

**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO
(ORGANIZADORES)**



**RESULTADOS DAS PESQUISAS
E INOVAÇÕES NA ÁREA
DAS ENGENHARIAS**

**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO
(ORGANIZADORES)**



**RESULTADOS DAS PESQUISAS
E INOVAÇÕES NA ÁREA
DAS ENGENHARIAS**

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: Geraldo Alves

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

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

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di 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

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

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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
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 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
Profª Drª 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. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª 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. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

R436 Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-86002-21-8
 DOI 10.22533/at.ed.218200303

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.
 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias” contempla dezoito capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas e inovações aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia.

A constante transformação que a sociedade vem sofrendo é produto de um trabalho de desenvolvimento de pesquisas e tecnologia que aplicadas se tornam inovação.

O estudo sobre materiais e seu comportamento auxiliam na compreensão sobre seu uso em estruturas e eventualmente podem determinar o aparecimento ou não de patologias.

As pesquisas sobre a utilização de ferramentas computacionais permitem o aprimoramento da gestão de diversas atividades e processos de produção.

São abordadas também nessa obra as pesquisas sobre a forma de ensinar, utilizando as tecnologias em favor do processo de ensino e aprendizagem.

Diante disso, esperamos que esta obra instigue o leitor a desenvolver ainda mais pesquisas, auxiliando na constante transformação tecnológica que o mundo vem sofrendo, visando a melhoria da qualidade de vida na sociedade. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE JUNTAS SOLDADAS DISSIMILARES NA PROPAGAÇÃO DE TRINCAS	
Daniel Nicolau Lima Alves Marcelo Cavalcanti Rodrigues José Gonçalves de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.2182003031	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DE ÍONS DE CLORETO E SUA INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO	
Ana Paula dos Santos Pereira Danielle Cristina dos Santos Lisboa Lucas Nadler Rocha Alberto Nunes Rangel Claudemir Gomes de Santana Renata Medeiros Lobo Müller	
DOI 10.22533/at.ed.2182003032	
CAPÍTULO 3	25
ANÁLISE DO SISTEMA CONSTRUTIVO E SEUS MATERIAIS CONSTITUINTES COM ENFÂSE NO AÇO COMO SOLUÇÃO PARA REFORÇOS ESTRUTURAIS	
Marcos Bressan Guimarães Vinícius Marcelo de Oliveira Maicá Diorges Carlos Lopes Rafael Aésio de Oliveira Zaltron Arthur Baggio Pietczak Bianca Milena Girardi Bruna Carolina Jachinski	
DOI 10.22533/at.ed.2182003033	
CAPÍTULO 4	38
UTILIZAÇÃO DE SIG NA GESTÃO DOS IMPACTOS DA ÁGUA RESIDUAL DA ETE NO MUNICÍPIO DE CANDEIAS – BAHIA	
Gisa Maria Gomes de Barros Almeida. Helder Guimarães Aragão. Rodrigo Alves Santos.	
DOI 10.22533/at.ed.2182003034	
CAPÍTULO 5	47
AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE INSTABILIDADE GLOBAL EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS EM CONCRETO ARMADO COM INCLUSÃO DE NÚCLEOS RÍGIDOS	
Thadeu Ribas Lugarini Ana Carolina Virmond Portela Giovannetti	
DOI 10.22533/at.ed.2182003035	

CAPÍTULO 6	58
APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS BIM NO ORÇAMENTO DE OBRA - ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO DASOS	
Susan Pessini Sato	
Leonardo Padoan dos Santos	
Bruno Pscheidt Cenovicz	
DOI 10.22533/at.ed.2182003036	
CAPÍTULO 7	69
LOW-COST SUNLIGHT CONCENTRATORS TO IMPROVE HEAT TRANSFER DURING WATER SOLAR DISINFECTION	
Bruno Ramos Brum	
Rossean Golin	
Zoraidy Marques de Lima	
Danila Soares Caixeta	
Eduardo Beraldo de Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.2182003037	
CAPÍTULO 8	81
ESTUDOCOMPARATIVOUSANDODIFERENTESRESINASPARADETERMINAÇÃO DE ISÓTOPOS DE TÓRIO	
Mychelle Munyck Linhares Rosa	
Maria Helena Tirollo Taddei	
Luan Teixeira Vieira Cheberle	
Paulo Sergio Cardoso da Silva	
Vera Akiko Maihara	
DOI 10.22533/at.ed.2182003038	
CAPÍTULO 9	88
DESENVOLVIMENTO EM LABORATÓRIO DE UM TUBO DE VENTURI ACOPLADO A UM RESERVATÓRIO PARA MEDIÇÃO DE PRESSÃO, VELOCIDADE E VAZÃO DE FLUIDOS	
Joilson Bentes da Silva filho	
Adalberto Gomes de Miranda	
José Costa de Macêdo Neto	
DOI 10.22533/at.ed.2182003039	
CAPÍTULO 10	96
PROPOSTADEDESIGNDOCOMPONENTETANQUEMODULARDECOMBUSTÍVEL PARA AERONAVE AS 350 ESQUILO	
Abilio Augusto Corrêa	
Daniel Brogini de Assis	
DOI 10.22533/at.ed.21820030310	
CAPÍTULO 11	107
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA MICROEMPRESA DE DOCES ARTESANAIS DA AMAZÔNIA UTILIZANDO O PDCA	
Karla Josiane de Lima Baia	
Rita de Cássia Ferreira Xavier	
Maria Beatriz Costa de Souza	
David Barbosa de Alencar	
DOI 10.22533/at.ed.21820030311	

CAPÍTULO 12	118
AUDITORIA INTERNA COMO PROVIMENTO À GESTÃO DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL	
Phelippe Moura da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.21820030312	
CAPÍTULO 13	125
APLICAÇÕES DE REDES DE SENSORES SEM FIO	
Arthur M. Barbosa	
Paulo Fernandes da Silva Júnior	
Ewaldo Eder Carvalho Santana	
Marcos Erike Silva Santos	
Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira	
Pedro Carlos de Assis Júnior	
Marcelo da Silva Vieira	
Rodrigo César Fonseca da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.21820030313	
CAPÍTULO 14	145
A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FÉRREO “CAXIAS DO SUL – PORTO DO RIO GRANDE”: UM ESTUDO DE PERSPECTIVA ECONÔMICO-LOGÍSTICO NO ESCOAMENTO DE CARGAS	
Giovanni Luigi Ferreira Schiavon	
Helenton Carlos da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.21820030314	
CAPÍTULO 15	155
CONTROLE DE SISTEMAS LINEARES BASEADOS EM LMIS	
Ana Flávia de Sousa Freitas	
Amanda Viera da Silva	
Wallysonn Alves de Souza	
Rafael Pimenta Alves	
DOI 10.22533/at.ed.21820030315	
CAPÍTULO 16	162
APOIO À DECISÃO ASSOCIANDO A COMPOSIÇÃO PROBABILÍSTICA DE PREFERÊNCIAS AO MONTE CARLO AHP (CPP-MCAHP)	
Luiz Octávio Gavião	
Annibal Parracho Sant’Anna	
Gilson Brito Alves Lima	
Pauli Adriano de Almada Garcia	
Sergio Kostin	
DOI 10.22533/at.ed.21820030316	
CAPÍTULO 17	178
EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS ACERCA DA APLICABILIDADE DAS METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: UMA ANÁLISE NOS PERIÓDICOS INDEXADOS PELA SCOPUS	
Lucas Capita Quarto	
Sônia Maria da Fonseca Souza	
Cristina de Fátima de Oliveira Brum Augusto de Souza	

Fabio Luiz Fully Teixeira
Fernanda Castro Manhães

DOI 10.22533/at.ed.21820030317

CAPÍTULO 18 192

PROJETO DE DESIGN DE MASCOTE PARA JOGO MOBILE

Cristina Trentini
Airam Teresa Zago Romcy Sausen
Paulo Sérgio Sausen
Maurício De Campos
Fabiane Volkmer Grossmann

DOI 10.22533/at.ed.21820030318

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 198

ÍNDICE REMISSIVO 199

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE INSTABILIDADE GLOBAL EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS EM CONCRETO ARMADO COM INCLUSÃO DE NÚCLEOS RÍGIDOS

Data de aceite: 27/02/2020

Data de submissão: 10/12/2019

Thadeu Ribas Lugarini

Universidade Positivo

Curitiba – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/1892778974551384>

Ana Carolina Virmond Portela Giovannetti

Universidade Positivo

Curitiba – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/3657651449787446>

RESUMO: Análises de estabilidade em edificações de concreto armado têm altas demandas ao passo que inovações construtivas e estruturas esbeltas ganham espaço no mercado; é por meio de novas geometrias de elementos, diferentes composições e disposições de peças estruturais, que engenheiros projetistas necessitam de cálculos complexos associados à dificuldade da estrutura em garantir estabilidade quando está submetida à solicitações de vento que incorporam maior magnitude. Analisam-se, portanto, fatores e parâmetros que mensurem estabilidade. Neste trabalho, são estudados o coeficiente γ_z e o parâmetro α prescritos pela norma brasileira de projetos de estruturas de concreto ABNT NBR 6118:2014, e o RM2M1, gerado a partir do processo P-Delta, para avaliar a estabilidade

de edificações de concreto armado. A partir deles, é visto como que a estabilidade global das edificações varia perante modificações de rigidez da estrutura por meio de diferentes análises com variações nas distribuições e composições e pilares, e inclusão de núcleos rígidos para uma mesma planta base. Assim, denota-se a eficiência da consideração dos núcleos rígidos em relação a outros modelos estruturais, além da semelhança entre os valores do coeficiente γ_z com os de RM2M1 para avaliar efeitos de segunda ordem.

PALAVRAS-CHAVE: Edifícios de concreto armado; instabilidade global; núcleos rígidos.

EVALUATION OF GLOBAL INSTABILITY PARAMETERS IN MULTIPLE FLOOR BUILDINGS IN REINFORCED CONCRETE WITH INCLUDING RIGID CORES

ABSTRACT: Stability analyzes in reinforced concrete buildings have high demands while constructive innovations and slender structures gain market share; It is through new element geometries, different composition and arrangement of structural parts that design engineers need complex calculations associated with the difficulty of the structure to ensure stability when subjected to wind stresses that incorporate greater magnitude. Therefore, factors and parameters that measure stability

are analyzed. In this work, the γ_z and α coefficient prescribed by the Brazilian standard of concrete structure design ABNT NBR 6118: 2014 are studied, and the RM2M1, generated from the P-Delta process to evaluate the stability of reinforced concrete buildings. From them, it is seen that the overall stability of buildings varies with changes in structure stiffness through different analyzes with variations in distributions and compositions of pillars, and inclusion of rigid cores for the same base plant. Thus, the efficiency of considering rigid cores in relation to other structural models, the effectiveness of the γ_z coefficient to evaluate second-order effects and their similarity with RM2M1 values are noted.

KEYWORDS: Reinforced concrete buildings; global instability; rigid cores.

1 | INTRODUÇÃO

Novos sistemas construtivos, equipamentos eficientes, ferramentas computacionais aprimoradas, e até mesmo a própria evolução da Teoria das Estruturas: corroboram com inovações construtivas e projetos arrojados (BUENO, 2009). Esse contexto fornece o desenvolvimento da engenharia e proporciona construções de edificações altas e esbeltas (CARMO, 1995). Assim, cresce a demanda por cálculos e análises estruturais complexas para os engenheiros (BUENO, 2009).

Este caso de edificações altas e esbeltas proporciona maior instabilidade na estrutura. Sujeitas às ações do vento, além das gravitacionais, incorporam maiores solicitações. Portanto, faz-se necessário avaliar se as ações do vento causam instabilidade (CARVALHO; PINHEIRO, 2009). A avaliação é prescrita pela ABNT NBR 6118:2014 – Projeto e estruturas de concreto – Procedimento – que preconiza meios para que a estrutura de concreto seja projetada, construída e utilizada de modo que conserve segurança, estabilidade, aptidão em serviço, bem como aparência aceitável durante sua vida útil, desde que se encontre sob corretas condições ambientais e de manutenção, previstas em projeto.

Instabilidades nas estruturas devido às ações do vento ocorrem pelos deslocamentos horizontais advindos (CARMO, 1995); pois mudança de posição horizontal dos elementos estruturais no espaço gera efeitos de segunda ordem e não-linearidade geométrica (CAMICIA, 2017; ALVES; FEITOSA, 2015). Reduz-se, assim, progressivamente a rigidez global do edifício conforme o aumento dos deslocamentos (CORRÊA, 1991).

Portanto, faz-se necessária uma análise prévia da estrutura para estimar a grandeza dos efeitos de segunda ordem. Estudos são realizados com objetivo de estabelecer parâmetros para estimação dessa grandeza (CAMICIA, 2017). São conhecidos como parâmetros de instabilidade globais, ou como comenta Bueno (2009), avaliadores de sensibilidade da estrutura. A ABNT NBR 6118:2014 preconiza dois parâmetros: conhecidos o parâmetro α e coeficiente γ_z . Tem-se também o

RM2M1, calculado pós processo P-Delta (ALVES et al., 2016).

Nesse contexto, vale ressaltar os comentários de Camicia (2017), onde o autor salienta uma necessidade em estudar configurações estruturais que influenciam na estabilidade; e o do pesquisador Corelhan (2010), que argumenta que a existência de núcleos rígidos é considerada essencial nos estudos de edificações altas.

Assim sendo, este trabalho apresenta o estudo de avaliação de estabilidade global de edificações de múltiplos pavimentos em concreto armado por meio desses parâmetros – α , γ_z e RM2M1 – e a análise de como a alteração da rigidez das edificações influencia em seus valores. Perante diferentes distribuições e composições de pilares e inclusão de núcleos rígidos para uma mesma planta base, é proporcionado ao leitor suas diferenças em magnitudes de valores para diferentes configurações estruturais. Escolhe-se estudar uma mesma planta base e manter-se sua forma arquitetônica com alteração de sua rigidez por analisar a consideração de núcleos rígidos na estabilidade da estrutura.

2 | METODOLOGIA

Com auxílio do programa CAD/TQS versão UniPro 21, são modelados edifícios 20 pavimentos e obtidos os parâmetros de instabilidade globais.

A planta arquitetônica dos edifícios é ilustrada pela Figura 1. A partir dela, têm-se 4 casos de configurações estruturais:

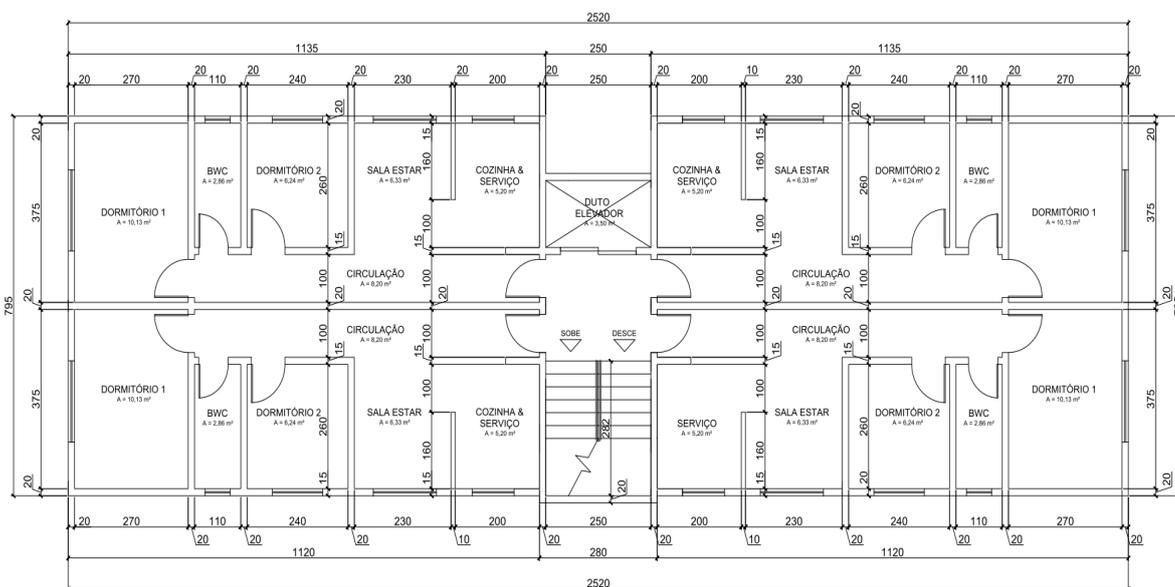


Figura 1 – Planta arquitetônica tipo dos edifícios (medidas em centímetros)

- Caso 1: com 34 pilares, conforme Figura 2, sendo denominada de caso “base” ou “normal” de comparação para outros casos a seguir;

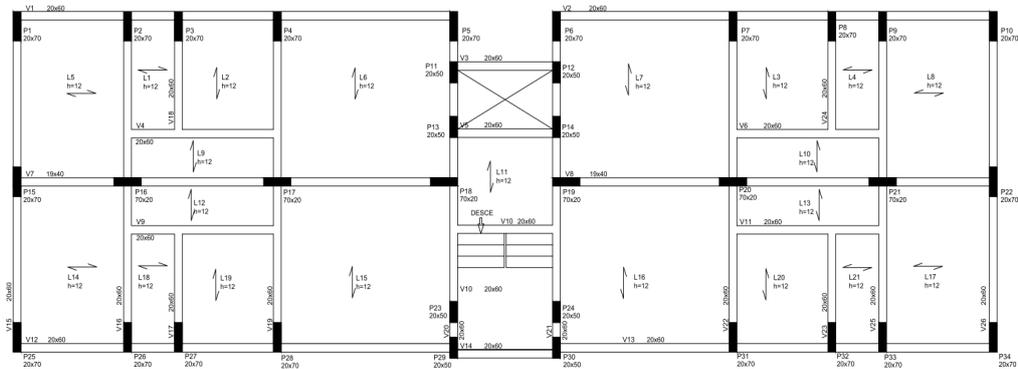


Figura 2 – Planta tipo Caso 1 – planta base

- Caso 2: são convertidos, em posições equidistantes e periféricas, com maior dimensão no sentido ortogonal ao de maior inércia do edifício, 4 pilares em pilares-parede para o caso 2.1 e 10 pilares em pilares-parede para o caso 2.2 – Figuras 3 e 4;

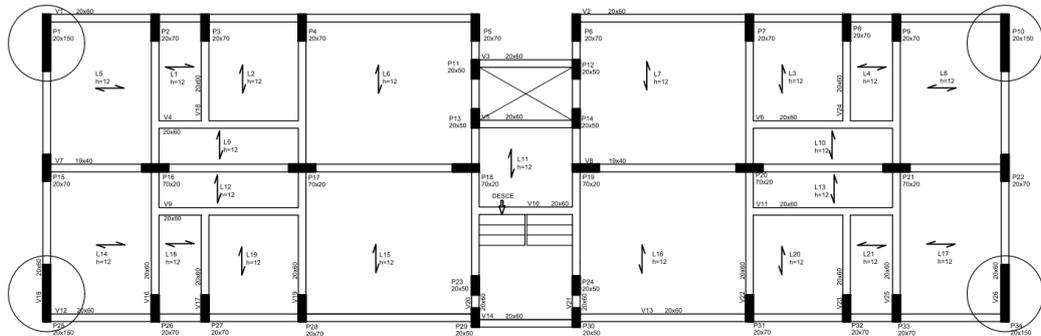


Figura 3 – Planta tipo Caso 2.1 – 4 pilares-parede equidistantes e periféricos

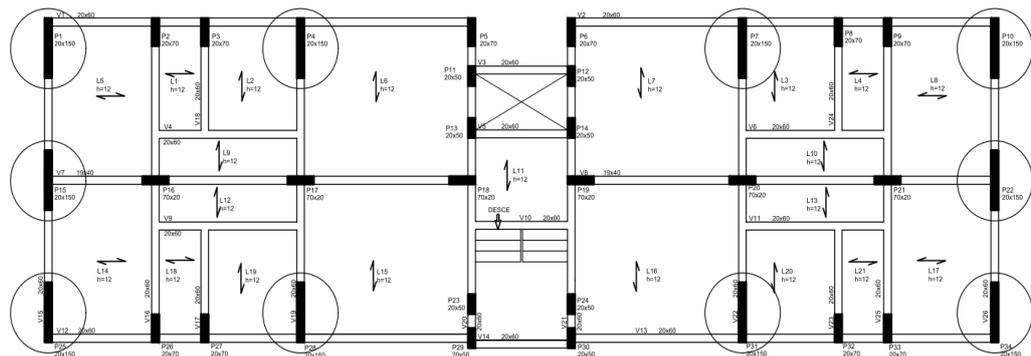


Figura 4 – Planta tipo Caso 2.2 – 10 pilares-parede equidistantes e periféricos

- Caso 3: são incluídos pilares-parede na área de elevador, com maior dimensão no sentido ortogonal ao de maior inércia do edifício, em troca das vigas e pilares que constituíam a planta base (Caso 1) – Figura 5.
- Caso 4: é incluído núcleo-rígido na área de elevador, em troca das vigas e pilares que constituíam a planta base (Caso 1) – Figura 6.

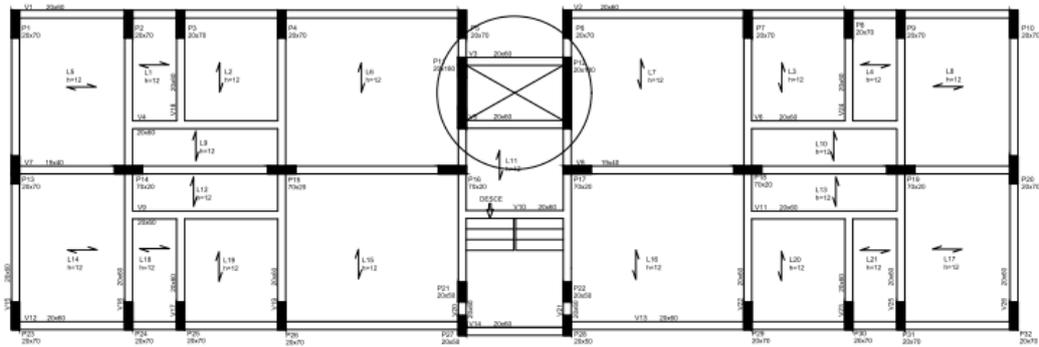


Figura 5 – Planta tipo Caso 3 – pilares-parede na região do elevador

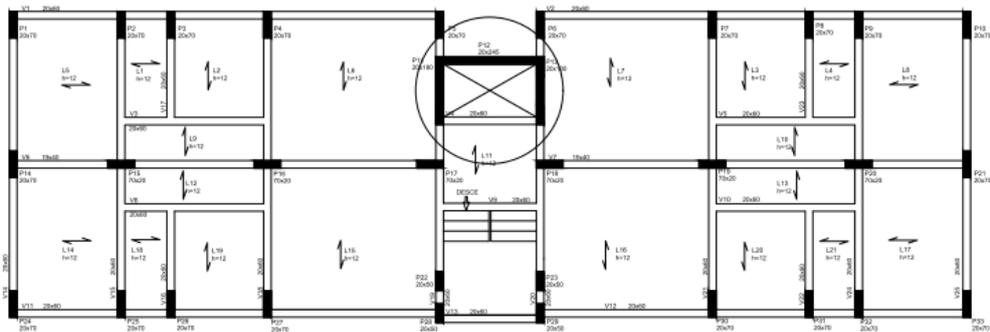


Figura 6 – Planta tipo Caso 4 – núcleo rígido na região do elevador

O Quadro 1 permite a identificação em diferenças de número de elementos estruturais para as 5 configurações estudadas.

Metodologia	Planta base	Pilares-parede periféricos		Pilares-parede centrais	Núcleos rígidos
Elementos\Casos	Caso 1	Caso 2.1	Caso 2.2	Caso 3	Caso 4
Pilares	34	30	24	30	30
Pilares-parede	0	4	10	2	0
Vigas	26	26	26	26	25
Núcleo rígido	0	0	0	0	1

Quadro 1 – Diferenças em quantidades de elementos estruturais para cada caso

Os edifícios são modelados com carregamentos verticais correspondentes às construções residenciais, definidos pelo programa CAD/TQS. São eles:

- Lajes: 0,10 tf/m² de carga distribuída permanente; 0,15 tf/m² de carga distribuída acidental – conforme ABNT NBR 6120:80 para valores de cargas mínimas em edifícios residenciais;
- Escadas: 0,10 tf/m² de carga distribuída permanente; 0,30 tf/m² de carga distribuída acidental – conforme ABNT NBR 6120:80 para valores de cargas mínimas em edifícios residenciais;
- Vigas: 0,32 tf/m² de carga distribuída permanente correspondente à alvena-

ria – conforme ABNT NBR 6120:80 para blocos artificiais (tijolos maciços) de 18 centímetros.

- Pilares: calculado automaticamente no processamento global.

Os carregamentos de vento são definidos como (conforme ABNT NBR 6123:88):

- Velocidade básica: 41 m/s. Região do município de Curitiba;
- Fator do terreno (S1) e fator estatístico (S3): 1,00;
- Categoria de rugosidade (S2): Classe V. Terrenos com obstáculos numerosos, grandes, altos e poucos espaçosos – centros de grandes cidades.
- Classe das edificações (S2): Classe A – maior dimensão horizontal ou vertical menor que 20 metros – para o cálculo do pórtico da etapa 1 e Classe B – maior dimensão horizontal ou vertical entre 20 e 50 metros – para cálculo dos edifícios.

Os materiais e critérios da norma ABNT NBR 6118:2014, foram adotados como:

- Concreto classe C25 para todos os elementos estruturais.
- Classe II de agressividade ambiental – moderada (urbana).

Em relação ao modelo estrutural do edifício conforme o programa CAD/TQS, adotou-se a opção do modelo VI, que corresponde à modelagem de pórtico espacial composto por elementos que simulem vigas, pilares e lajes da estrutura. Dessa forma, além das vigas e pilares, as lajes contribuem para resistência dos esforços gerados pelo vento. A Figuras 7 identifica os cortes esquemáticos do edifício.

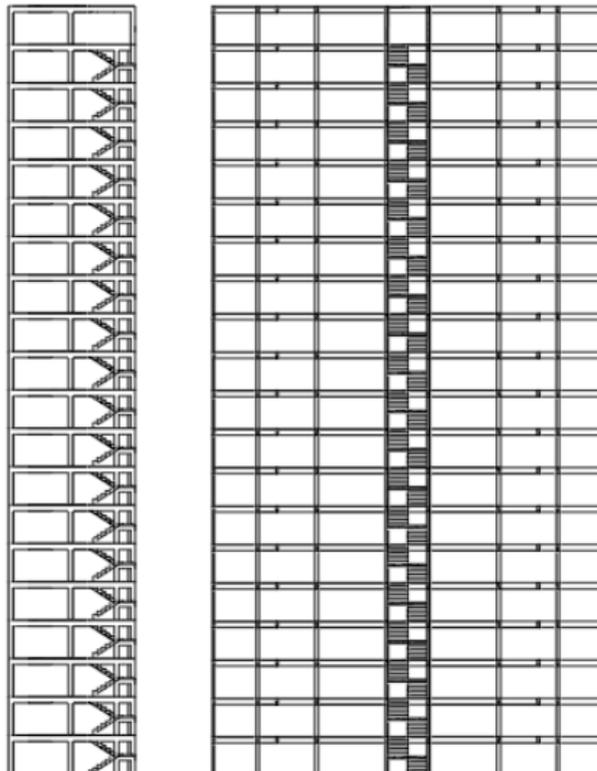


Figura 7 – Corte esquemático frontal e lateral do edifício

3 | RESULTADOS

Na Figura 8, pode-se observar um exemplo de modelagem feita para o edifício de 20 pavimentos, pelo programa CAD/TQS.

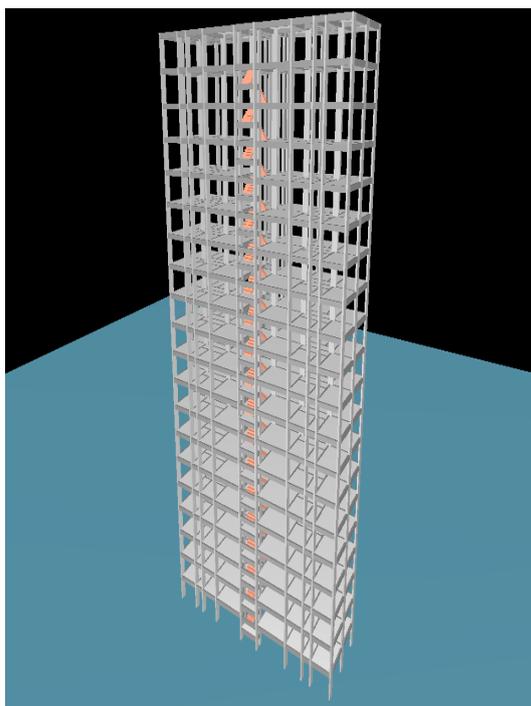


Figura 8 – Exemplo de modelagem feita para o edifício de 20 pavimentos pelo programa CAD/TQS

Os valores dos coeficientes obtidos são lançados em gráficos, dois a dois, para as direções “x” e “y”, sendo a direção “x” paralela à maior largura em planta baixa da estrutura, e a direção “y”, ortogonal. Observa-se que a direção “x” se relaciona às ações do vento de maior intensidade devido à maior área efetiva de contato.

Os resultados dos parâmetros de instabilidade são evidenciados pelo Quadro 2.

Caso	γ_z		α		RM2M1	
	x	y	x	y	x	y
1	1,206	1,132	0,902	0,786	1,218	1,119
2.1	1,203	1,102	0,895	0,707	1,213	1,112
2.2	1,198	1,074	0,886	0,619	1,207	1,081
3	1,203	1,106	0,897	0,737	1,215	1,115
4	1,093	1,102	0,700	0,725	1,097	1,109

Quadro 2 – Resultados dos parâmetros de instabilidade obtidos para todos os casos de edifícios de 20 pavimentos

As Figuras 9, 10 e 11 apresentam o que é exposto no Quadro 2, para cada parâmetro de instabilidade: γ_z , α e RM2M1, respectivamente.



Figura 9 – Valores do coeficiente γ_z (direção x e y) para todos os casos de edifícios de 20 pavimentos

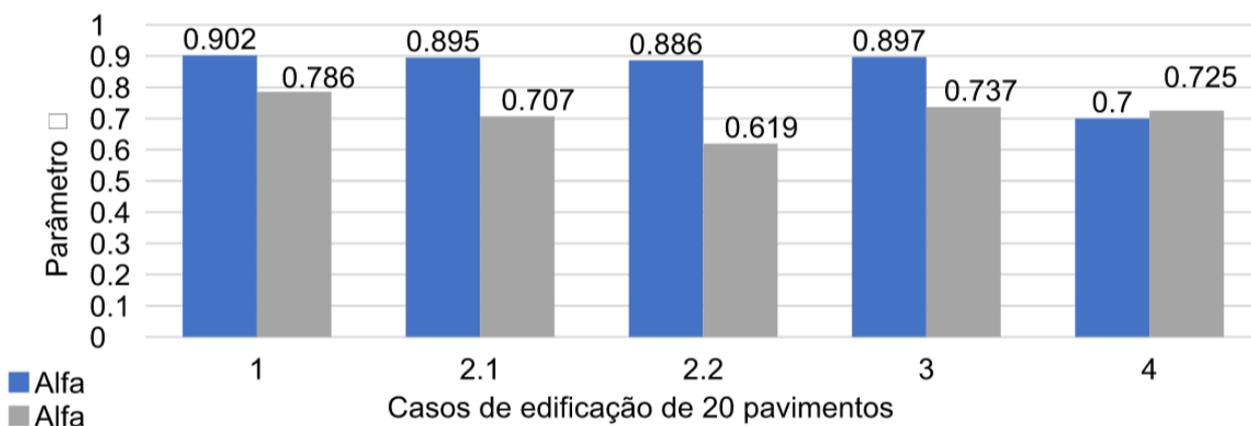


Figura 10 – Valores do coeficiente α (direção x e y) para todos os casos de edifícios de 20 pavimentos

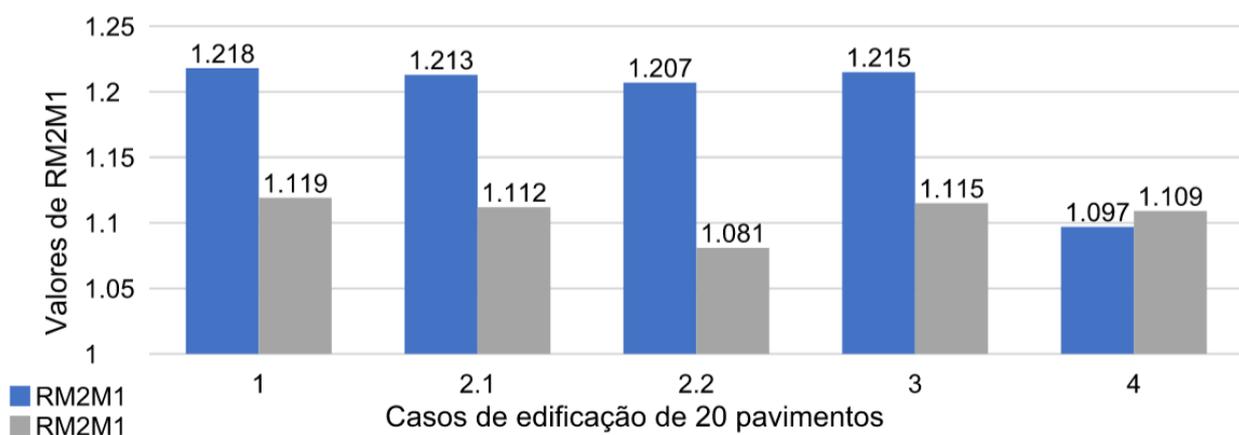


Figura 11 – Valores de RM2M1 (direção x e y) para todos os casos de edifícios de 20 pavimentos

Tem-se que para todos os casos as estruturas são classificadas como de nós móveis, e, necessariamente, devem ser considerados efeitos de segunda ordem. Para o caso 4, a estrutura está no limite da classificação de nós fixos para o coeficiente γ_z , com valores de 1,102. Em relação ao parâmetro α , se classificam como de nós móveis no momento em que os valores são maiores que 0,6.

Qualitativamente, observa-se o mesmo comportamento de α em relação à γ_z na diferença de mensuração para os mesmos casos de estudo ao comparar os gráficos (Figuras 9 e 10). Esse fato é justificado pela correlação de valores de α com os valores de γ_z , estudado por Carmo (1995), em que o pesquisador relaciona os dois parâmetros por uma equação cúbica.

Os valores de RM2M1, conforme o Quadro 2, identificam que há grande semelhança com os valores de γ_z . As diferenças entre os dois coeficientes são em média inferiores a 0,8%.

A direção “x” tem estabilidade predominantemente menor devido sua maior contribuição com área de “sombra”. Ainda, em relação a essa direção, é visto que não há variação significativa do coeficiente γ_z , embora haja diferenças de rigidez em cada caso. Entretanto, nota-se substancialmente a diminuição de valores do coeficiente γ_z para o Caso 4.1 (núcleo rígido) – no qual altera-se também a direção mais instável: passa-se a ser a direção “y”.

No trabalho de Lacerda et. al (2014) também ocorre essa mudança de direção mais instável com adição de núcleos rígidos. Não é que se aumente a instabilidade em relação a direção “y”; na realidade, para essa direção, ao observar os resultados, a estabilidade pouco varia. Isso se deve ao fato de que a direção “y” estar suficientemente rígida, composta por 8 pórticos, responsáveis pelo contraventamento da estrutura. A questão é, que, com adição do núcleo rígido o aumento de estabilidade na direção “x” foi tamanho que essa direção passou a ser a mais estável.

Para os casos 1 ao 3.2, têm-se valores de γ_z de até 1,206. Pinto (1997) e Moncayo (2011) recomendam que não seja utilizado este método de estimação de esforços de segunda ordem quando seus valores ultrapassam 1,2 e indicam processos mais refinados – P-Delta ou métodos rigorosos de alteração de rigidez matricial.

Em suma, para os modelos de edifícios de 20 pavimentos, percebe-se:

- Estruturas de nós móveis, sendo necessário considerações de efeitos de segunda ordem;
- Pouca variação de estabilidade para os casos com pilares-parede;
- A adição de núcleo rígido tornou a estrutura mais estável, conforme visto nos estudos de Camicia (2017) e Moncayo (2011).

4 | CONCLUSÕES

A inserção de núcleo rígido na estrutura se mostrou eficaz na estabilidade global dos edifícios analisados. Lacerda et. al (2014) ainda comenta que em comparação com custos globais da edificação, estruturas com núcleos rígidos também se mostram

econômicas.

O coeficiente γ_z , para identificar a avaliação dos efeitos de segunda ordem, apresentou valores próximos aos obtidos pelo processo P-Delta. Ressalta-se um cuidado quanto sua utilização conforme a obtenção de valores altos, segundo indicam os pesquisadores Bueno (2009), Lima (2011) e Pinto (1997).

Em relação ao parâmetro α , observa-se a correlação com os valores de γ_z , conforme visto por Carmo (1995). O RM2M1, por sua vez, identifica uma grande similaridade com os valores de γ_z em todos os resultados encontrados. Vale salientar que este coeficiente apenas avalia a estabilidade do edifício, dado que é calculado pós análise de segunda ordem.

Ressalta-se que a importância da consideração da não-linearidade física do concreto armado e geométrica proveniente da estabilidade da estrutura, dependem da geometria e disposição dos elementos que a compõe. Sendo, portanto, dependente de caso a caso.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. C. et al. Análise da Instabilidade de Edifícios Altos com Lajes Protendidas e Nervuradas. **RIEM-IBRACON Structures and Materials Journal**. v. 9, n. 2, 2016.

ALVES, E. C.; FEITOSA, L. A. Estudo da Estabilidade Global de Edifícios Altos com Lajes Protendidas. **RIEM-IBRACON Structures and Materials Journal**. v. 8, n. 2, 2015.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6123: **Forças devidas ao vento em edificações**. ABNT. Rio de Janeiro, 1988.

BUENO, Mônica E. **Avaliação dos parâmetros de instabilidade global em estruturas de concreto armado**. Dissertação. Universidade de Brasília. Distrito Federal, 2009.

CAMICIA, R. J. M. et al. **Análise da estabilidade global de edifícios com múltiplos pavimentos em concreto armado com diferentes tipos de lajes e inclusão de núcleos rígidos**. Dissertação. UTFPR. Curitiba, 2017.

CARMO, Regina Maria dos Santos. **Efeitos de segunda ordem em edifícios usuais de concreto armado**. Tese de Doutorado. USP. São Paulo, 1995.

CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. Editora Pini. v.2. São Paulo, 2009.

CORELHANO, Angelo G. B. **Análise não linear geométrica e física de núcleos rígidos de edifícios altos em concreto armado**. Dissertação. USP. São Paulo, 2010.

CORRÊA, M. R. S. **Aperfeiçoamento de modelos usualmente empregados no projeto de**

sistemas estruturais de edifícios. Tese de Doutorado. EESC. São Carlos, 1991.

LACERDA, M. M. S. et al. Avaliação dos critérios para análise da estabilidade global em edifícios de concreto armado: estudo de caso. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil.** v.9, n.2, 2014.

LIMA, J. S. **Verificações da punção e da estabilidade global de edifícios de concreto: desenvolvimento e aplicação de recomendações normativas.** Dissertação. EESC. São Carlos, 2001.

MONCAYO, Winston Junior Zumaeta. **Análise de segunda ordem global em edifícios com estrutura de concreto armado.** Dissertação. EESC. São Carlos, 2011.

PINTO, R. S. **Não-linearidade física e geométrica no projeto de edifícios usuais de concreto armado.** Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 1997.

ÍNDICE REMISSIVO

A

AHP estocástico 162

Aluminized tetra pak package 69

Análise 1, 2, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20, 24, 25, 26, 27, 29, 37, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 56, 57, 64, 81, 102, 109, 110, 113, 118, 122, 123, 134, 155, 156, 160, 162, 163, 173, 177, 178, 181, 182, 183, 185, 189, 190, 191, 193

Auditoria 118, 119, 121, 122, 123, 124

Auditoria interna da qualidade 118, 119, 121

B

Bim 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68

Bipartição do tanque 96

C

Campo de deformação 1, 8, 9, 10

Campo de tensão 1, 10

Carro de competição 126, 134, 141

Colunas manométricas 88, 93, 94

Comparação 49, 55, 58, 61, 64, 65, 105, 132, 148, 149, 164, 171, 174, 193

Concreto 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 37, 47, 48, 49, 52, 56, 57, 62

Contaminação de combustível 96, 97

Controle de sistemas lineares 155, 160

Corrosão 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 101

Cpp-mcahp 162, 163, 165, 166, 168, 174

D

Dados geoespaciais 38, 40

Desigualdades matriciais lineares 155, 156

Desvios de trinca 1

Drinking water 69, 70, 78, 79, 80, 86

Durabilidade 13, 14, 15, 18, 19, 22, 23

E

Edifícios de concreto armado 47, 57

Efluente 38, 39, 43, 44

Eletrodeposição 81

Envelhecimento 13, 14, 19, 22, 24

Equação de bernoulli 88, 90, 93, 95

Escherichia coli 69, 70, 71, 72, 79

Estruturas metálicas 5, 26, 32, 33, 37

Ete 38, 39, 40, 43, 44, 45

F

Fabricação artesanal 107

Foil from beverage can 69

G

Gerenciamento da produção 107

I

Instabilidade global 47, 56

Isótopos de tório 81

J

Juntas soldadas dissimilares 1, 2

L

Lmis 155

M

Microprecipitação 81

Mirror 69, 71, 72, 74, 77, 78

Monte carlo 162, 163, 164, 168, 175, 176, 177

N

Núcleos rígidos 47, 49, 51, 55, 56

O

Orçamento 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 198

Otimização de processos 107

P

Pseudomonas aeruginosa 69, 70, 71, 72, 79, 101

Q

Qgis 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45

Qualidade 16, 23, 39, 40, 41, 45, 67, 108, 111, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 146, 181, 182, 186

Qualidade ambiental urbana 125, 126

Quantitativos 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 184

R

Redes de sensores sem fio 125, 126, 127, 143

Reforço estrutural 25, 26, 27, 29, 32, 37, 99

S

Sig 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 197

Sistema bola-viga 155, 156, 158, 160

Sodis 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

Subabastecimento 96, 97

T

Tubo de venturi 88, 92, 93, 95

 **Atena**
Editora

2 0 2 0