

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 11 (2)

April 2018

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=428&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



Aplicação do método de moiré em madeiras utilizadas em construções rurais

Application of the moire method used in timber construction rural

J. B. Jesus¹, S. Rodrigues², R. R. Valença Junior²

¹ Universidade Federal de Rio Grande do Sul

² Universidade Federal de Sergipe

Author for correspondence: janisson-batista-de-jesus@hotmail.com

Resumo. A madeira é um dos materiais mais utilizados nos diversos ramos da sociedade, sendo considerado um importante elemento estrutural no setor da construção. Por isso, é essencial o estudo de suas respostas perante as características físicas e mecânicas das espécies florestais para esse uso, bem como analisar novas técnicas para obter esses dados. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi utilizar a técnica interferométrica de *Moiré* para detectar os pontos de maior tensão em peças de madeira de maçaranduba (*Manilkara sp.*) e canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breyn) utilizadas na construção civil ligadas por parafusos metálicos e por pregos, visando identificar os pontos de deformação na madeira submetidas as diferentes tensões. As análises de resistência da madeira à compressão no sentido transversal à fibras indicaram que a espécie maçaranduba (*Manilkara sp.*) é a mais resistente, seja com o conector parafuso ou o conector prego nas cargas de 1 e 2 ton, uma vez que apresentou coloração escura em resposta à análise óptica. Portanto, o uso da Técnica de *Moiré* foi capaz de detectar as variações na superfície das peças de madeira estudadas submetidas às diferentes forças de compressão por meio dos seus fenômenos ópticos envolvidos, tornando-se uma potencial ferramenta no estudo de pequenas estruturas de madeira.

Palavras-chaves: metrologia óptica, fibras, resistência, compressão.

Abstract. The wood is one of the materials most used in various fields of society and is considered an important structural element in the construction sector. Therefore, it is essential to study their responses about the physical and mechanical characteristics of the forest species for this use, and analyze new techniques to get this data. Thus, the aim of this study was to use the interferometric technique of *Moiré* to detect the points of greatest tension in pieces of wood of maçaranduba (*Manilkara sp.*) and canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breyn) used in construction connected by metal screws and nails, to identify the strain points in wood subjected to different tension. Analysis of resistance to compression the of woods in the transverse direction to the fibers indicated that the maçaranduba specie (*Manilkara sp.*) is the strongest, either with screw connector or nail connector of loads 1 and 2 ton, since presented dark color in response to optical analysis. Therefore, the use of the moire technique was capable of detecting changes on the surface of the wood studied subject to different compression forces by means of its optical phenomena involved, making it a potential tool in the study of small wooden structures.

Keywords: optical metrology, fiber, resistance, compression.

Introdução

Atualmente, com a grande demanda de materiais alternativos focando a sustentabilidade, a madeira vem ganhando grande espaço nesse segmento de mercado, uma vez que pode ser utilizada para os mais diversos fins (Souza et al., 2013), sendo cada vez mais requisitado como material de construção a medida que o setor se expande (Terezo et al., 2015).

Como o desenvolvimento tecnológico no uso da madeira como material estrutural cresceu substancialmente nas últimas décadas, aumentou também a sua utilização para diversos fins, além de

favorecer o surgimento de novos produtos e subprodutos a base de madeira (Beltrame et al., 2010).

Segundo Almeida et al. (2013), antes da madeira ser empregada na construção civil como elemento estrutural, é imprescindível a classificação e caracterização das suas propriedades físicas e mecânicas, que são as principais propriedades da madeira a serem levadas em conta quando utilizada em estruturas.

Como a madeira é um dos principais materiais utilizados na confecção de estruturas e elementos estruturais e também por ser um material

ortotrópico e heteronêneo, o projeto de estruturas de madeira requer o conhecimento de algumas variáveis, como do valor de força máxima (resistência) obtida da experimentação, uma vez que é essencial a realização de testes nas peças para garantir a confiabilidade quanto ao uso desse material (Christoforo et al., 2013a).

Avaliar a capacidade da madeira em resistir a impactos contribui para o conhecimento da qualidade e a destinação futura de uso desse material, como também poder destinar as espécies mais indicadas para cada aplicação (Souza et al., 2013). Dentre as propriedades da madeira, as propriedades mecânicas são as características mais importantes a serem analisadas num ensaio de caracterização (Terezo et al., 2015).

Neste âmbito, os projetos estruturais são realizados com posse das suas propriedades mecânicas equivalentes, advindas de ensaios experimentais padronizados que visam a quantificar tais variáveis às devidas condições de solicitação mecânica regidos por códigos normativos como a norma Brasileira ABNT NBR 7190:2010 que dão as diretrizes para tais procedimentos laboratoriais (Christoforo et al., 2013b).

Várias técnicas são utilizadas para se realizar estes ensaios, que podem ser divididos em destrutivos e não destrutivos. Entre as não destrutivas aplicáveis à classificação de peças estruturais de madeira, tem-se como exemplo: a classificação visual, do ultrassom, da vibração transversal e da vibração longitudinal (Segundinho et al., 2012). Uma técnica com vasta aplicabilidade e que pode também ser utilizada em testes de madeira é a interferométrica de *Moiré*, que consiste em iluminar o objeto em estudo por meio de uma fonte de luz branca, gerando, dessa forma, uma interferência óptica pela sobreposição da imagem da grade com franjas e sua sombra, sendo capaz de caracterizar a sua perfilometria bem como a fotoelasticidade (Almeida et al., 2008).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi utilizar a técnica interferométrica de *Moiré* para detectar os pontos de maior tensão em peças de madeira de maçaranduba (*Manikara sp.*) e canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breyn) utilizadas na construção civil ligadas por parafusos metálicos e por pregos, visando identificar os pontos de deformação na madeira submetidas as diferentes tensões.

Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Sergipe, sendo escolhidas as espécies maçaranduba (*Manilkara sp.*) e canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breyn), uma vez que essas espécies são largamente empregadas na estrutura de telhados, e em seguida foram confeccionadas as amostras para o ensaio.

As peças de madeira, para ambas as espécies, tinham as dimensões de 3x5x15 cm, montadas em três peças e unidas com parafusos de 5 polegadas. Utilizou-se também pregos de 4,5 polegadas, neste caso foram afixados quatro pregos em três peças de madeira a fim de uni-las. As dimensões e conectores foram utilizados de acordo com a padronização utilizada na comercialização local quanto ao uso da madeira em estruturas no Estado de Sergipe.

Os conjuntos tiveram uma de suas faces pintadas de tinta branca fosca para melhorar o contraste de luz, uma vez que as imagens, registradas com uma câmera fotográfica digital de 12,1 megapixels, foram obtidas em ambiente escuro. Utilizou-se como fonte de luz um projetor Multimídia Epson posicionado num ângulo de 45° em relação às amostras e a grade Ronchi de 0,2 mm de período em frente aos conjuntos amostrais e transversais à máquina fotográfica (Figura 1).

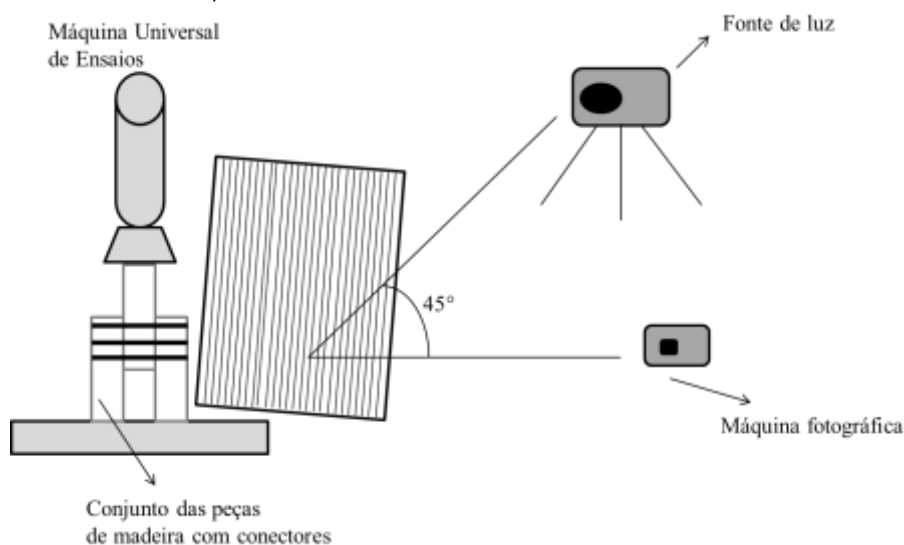


Figura 1: Arranjo experimental de obtenção das imagens das estruturas de madeira.

Inicialmente as peças amostrais foram submetidas a uma carga de 1000 Kg (1 ton.), equivalente a uma deformação de 2 mm, na máquina universal de ensaios, momento em que se obteve a primeira imagem. Em seguida, foi aplicada uma segunda carga de 2000 Kg (2 ton.), equivalente a uma deformação de 4 mm, momento em que se obteve a segunda imagem. Foram realizadas 2 repetições de cada espécie de madeira com cada tipo de conector, totalizando 8 amostras.

As imagens obtidas foram tratadas no software CLARKS LABS IDRISI versão 32.01 (1999) e IMAGE J versão 2010, sobrepondo-se e subtraindo-se a imagem final da inicial de cada amostra analisada e obtendo-se, portanto, as franjas de interferência que representam as variações na superfície do objeto.

Resultados e discussão

Ao analisar as respostas das espécies utilizadas no presente estudo pela técnica de *moiré*, observaram-se respostas diferentes em relação à

resistência das peças tanto entre as espécies como entre os conectores, indicados pela diferença de coloração nas Figuras 2 e 3, onde a tonalidade mais clara representa a região de menor resistência em função da compressão das fibras tanto para a aplicação de 1 ton (1ª imagem) como de 2 ton (2ª imagem).

Para a espécie canela com parafusos (Figura 2), nota-se que na primeira imagem (A), a parte superior da peça apresenta uma cor mais clara em relação ao restante da peça, o que representa que nesta área houve uma maior deformação da peça, observando-se também que próximo aos conectores inferiores a coloração é mais clara indicando também uma maior força aplicada. Na segunda imagem (B), a região superior, incluindo o conector, e a região inferior da peça também na parte dos conectores apresentou coloração mais clara, indicando uma maior deformação sofrida nesta área; apresentando uma região intermediária e basal, onde houve pouca deformação.

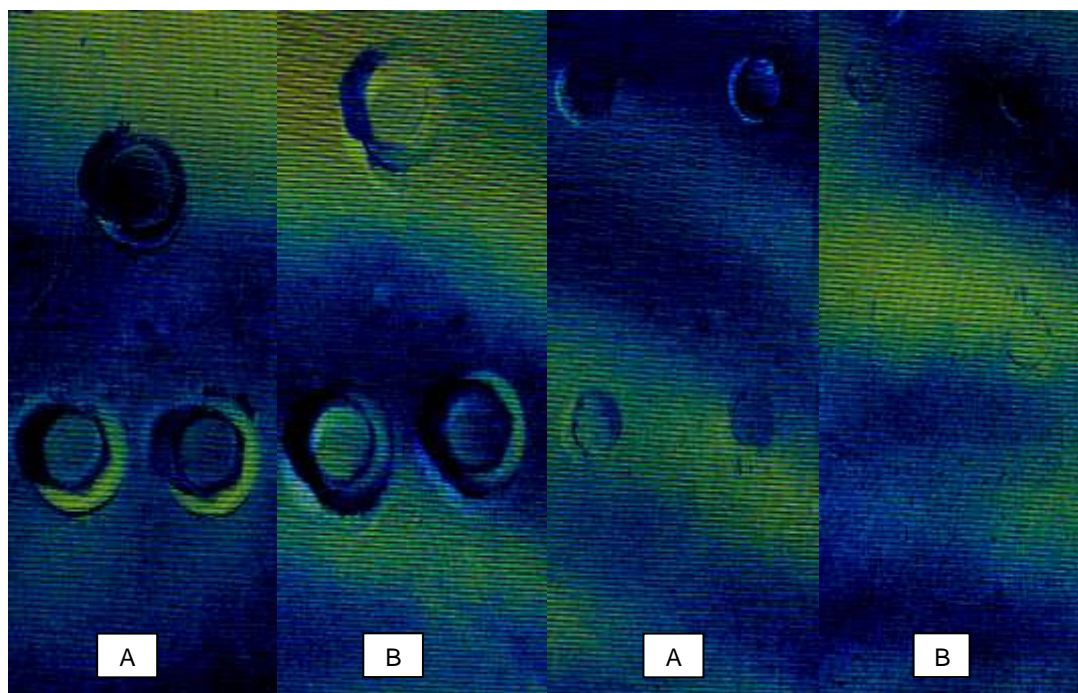


Figura 2: 1ª (A) e 2ª (B) imagem obtida por modelagem matemática da espécie Canela com o conector parafuso e prego, respectivamente.

Quanto ao emprego de pregos, na primeira imagem (A), nota-se que a maior deformação ocorreu na região inferior, incluindo-se os conectores, sendo que na parte superior praticamente não houve deformação, devido à resistência imposta pelos conectores. Na segunda imagem (B), verifica-se que o maior índice de deformação ocorreu na região central da peça, estendendo-se até a parte inferior, observando ainda que ocorreram variações na superfície da própria peça, decorrentes das características da mesma e sua interação com dos demais elementos. A maior resistência ainda se deu na região superior

da peça, principalmente próximo aos pregos assim como visto na aplicação da carga anterior.

Já para a espécie maçaranduba (Figura 3), percebe-se que na primeira imagem (A) usando os parafusos, houve uma elevada deformação em toda a peça, desde a parte superior até a parte inferior, que ficou quase completamente em tons mais claros. Isto se deve às variações que ocorreram dentro e na superfície da peça, a qual mesmo unida por conectores mais resistentes, teve alta deformação. Na segunda imagem (B), nota-se que praticamente não houve deformação, apenas em algumas linhas inclinadas na região central da peça,

com uma alta resistência na região inferior onde não houve deformação, o que é indicado pelos tons mais escuros.

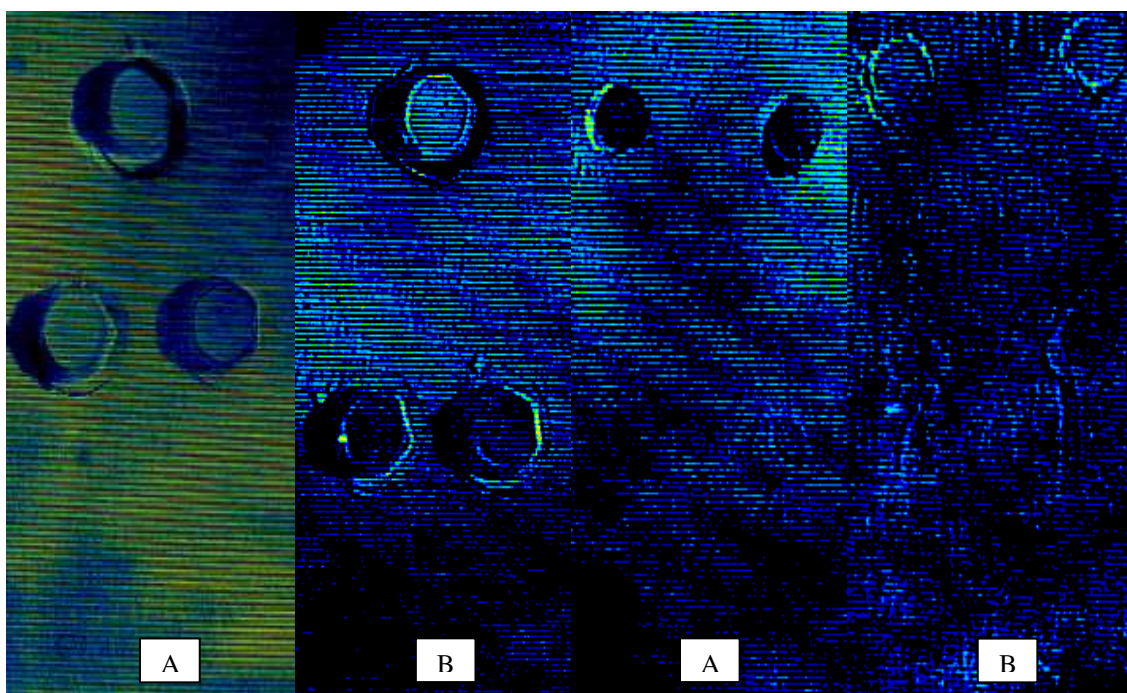


Figura 3: 1ª (A) e 2ª (B) imagem obtida por modelagem matemática da espécie Maçaranduba com o conector parafuso e prego, respectivamente.

De acordo com Santos (2013), as características ligadas ao comportamento físico da madeira são as que mais apresentam influência direta sobre as propriedades mecânicas da mesma, e, segundo Dias Júnior et al. (2013), isto pode variar entre e dentro das próprias espécies dependendo da sua posição na árvore.

Por ser um material heterogêneo, a madeira apresenta variações nas suas composições químicas, físicas e anatômicas, tanto dentro da mesma espécie em função principalmente da idade, fatores genéticos e ambientais, como mais expressivas ainda entre espécies (Silva et al., 2013), podendo todas essas características estarem associadas às diferentes respostas às capacidades de resistência das espécies de canela e maçaranduba, sendo esta, mais resistente quanto a presença de linhas de deformação, propriedade classificada como de uso estrutural na classe de resistência C60 (Rosa et al. (2014).

Quanto ao uso de pregos para a mesma espécie, verifica-se que na primeira imagem (A) houve um pequeno índice de deformação, concentrado na região superior, enquanto que na região inferior, praticamente não houve deformação, indicada pelas cores mais escuras. Na segunda imagem (B), observa-se que não houve deformação em toda a superfície da peça, com poucas regiões apresentando tons mais claros, essencialmente na região superior, ao redor dos conectores, devido às variações ocorridas dentro e na superfície da peça e sua interação com os conectores.

O tratamento das imagens permitiu ainda observar a variação das forças na superfície das

peças de madeira de ambas as espécies para cada conector, notando-se por meio das curvas de nível as zonas onde houve a distribuição da carga aplicada (Figura 4).

Tanto na peça de canela como a de maçaranduba, ambas com parafuso, verifica-se menos curvas de nível ao longo de toda a superfície da peça, com a concentração destas bem na região dos conectores, o que se pode inferir que a força aplicada é retida pelos parafusos.

Em relação aos pregos para ambas as espécies, observa-se que há uma grande distribuição das forças ao longo de toda a peça de madeira, mostrando que toda a superfície está sob compressão e que em qualquer ponto pode haver ruptura. Mesmo assim, nas partes em contato com os conectores, tanto de prego como de parafuso, constata-se uma concentração significativa das curvas de nível, mostrando a importância dos conectores na retenção da força aplicada.

Um fator importante para os resultados observados comparando as espécies e o uso de parafusos e pregos é que o comportamento das estruturas de madeira está diretamente ligado à eficiência das ligações de seus elementos, sendo vários os fatores que podem aumentar a complexidade do estudo das ligações e suas aplicações, como o comportamento anisotrópico e assimétrico da madeira, a grande variedade de espécies e as diversas combinações dos materiais ligantes (Affonso et al., 2008).

Ainda segundo os autores, a natureza e geometria das ligações também induzem a concentração de tensões, causados pela

redistribuição de deslocamentos, deformações e tensões devido à interação com os elementos da

própria madeira, o que pode estar relacionado às respostas verificadas na Figura 4.

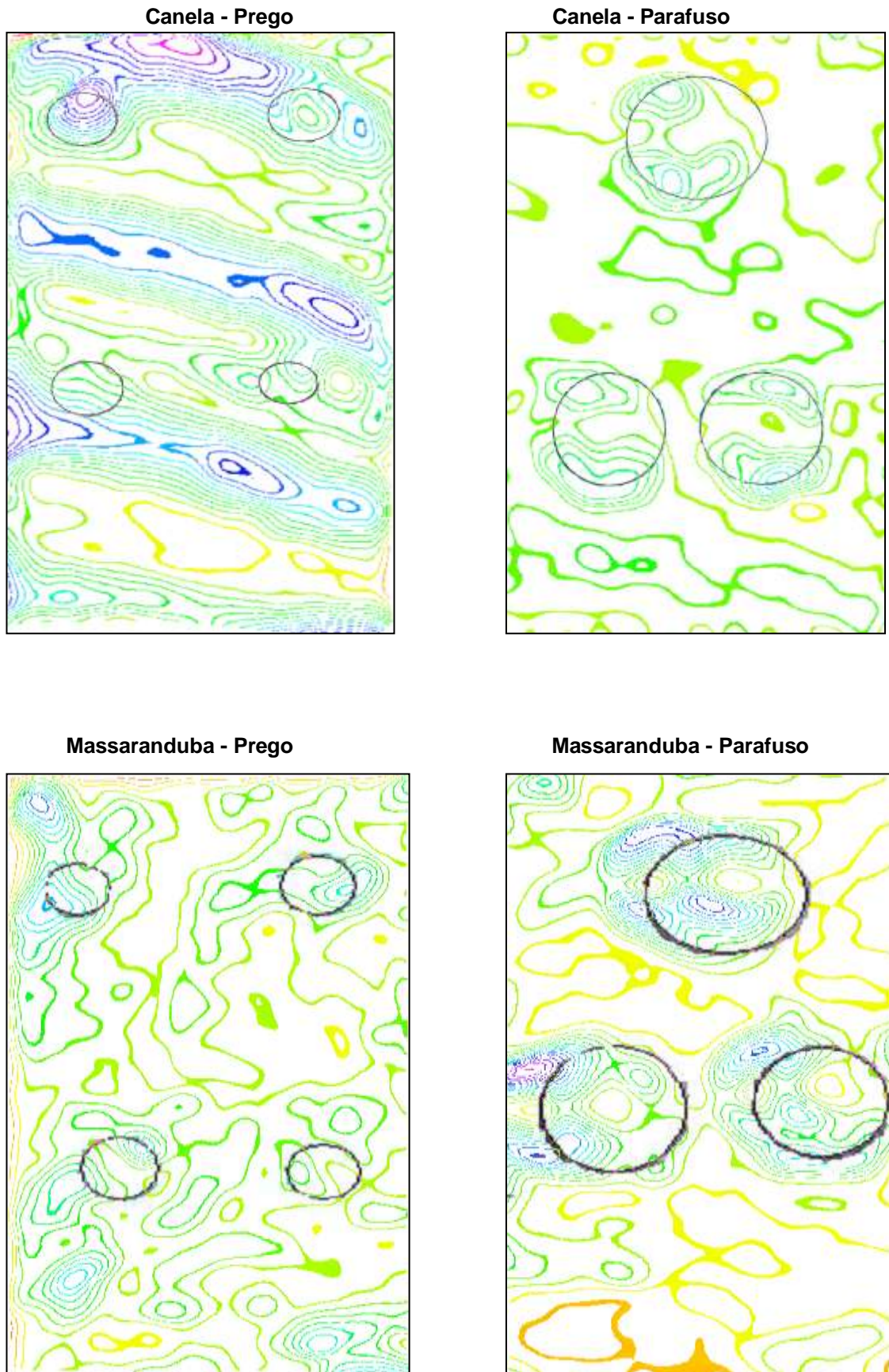


Figura 4: Distribuição da força aplicada nas espécies de maçaranduba e canela, interligados por parafusos e pregos, por meio de curvas de nível.

Apesar da existência de normas relacionadas aos testes em madeiras, novos estudos e o desenvolvimento de novas metodologias de análises em peças de madeiras utilizadas em dimensões estruturais são importantes para aprimorar e garantir de a segurança quanto ao seu uso, podendo até dar maior precisão aos resultados obtidos quando comparados aos vistos nos documentos normativos como foi encontrado por Christoforo et al. (2013a) ao determinar o módulo de elasticidade de 7 peças de madeira da espécie *Corymbia citriodora*.

A técnica de *moiré* é uma das formas de analisar e resolver problemas voltados à área agrícola, podendo ser aplicados no estudo da topografia de superfícies, do comportamento mecânico de materiais biológicos, controle da qualidade na operação de preparo do solo baseado na determinação do micro relevo, relações mecânicas máquina-planta, entre outros (Silva et al., 2015).

O seu uso no estudo de madeiras está em uma crescente ascensão de trabalhos produzidos, como os realizados por Khoo et al. (2008) estudando a deformação em paletes de madeira; Gazzola et al. (2010a), estudaram as distribuições de tensões e deformações em superfícies de madeira em *Pinus taeda*; Gazzola et al. (2010b), aplicaram ao mapeamento e distribuição de torção em vigas de madeira; Silva et al. (2012) para a determinação prática do comportamento de vigas estruturais, incluindo a madeira de *Eucalyptus saligna*; e Gazzola et al. (2012) também estudaram a espécie *Eucalyptus saligna* sob forças de tração e compressão.

Contudo, apesar de já haver trabalhos utilizando a técnica de *moiré* no estudo de madeiras, poucos dão ênfase às madeiras nativas do Brasil, visto apenas no trabalho realizado por Albiero et al. (2007), que determinaram padrões de isodeformação em madeiras de *Apuleia leiocarpa*, *Hymenaea sp.* (ambas espécies nativas) e *Pinus caribaea*. As análises relacionadas à obtenção de informações referentes às fibras são de fundamental importância no que tange a qualificação de madeiras para atividades diversas, principalmente quando se tem uma diversidade florestal igual ao do Brasil, uma vez que, do ponto de vista tecnológico, as fibras são os elementos celulares constituintes da madeira mais importantes (Paula, 2003).

Daí a grande importância de se aumentar os estudos relacionados às propriedades físicas e mecânicas das espécies nativas, uma vez que quando se foca no uso de madeiras nativas para a construção, esse material está destinado às atividades que demandam de resistência e está associada, entre outras características, ao conhecimento de suas propriedades físico-mecânicas, produzindo informações tanto aos aspectos de segurança, quanto aos de economicidade, pois se torna uma importante base

tecnológica para a utilização racional desse material (Beltrame et al., 2010).

A ciência dessas informações é salutar, pois a espécie pode ser destinada a outro uso, Silveira et al. (2013), estudando a madeira de 9 espécies florestais utilizadas comercialmente na Amazônia, observaram por meio de testes físicos diferença estatística entre elas, dividindo-as em grupos com base na densidade básica e teor de umidade, onde os resultados repercutiram diretamente ao seu uso, entre eles, para a construção, indicando uma maior estabilidade mecânica da madeira, principalmente para *Manilkara huberi*, *Minquartia guianensis*, *Lecythis poiteaui*, *Mezilaurus itauba*, *Brosimum rubescens*. Já Rocha et al. (2015) ao verem que *Mimosa tenuiflora* teve baixos valores de resistência e rigidez quando comparadas às madeiras normalmente empregadas para fins estruturais, podendo ser utilizada na indústria moveleira.

Além disso, o conhecimento das possíveis aplicações tecnológicas das espécies nativas pode servir de estímulo para a sua conservação e, também, para o embasamento futuro de plantios florestais mediante planos de manejo, podendo servir como alternativa a espécies exóticas, ou até mesmo como mecanismo de envolvimento da própria população nos plantios e manutenção das espécies da região (Benites et al., 2015).

Conclusão

O uso da Técnica de *Moiré* se mostrou como uma potencial ferramenta no estudo de pequenas estruturas, uma vez que conseguiu detectar as variações na superfície das peças de madeira estudadas submetidas à diferentes forças de compressão por meio dos seus fenômenos ópticos envolvidos.

A respeito da análise da resistência das espécies de madeira à compressão no sentido transversal à fibras utilizando a técnica de *Moiré*, verificou-se que a espécie maçaranduba (*Manilkara sp.*) é a mais resistente, seja com o conector parafuso ou o conector prego.

Referências

- AFFONSO, E.A., FABBRO, I.M.D., DEMARZO, M.A. O método de *moiré* de sombra no estudo experimental em ligações parafusadas. Revista Madeira Arquitetura & Engenharia 9: 3-10, 2008.
- ALBIERO, D., RODRIGUES, S., BERBALDO, A.L., MACIEL, A.J. da S., FABBRO, I.M.D., MAZETTI, V., GAMERO, A.C. Determination of wood specimens using isostrain patterns generated for *moiré* technique. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas (UNICAMP) 1: 163-172, 2007.
- ALMEIDA, C. de, DAL FABBRO, I.M., KUNINARI, F., ENES, A.M. Phase shift *Moiré* supported Castor Bean (*Ricinus comunis*) seed three dimensional geometrical description. Journal of Agricultural Machinery Science 4: 395-398, 2008.

- ALMEIDA, D. H. de, SCALIANTE, R. de M., MACEDO, L. B. de, MACÊDO, N. A., DIAS, A. A., CHRISTOFORO, A. L., CALIL JUNIOR, C. Caracterização completa da madeira da espécie amazônica Paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb) em peças de dimensões estruturais. *Revista Árvore* 37: 1175-1181, 2013.
- BELTRAME, R., SOUZA, J. T. de, MACHADO, W. G., VIVIAN, M. A., BULIGON, E. A., PAULESKI, D. T., GATTO, D. A., HASELEIN, C. R. Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) em três estratos fitossociológicos. *Ciência da Madeira* 1: 54-69, 2010.
- BENITES P.K.R.M., GOUVÊA, A.F.G., CARVALHO, A.M.M.L., SILVA, F.C. da. Caracterização anatômica das fibras de oito espécies florestais do Cerrado de Mato Grosso do Sul para a produção de papel. *Ciência da Madeira* 6: 88-93, 2015.
- CHRISTOFORO, A.L., MOLINA, J.C., PANZERA, T.H., ALMEIDA, D.H. de, RIBEIRO FILHO, S.L.M., SCALIANTE, R.M., LAHR, F.A.R. Módulo de elasticidade em vigas de madeira de dimensões estruturais pelo método dos mínimos quadrados. *Revista Árvore* 37:981-988, 2013a.
- CHRISTOFORO, A.L., RIBEIRO FILHO, S.L.M., PANZERA, T.H., LAHR, F.A.R. Metodologia para o cálculo dos módulos de elasticidade longitudinal e transversal em vigas de madeira de dimensões estruturais. *Ciência Rural* 43:610-615, 2013b.
- DIAS JÚNIOR, A.F., SANTOS, P.V. dos, PACE, J.H.C., CARVALHO, A.M. de, LATORRACA, J.V.F. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. *Ciência da Madeira* 4: 93-107, 2013.
- GAZZOLA, J., FABBRO, I.M.D., SORIANO, J., MAROTTI, D.V. Application of *moiré* techniques in studying stress and strain distributions on defective wood surface. *Selskostopanska Tekhnika - Agricultural Engineering* 48: 73-77, 2010a.
- GAZZOLA, J., FABBRO, I.M.D., SORIANO, J., ENES, A.M., KUNINARI, F. Shadow *Moiré* applied to torsional stress distribution mapping. *Selskostopanska Tekhnika - Agricultural Engineering* 48: 61-65, 2010b.
- GAZZOLA, J., FABBRO, I.M.D., SILVA, M.V.G., RODRIGUES, S. Photomechanical Analysis of Wooden Testing Bodies under Flexural Loadings. *International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering* 6: 803-808, 2012.
- KHOO, T.S., RATNAM, M.M., KHALIL, H.P.S.A. Wood Filler (WF) recycled Polypropylene (RPP) Composite Pallet: Study of Static Deformation using FEA and Shadow *Moiré*. *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 27: 1733-1744, 2008.
- PAULA, J. E. de. Caracterização anatômica da madeira de sete espécies da amazônia com vistas à produção de energia e papel. *Acta Amazonica* 33: 243-262, 2003.
- ROCHA, H.L.S. da, PAES, J.B., MINÁ, A.J.S., OLIVEIRA, E. de; Caracterização físico mecânica da madeira de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) visando seu emprego na indústria moveleira. *Revista Brasileira de Ciência Agrária* 10:262-267, 2015.
- ROSA, R.A., FRANÇA, L.C.A., SEGUNDINHO, P.G. de A., LUBE, V.M., PAES, J.B. Caracterização da madeira de maçaranduba (*Manilkara* sp.) por métodos destrutivos e não destrutivos. *Ciência da Madeira* 5: 68-78, 2014.
- SANTOS, C.V.F. dos. Caracterização físico-mecânica de elementos estruturais roliços perfilados de Amaru. Itapeva, SP. 2013. 68f.
- SEGUNDINHO, P.G. de A., COSSOLINO, L.C., PEREIRA, A.H.A., CALIL JUNIOR, C. Aplicação do método de ensaio das frequências naturais de vibração para obtenção do módulo de elasticidade de peças estruturais de madeira. *Revista Árvore* 36: 1155-1161, 2012.
- SILVA, M.V.G., GAZZOLA, J., FABBRO, I.M.D. Uso de técnicas ópticas de *moiré* para determinação prática do comportamento de vigas estruturais. *Revista Funec Científica: Multidisciplinar* 2, 2012.
- SILVA, J.J.N da, CARDOSO, G.V., SILVA JÚNIOR, F.G. da, STANGERLIN, D.M. Caracterização tecnológica da madeira de *Schizolobium amazonicum* para a produção de celulose kraft. *Ciência da Madeira* 4: 33-45, 2013.
- SILVA, M.G.V., ALMEIDA, D. de, LINO, A.C.L., FABBRO, I.M.D. Reconstituição topográfica e volumétrica de frutos utilizando técnicas ópticas de *moiré*. *INMATEH - Agricultural Engineering* 45: 95-100, 2015.
- SILVEIRA, L.H.C., REZENDE, A.V., VALE, A.T. do. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta Amazonica* 43: 179-184, 2013.
- SOUZA, J.T., FILIPINI, F.R., BORTOLUZI, R.N.G., BELTRAME, R., VIVIAN, M.A., MENEZES, W.M. Comportamento da flexão dinâmica na madeira de *Patagonula americana* L. E *Ocotea catharinensis* Mez. *Ciência da Madeira* 4: 228-237, 2013.
- TEREZO, R.F., SZÜCS, C.A., VALLE, A. do, SAMPAIO, C.A.de P., STÜPP, A.M. Propriedades

da madeira de paricá em diferentes idades para uso estrutural. Ciência da Madeira 6: 244-253, 2015.