



João Dallamuta
(Organizador)

**Estudos Transdisciplinares
nas Engenharias 2**

Atena
Editora
Ano 2019

João Dallamuta

(Organizador)

Estudos Transdisciplinares nas Engenharias 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de
Oliveira Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos transdisciplinares nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Transdisciplinares nas Engenharias; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-356-9 DOI 10.22533/at.ed.569102905 1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Transdisciplinaridade. I. Dallamuta, João. II. Série. CDD 620
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a),

Nesta obra temos um compendio de pesquisas realizadas por alunos e professores atuantes em ciências exatas, engenharia e tecnologia. São apresentados trabalhos teóricos e vários resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens de simulação, projetos e caracterização no âmbito da engenharia e aplicação de tecnologia.

Tecnologia e pesquisa de base são os pilares do desenvolvimento tecnológico e da inovação. Uma visão ampla destes temas é portanda fundamental. É esta amplitude de áreas e temas que procuramos reunir neste livro.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Optamos pela divisão da obra em dois volumes, como forma de organização e praticidade a você leitor. Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura.

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO SEMI PROBABILÍSTICO E SIMULAÇÕES NUMÉRICAS PARA O MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO APLICADO AO PROBLEMA DE FLEXÃO DE UMA VIGA	
Ana Carolina Carius Bruna Teixeira Silveira Ricardo Franciss Leonardo de Souza Corrêa João Vitor Curioni de Miranda Bruna Nogueira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5691029051	
CAPÍTULO 2	14
EVOLUÇÃO DIFERENCIAL APLICADA NA ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS DE UM SISTEMA OSCILATÓRIO	
Iolanda Ortiz Bernardes Marcelo Favoretto Castoldi Alessandro Goedel	
DOI 10.22533/at.ed.5691029052	
CAPÍTULO 3	20
GERAÇÃO DE UM ACELEROGRAMA SÍSMICO ARTIFICIAL A PARTIR DE UMA FUNÇÃO DENSIDADE ESPECTRAL DE POTÊNCIA COMPATÍVEL COM UM ESPECTRO DE RESPOSTA DE PROJETO	
Daniela Dalla Chiesa Letícia Fleck Fadel Miguel	
DOI 10.22533/at.ed.5691029053	
CAPÍTULO 4	25
GRUPO DE ESTUDOS E INTERVENÇÕES SOCIOAMBIENTAIS ENQUANTO PRÁTICA EDUCATIVA PARA A ENGENHARIA AMBIENTAL: CICLOS QUE SE RETROALIMENTAM	
Gabriela de Souza Carvalho Julia Dedini Felício Lara Ramos Monteiro Silva Rhennan Mecca Bontempi	
DOI 10.22533/at.ed.5691029054	
CAPÍTULO 5	43
MAPEAMENTO DE LINEAMENTOS ESTRUTURAIS E ESTUDO DA POTENCIALIDADE HÍDRICA DO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL NA BACIA DO RIBEIRÃO CAMBÉ EM LONDRINA, PR	
Giselly Peterlini Maurício Moreira dos Santos Thiago Henrique da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5691029055	
CAPÍTULO 6	49
MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE UM INVERSOR FONTE DE TENSÃO PARA ACIONAMENTO DE MOTORES DE INDUÇÃO	
Lucas Niquele Endrice Jakson Paulo Bonaldo	
DOI 10.22533/at.ed.5691029056	

CAPÍTULO 7	67
MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE LEITE EM PÓ INTEGRAL: ÊNFASE NA ETAPA DE SECAGEM POR <i>SPRAY DRYING</i>	
Gustavo Storte Tonin Régis da Silva Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.5691029057	
CAPÍTULO 8	83
NÍVEIS DE RUÍDO DE UM TRATOR AGRÍCOLA EM CONDIÇÃO ESTÁTICA	
Maria Rosa Alferes da Silva Letícia Rodrigues da Silva Rônega Boa Sorte Vargas Beethoven Gabriel Xavier Alves	
DOI 10.22533/at.ed.5691029058	
CAPÍTULO 9	88
O MÉTODO SORM DG E SUAS APLICAÇÕES NA ANÁLISE DE CONFIABILIDADE ESTRUTURAL DE PROBLEMAS DE ENGENHARIA	
Emmanoel Guasti Ferreira Marcílio Sousa da Rocha Freitas José Antônio da Rocha Pinto Geraldo Rossoni Sisquini	
DOI 10.22533/at.ed.5691029059	
CAPÍTULO 10	106
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA CRIAÇÃO DA ZONA DE SEGURANÇA HÍDRICA DO MUNICÍPIO DE CUIABÁ, MATO GROSSO	
Ibraim Fantin-Cruz Maria Ivoneide Vital Rodrigues Leandro Obadowiski Bruno Marcel Medinas de Campos	
DOI 10.22533/at.ed.56910290510	
CAPÍTULO 11	123
PROSPECÇÃO QUÍMICA DA CASCA DO FRUTO E DA SEMENTE DA <i>MAGONIA PUBENSCENS</i> A. ST.-HIL	
Amanda Silva Oliveira Arnaldo Ferreira Ribeiro Júnior Bruna Lane Malkut Fábio Gramani Saliba Júnior Maria Perpétua Oliveira Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.56910290511	
CAPÍTULO 12	128
REÚSO DE EFLUENTE DE ESGOTO TRATADO NO CULTIVO DO PIMENTÃO AMARELO EM SOLO DO CERRADO	
Delvio Sandri Waltoíres Reis da Silva Júnior Cícero Célio de Figueiredo Rodrigo Moura Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.56910290512	

CAPÍTULO 13	140
SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICO	
Camila Dias de Jesus	
Márcio da Silva Vilela	
Leonardo Nazário Silva dos Santos	
Clarissa Vitória Borges dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.56910290513	
CAPÍTULO 14	144
SISTEMA RADICULAR DA CULTIVAR 'GOLD JEWEL' DE KALANCHOE BLOSSFELDIANA POELLN CULTIVADA EM SUBSTRATO COMERCIAL E EM DIFERENTES DOSAGENS DE IRRIGAÇÃO	
Fátima Cibele Soares	
Jumar Luís Russi	
Andressa Fernandes Leal	
Carine Brum Duran	
Francieli Ribeiro Corrêa	
Giordana Trindade de Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.56910290514	
CAPÍTULO 15	151
UMA ABORDAGEM DE APRENDIZADO DE MÁQUINAS PARA AUXÍLIO NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO	
Jéfter Mateus de Oliveira Rezende	
Gustavo de Assis Costa	
Camila Dias de Jesus	
DOI 10.22533/at.ed.56910290515	
CAPÍTULO 16	164
UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGENS DE PARTÍCULAS (PIV) PARA OBTENÇÃO DO MAPA DE DEFORMAÇÕES EM PAINÉIS DE MADEIRA DE <i>PINUS OOCARPA</i>	
Eduardo Hélio de Novais Miranda	
Rodrigo Allan Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.56910290516	
CAPÍTULO 17	170
UTILIZAÇÃO DE AGENTE DE SECAGEM NA PRODUÇÃO DE PAPEL CARTÃO	
Crivian Pelisser	
Márcio Antônio Fiori	
Josiane Maria Muneron de Mello	
Jaqueline Scapinello	
DOI 10.22533/at.ed.56910290517	
SOBRE O ORGANIZADOR	184

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGENS DE PARTÍCULAS (PIV) PARA OBTENÇÃO DO MAPA DE DEFORMAÇÕES EM PAINÉIS DE MADEIRA DE *Pinus oocarpa*

Eduardo Hélio de Novais Miranda

Universidade Federal de Lavras
Lavras – Minas Gerais

Rodrigo Allan Pereira

Universidade Federal de Lavras
Lavras – Minas Gerais

RESUMO: Diversas metodologias convencionais são capazes de caracterizar os materiais, no entanto, a maioria destas técnicas apresenta problemas como o custo dos equipamentos e dos ensaios, além de causarem danos permanentes aos corpos de prova. Neste contexto, surgem alternativas à estas técnicas, dentre as quais estão as técnicas não destrutivas de ensaio, destacando-se a técnica de velocimetria por imagens de partículas (PIV). A técnica PIV mede variações de posição de uma região de análise em um objeto a partir de imagens capturadas durante uma sessão de carregamento. O objetivo nesta pesquisa foi analisar os deslocamentos ocorridos na superfície de painéis de madeira de *Pinus oocarpa*, submetidos ao ensaio de flexão estática, através da construção do mapa de deformações. Com a aplicação de uma regressão linear entre os valores de deformação obtidos antes da ruptura dos corpos de prova, verificou-se que o valor do coeficiente

de determinação entre os valores advindos da técnica PIV e do relógio comparador foi consideravelmente satisfatório. Concluiu-se que foi possível a análise das deformações ocorridas na superfície dos corpos de prova de maneira precisa, através da técnica não destrutiva.

PALAVRAS-CHAVE: Deslocamentos, Flexão Estática, Técnica não Destrutiva.

ABSTRACT: Several conventional methodologies are able to characterize the materials, however, most of these techniques present problems such as the cost of equipment and tests, besides causing permanent damage to the specimens. In this context, there are alternatives to these techniques, among which are non-destructive testing techniques, especially the particle image velocimetry (PIV) technique. The PIV technique measures position variations of an analysis region on an object from images captured during a load session. The objective of this research was to analyze the displacements on the surface of *Pinus oocarpa* wood panels, submitted to the static bending test, through the construction of the deformation map. With the application of a linear regression between the values of deformation obtained before the rupture of the specimens, it was verified that the value of the coefficient of determination between the values derived from

the PIV technique and the comparator watch was considerably satisfactory. It was concluded that it was possible to analyze the deformations occurring on the surface of the specimens in a precise way, through the non-destructive technique.

KEYWORDS: Deformation, Static flexion, Non-destructive techniques.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização e criação de diferentes tipos de materiais na construção civil têm crescido nos últimos anos. A demanda por materiais com diferentes propriedades físicas e mecânicas aumenta a necessidade de melhor avaliação e conhecimento de suas características. (PAIVA, 2012).

As técnicas convencionais de ensaio utilizadas atualmente para análise das propriedades mecânicas dos materiais demandam alto tempo de processamento, necessitam de equipamentos específicos, grande número de amostras, e causam danos permanentes ao material ensaiado.

As técnicas não destrutivas de ensaio (END's) são uma alternativa frente a necessidade de caracterizar os materiais que serão utilizados em uma estrutura, pois não causam danos permanentes aos corpos de prova, nem demandam materiais de alto custo para serem implementados, na maioria das vezes. (PEREIRA, 2017).

Os END's mais usados atualmente são, dentre outros, o ultrassom, a radiografia, a análise de vibrações, micro-ondas, emissão acústica e técnicas óticas, destacando-se dentre esses métodos, a Velocimetria por Imagens de Partículas (PIV) (PEREIRA, 2017).

A técnica PIV foi desenvolvida para o campo de materiais fluidos e gases inicialmente, mas, alguns autores já estudaram a aplicação deste método em corpos sólidos, para verificação de deformações e obtenção de propriedades, tais como Braga Júnior et al. (2015), Souza et al. (2014) e Pereira (2017).

A técnica PIV nos materiais sólidos é utilizada através da captura de imagens em intervalos de tempo pré-definidos durante uma fase de carregamento em um ensaio de flexão estática. Após capturadas, as imagens são processadas em um algoritmo que calcula os deslocamentos ocorridos na superfície do material.

A partir dos deslocamentos dessas janelas de interrogação, regiões aleatórias pré-definidas na superfície dos corpos de prova, por onde calculam-se os deslocamentos sofridos; e com o auxílio de um algoritmo computacional, é possível a criação de um mapa de deformação, que demonstra, qualitativamente e quantitativamente os deslocamentos ocorridos em toda superfície do material ensaiado.

Diante da necessidade de avaliar materiais com função estrutural, a madeira destaca-se por possuir características atraentes, como, baixo consumo de energia para seu processamento, a alta resistência específica, o bom isolamento térmico e elétrico, além de ser um material complexo devido a sua anisotropia. Por isso, pode ser inferido que, se a técnica PIV for capaz de medir deslocamentos corretamente

nesse material complexo, poderá ser utilizada em materiais de complexidade inferior, como aço e concreto. (PAIVA, 2012).

Objetivou-se neste trabalho, analisar os deslocamentos ocorridos na superfície de corpos de prova de madeira de *Pinus oocarpa*, através da construção de um mapa de deformações, comparando os resultados da técnica PIV com os valores obtidos pelo relógio comparador, um método convencional.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da pesquisa, foram utilizados 25 corpos de prova de *Pinus Oocarpa*. Tais corpos de prova foram serrados nas dimensões 2,5 x 2,5 x 41 cm utilizando-se uma serra circular esquadrejadeira, de acordo com a ASTM D143-94.

Depois da confecção, os corpos de prova foram submetidos a ensaio de flexão estática, em uma Máquina Universal de Ensaio com capacidade de carga de 30 toneladas-força, sendo a velocidade adotada no ensaio de 1,3mm/min. Utilizou-se a técnica PIV para medição das deformações ocorridas nos corpos de prova durante os ensaios de flexão estática.

Para a execução da técnica PIV, os corpos de prova foram marcados com pontos de coloração preta, sendo os pontos de marcação distribuídos aleatoriamente por toda sua superfície. Para fins de comparação, posicionou-se um relógio comparador para encontrar os valores de deslocamento da madeira no centro do corpo de prova.

A aplicação da técnica PIV consiste em capturar imagens consecutivas durante a sessão de carregamento em períodos de tempo definidos. Para obtenção das imagens, foi utilizada uma câmera digital, alocada perpendicularmente à superfície da amostra. As imagens foram capturadas em intervalos de 30 segundos, após o acionamento da Máquina Universal de Ensaio, conforme a Figura 1.

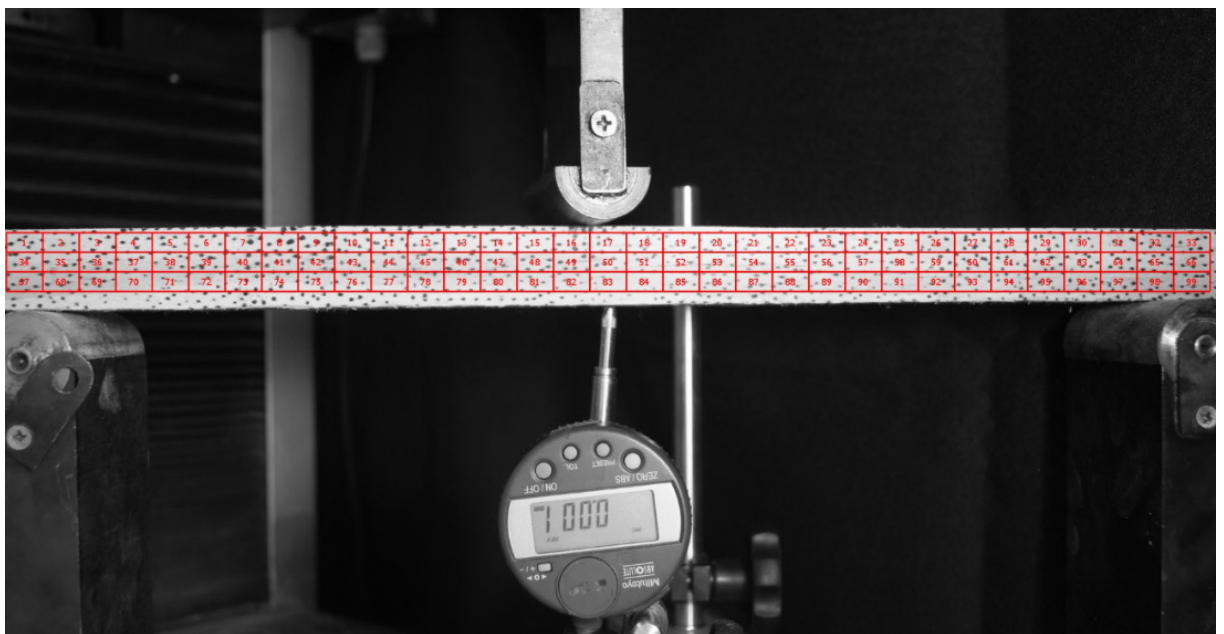


Figura 1. Vista geral da Máquina Universal de Ensaio, a instrumentação do ensaio de flexão estática para a aplicação da técnica PIV, os materiais ensaiados e as janelas de interrogação

escolhidas para criação do mapa de deformações.

As imagens capturadas foram processadas no software “ImageJ”, para redução de seu tamanho de armazenamento, para que o tempo de processamento das imagens no algoritmo, seja reduzido.

Depois de preparadas, as imagens foram processadas em um algoritmo computacional, onde foi possível a obtenção de um mapa de deformações para cada um dos corpos de prova, e a análise dos deslocamentos obtidos em toda superfície destes corpos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O algoritmo computacional calculou as deformações ocorridas em regiões previamente escolhidas dos corpos de prova e resultou um mapa de deformações (Figura 2).

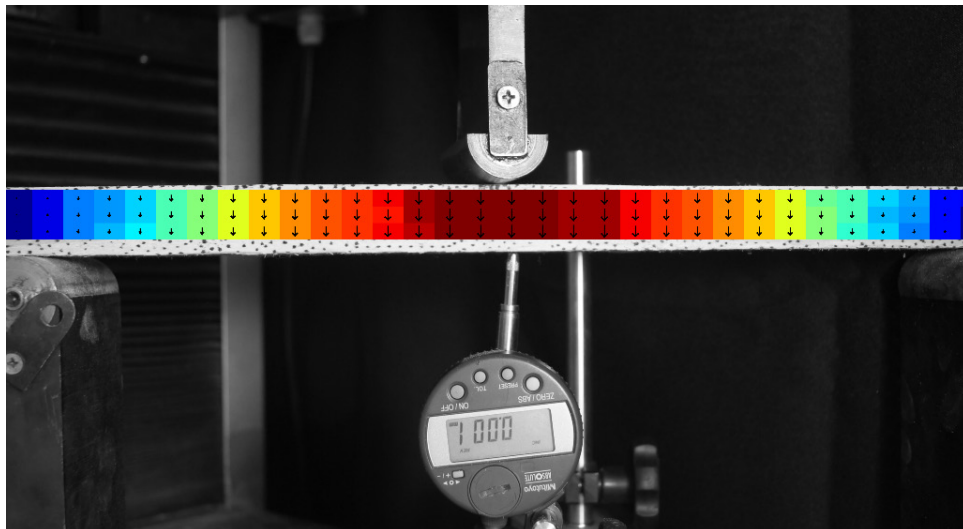


Figura 2. Mapa de deformações resultante do corpo de prova e a respectiva legenda do grau de deformação conforme a coloração.

A viga de madeira bi apoiada, sofreu um carregamento central, por isso apresentou menores valores de deformação perto de seus apoios e grandes deslocamentos nas superfícies próximas a aplicação da carga; esse fato é corroborado pela teoria de Hibeler (2011). Na Figura 2, está exposta tal situação, onde se notam setas maiores e mais escuras na região central do corpo de prova de *Pinus oocarpa*, representando excessivos deslocamentos e setas menores e mais claras nas regiões dos apoios, indicando menores deformações.

Além do mapa de deformações, a técnica PIV calculou as deformações em cada região escolhida, sendo possível a comparação com os deslocamentos ocorridos no relógio comparador (Figuras 3a e 3b).

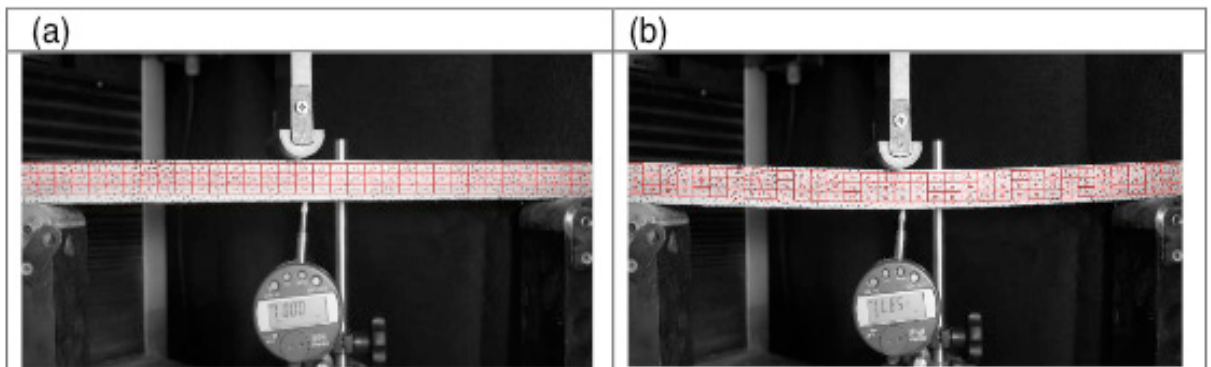


Figura 3a e 3b. Deformações ocorridas nas janelas de interrogação a partir da Técnica PIV (Figura 3a) e pelo método do relógio comparador (Figura 3b).

Os deslocamentos ocorridos na superfície de cada corpo de prova no instante anterior à ruptura foram ajustados por meio de uma regressão linear (Gráfico 1). O valor do coeficiente de determinação entre a técnica PIV e o relógio comparador é de 0,872, portanto, em 87,2% das vezes, a variável dependente (valores da técnica PIV) foi capaz de corresponder aos valores da variável independente (relógio comparador), o que demonstra a eficiência da técnica não destrutiva frente a um método convencionalmente utilizado.

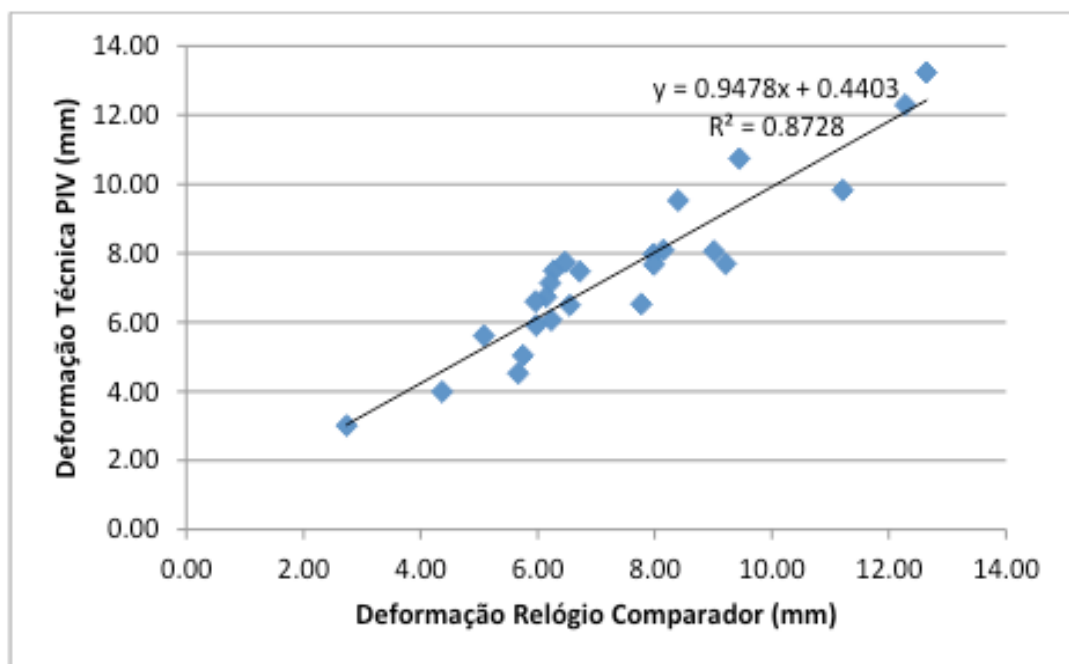


Gráfico 1. Ajuste linear entre as deformações ocorridas em cada corpo de prova, a partir dos dois métodos usados.

Outros autores já utilizaram técnicas não destrutivas para obtenção de propriedades mecânicas, como Targa et al. (2005), que utilizaram o método de vibração transversal em espécies de eucalipto; já Ballarin et al. (2005), aplicaram o método de ultra-som para descobrirem o módulo de elasticidade de madeira de *Pinus Taeda*.

Outros pesquisadores, também, já comprovaram a eficiência da técnica PIV frente a métodos convencionais, com relação a parâmetros mecânicos, como, por

exemplo, Pereira (2017) e Braga Junior et al. (2015).

4 | CONCLUSÕES

Concluiu-se que a técnica PIV foi capaz de demonstrar com precisão os deslocamentos ocorridos na superfície dos corpos de prova, a partir da construção do mapa de deformações. Através de uma regressão linear, entre os valores encontrados de deformação, no momento anterior à ruptura de cada corpo de prova, pela técnica PIV e pelo relógio comparador, foi encontrado um coeficiente de determinação de 87,2%, o que demonstra a eficiência da técnica PIV frente a um método convencional.

5 | AUTORIZAÇÕES/RECONHECIMENTO

Ao submeter o trabalho, os autores tornam-se responsáveis por todo o conteúdo da obra.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D143 94**: Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber-ASTM D143-94, 1994.

BALLARIN, W.A. et al. **Determinação do módulo de elasticidade da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* por ultra-som**. Jaboticabal, 2005.

BRAGA JÚNIOR, R. A. et al. Maps of deformations in a cantilever beam using particle image velocimetry (PIV) and speckle patterns. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 68, n. 3, p. 273-278, 2015.

HIBBELER, R.C. **Estática - Mecânica para Engenharia**. 12^a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

Paiva, J.C. **Madeiras**. Disponível em: <http://ww1.jcpaiva.net/files/ensino/alunos/20022003/teses/020370017/madeiras/madeiras.htm>. Consultado em 18 de maio de 2017.

PALMA, H. C. L. Determinação de propriedades elásticas e de resistência em compensados de *Pinus elliottii*. **SCIENTIA FORESTALIS**. n. 51, p. 37-48, 1997.

PEREIRA, R. A. **Velocimetria por imagens de partículas aplicadas ao estudo de deformações em madeira serrada e painéis de madeira**. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

SOUZA, T. M. et al. Non-destructive technology associating PIV and Sunset laser to create wood deformation maps and predict failure. **Biosystems Engineering**, London, v. 126, p. 109-116, 2014.

TARGA, L.A. et al. **Avaliação do módulo de elasticidade da madeira com uso de método não-destrutivo de vibração transversal**, Jaboticabal, 2005.

SOBRE O ORGANIZADOR

João Dallamuta: Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Trabalha com Gestão da Inovação, Empreendedorismo e Inteligência de Mercado.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-356-9

