



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

2

Atena
Editora
Ano 2020



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

2

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
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. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A642	<p>A aplicação do conhecimento científico na engenharia civil 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-170-1 DOI 10.22533/at.ed.701200907</p> <p>1. Engenharia civil – Pesquisa – Brasil. 2. Construção civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.</p> <p style="text-align: right;">CDD 338.4769</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil 2” contempla vinte e três capítulos com pesquisas relacionadas a temas da engenharia civil.

O desenvolvimento de novos materiais e a utilização de novas tecnologias na sua composição permitem um grande avanço na área, gerando alternativas de execução e muitas vezes evitando patologias nas edificações.

O estudo sobre o comportamento de materiais utilizados na construção civil permite o aperfeiçoamento de sistemas construtivos já existentes e proporciona uma otimização na execução de projetos.

O livro aborda também artigos que avaliam desempenho de solos, seu comportamento junto a estruturas de edificações e obras de pavimentação.

Esperamos que esta obra proporcione uma leitura agradável e contribua para a geração de novas pesquisas na área da engenharia civil, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico.

Franciele Braga Machado Tullio

Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADERÊNCIA DO CHAPISCO COM ADIÇÃO DE CAL	
André Miranda dos Santos Ângelo Just da Costa e Silva João Manoel de Freitas Mota	
DOI 10.22533/at.ed.7012009071	
CAPÍTULO 2	13
AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO CAPILAR EM ARGAMASSAS ESTABILIZADAS DE REVESTIMENTOS SUBSTITUINDO AGREGADOS NATURAIS POR AGREGADOS ARTIFICIAIS	
Valéria Costa de Oliveira Emílio Gabriel Freire dos Santos Leandro de Souza Carvalho Rafael Alves de Oliveira Fernanda dos Santos Gentil Ieda Maria Fagundes Zanolla	
DOI 10.22533/at.ed.7012009072	
CAPÍTULO 3	30
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO PIGMENTO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E TRAÇÃO DE CONCRETOS DE ALTO DESEMPENHO	
Amanda Vieira Noletto Dalmo Gabriel da Silva Santana Beatriz Santos Neri Maria Carolina de Paula Estevam D'Oliveira Salmo Moreira Sidel	
DOI 10.22533/at.ed.7012009073	
CAPÍTULO 4	38
AVALIAÇÃO DO ATAQUE DE ÍONS CLORETO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO, CONTENDO OU NÃO ADIÇÕES MINERAIS	
Rayssa Valéria da Silva Fuad Carlos Zarzar Júnior José Wertson Gonçalo Pereira Gênova Gabriela Oliveira de Paula Rocha Leonardo José Silva do Vale João Gabriel Souza dos Reis Igor Albuquerque da Rosa Teixeira Pedro Daltro Macedo de Alencar José Flávio Batista Vilela Carlos Fernando Gomes do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.7012009074	
CAPÍTULO 5	51
AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ADIÇÃO DE METACAULIM NO CONCRETO FRENTE À PENETRAÇÃO DE ÍONS CLORETO	
Jefferson Thales Siqueira Gomes Emerson José da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.7012009075	

CAPÍTULO 6	68
COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CELULOSE: UMA REVISÃO	
Marllon Victor Soares Cabral Humberto Mycael Mota Santos	
DOI 10.22533/at.ed.7012009076	
CAPÍTULO 7	81
EFEITO DA SÍLICA ATIVA EM SUSPENSÃO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO	
Albert Luiz Follmann Bruno Teles Cordeiro Fernando Pelisser Artur Spat Ruviano	
DOI 10.22533/at.ed.7012009077	
CAPÍTULO 8	95
ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE UM CONCRETO COM 20MPA NO ESTADO FRESCO, MISTURADO À MÃO E NA BETONEIRA, COM E SEM A SUBSTITUIÇÃO DA AREIA NATURAL POR AREIA BRITADA	
Gabriel Rigaud Figueirôa Lyra Anderson José Silva André Vinícius Melo Couto André William Barbosa Brito Sócrates Ildfonso Farias da Silva Simone Perruci Galvão	
DOI 10.22533/at.ed.7012009078	
CAPÍTULO 9	105
INFLUÊNCIA DO PROCEDIMENTO DE MISTURA DOS ADITIVOS NAS PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS ESTABILIZADAS	
Juliana Pippi Antoniazzi Luciano Vargas Vaz Gihad Mohamad Raquel Petry Brondani Schmidt Bernardete Trindade	
DOI 10.22533/at.ed.7012009079	
CAPÍTULO 10	114
VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE DETERGENTE DOMÉSTICO COMO ADITIVO PLASTIFICANTE EM ARGAMASSA CIMENTÍCEA	
Jessica Maria de Oliveira Galeno Ataídes Oliveira Galvão Junior Marcos Vinícios Aguiar Mohana Mylena Veras Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.70120090710	
CAPÍTULO 11	128
AVALIAÇÃO DO ATRITO DE INTERFACE ENTRE BLOCOS DE EPS E DIFERENTE SOLOS E GEOSSINTÉTICOS ATRAVÉS DO CISALHAMENTO DIRETO	
Arthur Ivo Zuquim	
DOI 10.22533/at.ed.70120090711	

CAPÍTULO 12	143
CONTRIBUIÇÃO DA RIGIDEZ TORSIONAL DE VIGAS NO CÁLCULO DE MOMENTOS FLETORES EM LAJES MACIÇAS DE CONCRETO ARMADO	
Jonas Pereira Falcão Francisco dos Santos Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.70120090712	
CAPÍTULO 13	159
DETERMINAÇÃO DA RIGIDEZ EXPERIMENTAL DE VIGOTA TRELIÇADA OBJETIVANDO O DIMENSIONAMENTO DE ESCORAS DE LAJES	
Rebeca Alexandra de Moraes Candido Tiago Duarte de Lima Adão Marques Batista	
DOI 10.22533/at.ed.70120090713	
CAPÍTULO 14	170
EFEITOS DA TEMPERATURA NAS DEFORMAÇÕES POR FLUÊNCIA DO CONCRETO	
Edmilson Lira Madureira Brenda Vieira Costa Fontes Juliana Caroline Neves de Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.70120090714	
CAPÍTULO 15	186
ESTABILIDADE ELÁSTICA EM PILARES METÁLICOS SUBMETIDOS À ATUAÇÃO CONJUNTA DO CARREGAMENTO VERTICAL E DO VENTO	
Wesley Imperiano Gomes de Melo Normando Perazzo Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.70120090715	
CAPÍTULO 16	205
INFLUÊNCIA DO GRAUTE NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS	
Rafael Azevedo Lino Orieta Soto Izquierdo Indara Soto Izquierdo Márcio Roberto Silva Corrêa	
DOI 10.22533/at.ed.70120090716	
CAPÍTULO 17	222
INSPEÇÃO PRELIMINAR E MONITORAMENTO DE EDIFICAÇÃO EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA	
Matheus Nunes Reis Jorge Antonio da Cunha Oliveira Jocinez Nogueira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.70120090717	
CAPÍTULO 18	237
O CÁLCULO CORRETO DOS EFEITOS DE SEGUNDA ORDEM EM ESTRUTURAS DE EDIFÍCIO DE CONCRETO ARMADO	
Antonio Oscar Cavalcanti da Fonte Felipe Luna Freire da Fonte Ennes do Rio Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.70120090718	

CAPÍTULO 19	251
REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO COM PRF: UM ESTUDO DE CASO	
Elisson Bilheiro Ferreira Filho	
Ruan Richelly Santos	
Letícia Ikeda Castrillon Fernandez	
Diôgo Silva de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.70120090719	
CAPÍTULO 20	270
CAPACIDADE DE ANCORAGEM DE CONECTORES COM CABEÇA EM CONEXÕES VIGA-PILAR DE CONCRETO ARMADO	
Nataniel Wontoon Barbosa Lima	
Ana Paula Bona Barros Medeiros	
Guilherme Oití Berbert-Born	
João Gabriel Pacheco Monteiro	
Marcos Honorato de Oliveira	
Maurício Ferreira de Pina	
DOI 10.22533/at.ed.70120090720	
CAPÍTULO 21	285
ESTUDO DA DOSAGEM DE CONCRETO AUTOADENSÁVEL REFORÇADO COM FIBRAS ADOTANDO O MÉTODO DO EMPACOTAMENTO COMPRESSÍVEL (MEC)	
Matheus Galvão Cardoso	
Rodrigo de Melo Lameiras	
DOI 10.22533/at.ed.70120090721	
CAPÍTULO 22	301
IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS	
Tauhana Eineck	
Diogo Rodrigues	
Patrícia Dalla Lana Michel	
DOI 10.22533/at.ed.70120090722	
CAPÍTULO 23	305
UMA ABORDAGEM SOBRE A CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS LATERÍTICOS APLICADOS À PAVIMENTAÇÃO	
Lettycia Pinheiro da Silva	
Lázaro Fernandes Pereira	
Beatriz Almeida Nascimento	
Lívia Ramos Lima	
Roseli Oliveira Guedes Martins	
DOI 10.22533/at.ed.70120090723	
SOBRE OS ORGANIZADORES	307
ÍNDICE REMISSIVO	308

CONTRIBUIÇÃO DA RIGIDEZ TORSIONAL DE VIGAS NO CÁLCULO DE MOMENTOS FLETORES EM LAJES MACIÇAS DE CONCRETO ARMADO

Data de aceite: 01/06/2020

Jonas Pereira Falcão

Mestrando em Estruturas e Construção Civil,
Universidade de Brasília.

jonaspfalcao@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/7958675297256385>

Francisco dos Santos Rocha

Professor Doutor, Curso de Engenharia
Civil, Universidade do Estado do Amazonas.

francsantos@uol.com.br, <http://lattes.cnpq.br/6406742929195826>

RESUMO: Os esforços no pavimento de uma estrutura dependem da interação entre as vigas e as lajes que o compõem. A interação está associada à rigidez e à fissuração dos elementos estruturais que determinam as condições de contorno da laje. A ABNT NBR 6118:2014 permite reduzir, de maneira aproximada em grelhas e pórticos espaciais, a rigidez à torção das vigas por fissuração, utilizando 15% da sua rigidez elástica. Neste sentido, este trabalho leva em consideração a alteração da distribuição de momentos fletores em lajes maciças retangulares de concreto armado, por meio de um programa computacional baseado no Método dos Elementos Finitos. Por meio do software SAP 2000, foram modeladas diversas

lajes com o intuito de avaliar a distribuição de momentos fletores levando em consideração: a indeformabilidade das vigas, o Método dos Elementos Finitos, a Analogia da Grelha Equivalente, a altura das vigas de contorno, e a fissuração das vigas de contorno. Os resultados obtidos mostraram que a redução da rigidez à torção das vigas pode aumentar os momentos fletores positivos no vão da laje em até 25%.

PALAVRAS-CHAVE: interação, rigidez à torção, programa computacional, Método dos Elementos Finitos.

CONTRIBUTION OF TORSIONAL STIFFNESS OF BEAMS IN THE CALCULUS OF BENDING MOMENTS IN REINFORCED CONCRETE SOLID SLABS

ABSTRACT: The internal forces in the floor of the structure depend on the interaction between the beams and the slabs that form it. The interaction is associated to the stiffness and to the cracking of the structural elements that determine the boundary conditions of the slabs. ABNT NBR 6118:2014 permits to reduce roughly, in girder grids and spatial frames, the torsional stiffness of beams by crack, utilizing 15% of its elastic stiffness. In this sense, this

work takes into account the alteration of the distribution of bending moments in reinforced concrete solid rectangular slabs by means of a computer program based in Finite Element Method. Through the software SAP 2000, it was modeled many slabs with the interest of evaluate the distribution of bending moments taking into account: the indeformability of beams, Finite Element Method, Grid Framework Analogue, the height of the boundary beams and the cracking of the boundary beams. The results obtained showed that the reduction of torsional stiffness of beams may increase the positive bending moments in the span of slab up to 25%.

KEYWORDS: interaction, torsional stiffness, computer program, Finite Element Method.

1 | INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o cálculo de momentos fletores em lajes maciças de concreto armado se realizava por meio de tabelas. Devido ao avanço de recursos computacionais mais sofisticados, sugeriram a Analogia da Grelha Equivalente (AGE) e o Método dos Elementos Finitos (MEF).

Estes métodos permitem analisar a influência da rigidez à torção das vigas no cálculo dos esforços na laje. Não obstante, é necessário avaliar ainda o efeito da fissuração das vigas de contorno, visto que ele contribui para uma acentuada queda de rigidez à torção dessas vigas.

De acordo com BUDA-OZOG (2017), apesar das pesquisas sobre combinação de torção, flexão e esforço cortante, o conhecimento sobre a rigidez à torção das vigas após a sua fissuração ainda é limitado. Assim, o presente trabalho tem o intuito de avaliar, tanto no estágio I e II, o quanto a rigidez à torção de vigas de contorno influencia no cálculo dos momentos fletores em lajes maciças retangulares de concreto armado.

2 | LAJES

As lajes de concreto armado apresentam comportamentos distintos para cada nível de solicitação às quais estão submetidas. Em geral, estes comportamentos se dividem em três etapas particulares que são a fase elástica, a fase de fissuração e a fase de plastificação, conforme mostrado na Figura 1

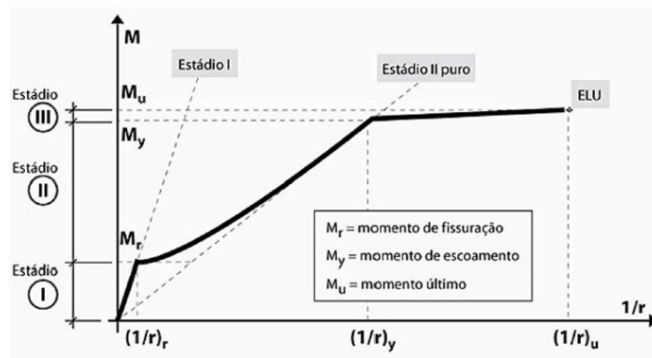


Figura 1 – Níveis de deformação do concreto (KIMURA (2007))

A fase elástica vai desde a origem até o ponto A e corresponde ao Estádio I. Nesta fase o material pode ser considerado como isotrópico e homogêneo, pois a peça não está fissurada.

A fase de fissuração é representada pelo trecho AC, correspondente ao Estádio II. Devido à fissuração dos elementos estruturais por causa do aumento da magnitude das ações, a rigidez destes elementos diminui. Em vista disso, os esforços migram para as seções de maior rigidez, ou seja, para as seções não fissuradas.

A fase de plastificação é representada pelo trecho CD, correspondente ao Estádio III. As ações continuam a crescer e as seções mais solicitadas começam a sofrer plastificação. Nesta fase, não há aumento significativo dos valores dos momentos fletores, pois normalmente as lajes estão sub-armadas. Além disso, há grandes deformações e redistribuição de esforços mais acentuada que na fase anterior.

Segundo PIOTR e KRZYSZTOF (2016), em estruturas hiperestáticas, quando surge um excesso de esforços em alguma seção, ocorre a redistribuição desses esforços para um trecho adjacente que não está totalmente aproveitado.

As rótulas plásticas surgem quando a armadura entra em escoamento, podendo transformar a estrutura hiperestática em hipostática. Por conta disso, não é recomendável que haja plastificação em toda uma determinada região da laje, como por exemplo, em toda uma continuidade entre lajes.

Outra consequência da introdução de rótulas plásticas é a transferência de momentos fletores negativos para momentos fletores positivos conforme mostrado na Figura 2. Por conta disso, a taxa de aço necessária na continuidade de duas lajes diminui, enquanto que a taxa de aço necessária no meio do vão aumenta.

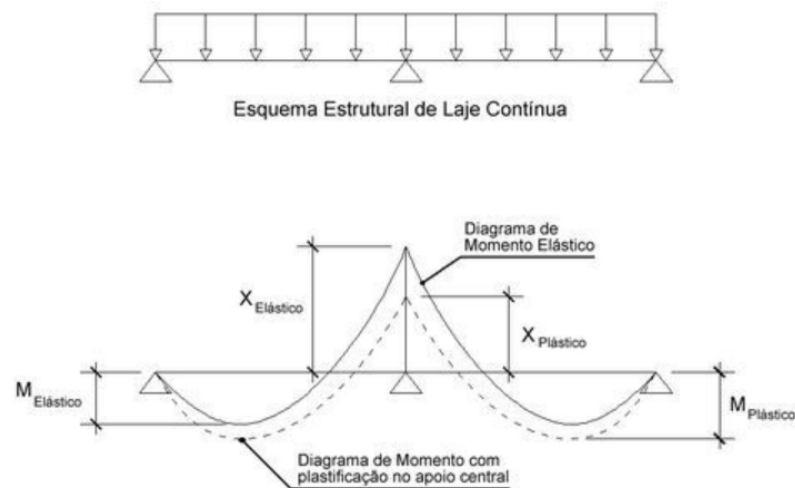


Figura 2 – Redistribuição dos esforços devido à plastificação do concreto

Quando a laje está apoiada em seus lados opostos, a distribuição das ações em cada apoio e a magnitude dos momentos fletores na laje não são facilmente calculadas (SALAMA, 2012). Por conta disso, Bares, Czerny e Marcus desenvolveram tabelas que permitiram, à época, a otimização do cálculo de momentos fletores em lajes, ainda que para cada painel de laje analisado isoladamente delimitado pelas vigas de contorno (CARVALHO; FILHO, 2014).

Segundo KIMURA (2018), a AGE consiste em substituir a laje por uma série de elementos de barras conectados ortogonalmente no plano do piso. COELHO (2000) verificou que os resultados dos momentos fletores em lajes são satisfatórios quando a seguinte relação entre o momento de inércia à flexão I e o momento de inércia à torção J das barras da grelha é satisfeita:

$$J = 2,2 I \quad (1)$$

Segundo ARAÚJO (2014), no MEF, primeiramente é necessário discretizar a laje em uma malha de elementos finitos definidos pela sua geometria e pela quantidade de nós. À medida que o domínio do problema é subdividido em elementos finitos cada vez menores, esses resultados convergem para uma solução exata.

3 | RIGIDEZ À TORÇÃO DAS VIGAS

A ABNT NBR 6118:2014 permite reduzir, em grelhas e em pórticos espaciais, a rigidez à torção de vigas por fissuração, considerando 15 % da sua rigidez elástica. Alternativamente, esses modelos, na verificação de estados limites-últimos, podem ser considerados com rigidez à torção nula de modo a eliminar a torção de compatibilidade da análise, desde que o elemento estrutural possua adequada capacidade de adaptação plástica.

4 | MÉTODO NUMÉRICO

O trabalho é composto por uma laje e por quatro vigas apoiadas em suas extremidades sobre apoios indeslocáveis. Na modelagem 3 as lajes foram modeladas em elementos de barras (AGE), enquanto que nas modelagens 1 e 2 elas foram modeladas em elementos finitos de casca bidimensionais (MEF). Já em relação às vigas, houve casos em que elas foram modeladas como apoios indeformáveis (tabelas) e casos em que elas foram modeladas em elementos de barras (AGE e MEF).

Foram realizadas três situações de modelagem computacional, sendo duas através do MEF e uma através da AGE. Os tipos de modelagem foram os seguintes: modelagem 1, para laje em elementos finitos e vigas como apoios indeslocáveis, Figura 3; modelagem 2, para laje em elementos finitos, vigas em elementos de barras e pilares como apoios indeslocáveis, Figura 4; e modelagem 3, para lajes e vigas em elementos de barra e pilares como apoios indeslocáveis, Figura 5. As lajes são maciças e quadradas com vão de 4,00 m. Quanto à espessura das lajes, foram utilizados os valores de 8 cm, 10 cm e 12 cm com o intuito de avaliar também a influência da rigidez da laje nos valores dos esforços de flexão. Nas lajes modeladas em elementos finitos foram criados 64 elementos de casca fina com 81 nós, sendo 6 graus de liberdade em cada nó.

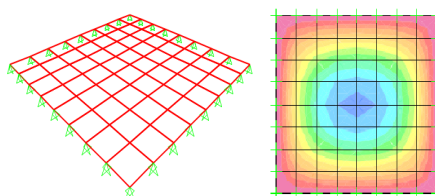


Figura 3: Modelagem 1

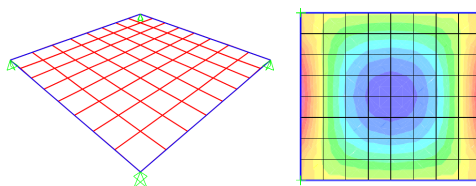


Figura 4: Modelagem 2

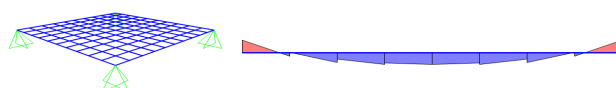


Figura 5: Modelagem 3

No caso do MEF, para as três espessuras da laje foram utilizadas malhas de elementos

finitos de 50 cm x 50 cm, sendo elementos finitos quadrangulares de quatro nós. Já no caso da AGE, as barras da grelha foram modeladas com malhas de 50 cm x 50 cm para as três espessuras da laje. Além disso, com o intuito de satisfazer a recomendação de COELHO (2000) em que a relação entre o momento de inércia à torção e o momento de inércia à flexão das barras da grelha deve ser aproximadamente igual a 2,2, foram também modeladas malhas de 10 cm x 10 cm para espessura de 8 cm, 12,5 cm x 12,5 cm para espessura de 10 cm e 16 cm x 16 cm para espessura de 12 cm.

Dessa maneira, sendo b o espaçamento das barras da grelha, h a espessura da laje, I o momento de inércia à flexão das barras e J o momento de inércia à torção das barras, os valores da relação J/I para cada situação foram os seguintes:

b (cm)	50,00	50,00	50,00	10,00	12,50	16,00
h (cm)	8,00	10,00	12,00	8,00	10,00	12,00
h/b	0,16	0,20	0,24	0,80	0,80	0,75
I (cm ⁴)	2133,33	4166,67	7200,00	426,67	1041,67	2304,00
J (cm ⁴)	7673,22	14566,95	24446,64	875,87	2138,35	4976,26
J/I	3,60	3,50	3,40	2,05	2,05	2,16

Tabela 1: Relações geométricas das barras da grelha

Além de variar o tipo de elemento aplicado nas lajes e nas vigas de contorno e as dimensões das malhas, foi avaliado o quanto as dimensões das vigas alteram a distribuição dos momentos fletores atuantes nas lajes. Dessa forma, foram utilizados os seguintes casos de seção transversal das vigas: caso 1, onde se tem uma viga de 20 cm x 40 cm; caso 2, onde se tem uma viga de 20 cm x 50 cm; e caso 3, onde se tem uma viga de 20 cm x 60 cm.

Além disso, com o intuito de avaliar no estádio II a distribuição dos momentos fletores nas lajes devido à fissuração das vigas de contorno, a rigidez à torção das vigas de contorno foi reduzida a 15% da sua rigidez elástica conforme as prescrições da ABNT NBR 6118:2014. Ademais, foi realizada uma modelagem computacional, tornando a rigidez à torção da viga nula conforme é permitido pela ABNT NBR 6118:2014.

Após a modelagem dos elementos estruturais, foram aplicadas as ações na estrutura. Essas ações são as ações permanentes diretas devido ao peso próprio das lajes e as cargas acidentais verticais de uso de construção na laje, distribuídas uniformemente pela área da laje.

Considerando o peso específico do concreto armado de 25 kN/m³ e uma laje de 12 cm de espessura, a ação permanente distribuída na área da laje é igual a 3,0 kN/m². De maneira análoga para uma laje de 8 cm e de 10 cm, obteve-se a ação permanente distribuída na área da laje igual a, respectivamente, 2,0 kN/m² e 2,5 kN/m². Considerando o que propõe a ABNT NBR 6120:1980 a respeito da ação variável devido às cargas acidentais verticais de uso de construção em lajes de edifícios residenciais e escritório, o valor adotado foi de 2,0 kN/m². Utilizando a combinação última normal da ABNT NBR

6118:2014, tem-se que o coeficiente de ponderação tanto para a ação permanente quanto para a ação variável principal é igual a 1,4. Portanto, o valor da ação de cálculo utilizado nas lajes de 8 cm, 10 cm e 12 cm, respectivamente, é igual a 5,6 kN/m², 6,3 kN/m² e 7,0 kN/m². Já em academias, deve-se utilizar o valor de 5,0 kN/m² para as cargas acidentais. Portanto, o valor de cálculo da ação para lajes deste tipo de edificação em lajes cuja a espessura é de 8 cm, 10 cm e 12 cm é igual a, respectivamente, 9,8 kN/m², 10,5 kN/m² e 11,2 kN/m².

No caso da AGE, as ações foram distribuídas por área de influência ao longo das barras da grelha. Os valores dessas ações por unidade de comprimento variam de acordo com o espaçamento das barras da grelha e com o tipo de edificação.

Não obstante, as tabelas de Czerny, Bares e Marcus foram utilizadas para calcular os esforços de flexão nas lajes a fim de comparar os valores obtidos pelos modelos clássicos com os obtidos pelos modelos computacionais. Para cada método foram avaliados a situação de contorno quadriapoado e contorno quadriengastado.

Ao todo foram realizadas 210 análises que geraram 420 valores de momentos fletores nas lajes maciças de concreto armado, conforme mostrado na tabela 2.

Análises	Método	Rigidez da viga de contorno	Ações	Espessura da laje (cm)	Malha da Grelha (cm)
12	Tabelas de Bares	(Quadriapoada e Quadriengastada)	Residência e Academia	8;10;12	x
12	Tabelas de Czerny	(Quadriapoada e Quadriengastada)	Residência e Academia	8;10;12	x
12	Tabelas de Marcus	(Quadriapoada e Quadriengastada)	Residência e Academia	8;10;12	x
12	MEF com viga indeformáveis	(Quadriapoada e Quadriengastada)	Residência e Academia	8;10;12	x
18	MEF com viga 20 cm x 40 cm	100%, 15% e 0% da rigidez à torção	Residência e Academia	8;10;12	x
18	MEF com viga 20 cm x 50 cm	100%, 15% e 0% da rigidez à torção	Residência e Academia	8;10;12	x
18	MEF com viga 20 cm x 60 cm	100%, 15% e 0% da rigidez à torção	Residência e Academia	8;10;12	x
36	AGE com viga 20 cm x 40 cm	100%, 15% e 0% da rigidez à torção	Residência e Academia	8;10;12	50 (h=8;10;12); 16; 12,5; 10
36	AGE com viga 20 cm x 50 cm	100%, 15% e 0% da rigidez à torção	Residência e Academia	8;10;12	50 (h=8;10;12); 16; 12,5; 10
36	AGE com viga 20 cm x 60 cm	100%, 15% e 0% da rigidez à torção	Residência e Academia	8;10;12	50 (h=8;10;12); 16; 12,5; 10

Tabela 2: Análises realizadas

5 | RESULTADOS

A partir das tabelas de Bares, Czerny e Marcus e da utilização de vigas indeformáveis por meio de implementação computacional de malhas de elementos finitos, foram obtidos os valores dos momentos fletores. As Figuras 6 a 14 mostram os valores dos momentos fletores nas lajes de edificação do tipo residencial para espessura laje igual a 8 cm, 10 cm e 12 cm. As Figuras 15 a 23 mostram os valores dos momentos fletores nas lajes de edificação do tipo academia. para espessura laje igual a 8 cm, 10 cm e 12 cm.

Através dos resultados encontrados nessas figuras, verifica-se que os momentos fletores obtidos pelas tabelas de Czerny e pelo MEF na condição de viga indeformável são satisfatórios. Entretanto, vale mencionar que este tipo de modelagem não se aproxima da realidade, uma vez que as vigas são estruturas deformáveis, servindo os resultados obtidos computacionalmente pelo MEF apenas para validar a modelagem da laje em

elementos finitos.

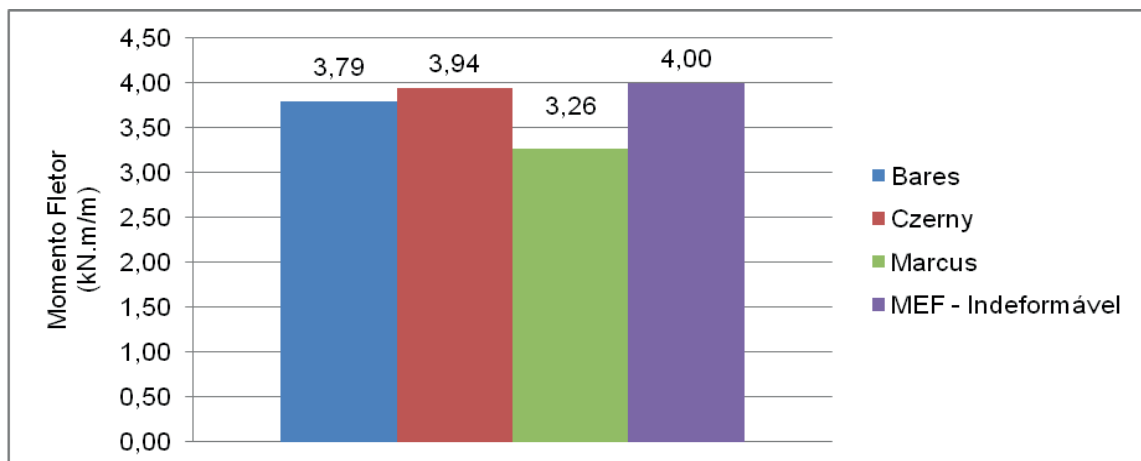


Figura 6 - Momentos fletores positivos em lajes quadriapoiadas - Residência (h= 8 cm)

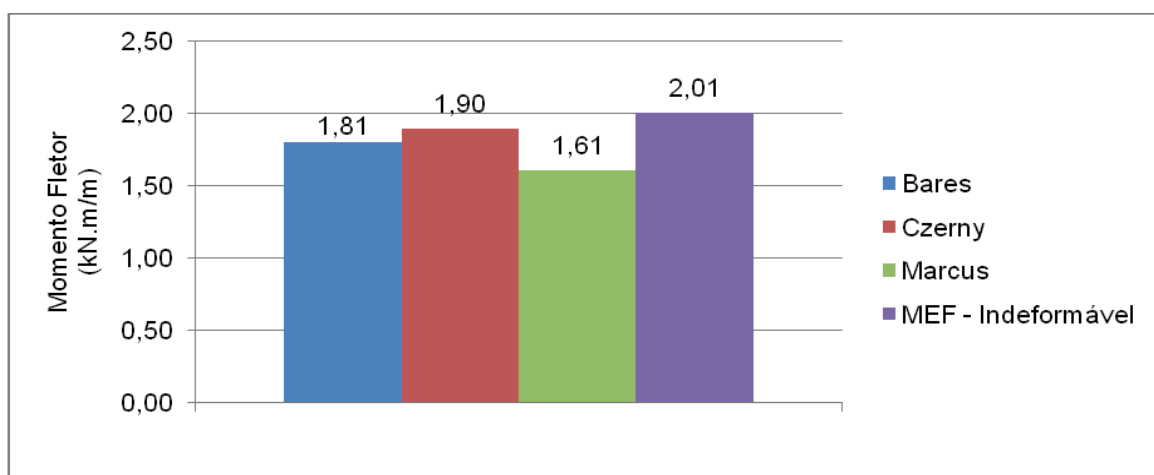


Figura 7 - Momentos fletores positivos em lajes quadriengastadas - Residência (h= 8 cm)

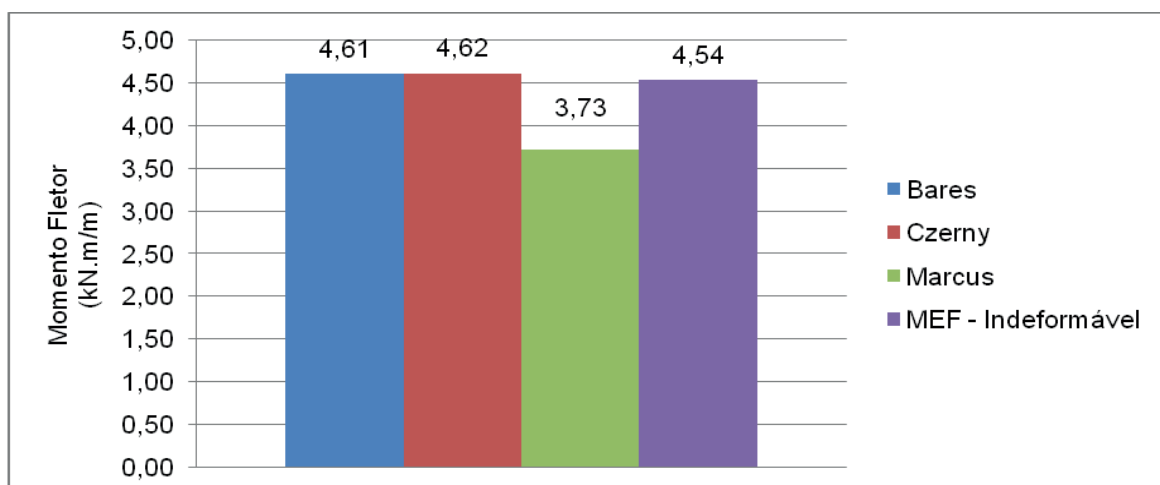


Figura 8 - Momentos fletores negativos em lajes quadriengastadas - Residência (h= 8 cm)

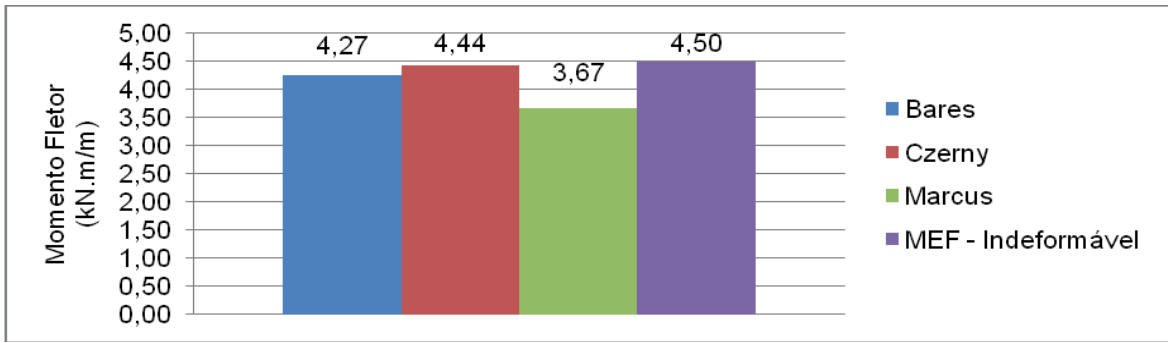


Figura 9 - Momentos fletores positivos em lajes quadriapoiadas - Residência (h= 10 cm)

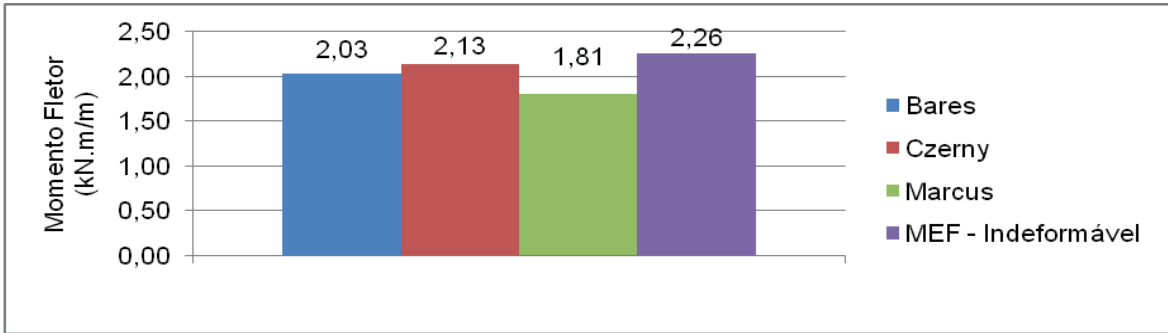


Figura 10- Momentos fletores positivos em lajes quadriengastadas - Residência (h= 10 cm)

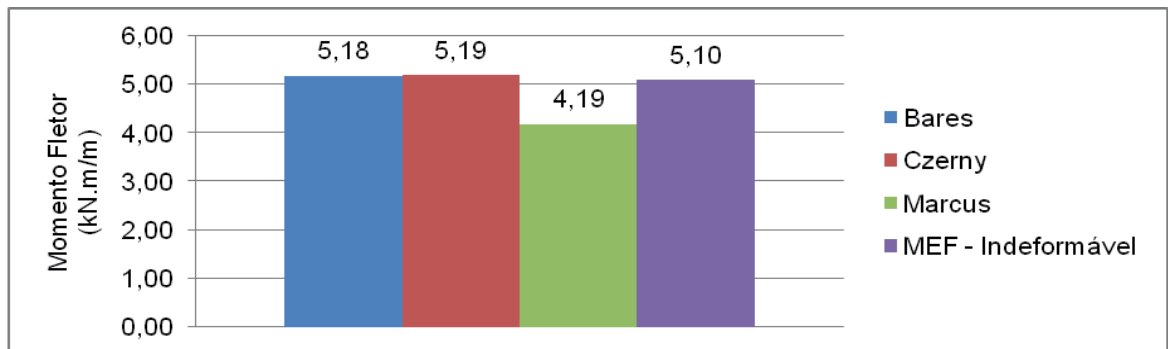


Figura 11 - Momentos fletores negativos em lajes quadriengastadas - Residência (h= 10 cm)

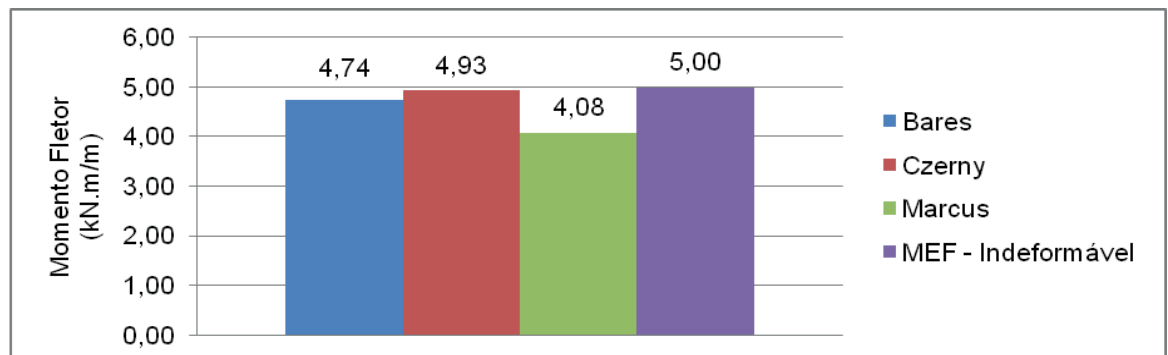


Figura 12 – Momentos fletores positivos em lajes quadriapoiadas - Residência (h= 12 cm)

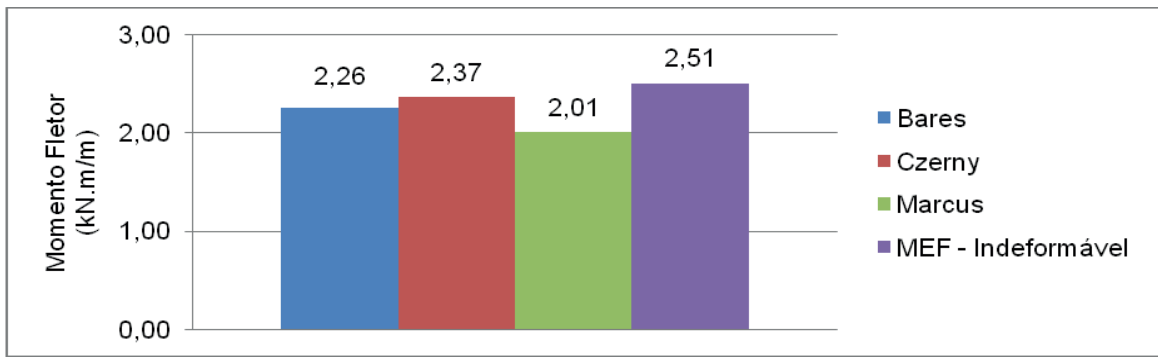


Figura 13 – Momentos fletores positivos em lajes quadriengastadas – Residência (h=12cm)

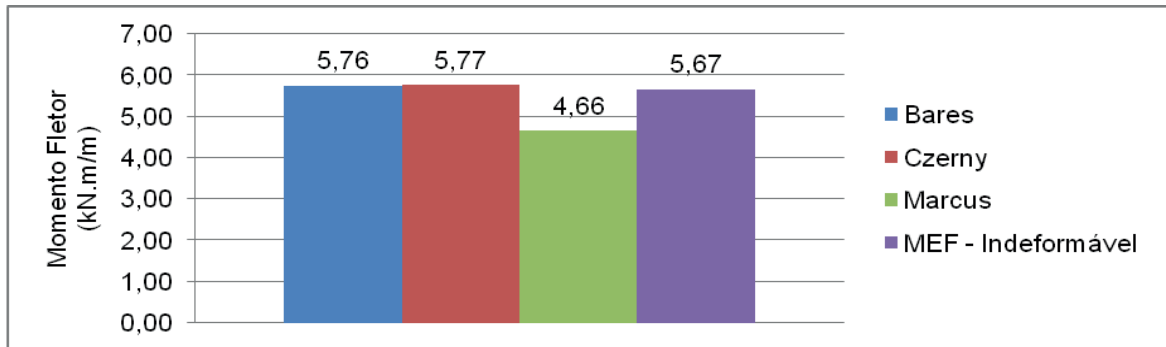


Figura 14 – Momentos fletores negativos em lajes quadriengastadas – Residência (h=12cm)

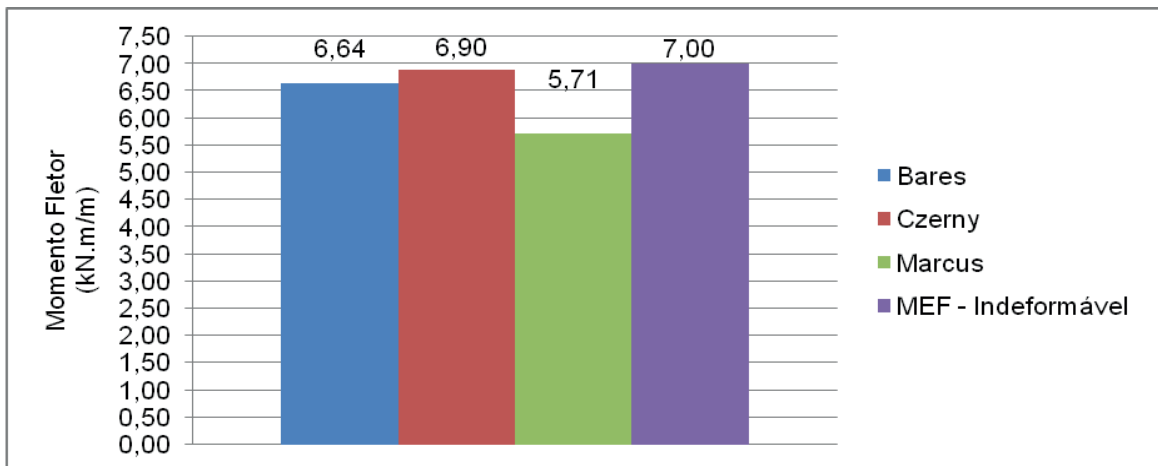


Figura 15 – Momentos fletores positivos em lajes quadriapoiadas – Academia (h=8 cm)

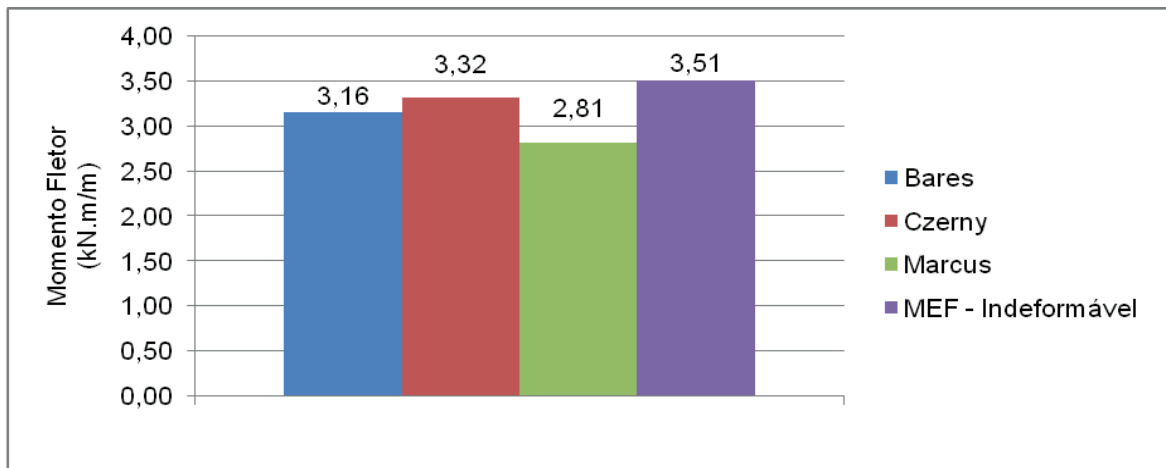


Figura 16 – Momentos fletores positivos em lajes quadriengastadas – Academia (h=8 cm)

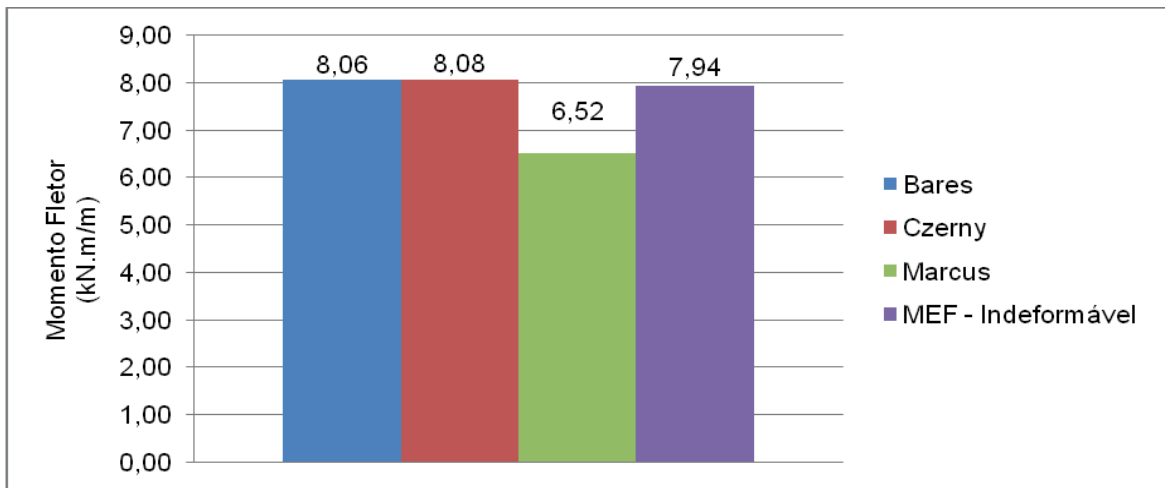


Figura 17 – Momentos fletores negativos em lajes quadriengastadas – Academia (h=8 cm)

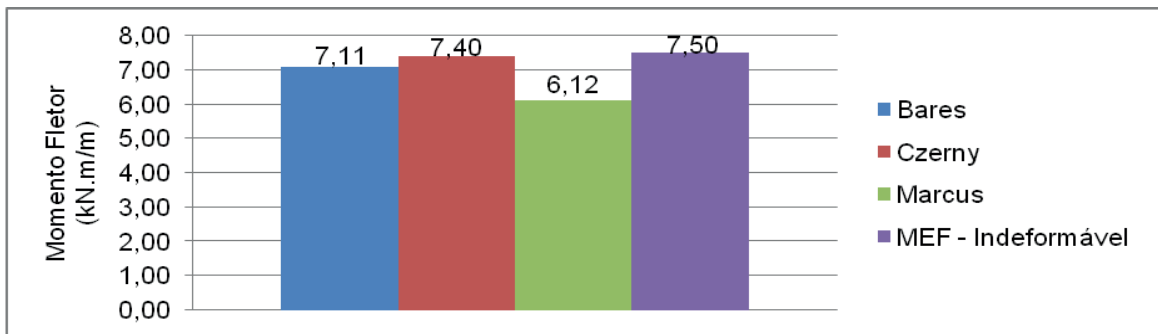


Figura 18 – Momentos fletores positivos em lajes quadriapoiadas – Academia (h=10 cm)

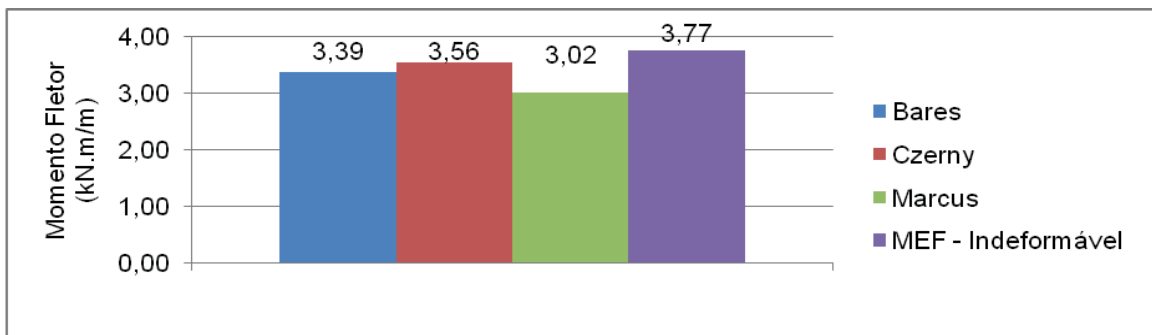


Figura 19 – Momentos fletores positivos em lajes quadriengastadas – Academia (h=10 cm)

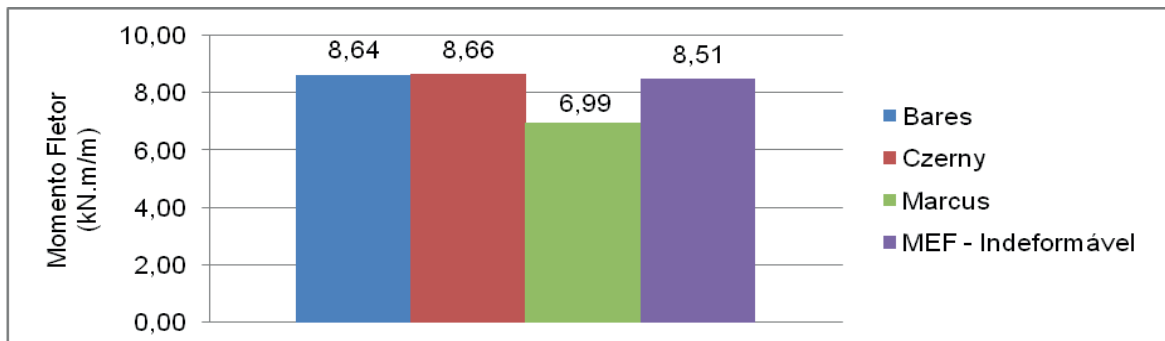


Figura 20 – Momentos fletores negativos em lajes quadriengastadas – Academia (h=10cm)

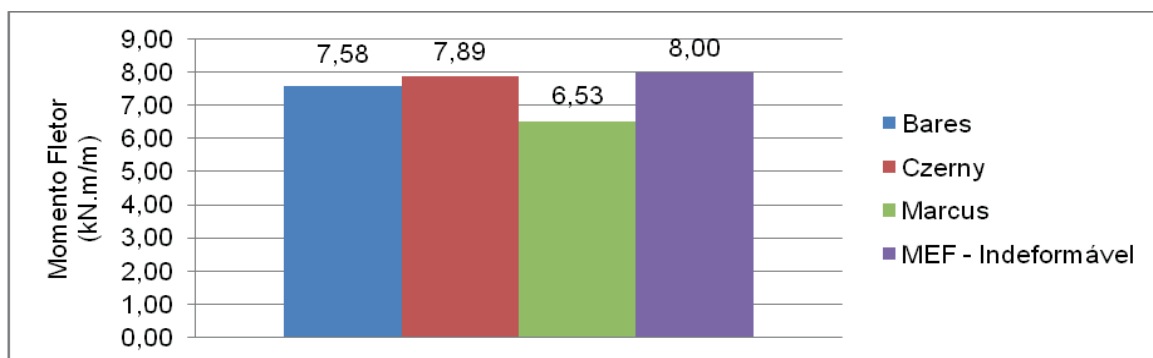


Figura 21 – Momentos fletores positivos em lajes quadriapoiadas – Academia (h=12cm)

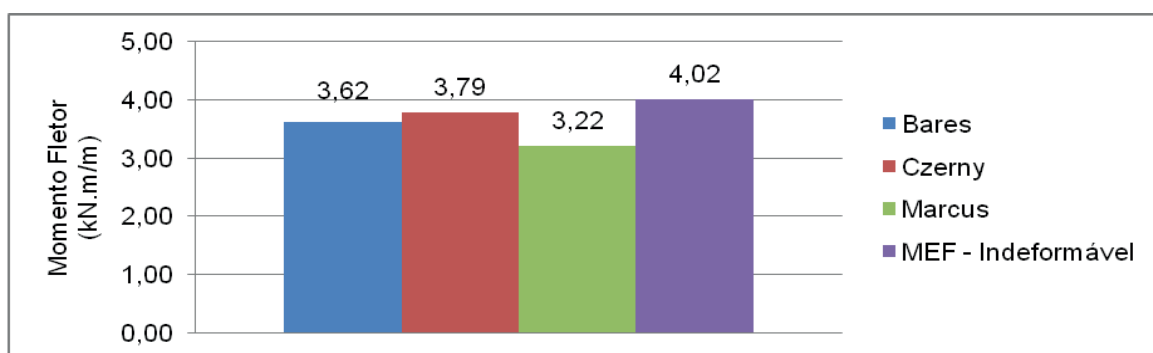


Figura 22 – Momentos fletores positivos em lajes quadriengastadas – Academia (h=12cm)

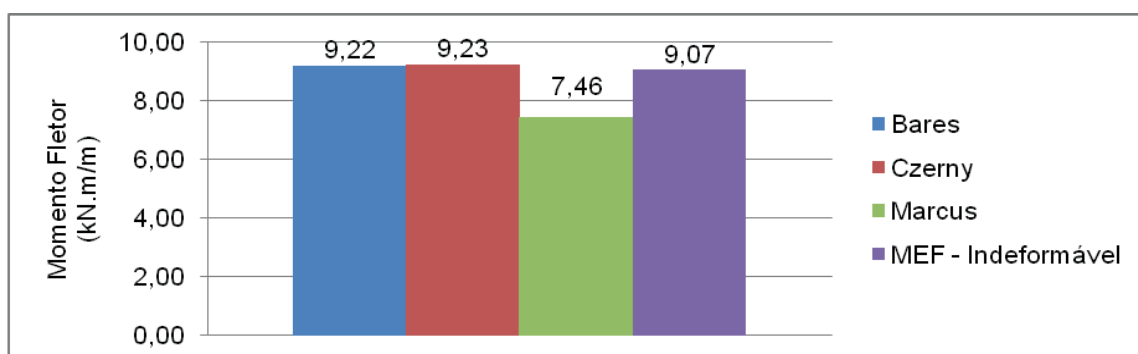


Figura 23 – Momentos fletores negativos em lajes quadriengastadas – Academia (h=12cm)

As figuras 24 a 26 mostram os valores dos momentos fletores positivos e negativos obtidos em lajes de edificação do tipo residencial cuja espessura é igual a 8 cm, 10 cm e 12 cm. Nessas figuras, o eixo das abscissas representa a porcentagem da rigidez à torção da viga de contorno devido à fissuração, enquanto que o eixo das ordenadas representa os valores dos momentos fletores por unidade de comprimento. Cada figura possui três grupos de resultados, os quais representam, respectivamente, as lajes vinculadas às vigas de 20 cm x 40 cm, 20 cm x 50 cm e 20 cm x 60 cm.

De maneira análoga, as figuras 27 a 29 mostram os valores dos momentos fletores positivos e negativos obtidos em lajes de edificação do tipo academia.

Através dos resultados é possível verificar uma diminuição dos momentos fletores positivos devido ao aumento da seção transversal das vigas de contorno. Por outro lado, houve um aumento dos momentos fletores positivos devido à fissuração das vigas,

enquanto que quando a rigidez à torção dessas vigas é igual a 0% da rigidez inicial os momentos fletores negativos tornam-se nulos.

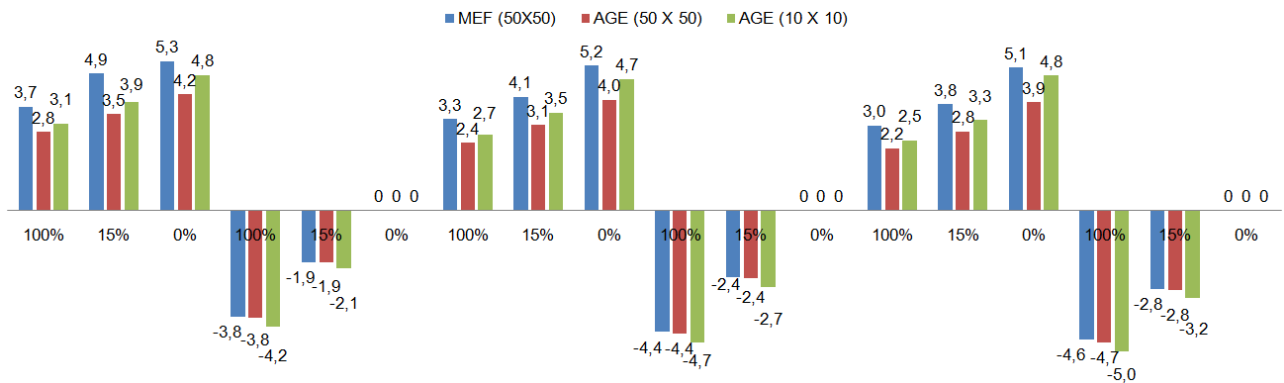


Figura 24 – Momentos fletores obtidos através de implementação computacional – Residência (h= 8 cm)

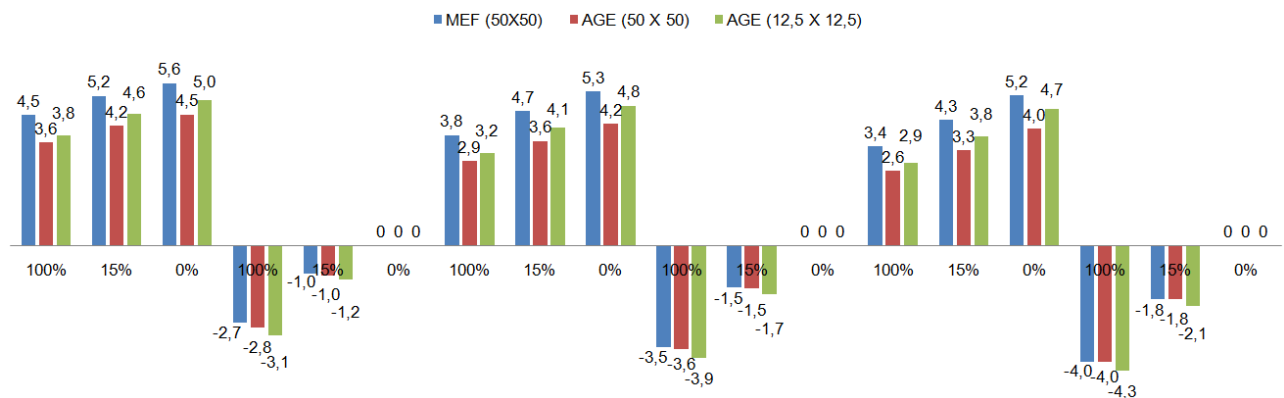


Figura 25 – Momentos fletores obtidos através de implementação computacional – Residência (h= 10 cm)

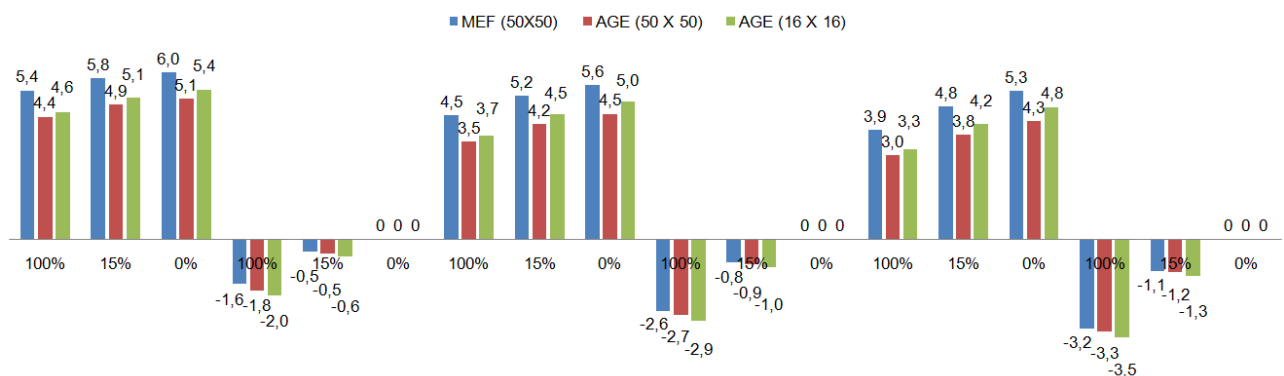


Figura 26 – Momentos fletores obtidos através de implementação computacional – Residência (h= 12 cm)

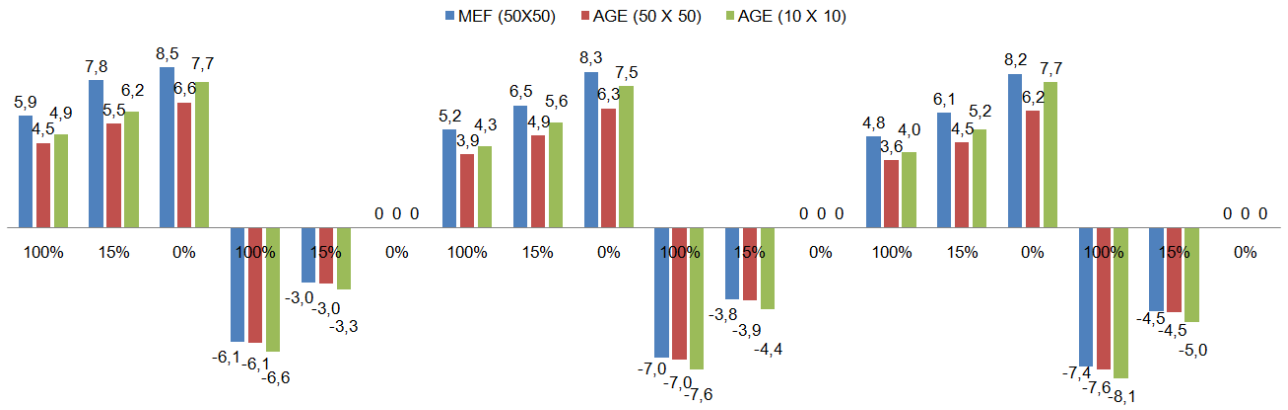


Figura 27 – Momentos fletores obtidos através de implementação computacional – Academia (h= 8 cm)

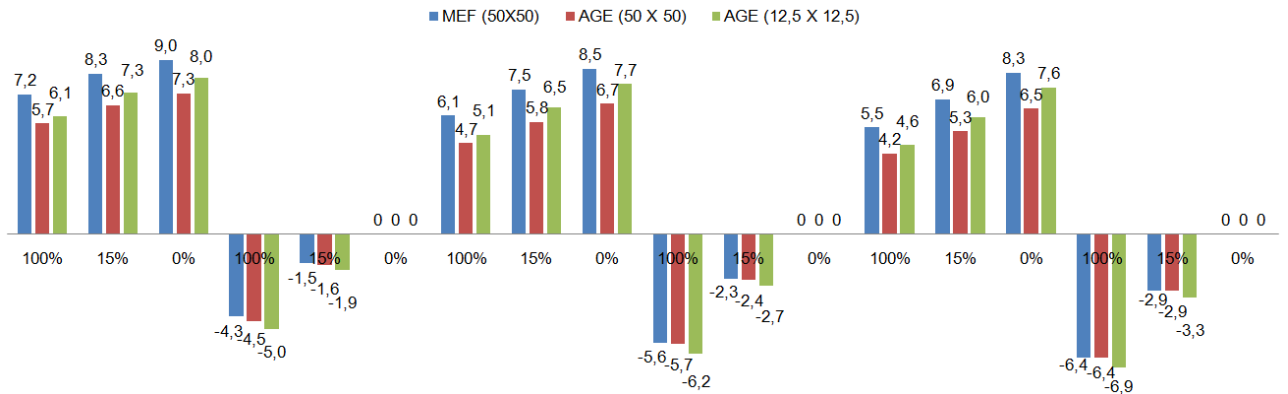


Figura 28 – Momentos fletores obtidos através de implementação computacional – Academia (h= 10 cm)

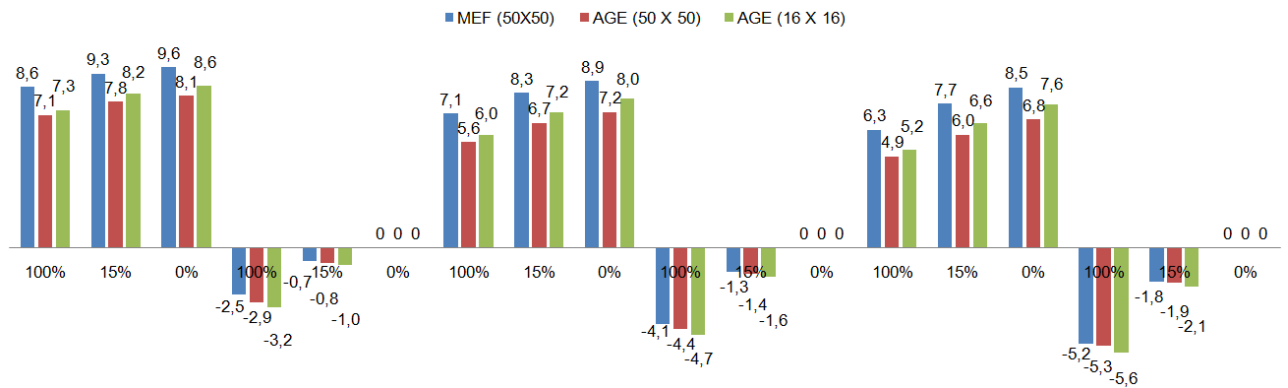


Figura 29 – Momentos fletores obtidos através de implementação computacional – Academia (h= 12 cm)

6 | CONCLUSÕES

Os momentos fletores obtidos pelas tabelas de Czerny e pelo MEF na condição de viga indeformável mostram-se satisfatórios. Entretanto, essa modelagem não representa os resultados mais próximos da realidade, uma vez que não é levado em consideração a deformabilidade das vigas.

Comparando os momentos fletores positivos obtidos pelo MEF na seção fissurada com os obtidos pelas tabelas (contorno apoiado), verificou-se um aumento de até 20%

para lajes cuja espessura é de 12 cm. Já os momentos fletores positivos obtidos pelo MEF na seção íntegra em relação aos obtidos pelas tabelas (contorno engastado), o aumento foi de até 50% para lajes cuja espessura é de 12 cm. Por conta disso, atualmente não convém mais utilizar tabelas para o cálculo de esforços em lajes.

Quanto aos momentos fletores positivos, os valores obtidos pelo MEF e pela AGE variaram em torno de 15 %. Já para os momentos fletores negativos, a variação foi de 10 %. Portanto, os valores obtidos pelos dois métodos se mostram satisfatórios.

Os momentos fletores positivos de lajes de 10 cm superaram em até 15 % os de lajes de 8 cm. A mesma variação se manteve quando comparadas as lajes de 10 cm com as de 12 cm. Portanto, é necessária a utilização de métodos numéricos para o cálculo dos esforços em lajes, uma vez que as tabelas não levam em consideração a rigidez da laje. Tal consideração é importante principalmente em estruturas submetidas a ações elevadas, como em academias em virtude da necessidade de lajes mais rígidas para satisfazer os estados limites de deformações excessivas e de vibrações excessivas.

Os valores do momento de inércia à torção das vigas de contorno cuja seção é igual a 20 cm x 40 cm, 20 cm x 50 cm e 20 cm x 60 cm são, respectivamente, iguais a $73.241,67 \text{ cm}^4$, $99.805,01 \text{ cm}^4$ e $126.434,57 \text{ cm}^4$. O aumento de seção transversal de uma viga de 20 cm x 40 cm para uma de 20 cm x 50 cm diminuiu os momentos fletores positivos na ordem de 15 %, enquanto que o aumento de seção transversal de uma viga de 20 cm x 50 cm para uma de 20 cm x 60 cm diminuiu os momentos fletores positivos na ordem de 10 %.

Considerando uma diminuição da rigidez à torção dessas vigas para 15 % devido à fissuração delas, os momentos fletores positivos aumentaram em até 25 % para as três espessuras da laje. Já os momentos fletores negativos reduziram em até 50 % ($h=8 \text{ cm}$), 60% ($h=10 \text{ cm}$) e 70% ($h=12 \text{ cm}$). Além disso, os momentos fletores negativos tornaram-se nulos quando foi considerada 0 % de rigidez à torção das vigas de contorno.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, José. **Curso de Concreto Armado**. 3ª. Ed. v.2. Rio Grande, Dunas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

BUDA-OZOG, Lidia. **Assessment of stiffness beams subjected to combined shear and torsion designed using STM**. International Conference on Analytical Models and New Concepts in Concrete and Masonry Structures AMCM, 2017.

CARVALHO, Roberto; FILHO, Jasson. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. 4. ed. 2ª reimpressão. São Paulo, EdUFSCar, 2014. v.1.

COELHO, Jano. **Modelagem de lajes de concreto armado por analogia de grelha**. 2000. 220 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

KIMURA Alio. **Informática aplicada a estruturas de concreto armado**. 2. ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2018.

PIOTR, Dolny; KRZYSZTOF, Kaminski. **Research in redistribution of bending moments in the beams of reinforced concrete early loaded**. Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST, 2016.

SALAMA, Magdy. **Analysis of slabs spanning in two directions under concentrated loads**. Housing and Building National Research Center Journal, 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aderência 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 20, 42, 183, 276

Adições Minerais 38, 39, 49, 51, 55, 67, 81, 82, 90, 94

Aditivo 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 32, 33, 45, 46, 47, 74, 83, 105, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 116, 119, 120, 125, 126, 127

Aditivo Plastificante 114, 116, 119, 120

Areia de Brita 13, 14, 16

Argamassas 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 97, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 116, 117, 119, 120, 126, 127, 130, 139, 206, 210

Argamassas Estabilizadas 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 25, 27, 28, 105, 106, 112, 113

Arquitetura 30, 31

C

Cal Hidratada 1, 5, 10

Chapisco 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Cisalhamento Direto 128, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142

Colorido 30, 31, 32, 36, 37

Compósitos Cimentícios 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79

Concreto 3, 12, 13, 15, 18, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 72, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 102, 103, 104, 113, 115, 116, 123, 127, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 204, 210, 211, 214, 217, 220, 221, 222, 223, 224, 227, 231, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 245, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 267, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 296, 298, 299, 303, 304

Corrosão 38, 40, 42, 49, 50, 51, 53, 54, 66, 67, 303

D

Detergente Doméstico 114, 116, 119, 125, 127

E

EPS 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 277

Escoramento 159, 160, 161, 162, 163, 168, 169

F

Fibras de Celulose 68, 71, 73, 78

G

Geossintéticos 128, 140, 141

I

Interação 55, 75, 76, 139, 143, 220, 250

Íon Cloreto 39, 42

L

Laje Pré-Moldada 159, 166, 168

M

Manifestações Patológicas 15, 51, 53, 223, 225, 226, 235, 301, 302, 303, 304

Metacaulim 11, 12, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 60, 62, 64, 65, 66, 67

Método dos Elementos Finitos 143, 144

Migração de Íons 39, 43, 45

Módulo de Elasticidade 81, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 164, 198, 201, 207, 210, 211, 214, 217, 218, 239, 242, 276, 289

P

Patologias 39, 97, 222, 223, 234, 252

Permeabilidade 13, 14, 16, 17, 18, 21, 23, 27, 28, 39, 40, 51, 65, 66, 112, 125, 306

Poliestireno Expandido 128, 129, 137, 138, 140, 141

Procedimento 11, 37, 49, 93, 105, 108, 132, 157, 165, 172, 174, 175, 185, 204, 211, 226, 229, 284, 292, 295, 304

Programa Computacional 61, 143

R

Reforço 11, 50, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 129, 232, 233, 236, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 259, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 269, 272, 285, 288, 289, 304, 305

Rigidez à Torção 143, 144, 146, 148, 154, 155, 157

Rigidez Experimental 159, 167, 168

S

Sílica 12, 32, 33, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 56, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 93

Sílica Ativa 32, 33, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 81, 82, 83, 84, 85, 89, 90, 92, 93
Solos 128, 129, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 142, 305, 306

 **Atena**
Editora

2 0 2 0