

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”**

**Determinação da carga crítica de instabilidade lateral no regime
linear elástico, em vigas de madeira laminada colada (MLC)**

Celso Antonio Abrantes

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção
em: Tecnologia de Produtos Florestais

**Piracicaba
2012**

Celso Antonio Abrantes
Engenheiro Civil

Determinação da carga crítica de instabilidade lateral no regime linear elástico, em vigas de madeira laminada colada (MLC)

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador
Prof Dr. **JOSÉ NIVALDO GARCIA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção em: Tecnologia de Produtos Florestais

Piracicaba
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Abrantes, Celso Antonio

Determinação da carga crítica de instabilidade lateral no regime linear elástico, em vigas de madeira laminada colada (MLC) / Celso Antonio Abrantes.- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2012.
219 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Adesivo 2. Flambagem 3. Laminados 4. Madeira 5. Vigas I. Título

CDD 674.835
A161d

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

A minha esposa, Thais, a mulher com quem um dia ganhei o mundo e aos meus filhos Marcus Vinicius e Caio Augusto, pelo amor que se renova e acredita ser possível.

AGRADECIMENTOS

Fácil, porém difícil tarefa listar e não esquecer alguém, porém trata-se da mais nobre e humana atitude, agradecer, ser grato quando concretizamos sonhos, atingimos metas, sobrevivemos e nos mantemos “sãos” diante das adversidades que a vida nos coloca.

Agradeço a todos que não só nesta atividade, mas ao longo da vida, têm me presenteado com sua presença, companhia, amizade, carinho, incentivo e de uma forma específica, com relação à elaboração desta tese, às pessoas, profissionais e instituições que tornaram possível a elaboração da mesma:

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, aos seus funcionários e profissionais administrativos e acadêmicos, em especial:

Ao Prof. Dr. José Nivaldo Garcia, meu orientador, por aceitar e me propor o desafio da pesquisa, do estudo constante, da busca incessante pelo novo, pelo desconhecido, pela informação, por ter compartilhado seu conhecimento e juntos aprendermos um pouco mais a cada dia de estudo e dedicação;

Ao Prof. Dr. Francides Gomes da Silva Junior, professor da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, por me receber nesta universidade, inicialmente, como meu orientador, viabilizando assim meu ingresso neste curso de Doutorado;

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos, professor de estatística da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, por transmitir e consolidar conceitos estatísticos, sem os quais qualquer pesquisa e sua conclusão ficaria prejudicada em sua análise final;

À Catarina Germuts, secretária do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, pela amizade e apoio;

À Eliana Maria Garcia e Silvia Maria Zinsly, que contribuíram revisando a padronização, formatação e diagramação desta tese, assegurando a qualidade final e normalização desta tese;

À Cláudia de Lima Nogueira, pesquisadora e doutoranda do Curso de Pós Graduação do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, por sua amizade, troca de experiências e compartilhar conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Nilson Franco, que foi meu orientador de mestrado, no Instituto de Pesquisas Tecnológico de São Paulo - IPT, por ter se disponibilizado em doar seu conhecimento, seu tempo, sua amizade, incentivo e apoio;

À Universidade Presbiteriana Mackenzie, à Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, instituição da qual tenho o privilégio de ser membro docente, que viabilizou os ensaios através de seus laboratórios de simulações e ensaios físicos, a todos os seus funcionários e profissionais administrativos, laboratoristas e acadêmicos, em especial:

Ao Prof. Dr. Marcel Mendes, à Prof^a Dra. Leila Miranda Figueiredo, à Prof^a Dra. Roxana Maria Martinez Orrego, Prof. Msc Alcides Ferreira da Silva, à Prof^a Msc Carla Silva Campos, ao prof. Dr. João Virgílio Merigui, Prof. Dr. Roque Theóphilo Jr., Prof. Especialista Aiello Giuseppe Antonio Neto, todos docentes da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, pelo companheirismo, solidariedade, incentivo e confiança;

Ao Prof. Dr. Alfonso Pappalardo Junior, da Escola de Engenharia Mackenzie, pelo incentivo, apoio e contribuição na elaboração do modelo computacional com utilização de elementos finitos;

Ao Prof. Mestre Affonso Sérgio Fambrini, pela amizade, pela confiança e credibilidade, permitindo-me iniciar na carreira acadêmica, inicialmente como monitor, para posteriormente dividir com ele a cadeira de cálculo como professor ;

Ao Prof. Mestre Simão Prizskulnik, pelo incentivo e por viabilizar o uso dos Laboratórios de Materiais e de Ensaios de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie;

Aos Técnicos de Laboratório José Carlos Sobrinho, José Maria da Silva, Lázaro de Castro e Ailton Pereira de Souza pela amizade, colaboração, dedicação e planejamento, no sentido de viabilizar os ensaios de Laboratório;

Ao Eng^o José Alberto Correa Gonçalves Filho, proprietário da CG – Sistemas Construtivos pela dedicação, amizade e pronto atendimento na confecção das vigas empregadas nesta tese;

Ao Prof. Dr. Luiz de Oliveira Xavier, professor e ex-diretor da Escola de Engenharia da Faculdade de Tecnologia e Ciências Exatas da Universidade São Judas Tadeu , pelo incentivo e voto de confiança.

E de uma forma muito carinhosa agradeço à minha família, esposa, filhos, mãe, pai (in memoriam), sogra, sogro (in memoriam) cunhadas, sobrinha, amigos, que além de acreditar também souberam entender a ausência involuntária, os momentos roubados, as conversas postergadas, o silêncio, muitas vezes imposto pela necessidade da dedicação a esta tese.

Certamente me esqueci de muitos, impossível não acontecer, então que melhor forma de um contemplar mais amplo do que agradecer pela “vida”...

“Se um dia tiver que escolher entre o mundo e o amor ...
Lembre-se. Se escolher o mundo ficará sem o amor,
mas se escolher o amor, com ele você conquistará o mundo.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO	15
ABSTRACT	17
LISTA DE FIGURAS	19
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	23
LISTA DE TABELAS	27
LISTA DE GRÁFICOS.....	29
LISTA DE QUADROS	31
LISTA DE ABREVIATURAS.....	33
LISTA DE SÍMBOLOS	35
SISTEMAS DE UNIDADES	45
1 INTRODUÇÃO.....	47
1.1 Objetivos.....	48
1.1.1 Objetivo geral	48
1.1.2 Objetivo específico	48
1.2 Justificativa.....	48
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	49
2.1 Madeira Laminada Colada	49
2.1.1 Generalidades	49
2.1.2 Histórico	51
2.1.3 Vantagens	51
2.1.4 Fabricação - Etapas.....	53
2.1.4.1 Secagem das tábuas brutas	53
2.1.4.2 Classificação e seleção das peças de madeira para fabricação da MLC:	54
2.1.4.3 Execução das emendas de uma lâmina:	55
2.1.4.4 Colagem das lâminas.....	56
2.1.4.5 Acabamentos	57
2.2 Adesivos	58
2.2.1 Elementos envolvidos no processo de colagem da madeira.....	59
2.2.2 Classificação dos Adesivos	60
2.2.2.1 Termoplásticos	60
2.2.2.2 Termofixos ou Termorrígidos	60
2.2.3 Tipos de adesivos	61

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

