

Atena
Editora
Ano 2021



*Carlos Augusto Zilli
(Organizador)*

*A visão sistêmica e integrada
das **engenharias**
e sua **integração com a sociedade***

Atena
Editora

Ano 2021

Carlos Augusto Zilli
(Organizador)

***A visão sistêmica e integrada
das engenharias
e sua integração com a sociedade***

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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 – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Rio de Janeiro
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
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
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miraniilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua integração com a
sociedade

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Carlos Augusto Zilli.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V822 A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua
integração com a sociedade / Organizador Carlos
Augusto Zilli. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-404-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.044212508>

1. Engenharia. I. Zilli, Carlos Augusto (Organizador). II.
Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

Esta obra, intitulada “A Visão Sistêmica e Integrada das Engenharias e sua Integração com a Sociedade”, em seu primeiro volume, apresenta 22 capítulos que abordam pesquisas relevantes que fazem emergir esta visão completa e abrangente típica das engenharias, revelando de que forma ela pode se integrar à sociedade para solucionar os desafios que surgem mundo afora, trazendo pesquisas relacionados à COVID, controle de segurança, saneamento básico, sismologia, interações socioespaciais, purificação de biogás, análise de vigas compósitas, pressão em estruturas, entre outros.

Desta forma, esta obra se mostra potencialmente disponível para contribuir com discussões e análises aprofundadas acerca de assuntos atuais e relevantes, servindo como base referencial para futuras investigações relacionadas às engenharias em suas mais diversas instâncias.

Deixo, aos autores dos capítulos, um agradecimento especial, e aos futuros leitores, anseio que esta obra sirva como fonte inspiradora e reflexiva.

Esta obra é indicada para os mais diversos leitores, tendo em vista que foi produzida por meio de linguagem fluída e abordagem prática, o que favorece a compreensão dos conceitos apresentados pelos mais diversos públicos, sendo indicada, em especial, aos amantes da área de engenharia.

Carlos Augusto Zilli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

COVID-19 (SARS-COV-2): ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE TESTES DE DETECÇÃO DO CORONAVÍRUS EM HUMANOS

Paulo Cesar dos Santos Teixeira

Fábio dos Santos Teixeira

Carlos Alberto Machado da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125081>

CAPÍTULO 2..... 11

DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÕES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE

Carolina Rafaela Barroco Soares

Alaide de Oliveira Carvalho

Deborah Regina Alexandre

Jairo Rafael Machado Dias

Laysa Teles Vollbrecht

Micheli Leite Zanchetta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125082>

CAPÍTULO 3..... 18

ESTUDO DA PRESSÃO EFETIVA EM COBERTURAS COM PLATIBANDA CONFORME A NBR 6123 – FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES

Gean Henrique Sabino Freitas

Luiz Henrique Moreira de Carvalho

Nélison Ferreira Corrêa

Wilson Espindola Passos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125083>

CAPÍTULO 4..... 31

METODOLOGIA PARA ENSINO DA CONCORRÊNCIA ENTRE PROCESSOS COM EMPREGO DE SEMÁFOROS EM SISTEMAS OPERACIONAIS PREEMPTIVOS

Marco Aurélio de Souza Birchal

Viviane Santos Birchal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125084>

CAPÍTULO 5..... 41

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO: INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL

Luiz Roberto Santos Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125085>

CAPÍTULO 6..... 58

APLICAÇÃO COMPUTACIONAL PARA O PLANEJAMENTO DE FLUXO DE POTÊNCIA

REATIVA

Polianna Schneider Durigon
Carlos Roberto Mendonça da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125086>

CAPÍTULO 7..... 69

ANÁLISE DA ACELERAÇÃO LATERAL DE UM VEÍCULO EM UM SIMULADOR COM 9 GDL

Elyton Elias Prado Naves
Jánes Landre Júnior
José Tomich Bosco Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125087>

CAPÍTULO 8..... 79

ADEQUAÇÃO DE TRELIÇA EM AÇO FRENTE A UMA NOVA FINALIDADE

Gustavo de Oliveira Dumas
José Geraldo de Araújo Silva
Lucas Teixeira Araújo
Antônio Maria Claret de Gouveia
Hisashi Inoue
André Luiz Candian

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125088>

CAPÍTULO 9..... 86

PURIFICAÇÃO DE BIOGÁS EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ, BRASIL

Juan Carlos Alvarado Alcócer
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto
Ciro de Miranda Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125089>

CAPÍTULO 10..... 100

ANÁLISE DE VIGAS COMPÓSITAS LAMINADAS DE TIMOSHENKO ATRAVÉS DO MÉTODO DE GREEN

Leonardo Fellipe Prado Leite
Fabio Carlos da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250810>

CAPÍTULO 11 114

ESTRATÉGIAS INOVADORAS PARA PESQUISAS DE EVAPORAÇÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS NO NORDESTE BRASILEIRO

Bárbara Hillary de Almeida Pinto
Cecília Roberta Barbosa da Silva
Maria Eduarda Medeiros Monteiro
Heloysa Helena Nunes de Oliveira
Efrain Pantaleón Matamoros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250811>

CAPÍTULO 12..... 124

AMBIÊNCIA E ENTORNO: INTERAÇÕES SOCIOESPACIAIS ENTRE IDOSOS MORADORES DE UM CONDOMÍNIO E A VIZINHANÇA

Luzia Cristina Antoniossi Monteiro

Vania Aparecida Gurian Varoto

Lucas Bueno de Campos

Ingrid Bernardinelli

Gabriely Grezele

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250812>

CAPÍTULO 13..... 136

METODOLOGIA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA ENCARGOS COMPLEMENTARES: EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Guilherme Martins Pereira

Regina Maria Germânio

Tiago Silveira Gontijo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250813>

CAPÍTULO 14..... 155

AVALIAÇÃO DE RISCOS E CONTROLE DE SEGURANÇA EM PEDREIRA

Michael José Batista dos Santos

Suzi Cardoso de Carvalho

Irineu Antônio Schadach de Brum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250814>

CAPÍTULO 15..... 174

POTENCIAL INOVADOR DAS PESQUISAS DE SISMOLOGIA: ESTUDO DA APLICAÇÃO DA INTERFEROMETRIA SÍSMICA PARA IMAGEAMENTO 4D

Julia Alanne Silvino dos Santos

Marcelo dos Santos Vieira

Lenise Souza Cardoso de Andrade

Heloysa Helena Nunes de Oliveira

Zulmara Virgínia de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250815>

CAPÍTULO 16..... 184

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO FOSFATO DE CÁLCIO MONETITA PELA ROTA ÚMIDA DE NEUTRALIZAÇÃO RATHJE – HAYEK E NEWSELY

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Carlos Pérez Bergmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250816>

CAPÍTULO 17..... 196

ESTUDOS DAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO MONOFÁSICAS

Emiliane Advincula Malheiros

Roberto Paulo Barbosa Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250817>

CAPÍTULO 18.....203

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CALCINAÇÃO NA FASE DA HIDROXIAPATITA
OBTIDA PELO MÉTODO SOL-GEL**

Marilza Aguiar

José Brant de Campos

Bruno Cavalcante Di Lello

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Vitor Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250818>

CAPÍTULO 19.....209

**REDISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO AR EM MINA SUBTERRÂNEA PARA AUMENTO DE
HORAS DISPONÍVEIS EM OPERAÇÃO DE LAVRA**

Alisson Brasil

Renan Collantes Candia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250819>

CAPÍTULO 20.....225

**ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS LIMITES DA CAVA FINAL ÓTIMA COM BASE NA
VARIAÇÃO DO PREÇO DE MERCADO DA ROCHA FOSFÁTICA**

João Antônio da Silva Neto

Marcélio Prado Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250820>

CAPÍTULO 21.....238

**USO DA TECNOLOGIA DE MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Allisson Régis dos Santos Maia

Maria Elizete Kunkel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250821>

CAPÍTULO 22.....253

A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES NA MANUTENÇÃO

Alexandre Fernandes Santos

Heraldo José Lopes de Souza

Marcia Cristina de Oliveira

Sariah Torno

Darlo Torno

Sandro Adriano Zandoná

Tiago Rodrigues Carvalho

Natalia Tinti Ramos

Eliandro Barbosa de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250822>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	260
ÍNDICE REMISSIVO.....	261

ESTUDO DA PRESSÃO EFETIVA EM COBERTURAS COM PLATIBANDA CONFORME A NBR 6123 – FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 05/07/2021

Gean Henrique Sabino Freitas

Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental
pela Universidade Federal da Grande
Dourados
Universidade Federal da Grande Dourados
Dourados – MS
<http://lattes.cnpq.br/7115154052804168>

Luiz Henrique Moreira de Carvalho

Mestre em Engenharia Mecânica pela
Universidade de Taubaté
Centro Universitário da Grande Dourados
Dourados – MS
<http://lattes.cnpq.br/4250501020336540>

Nélison Ferreira Corrêa

Mestre em Ciências Ambientais pela
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Centro Universitário da Grande Dourados
Dourados – MS
<http://lattes.cnpq.br/5432377107139002>

Wilson Espindola Passos

Doutor em Ciência e Tecnologia Ambiental pela
Universidade Federal da Grande Dourados
Centro Universitário da Grande Dourados
Dourados – MS
<http://lattes.cnpq.br/0973880090358550>

RESUMO: Devido ao panorama da arquitetura atual, é recorrente a inserção de platibandas nas coberturas das edificações atuais. Contudo, por esta ser uma tendência relativamente recente,

a NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações, publicada em 1988, não trata da influência desses elementos construtivos na pressão efetiva desenvolvida sobre a cobertura. Dessa forma, busca-se uma contribuição ao cálculo das cargas do vento sobre as edificações por meio da análise de uma cobertura com platibanda em uma residência localizada na cidade de Dourados – MS, no bairro Santa Fé. Para isso, define-se uma equação para cada inclinação de telhado, 5°, 15° e 20°, propiciando uma análise comparativa da influência da variação da altura da platibanda na pressão efetiva sobre o telhado para diferentes inclinações. Assim, foi percebido que conforme é aumentada a altura da platibanda, menores são as pressões efetivas sobre o telhado. Contudo, é preciso atentar-se a elevação dos custos em coberturas mais inclinadas, o que afeta financeiramente a execução da obra, pois exige estruturas mais robustas, além de inviabilizar arquitetonicamente a utilização de platibandas.

PALAVRAS-CHAVE: Platibandas. Projeto de cobertura. Pressão efetiva.

STUDY OF EFFECTIVE PRESSURE IN ROOFS WITH PLATIBAND ACCORDING TO NBR 6123 – FORCES DUE TO WIND IN BUILDINGS

ABSTRACT: In reason of the panorama of the current architecture, it is recurrent the insertion of platibands in the coverings of the current buildings. However, because this is a relatively recent trend, NBR 6123 – Wind Forces in Buildings, published in 1988, does not address the influence of these constructive elements on the effective pressure

developed on the roof. Thus, a contribution is made to the calculation of the wind loads on the buildings by means of the analysis of a cover with the panel in a residence located in the city of Dourados – MS, in the Santa Fé neighborhood. For this, an equation is defined each roof slope, 5°, 15° and 20°, providing a comparative analysis of the influence of the variation of the height of the panel in the effective pressure on the roof for different slopes. Thus, it was noticed that as the height of the panel is increased, the lower the effective pressures on the roof. However, it is necessary to be attentive to the elevation of the costs in more inclined roofs, which affects financially the execution of the construction, because it requires more robust structures, besides making unworkable architecturally the use of platibands.

KEYWORDS: Platibands. Coverage project. Effective pressure.

1 | INTRODUÇÃO

A influência da ação do vento, principalmente em edificações esbeltas e leves (edifícios com a tecnologia *steelframe*, por exemplo), de grandes vãos livres, pode ser catastrófica. Contudo, conforme Makowski (2004), mesmo em residências de até dois pavimentos, e locais de risco é possível constatar com frequência perdas físicas ou humanas, pois a estrutura de cobertura possui a característica de geralmente ser leve e possuir vínculo com a superestrutura que não impede a magnitude de flexão imposta pela ação do vento.

A influência do vento nessas estruturas pode ser por sucção, esforços no sentido de baixo para cima, ou de pressão, de cima para baixo (BLESSMANN, 1991). A inclinação entre 8° e 12° é a mais recorrentemente utilizada nas construções, porém, esta corresponde ao valor em que resulta a máxima sucção média. No entanto, a influência do vento por esforço de pressão apresenta maior perigo em coberturas com mais de 45° de inclinação.

As ações do vento são classificadas como carregamentos de duração instantânea, formados pelo carregamento normal e pelo carregamento excepcional. O tipo normal refere-se ao carregamento previsto, sendo considerado de longa duração, verificado nos estados limites últimos e de utilização. O tipo excepcional corresponde ao efeito na construção não previsto durante sua concepção, devido a frequência reduzida de ocorrência. Análises precisas em relação a existência conjunta desses esforços, com a estipulação das condições específicas de existência e duração, podem ser obtidas por métodos computacionais ou por análise em túneis de vento (BLOCKEN, 2014).

Conforme expressa Pereira *et al.* (2017), é crescente a utilização de coberturas cada vez menos inclinadas, com o emprego de materiais leves, flexíveis e em grandes vãos livres. Isso implica na necessidade de análises mais rigorosas da ação do vento. Neste estudo, serão verificadas as inclinações do telhado de 5°, 15° e 20°, com ângulos de incidência do vento de , situação em que os ventos atingem maior velocidade na região e os menores valores de sucção para declividades da cobertura entre 30° e 60°. Ou seja, verifica-se que em declividades mais baixas os valores de sucção tendem a ser menos favoráveis a segurança da edificação.

Como o estudo de Manfrim (2006) demonstra, em determinadas regiões das paredes de um galpão verifica-se variações dos coeficientes de pressão apresentados pela NBR 6123 e os fornecidos pela análise fluido dinâmica computacional, mas em regiões de barlavento os coeficientes de pressão são mais próximos aos descritos pela norma (ABNT, 1988). Pode-se inferir que a norma preconiza valores menos exatos, porém seguros, devido à grande variação dimensional entre as construções.

Quando é analisada a pressão do vento sobre as paredes, considera-se o efeito preponderante sobre as estruturas metálicas e de madeira, conforme expressa Pravia e Chiarello (2003), onde essas considerações são realizadas inicialmente de modo acadêmico, pelo frequente tratamento das forças devidas ao vento somente nas disciplinas de engenharia civil referentes a essas estruturas. Porém, se tratando de platibandas, deve-se considerar o efeito desta em conjunto com a cobertura, pois a estrutura que suporta o telhado geralmente é leve e a existência da platibanda altera as pressões efetivas sobre a mesma, caso contrário, não se caracterizaria uma análise próxima da realidade.

Com finalidade de uma análise mais generalizada do efeito da pressão efetiva em coberturas com a presença de platibandas, foi empregada uma edificação residencial de um único pavimento, conduzindo os cálculos a partir do nível do solo a laje superior, onde a partir dessa altura foi considerada uma platibanda de altura variável para efeitos de cálculo. A NBR 6123 considera duas situações imprescindíveis da consideração dos efeitos dinâmicos da interação fluido-estrutura, em estruturas com frequências próprias fundamentais inferiores a 1 Hz e em edificações esbeltas e flexíveis, onde mostra-se necessário estudar a estabilidade da construção (DENG *et al.*, 2018; NUNES, 2008).

Com isso, infere-se que há necessidade de estudos que investiguem os efeitos dinâmicos do vento sobre estruturas de cobertura, estruturalmente mais frágeis a esses esforços, em conjunto com elementos arquitetônicos com ampla utilização em edificações correntes, como a platibanda, em que além da ornamentação também é empregada como elemento de proteção da fachada.

2 | OBJETIVOS

Realizar análises comparativas das magnitudes da pressão efetiva em função da variação da altura da platibanda, para as declividades de 5°, 15° e 20°, consideradas baixas, visto que as telhas são do tipo metálica. Para isso, será calculada a carga dinâmica do vento considerando os coeficientes de pressão externos a cobertura e as paredes, adotando um coeficiente de pressão interno a edificação. Com as funções obtidas, pretende-se realizar uma análise qualitativa do efeito dinâmico do vento para a cobertura de uma residência na região de Dourados – MS.

3 | MÉTODO OU PROGRAMA EXPERIMENTAL

Na análise comparativa será utilizada como referência uma edificação residencial de um pavimento localizada no município de Dourados, em Mato Grosso do Sul, no bairro Santa Fé. Conforme as isopletras de velocidade básica do vento apresentadas pela NBR 6123, a respectiva velocidade para a região é de 47 m/s. A inclinação do terreno é inferior a 3°, em ambiente residencial com altura média das edificações inferior a 10 m, onde 21,13m é maior dimensão da residência.

Como a edificação mencionada possui cobertura em diversas águas, para efeitos de análise e maior compatibilidade com os parâmetros oferecidos pela norma, de modo que simultaneamente propicie uma análise que majore os esforços existentes, foi adotada a disposição da cobertura da garagem dessa residência como parâmetro de análise, onde o fator de rugosidade do terreno, dimensão da edificação e altura sobre o terreno (S_2) foi determinado conforme as dimensões longitudinais e transversais totais da residência edificada.

O fator S_2 foi empregado em função da altura da edificação a partir do nível do terreno (z), contudo, foi adotada uma altura constante de 3,0 m entre o nível do terreno e a base da platibanda. Primeiramente foi determinada a pressão efetiva a altura de 3,0 m, considerando a existência de beiral, para isso o coeficiente de pressão interna igual a -0,2, em que apesar da construção com laje, deve-se prever a vedação incompleta em casos críticos da incidência do vento (ABNT, 1988; HAN *et al.*, 2015; LEE *et al.*, 2015). E o coeficiente de pressão externo adotado foi o que apresentou valor crítico (-2,0), isto é, o de maior magnitude na cobertura, o que ocorreu nas extremidades longitudinais e transversais da mesma, com faixa de largura de 0,729m. A partir desses dados foi obtida a pressão efetiva considerando a existência de beiral.

Para as análises posteriores, foi definido y como a altura da platibanda. E a partir dos mesmos dados anteriores foram determinadas funções da pressão efetiva em relação a h para a cobertura com declividades de 5°, 15° e 20°. Em relação as equações definidas em etapas anteriores, varia-se somente os valores dos coeficientes de pressão externa das coberturas conforme as respectivas declividades. Por fim, para obter a influência da platibanda na pressão do vento com efeito de sucção sobre a cobertura, para cada declividade avaliada foi realizada a soma da pressão do vento sobre a cobertura (negativa) com a pressão sobre a platibanda (positiva), considerado o coeficiente de pressão externa para paredes (platibanda) igual a +0,7.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Pressão Efetiva Constante

No desenvolvimento dos cálculos a seguir, será considerada a velocidade básica

do vento para a região de Dourados, essa velocidade corresponde a máxima velocidade média medida sobre ,3 s que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10 m de altura sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano (ABNT, 1988). Como o município de Dourados é situado na região sul de Mato Grosso do Sul, foi considerada a velocidade de 47m/s, analisando o mapa de isopletas para determinação da velocidade básica do vento (v_0), disposto na NBR 6123 (ABNT, 1988).

A velocidade utilizada em projeto é a chamada velocidade característica (v_k), determinada a partir da velocidade básica, considerando o fator topográfico (S_1), o fator de rugosidade do terreno e dimensão da edificação (S_2) e o fator estatístico, devido a ocupação do local por objetos ou pessoas (S_3). O bairro em que a residência se localiza apresenta perfis de elevação com inclinação média de 1,5%, ou 0,86° (dados do Google Earth Pro), sendo abaixo de 3°, é considerado $S_1=1,00$. A altura média dos obstáculos no ambiente residencial, em geral não supera 10 m. Desse modo, a edificação se enquadra na categoria IV, quanto a rugosidade do terreno. A maior dimensão da edificação é de 21,13 m. Com isso, a edificação pertence a Classe B.

Na tabela de parâmetros meteorológicos são apresentados os parâmetros b e p para a determinação de S_2 , de acordo com as respectivas categorias e classes dispostas na NBR 6123 (ABNT, 1988). Onde z_g define o limite em que é aplicável a equação de S_2 . Com $F_r = 0,98$ (denominado de fator de rajada, sempre analisado na categoria II), $b = 0,85$ e $p = 0,125$, a uma altura $z=3,00m$ (para estudos próximos à altura da cobertura), tem-se $S_2=0,72$, $v_k = 33,84 m/s$ (fator estatístico para residências é dado por $S_3=1,00$). Assim, a pressão dinâmica é $q = 701,97 N/m^2$.

Apenas duas águas da residência localizada no bairro Santa Fé, de Dourados - MS, serão analisadas a seguir, dispostas a direita da fachada principal, onde consta a garagem.

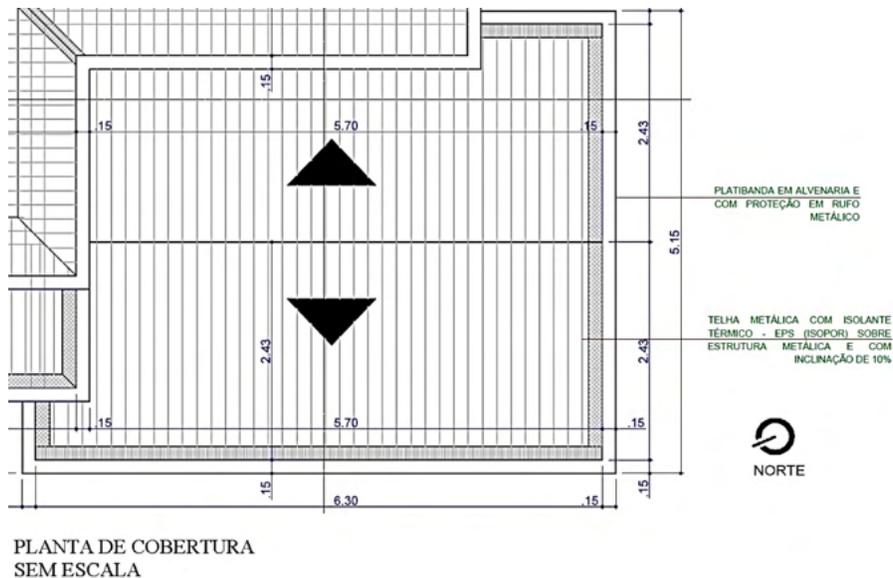


Figura 1 – Parte do projeto arquitetônico da cobertura em telha metálica com queda em duas águas e platibanda.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

A direção dos ventos predominantes na cidade de Dourados/MS é a nordeste (DA SILVA; VIEIRA, 2016). Analisando a Figura acima, a respectiva direção é mais próxima da direção horizontal da planta, perpendicular a fachada direita representada. Essa condição de cálculo foi adotada com a finalidade de propiciar uma aplicação direta dos coeficientes de pressão fornecidos pela norma empregada neste estudo.

Conforme a direção dos ventos predominantes, foi optado por obter as pressões efetivas na cobertura da fachada direita, considerada a mais prejudicada pelos efeitos dinâmicos da interação fluido-estrutura, onde direção dos ventos predominantes na região de Dourados-MS é a nordeste ($\alpha=0^\circ$).

Como a espessura da parede que forma a platibanda é constante de 15 cm, a adoção dessas medidas não interferem no cálculo. Será analisada a pressão efetiva real, e a sua relação com a variação da altura da platibanda ou da declividade do telhado na extremidade lateral e inferior da garagem, porém, não serão consideradas as espessuras da platibanda, dado que a zona crítica do telhado é de 72,9 cm, superior a 15 cm.

Tem-se que $a \geq b$, assim com as ponderações mencionadas anteriormente, $a=6,30m$ e $b=4,86m$. A zona crítica do telhado foi determinada sabendo que deve ser adotado o menor valor entre h e $0,15 b$, em que $h=3,00m$. Os parâmetros necessários para a obtenção dos coeficientes de pressão externa nos telhados são a altura relativa h/b , sendo $h/b = 3/4,86=0,62$ (ABNT, 1988). Para fins de cálculo, foi adotado $\theta=5^\circ$.

A partir desses parâmetros relacionados as dimensões da edificação e da disposição da cobertura, obtém-se os coeficientes de pressão externos indicados na Figura 2.

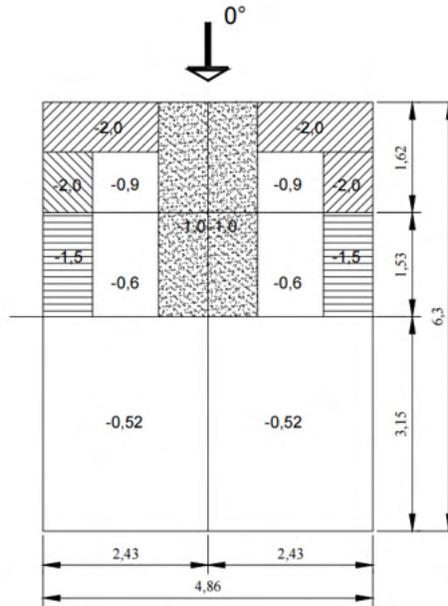


Figura 2 – Distribuição dos coeficientes de pressão externos em telhados de duas águas, em função das dimensões do telhado, da sua inclinação e do ângulo de incidência do vento.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Calculando somente a região crítica e considerando a distribuição uniforme dos coeficientes nesse local, a pressão efetiva Δp_e é obtida pelo produto entre a diferença do coeficiente de pressão externo $c_e = -2,0$ (local crítico com largura $y = 0,729\text{ m}$) e o interno $c_i = -0,2$ na região correspondente e a pressão dinâmica $q = 701,97\text{ N/m}^2$. Onde o coeficiente de pressão interno igual a $-0,2$ deve-se a consideração do pior caso no qual a cobertura não possua aberturas em suas imediações, apesar de o local ser isolado por meio de laje, emprega-se o valor mencionado considerando que o isolamento não seja perfeito, com índice de permeabilidade menor que 30% (ABNT, 1988; GONÇALVES *et al.*, 2007). Assim:

$$\Delta p_e = (c_e - c_i)q = (-2,0 + 0,2)(701,97) = -1263,55\text{ N/m}^2 \quad (1)$$

Observe que até o presente instante do estudo foram desconsiderados o efeito da platibanda. A altura de $3,0\text{ m}$ utilizada refere-se ao pé direito, portanto a ação da pressão efetiva ocorre a essa altura, e esta considera todos os efeitos particulares a edificação, como a sua forma, a disposição de seus elementos internamente e externamente e as suas dimensões (SEIFERT *et al.*, 2006).

4.2 Pressão Dinâmica Variável

A fator de rugosidade do terreno pode ser descrito em função da altura em relação ao nível do terreno, conforme a seguir:

$$S_2 = bF_r \left(\frac{z}{10}\right)^p = (0,85)(0,98) \left(\frac{z}{10}\right)^{0,125} = 0,833 \left(\frac{z}{10}\right)^{0,125} \quad (2)$$

Os parâmetros b e p serão os mesmos expostos na seção anterior. Então, a categoria IV e a classe B da edificação, implica nos parâmetros $b=0,85$ e $p=0,125$. O fator de rajada F_r é constante na categoria II, de valor $F_r = 0,98$.

Como a altura z refere-se ao nível do solo, e pretende-se estudar o efeito da altura da platibanda, juntamente com a inclinação da cobertura, na variação da pressão dinâmica, o cálculo pode ser desenvolvido de maneira mais prática se inserida a altura de $3,00m$ do nível do solo ao nível inferior da platibanda. Para isso, faz-se $z=3,00 + y$, onde y é altura da platibanda a partir de seu nível inferior, com isso:

$$S_2(y) = 0,833 \left(\frac{3,00 + y}{10}\right)^{0,125} = 0,625(3,00 + y)^{0,125} \quad (3)$$

O fator de rugosidade em função de y é incorporado a velocidade característica, mantendo os dados topográficos, estatísticos e de velocidade básica do vento expostos anteriormente, isto é, $S_1=1,00$, $S_3=1,00$ e $v_0=47m/s$, dessa forma:

$$v_k(y) = (47)(1,00)[0,625(3,00 + y)^{0,125}](1,00) = 29,375(3,00 + y)^{0,125} \quad (4)$$

Conhecendo a velocidade característica, a pressão dinâmica é obtida mediante:

$$q(y) = 0,613(v_k(y))^2 = 528,95 (3,00 + y)^{0,25} \quad (5)$$

Repare que de acordo com a enunciação desenvolvida acima, a pressão dinâmica está em função da altura da platibanda, onde são considerados os efeitos da velocidade do vento, topografia, rugosidade, dimensões da edificação e da ocorrência segundo parâmetros estatísticos.

4.3 Pressão Efetiva Variável

Se os coeficientes adotados forem $c_e = 2,0$ e $c_i = 0,2$, a equação para a pressão efetiva corresponderá a inclinação de aproximadamente igual 5° . Desenvolvendo o estudo para o caso sem obstrução, considera-se a inexistência de platibandas, e a altura y indica somente a altura a partir de $3,00m$.

Em 10° , tem-se os coeficientes $c_e = 2,0$ e $c_i = 0,2$ (equivalentes a inclinação de 5° apresentada na Figura 2), assim:

$$\Delta p_{e1}(y) = (-2,0 + 0,2)[528,95 (3,00 + y)^{0,25}] = -952,11(3 + h)^{0,25} \quad (6)$$

A 15° de inclinação, a cobertura apresenta $c_e = 1,8$ e $c_i = 0,2$ na região analisada,

resultando:

$$\Delta p_{e2}(y) = (-1,8 + 0,2)[528,95 (3,00 + y)^{0,25}] = -846,32(3 + h)^{0,25} \quad (7)$$

E a 20°, os coeficientes são $c_e = -1,5$ e $c_i = 0,2$, fornecendo:

$$\Delta p_{e3}(y) = (-1,5 + 0,2)[528,95 (3,00 + y)^{0,25}] = -687,64(3 + h)^{0,25} \quad (8)$$

Ao considerar o efeito da platibanda na magnitude das pressões efetivas pode-se recorrer a Tabela 4 da NBR 6123 (ABNT, 1988), onde são apresentados os coeficientes de pressão externa para paredes, onde no presente estudo são aplicadas à platibandas. Os respectivos coeficientes adotados se referem a face direita da garagem em planta baixa na Figura 1.

Não foi adotado o coeficiente e pressão externa médio, pois somente aplica-se a paredes paralelas a direção de incidência do vento, e nesse estudo avalia-se a direção do vento correspondente a 0°. Desse modo, para a fachada em estudo aplica-se +0,7. Dispondo da carga dinâmica do vento $q(y) = 528,95(3,00+h)^{0,25}$, determina-se a pressão efetiva devido a platibanda:

$$\Delta P = (0,7)528,95 (3 + h)^{0,25} = 370,265 (3 + h)^{0,25} \quad (9)$$

Onde h denota a altura da platibanda.

A pressão efetiva na platibanda é positiva, isto é, age no sentido de compressão a partir do lado externo (sinal positivo), contrário às forças de sucção no telhado.

Assim, para o cálculo da pressão efetiva em diferentes inclinações de telhado, basta somar $370,265(3+h)^{0,25}$ com a função correspondente a sucção na cobertura para a declividade requerida.

Então:

$$\Delta P = 370,265 (3,00 + h)^{0,25} - 952,11 (3 + h)^{0,25} = -581,85 (3,00 + h)^{0,25} \quad (10)$$

$$\Delta P = 370,265 (3,00 + h)^{0,25} - 952,11 (3 + h)^{0,25} = -581,85 (3,00 + h)^{0,25} \quad (11)$$

$$\Delta P = 370,265 (3,00 + h)^{0,25} - 846,32 (3 + h)^{0,25} = -476,06 (3,00 + h)^{0,25} \quad (12)$$

$$\Delta P = 370,265 (3,00 + h)^{0,25} - 687,64(3 + h)^{0,25} = -317,37 (3,00 + h)^{0,25} \quad (13)$$

Onde as equações 10, 11, 12 e 13 acima referem-se as inclinações de telhado de 5°, 10°, 15° e 20°, respectivamente.

Como as declividades de 5° e 10° possuem as mesmas curvas de pressão específica e pretende-se avaliar as principais distinções entre as curvas para diferentes declividades em relação a adota em projeto, adota-se somente as declividades de 5°, 15° e 20°.

As equações 10, 12 e 13 são representadas graficamente na Figura 3, o que permite analisar a variação da pressão efetiva conforme a variação da altura da platibanda e simultaneamente comparar essas características entre coberturas de declividades distintas.

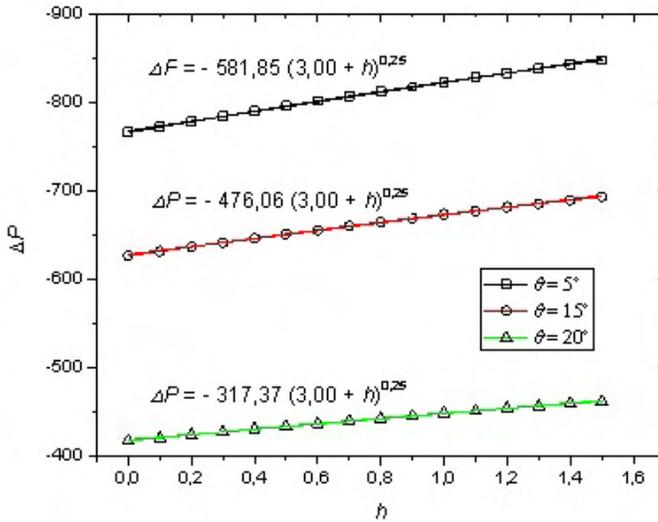


Figura 3 – Gráfico da variação da pressão efetiva conforme a variação da altura da platibanda, em diferentes declividades de cobertura.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

É usual a adoção de 10% de declividade para telhas metálicas, devendo-se evitar inclinações inferiores a 5%. Por isso, pode-se comparar a variação da pressão efetiva no telhado da edificação em análise tanto para o valor $\theta = 5^\circ$ (10%), adotado na edificação analisada, como para valores superiores, como $\theta = 15^\circ$ e $\theta = 20^\circ$, permitindo fazer inferências a partir da pressão efetiva para diferentes alturas de platibanda em diferentes declividades do telhado.

Na Figura 3, o aumento da altura da platibanda implica no aumento da pressão efetiva negativa no telhado, ou seja, da sucção sobre o mesmo. Essa característica pode ser prevista, pois sabe-se que a pressão do vento sobre uma parede a barlavento implica na sucção a sota-vento (MOONEGHI *et al.*, 2014). Essa mesma tendência é verificada ao diminuir a inclinação do telhado, quanto mais plana a superfície de incidência do vento, maior é a força de sucção (HU *et al.*, 2017).

Na edificação mencionada, a telha galvalume empregada de inclinação de 10% ou 5°, demonstra baixa viabilidade quando a pressão do vento é analisada, pois a magnitude da sucção torna-se maior devido à baixa declividade em que estas geralmente são instaladas. Na inclinação de 20°, são apresentados os menores valores de sucção. Contudo, a inclinação de 5° é usualmente empregada em telhas galvalume.

Apesar dos resultados apresentados, um telhado com alta declividade pode tornar-se inviável tanto pela declividade recomendada pelo fabricante, idealizada para o fluxo de águas pluviais sem uma velocidade excessiva, como pela perda da capacidade de uma platibanda ocultar a cobertura, pois as estruturas de fixação tornam-se mais altas, com

perfis mais robustos, e as ligações necessitam ser mais resistentes a esforços de tração e compressão. Logo, com o intuito de proporcionar maior rigidez a estrutura de suporte do telhado, o custo total da edificação pode tornar-se mais elevado.

Neste caso, como pode ser inferido pelo estudo de Vanderlei *et al.* (2019), também é preciso atentar-se a existência e posição das aberturas, assim como suas dimensões, além do conforto lumínico e térmico proporcionado, onde este último fator, quando analisado sistematicamente, alcança os melhores resultados quanto a conservação de energia em coberturas brancas, um quesito preponderante tratando-se de custo-benefício, mas ainda pouco efetivamente considerado em projetos de coberturas de residências de padrão baixo (DURANTE *et al.*, 2019).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da força do vento em edificações é fundamental em localidades onde as velocidades do vento são elevadas. Esse estudo geralmente é realizado somente em edificações esbeltas e altas. Nesses casos, haverá economia no custo final da obra, sendo obtidas estruturas menos robustas, dada a compreensão da interação entre o vento e a cobertura com platibanda.

Foi verificado que no telhado haverá sucção, crescente conforme a diminuição da declividade do telhado ou o aumento da altura da platibanda. Para viabilizar sua construção, sem comprometer o projeto executivo ou arquitetônico, é necessário analisar os casos em que os efeitos do vento devem ser considerados, ou podem ser desprezados, adaptando o projeto as condições específicas da localidade da obra e aos recursos disponíveis.

Deve-se salientar que esta pesquisa foi conduzida considerando os parâmetros, as metodologias e as observações próprias da NBR 6123 – Forças Devidas aos Ventos em Edificações de 1988, dado que sua realização do estudo foi anterior a versão corrigida 2 da referida norma e confirmada 01 de novembro de 2019. Contudo, pode-se verificar a contribuição ao desenvolvimento de projetos de coberturas, avaliando os efeitos produzidos pelo vento integralmente aos esforços induzidos na estrutura em conjunto com a variação dos parâmetros de inclinação da cobertura e altura da platibanda. Assim, pode ser percebida a especificidade do tema abordado, o que torna o estudo relevante para discussão mesmo em atualizações posteriores da NBR 6123.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Forças devidas ao vento em edificações**, NBR 6123, ABNT, Rio de Janeiro, 84 p., 1988.

BLESSMANN, J. **Ação do vento em telhados**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1991.

- BLOCKEN, B. 50 years of Computational Wind Engineering: Past, present and future. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 129, p. 69-102, June 2014.
- DA SILVA, R. L.; VIEIRA, M. M. Direção predominante, velocidade do vento e suas frequências de ocorrência em Dourados-MS. **Energ. Aric.**, Botucatu, v. 31, n. 4, p. 348-355, out.-nov., 2016.
- DENG, T.; FU, J. Y.; XIE, Z. N.; PI, Y. L.; SHI, B. Q. An experimental study on the wind pressure distribution of tapered super high-rise buildings. **The Structural Design of Tall and Special Buildings**, v. 27, n. 13, p. 1-11, June 2018.
- DURANTE, L. C.; JAUDY, L. F. R.; CALLEJAS, I. J. A.; ROSSETI, K. A. C. Conservação de energia em habitação de interesse social: um estudo aplicado ao sistema de cobertura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 21226-21243, Oct. 2019.
- GONÇALVES, R. M.; DE SALES, J. J.; MALITE, M.; MUNAIAR NETO, J. **Ação do vento nas edificações: Teoria e exemplos**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 2007. 138 p.
- HAN, G.; SREBRIC, J.; ENACHE-POMMER, E. Different modeling strategies of infiltration rates for an office building to improve accuracy of building energy simulations. **Energy and Buildings**, v. 86, p. 288-295, Jan. 2015.
- HU, G.; TSE, K.T.; SONG, J.; LIANG, S. Performance of wind-excited linked building systems considering the link-induced structural coupling. **Engineering Structures**, v. 138, p. 91-104, May 2017.
- LEE, DONG-SEOK; KIM, SEUNG-JIN; CHO, YOUNG-HUM; JO, JAE-HUN. Experimental study for wind pressure loss rate through exterior venetian blind in cross ventilation. **Energy and Buildings**, v. 107, p. 123-130, Nov. 2015.
- MAKOWSKI, D. G. **Ação do vento em coberturas isoladas**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- MANFRIM, S. T. **Estudo numérico para a determinação das pressões devidas à ação do vento em edifícios industriais**. 2006. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira.
- MOONEGHI, M. A.; IRWIN, P.; CHOWDHURY, A. G. Large-scale testing on Wind uplift of roof pavers. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 128, p. 22-36, May 2014.
- NUNES, P. E. V. **Estudo numérico para a determinação das pressões devidas à ação do vento em edifícios industriais**. 2008. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa.
- PEREIRA, L. A.; AMORIM, M. A. S.; ALMEIDA, T. C.; BENATI, T. I.; DA CRUZ, R. B. C. Análise da Influência dos Esforços de vento em Coberturas em Função da Variação da Inclinação. **Engenharia Estudo e Pesquisa**, v. 17, n. 2, p. 51-59, Jul./dez. 2017.

PRAVIA, Z. M. C.; CHIARELLO, J. A. O programa VisualVentos: Determinação de forças devidas ao vento em edificações de base retangular e cobertura a duas águas segundo a NBR 6123 devidas ao vento em edificações de base retangular e cobertura a duas águas segundo a NBR 6123/. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2003. 9 p.

SEIFERT, J.; LI, Y.; AXLEY, J.; RÖSLER, M. Calculation of wind-driven cross ventilation in buildings with large openings. **Journal of Wind Engineering**, v. 94, n.12, p. 925-947, dec. 2006.

VANDERLEI, P. S.; DA SILVA, L. C.; GONÇALVES, R. B. Desempenho geométrico de um brise soleil: um estudo sobre seu impacto na iluminação e ventilação natural em uma sala de aula. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 9, p. 16414-16425, sep. 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

9GDL 70

A

Algoritmos 31, 35, 36, 58, 226, 237

Ambiência 124, 126, 127, 129, 132, 133, 134, 135

Análise de sensibilidade 153, 225, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

B

Biocombustível 86

Biodigestor 86, 88, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Biomaterial 184, 185, 194

Bowtie 155, 162, 166, 168, 169, 172

C

Casca de ovos de galinha 184

Cava final 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

Confiabilidade 147, 240, 247, 249, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259

Coronavírus 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10

Covid-19 1, 2, 4, 9, 10, 256

D

Data centers 253

Descarga atmosférica e ATPDraw 196

Dinâmica 20, 22, 24, 25, 26, 35, 69, 70, 71, 72, 74, 120, 133

Disponibilidade 39, 88, 115, 116, 120, 212, 222, 223, 239, 246, 249, 253, 255, 256, 258

E

Encargos complementares 136, 137, 151

Engenharia de custo 136, 140

Equipamentos de proteção individual-(EPI) 136, 141, 146, 151, 152

Escalonamento 31, 32, 33, 39

Essências florestais 11, 12

Evaporação 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

F

FCA 69, 70, 71, 72

Filtração 86

Física do solo 11

G

Gestão de processos 209

I

Idoso 132, 134

Índice de qualidade de Dickson 11, 13, 14

Indústria aeroespacial 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Integrado e sustentável 41, 47, 55

L

Laminados 100, 102

Linhas de transmissão 196, 197, 199, 201

M

Manufatura aditiva 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 251

Melhoria continua 209

Metano 86, 89, 90, 91, 95

Método das funções de Green 100

Monetita 184, 185, 189, 190, 191, 192

Moradia adequada 124, 126, 127, 133, 135

Motion cueing 70, 72, 73, 75, 77

N

Nordeste 23, 114, 115, 116, 121, 123, 172, 214, 215, 217, 218

O

Orçamento de obra 136

Otimização 58, 59, 183, 209, 226, 230, 235

P

Pandemia 1, 4, 9, 10, 256, 259

Pedreira 155, 156, 157, 159, 161, 162, 168, 169, 172

Planejamento de lavra 225, 228

Planejamento participativo 41, 46, 47, 55

Plano municipal de saneamento básico 41, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56

Platibandas 18, 20, 25, 26

Políticas públicas 41, 42, 43, 45, 46, 54, 57, 132

Potência reativa 58, 59, 63, 64, 67

Preço da rocha fosfática 225, 228, 229, 233

Pressão efetiva 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

Processos 8, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 79, 87, 89, 92, 93, 121, 128, 141, 151, 163, 164, 175, 193, 204, 209, 211, 223, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Projeto de cobertura 18

Prospecção 1, 3, 8, 116, 117, 174, 177, 178, 179, 182

Q

Qualidade de mudas 11, 12, 15, 16

R

Regiões críticas 31

Relações socioespaciais 124, 132, 133

Reservatórios superficiais 114, 116, 117, 119, 121, 122

Revisão sistemática da literatura 238, 240

Rota úmida 184, 187, 188

S

Segurança de mina 155, 172

Semáforos 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39

Simulador 31, 36, 37, 38, 39, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77

Síntese 134, 140, 184, 185, 186, 187, 194, 203, 204, 205, 206, 208

Sísmica 174, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 183

Sistemas de potência 58

Substrato 11, 13, 14, 15, 88, 89

T

Timoshenko 100, 101, 102, 103, 106, 107, 112, 113

V

Ventilação de mina 209, 210, 213, 215, 222

Vigas 100, 101, 102, 103, 104, 106, 112

W

WRAC 155, 156, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 172

Atena
Editora

Ano 2021



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

***A visão sistêmica e integrada
das engenharias
e sua integração com a sociedade***

Atena
Editora

Ano 2021



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

*A visão sistêmica e integrada
das **engenharias**
e sua **integração com a sociedade***
