. **Deck de madeira maciça versus compósito madeira-plástico**. 2013. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/a/deck-de-madeira-macica-versus-composito-madeiraplastico_6825>. Acesso em: 12 jan. 2023.

LESAR, B. et al. Wax treatment of wood slows photodegradation. **Polymer Degradation and Stability**, v. 96, n. 7, p.1271-1278, 2011.

MARTINS, S. A. et al. Efeito da usinagem na rugosidade da superfície da madeira de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 135-143, 2011.

MENEZES, M. W. et al. Modificação térmica nas propriedades físicas da madeira. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 1019-1024, 2014.

MITSUI, K.; TSUCHIKAWA, S. Low atmospheric temperature dependence on photodegradation of wood. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 81, n. 2, p. 84-88, 2005.

MODES, K. S. et al. Efeito da termorretificação nas propriedades mecânicas das madeiras de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 291-302, 2017.

MORESCHI, J. C. **Propriedades tecnológicas da madeira**. 4. ed. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR, 2012.

MOURA, L. F.; BRITO, J. O. Efeito do termorretificação sobre as propriedades colorimétricas das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribea* var. *hondurensis*. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 89, p. 69-76, mar, 2011.

OLIVEIRA, A. M. F. et al. Agentes destruidores da madeira. In: Lepage, E.S. **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v. 1, p. 99-278.

PAES, J. B. et al. Características físico-química, energética e dimensões das fibras de três espécies florestais do semiárido brasileiro. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 550-555, 2013.

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

PAES, J.B. et al. Resistência natural de madeiras a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 47, p. 199-210, 2007.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4 ed. New York: McGraw-Will, 1980. 722 p.

POLZL, W. B.; SILVA, J. C. G. L. Análise do mercado de pisos de madeira laminada na cidade de Curitiba (marketing de vendas ao consumidor final). **FLORESTA**, v. 31, n. 1, p 5-14. 2001.

PONCSAK, S. et al. Effect of high temperature treatment on the mechanical properties of birch (*Betula papyrifera*). **Wood Science and Technology**, v. 1, n. 40, p. 647-663, 2006.

QIAN, Y. et al. Fabrication of uniform lignin colloidal spheres for developing natural broad-spectrum sunscreens with high sun protection factor. **Industrial Crops and Products**, v.101, p. 54-60, 2017.

Q-LAB. **QUV accelerated weathering tester**. Disponível em: <<https://www.qlab.com/pt-br/products/quv-weathering-tester/quv/>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

QUIRINO, W. F. **Utilização energética de resíduos vegetais**. Brasília: LPF/BAMA, 2003. 35 p.

RODRIGUES, T. O. **Efeitos da torrefação no condicionamento de biomassa para fins energéticos**. 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) -Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ROSU, D. et al. FTIR and color change of the modified wood as a result of artificial light irradiation. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 99, n. 3, p.144-149, 2010.

SANTANA, R. B. **Processo de termorretificação em espécies florestais da Amazônia**. 2016. 34 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

SANTOS, I. S.; LIMA, J. T; SILVA, J. R. M. Avaliação de pisos produzidos a partir de toras de clones de *Eucalyptus* sp. com pequenos diâmetros. **Cerne**, v. 16, n. 4, p.

SILVA, J. C.; XAVIER, B. A.; **Eucalipto: manual prático do fazendeiro florestal, produzindo madeira com qualidade**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 65 p.

SILVA, J. O.; PASTORE, T. C. M.; PASTORE JÚNIOR, F. Resistência ao intemperismo artificial de cinco madeiras tropicais e de dois produtos de acabamento. **Ciência Florestal**, v.17, n.1, p.17-23, 2007.

SOARES, A. K. et al. Intemperismo artificial de quatro revestimentos aplicados em madeiras de duas espécies florestais. **Nativa**, v. 6, n. 3, p. 313-320, 2018.

STACKPOLE, D. J. et al. Genetic variation in the chemical components of *Eucalyptus globulus* wood. **G3: Genes, Genomes, Genetics**, v. 1, n. 2, p. 151-159, 2011.

SUDIYANI, Y. et al. Chemical characteristics of surfaces of hardwood and softwood deteriorated by weathering. **Journal of Wood Science**, v. 45, n. 4, p. 348-353, 1999.

TELES, R. F.; COSTA, A. F. Influência do intemperismo acelerado nas propriedades colorimétricas da madeira de angelim pedra. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 65-70, 2014.

TRIANOSKI, R. et al. Avaliação da estabilidade dimensional de espécies de Pinus tropicais. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 398-406, 2013.

UGULINO, B.; HERNÁNDEZ, R. E. Avaliação das superfícies usinadas da madeira de carvalho vermelho em relação ao desempenho de um revestimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA. 2., 2015, Belo Horizonte. **Anais eletônicos...** Belo Horizonte: UFMG, 2015. Disponível em: < <https://bit.ly/2KhGS0f>>. Acesso em: 21 jan 2023.

UNSAI, O. et al. The effect of heat treatment on some properties and colour in eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) wood. **Maderas. Ciência y Tecnología**, v. 5, n. 2, p. 145-152, 2003.