

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)



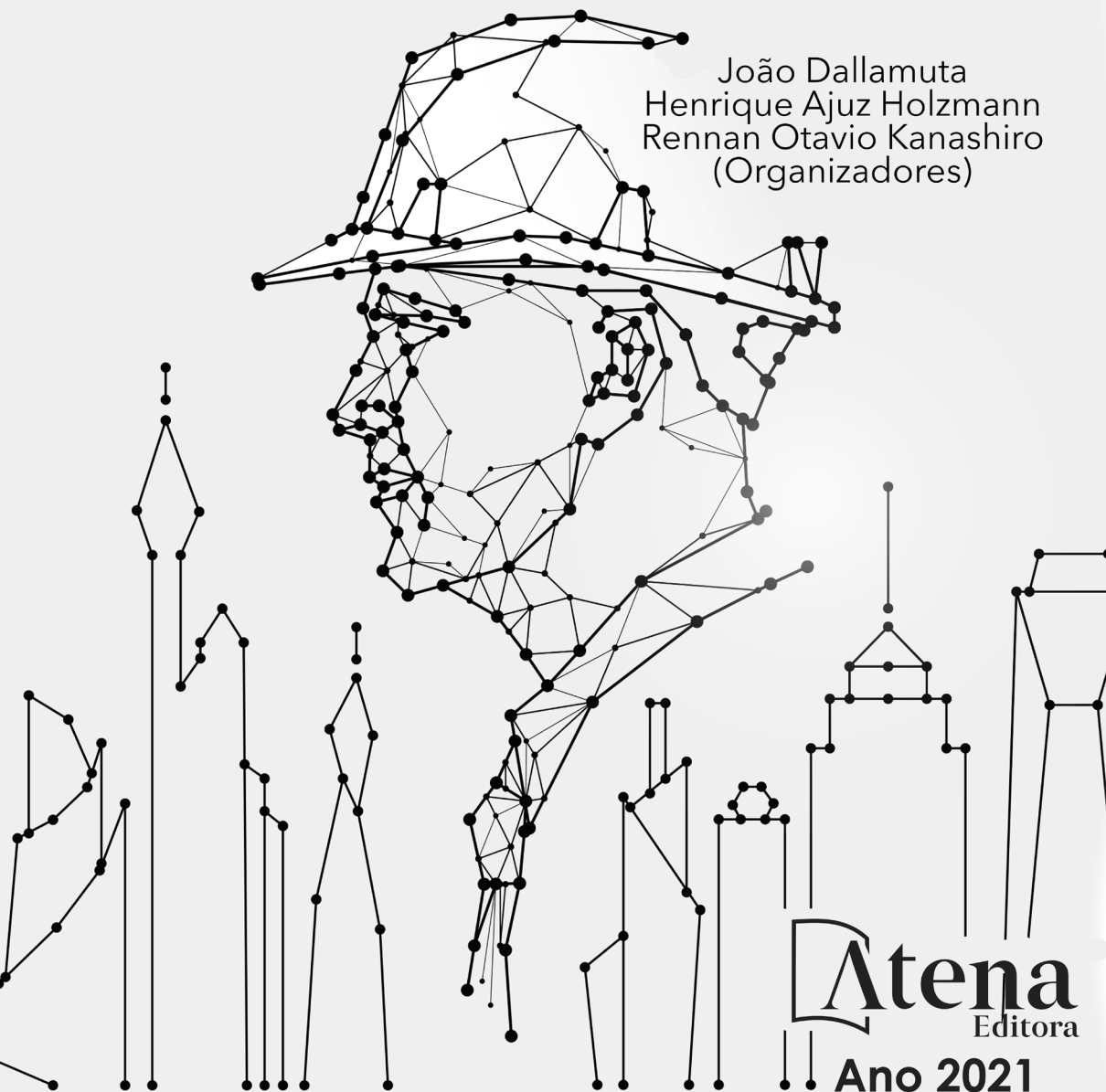
Atena
Editora

Ano 2021

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

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.



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

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. 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. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
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. 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 Salvador
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 Federacl 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 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 Miraniide 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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharias: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-071-8
DOI 10.22533/at.ed.718211205

1. Engenharia. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Kanashiro, Rennan Otavio (Organizador). IV. 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.

APRESENTAÇÃO

Neste livro optamos por uma abordagem multidisciplinar por acreditarmos que esta é a realidade da pesquisa em nossos dias.

A realidade é que não se consegue mais compartimentar áreas do conhecimento dentro de fronteiras rígidas, com a mesma facilidade do passado recente. Se isto é um desafio para trabalhos de natureza mais burocrática como métricas de produtividade e indexação de pesquisa, para os profissionais modernos está mescla é bem-vinda, porque os desafios da multidisciplinariedade estão presentes na indústria e começam a ecoar no ambiente mais ortodoxo da academia.

Aos pesquisadores, editores e aos leitores para quem, em última análise todo o trabalho é realizado, agradecemos imensamente pela oportunidade de organizar tal obra.

Boa leitura!

João Dallamuta

Henrique Ajuz Holzmann

Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANALYSIS OF ELEVATOR HINGE MOMENT IN AN UNMANNED AERIAL VEHICLE DESIGNED FOR SAE AERODESIGN COMPETITION USING CFD SIMULATION

Bruno Santos Junqueira
Daniel Coelho de Oliveira
Turan Dias Oliveira
Vinícius Carneiro Rios Machado

DOI 10.22533/at.ed.7182112051

CAPÍTULO 2..... 10

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE UM AEROMODELO ATRAVÉS DO SOFTWARE XFLR5

Marcos Paulo Azevedo
Igor Felice Souza Mosena
Renato de Sousa Maximiano
Erika Peterson Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.7182112052

CAPÍTULO 3..... 18

IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS ATRIBUTOS PARA O PROJETO DE UMA REDE CICLOVIÁRIA

Taiany Richard Pitilin
Luciana Mação Bernal
Otavio Henrique da Silva
Suely da Penha Sanches

DOI 10.22533/at.ed.7182112053

CAPÍTULO 4..... 32

ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA UTILIZANDO AS FERRAMENTAS DE ECOEFICIÊNCIA

Filipe Batista Ribeiro
Bruno Guida Gouveia
Filipe Almeida Corrêa do Nascimento
Marcelino Aurélio Vieira da Silva
Antônio Carlos Rodrigues Guimarães
Priscila Celebrini de Oliveira Campos

DOI 10.22533/at.ed.7182112054

CAPÍTULO 5..... 49

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PASSAGEM EM JORNADA de SERVIÇO DE MAQUINISTAS

Marina Donato
Caio Almeida Arêas Reis
Paulo Roberto Borges
Mayara Souza Gomes
Débora Dávila Cruz Santos

Ana Flávia Moraes de Souza

DOI 10.22533/at.ed.7182112055

CAPÍTULO 6..... 63

PROJETO DE UM SISTEMA AUTÔNOMO PURO CC DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Eliamare Alves da Silva

Danilo Medeiros de Almeida Cardins

Lizandra Vitória Gonçalves dos Santos

Kelvonn Henrique Matos de Oliveira Xavier

Jalberth Fernandes de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.7182112056

CAPÍTULO 7..... 75

APLICABILIDADE DE GEOSSINTÉTICOS EM OBRAS DE ENGENHARIA

Marcus Gabriel Souza Delfino

Juliângelo Kayo Sangi de Oliveira

Gabriela Callegario Santolin

DOI 10.22533/at.ed.7182112057

CAPÍTULO 8..... 87

ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO PLÁSTICO COM O USO DO RESÍDUO DE GESSO ACARTONADO DA INDÚSTRIA DE DRYWALL PARA APLICAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO

Lourena Ferreira Uchôa

Lilian Medeiros Gondim

DOI 10.22533/at.ed.7182112058

CAPÍTULO 9..... 102

POTENCIAL DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ALTERNATIVAS E SUSTENTABILIDADE

Aline Viancelli

Antônio Cristiano Lara Sampaio

Christian Antônio dos Santos

Daniel Celestino Fornari Bocchese

Denilson Lorenzatto

Helton Araujo Couto Carneiro

Luiz Fernando Broetto

Patrícia Aparecida Zini

Paula Roberta Silveira Málaga

Robison Ranieri Martins

Thiago Demczuk

William Michelin

DOI 10.22533/at.ed.7182112059

CAPÍTULO 10..... 109

THE PILOTIS AS SOCIOSPATIAL INTEGRATOR: THE URBAN CAMPUS OF THE CATHOLIC UNIVERSITY OF PERNAMBUCO

Andreyra Raphaella Sena Cordeiro de Lima

Maria de Lourdes da Cunha Nóbrega

Robson Canuto da Silva

DOI 10.22533/at.ed.71821120510

CAPÍTULO 11..... 124

DESAFIOS DO MUNICÍPIO DE SÃO DESIDÉRIO PARA PROMOÇÃO DO DIREITO AO SANEAMENTO BÁSICO SOB A ÓTICA DA POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL

Amanda dos Santos Carteado Silva

Luiz Roberto Santos Moraes

DOI 10.22533/at.ed.71821120511

CAPÍTULO 12..... 132

DEGRADAÇÃO DE FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO EM BRASÍLIA: ESTUDO DE CASO

Lukas Augusto Moreira

Nathaly Sarasty Narváez

Vanessa Nupán Narváez

DOI 10.22533/at.ed.71821120512

CAPÍTULO 13..... 151

EFEITO DE VARIÁVEIS-CHAVE DA MISTURA SOLO-CIMENTO NA DOSAGEM FÍSICO-QUÍMICA E COMPORTAMENTO MECÂNICO PARA BASE DE PAVIMENTOS

José Wilson dos Santos Ferreira

Diego Manchini Milani

Michéle Dal Toé Casagrande

Raquel Souza Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.71821120513

CAPÍTULO 14..... 165

SERENS: DISCUTINDO O PRESENTE PARA TRAÇAR O FUTURO

Rosângela de Araújo Santos

Teresinha de Quadros Guilherme dos Santos

Jarbas Cordeiro Sampaio

Ernando Ferreira

Elisa Cristina de Barros Casaes

Aline Rita Pereira Hohenfeld

Eleilson Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.71821120514

CAPÍTULO 15..... 175

DIRT AND ABSORPTION TESTS IN PROTECTIVES FILMES APPLIED TO PHOTOVOLTAIC PANELS: A SYSTEMATIC REVIEW

Luciano Teixeira dos Santos

Alex Álisson Bandeira Santos

Joyce Batista Azevedo

Paulo Roberto Freitas Neves

DOI 10.22533/at.ed.71821120515

CAPÍTULO 16.....	183
DISPOSITIVOS PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CRISTAIS DE GELO EM SOLUÇÃO DE GELO LÍQUIDO	
Ricardo Santos Nascimento	
Rennan Yie Yassu Nishimori	
Vivaldo Silveira Junior	
DOI 10.22533/at.ed.71821120516	
CAPÍTULO 17.....	196
VISÃO GERAL DOS INIBIDORES BIFUNCIONAIS A BASE DE TERRAS RARAS E SUAS APLICAÇÕES	
Célia Aparecida Lino dos Santos	
Fabiana Yamasaki Vieira Martins	
Rafael Augusto Camargo	
Zehbour Panossian	
DOI 10.22533/at.ed.71821120517	
CAPÍTULO 18.....	211
VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE <i>Parkia platycephala</i> Benth	
Dandara Yasmim Bonfim de Oliveira Silva	
Séfora Gil Gomes de Farias	
Lucas Ferraz dos Santos	
Romário Bezerra e Silva	
Moema Barbosa de Sousa	
Grazielle Nunes Lopes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.71821120518	
CAPÍTULO 19.....	224
LAPSUS TRÓPICUS E A DIALÉTICA DO ANTROPOCENO	
Karen Aune	
DOI 10.22533/at.ed.71821120519	
CAPÍTULO 20.....	240
TESTES DE CISALHAMENTO SIMPLES PARA ANÁLISE DA INTERFACE ADESIVA CONCRETO/ PRF ATRAVÉS DE ESTUDOS NUMÉRICOS	
Maicon de Freitas Arcine	
Nara Villanova Menon	
DOI 10.22533/at.ed.71821120520	
SOBRE OS ORGANIZADORES	259
ÍNDICE REMISSIVO.....	260

CAPÍTULO 12

DEGRADAÇÃO DE FACHADAS COM REVESTIMENTO CÉRÂMICO EM BRASÍLIA: ESTUDO DE CASO

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 30/01/2021

Lukas Augusto Moreira

Engenharia Civil, Centro Universitário de Brasília
Brasília, Distrito Federal
<https://orcid.org/0000-0002-3329-0257>

Nathaly Sarasty Narváez

Faculdade de Engenharia Civil, FATECS,
Centro Universitário UniCEUB
Brasília, Distrito Federal
<https://orcid.org/0000-0002-6846-9257>

Vanessa Nupán Narváez

Engenharia Civil, Faculdade de Minas,
Universidade Nacional da Colômbia
Medellín, Antioquia
<https://orcid.org/0000-0003-0874-3952>

RESUMO: O revestimento cerâmico tem como função proteger as fachadas dos agentes externos, além de melhorar o conforto térmico e acústico, prolongar a vida útil da fachada e valorizar a arquitetura da edificação. No entanto, as manifestações patológicas que acontecem em fachadas de revestimento cerâmico fazem com que as edificações não apresentem o desempenho mínimo para o qual foram projetadas expondo a alvenaria e a estrutura do edifício a outros tipos de danos mais graves. Em Brasília, DF, em particular, os edifícios com revestimentos cerâmicos sofrem muitos danos devido à grande variação térmica. Isto somado

a falta de manutenção diminui a vida útil da fachada. O Fator Geral de Dano (FGD) é um modelo de cálculo que avalia as patologias por valores diferentes, enfatizando a importância de cada patologia presente na fachada. Neste trabalho, o FGD e uma curva padrão de vida útil criada pela Universidade de Brasília foram empregados para avaliar a degradação das fachadas de um edifício com grandes níveis de manifestações patológicas. Conclui-se que a vida útil do edifício está dentro do previsto.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação, Fachada, Revestimento Cerâmico.

DEGRADATION OF FACADES WITH CERAMIC COATING SYSTEM IN BRASÍLIA: A CASE STUDY

ABSTRACT: The ceramic coating system's function is to protect the facades from external agents, in addition to improving thermal and acoustic comfort, prolonging the lifespan of the façade, and enhancing the architecture of the building. However, the pathological manifestations that occur in the ceramic coating system make that the buildings do not present the minimum performance for which they were designed, exposing the masonry and the building's structure to other more severe types of damage. In Brasilia, DF, particularly buildings with ceramic coating systems, suffers much damage due to the wide thermal variation. This, in addition to the lack of maintenance, reduces the service life of the facade. The General Damage Factor (FGD) is a calculation model that evaluates pathologies by different values, emphasizing the importance of each pathology present on the facade. In

this work, the FGD and a standard service life curve created by the University of Brasilia were used to evaluate the degradation of a building's facade with high levels of pathological manifestations. It is concluded that the service life of the building is within the expected.

KEYWORDS: Degradation, Facade, Ceramic Coating.

1 | INTRODUÇÃO

Existe um grande nível de manifestações patológicas em edifícios de Brasília - DF. Nas fachadas, essas manifestações surgem pelo grande nível de variação térmica na região. Inspeccionando os prédios da cidade é perceptível a grande quantidade de edifícios com revestimento cerâmico, em sua maioria com patologias. Com a perda do revestimento cerâmico, a alvenaria e a estrutura do edifício, ficam cada vez mais expostas a outros tipos de danos mais graves.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 15.575/2013, conhecida como norma de desempenho, define cada tipo de patologia e conceitos de vida útil (VU), vida útil de projeto (VUP), desempenho, manutenção e durabilidade. As manifestações patológicas como fissuras, descolamento, deslocamento, eflorescência, falha no rejunte e falha nas juntas são bem comuns nas vedações verticais. Por falta de manutenção, as fachadas apresentam manifestações patológicas, portanto, diminui sua vida útil. O Fator Geral de Dano (FGD) é um modelo de cálculo que avalia as patologias por valores diferentes, enfatizando a importância de cada patologia presente na fachada. Usando o FGD é possível comparar uma edificação com a curva de vida útil da fachada.

Diversos pesquisadores como Brito (2011), Taguchi (2010) e Gaspar (2008) publicaram seus trabalhos a respeito das fachadas, analisando as suas patologias, e também sobre as manutenções necessárias para que tenham uma Vida Útil (VU) maior. Silva (2014) desenvolveu em sua pesquisa métodos para definir a vida útil de um edifício com revestimento cerâmico em Brasília. Nesse trabalho uma curva de vida útil foi elaborada com a coleta de dados de 90 amostras de fachada com revestimento cerâmico na cidade.

Neste trabalho foi analisado um edifício com grandes níveis de manifestações patológicas, o qual teve interdita uma fachada pela Agência de Fiscalização do Distrito Federal (AGEFIS). A quantificação dos danos e o estudo da degradação das fachadas foi executado baseando-se em um estudo de campo que inclui mapeamentos na fachada, de modo a aplicar um modelo de vida útil desenvolvido para ser aplicado no Distrito Federal. Para determinar essa vida útil, foi elaborado um estudo que permite avaliar se a fachada apresenta uma degradação aceitável ou uma degradação não aceitável.

2 | CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA REGIÃO DE ESTUDO – DISTRITO FEDERAL - DF

O Distrito Federal tem uma grande variação térmica, segundo o Instituto Nacional

de Meteorologia INMET (2015), a temperatura média é de 12,9°C nas madrugadas de julho e de 31,3°C nas tardes de setembro. O clima que se encontra nessa região é totalmente tropical, por isso Brasília possui duas estações que se destacam: quente e seca nos meses de maio a setembro e quente-úmida nos meses de outubro a abril.

A norma de desempenho térmico (ABNT, 2005) determina 8 áreas climáticas, chamadas de zoneamento bioclimático brasileiro (Figura 1). Esse zoneamento permite organizar e agrupar climas semelhantes estabelecendo diferentes características de construção em função do ambiente. O estudo de caso se localiza no zoneamento bioclimático 4 (Figura 2) que abrange apenas 2% do Brasil. Nessa zona se encontra na totalidade o Distrito Federal, parte do Goiás, parte de Minas Gerais e São Paulo.

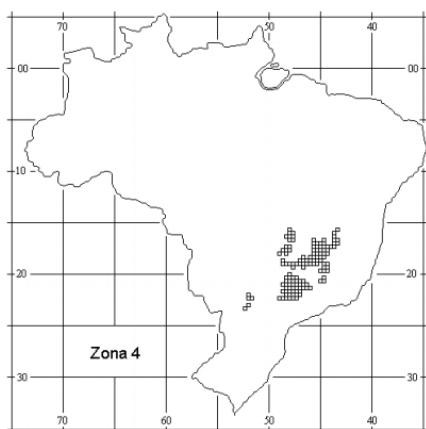


Figura 1: Mapa zoneamento biológico brasileiro
Fonte: ABNT NBR 15220-3 (2005)

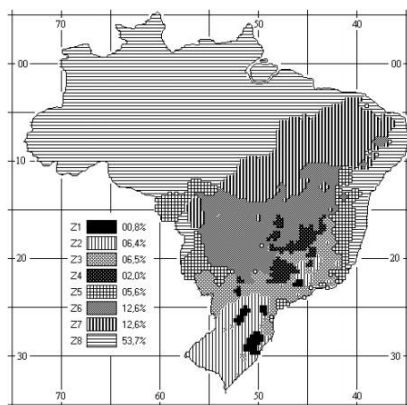


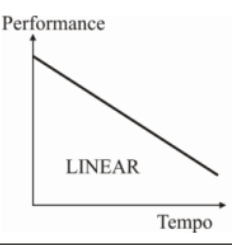
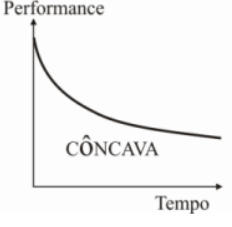
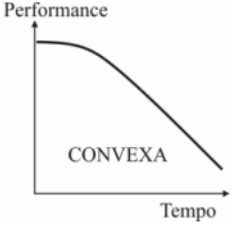
Figura 2: Mapa com destaque a zona 4 onde se enquadra a cidade de Brasília- DF
Fonte: ABNT NBR 15220-3 (2005)

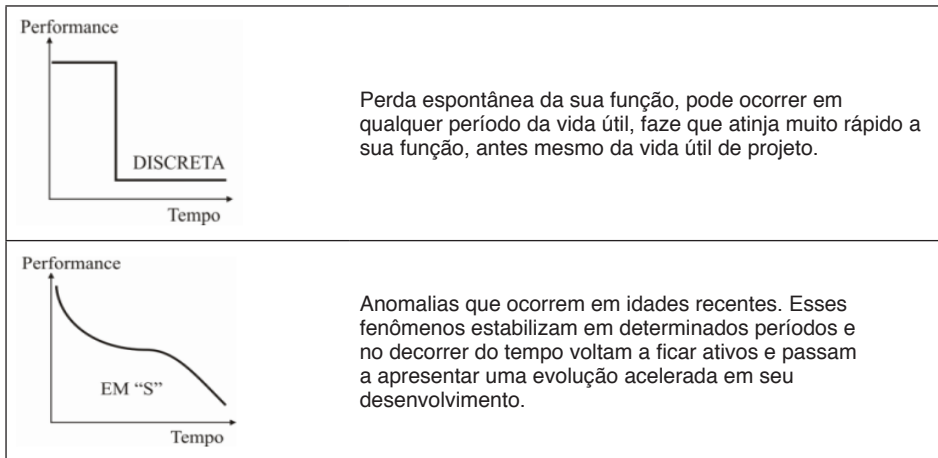
3.1 MODELO PROPOSTO POR GASPAR E BRITO (2008) E GASPAR E BRITO (2010)

O trabalho realizado por Gaspar e Brito (2008) apresenta uma metodologia que quantifica o nível de degradação das fachadas rebocadas. Os resultados desses estudos, foram de grande relevância, pois com ela obtiveram padrões de degradação através de curva de degradação e permitiram desenvolver recentes pesquisas com revestimentos de cerâmica e pedra (SILVA, 2014).

3.1 Curvas de degradação

O modelo determinado por Gaspar e Brito (2008) sugere que cada patologia tem um padrão de degradação através das curvas de degradação. Diferentes curvas representam diferentes formas de degradação da fachada (Quadro 1).

Curvas	Descrição
	Constante perda da capacidade funcional ao longo do tempo. Associada às ações de agentes atmosféricos permanentes (radiação solar ou ventos).
	Degradação acelerada inicialmente e ao longo de tempo se torna menos acelerada (manchas e a eflorescência).
	Degradação lenta inicialmente e esse processo de degradação acelera ao longo do tempo, é considerada a melhor configuração para representação dos fenômenos de degradação.



Quadro 1: Tipos de curva de degradação

Fonte: Gaspar e Brito (2008)

3.2 Nível Geral de Degradação de Fachada (NGD)

Gaspar e Brito (2008) utilizaram um levantamento realizado por Silvestre (2005) das fachadas de Portugal. O banco de dados conta com as informações de cem prédios da capital de Portugal, Lisboa. Seus estudos de caso foram baseados nos seguintes critérios:

- Edifícios com fachada rebocada.
- Não há registros conhecidos de deterioração como resultado de ações acidentais.
- Com registro de ações de manutenção efetuada anteriormente ou a idade da construção.

A última condição é indispensável. A seguinte equação mostra o cálculo de NGD:

$$NDG = \sum [(A_n \times K_{a,n} \times K_n) / (A_r \times K)] \quad (1)$$

Onde:

NDG = Nível geral de Degradação (%)

A_n = Área de uma fachada afetada por n defeitos (m²)

K_n = Nível de condição para cada tipo de patologia

K_{a,n} = Equivalência ao custo do reparo

A_r = Superfície da fachada exposta (m²)

K = Constante (K = 4)

Gaspar e Brito (2011), apresentam uma nova curva de degradação média para valores determinados do NGD ao longo do tempo (Figura 3). Uma vez que diferentes níveis de referências mínimos de desempenho são estabelecidos, os diagramas de dispersão podem fornecer uma metodologia simples para estimar a vida útil e posteriormente a incorporação dos resultados em metodologias que utilizam o método fatorial (Silva, 2014)

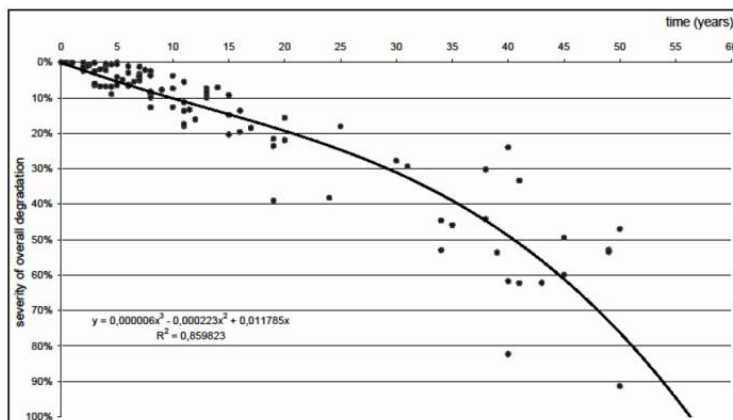


Figura 3: Nível Geral de Degradação ao longo do tempo

Fonte: Gaspar e Brito (2011)

4 | METODOLOGIA

Foi realizado um estudo de campo em um edifício em Brasília com manifestações patológicas na fachada incluindo uma coleta de dados por meio de investigação documental, investigação de campo e mapeamento. Após a coleta, os dados foram analisados, todos os cálculos necessários foram feitos, inclusive o cálculo do Fator de Danos (FD) e o Fator Geral de Danos (FGD). Após os cálculos realizados, foi possível determinar a curva de vida útil. A metodologia segue o indicado por Silva (2014).

4.1 Estudo de Caso

O edifício analisado (Figura 4) apresenta níveis críticos de degradação da fachada. Mediante a solicitação pela Agência de Fiscalização do Distrito Federal, AGEFIS, interditou-se a área frontal (prumada nascente) da fachada, por causa do deslocamento do revestimento cerâmico, garantindo a segurança dos pedestres que ali passam.



Figura 4: Condomínio SQS 102 Bloco H e SQS 102 Bloco I.

Fonte: Google Maps

4.2 Levantamento de Dados

4.2.1 *Investigação documental*

O edifício escolhido para análise está localizado em Brasília-DF no endereço SQS 102 Bloco H e Bloco I. As coordenadas geográficas são 15°48'29" e 47°53'20" com altitude 1160m. Essa edificação é composta por blocos, 6 pavimentos tipos, 1 pilotis com 6 entradas totalizando 72 apartamentos e um subsolo. A área de fachada com o revestimento cerâmico corresponde um total de 1869 m².

4.2.2 *Investigação de campo*

Para a inspeção de campo foi utilizado:

- a. Binóculos
- b. Câmera fotográfica
- c. Câmera especial (termográfica)

Para melhor análise dados obtidos serão divididos em:

- a. Orientação
- b. Prumada
- c. Empena

Com a inspeção visual foi encontrado alguns danos causados pelos moradores,

tanto no revestimento cerâmico (Figura 5) quanto nas juntas de dilatação (Figura 6), para fazer o uso do ar condicionado e redes de proteção.

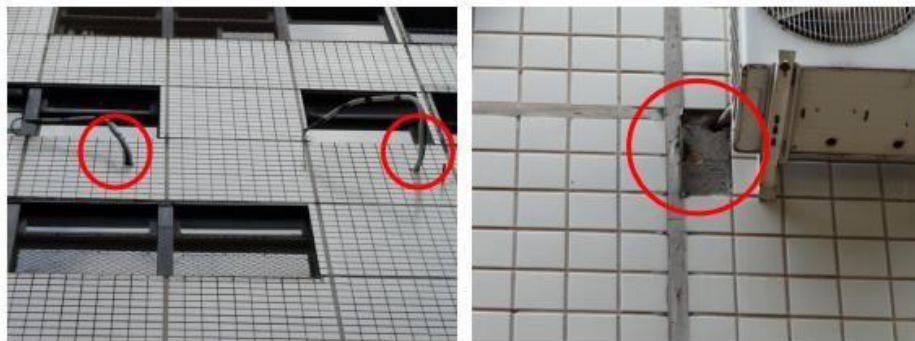


Figura 5: Retirada de cerâmica para o uso de ar condicionados

Fonte: Dos autores

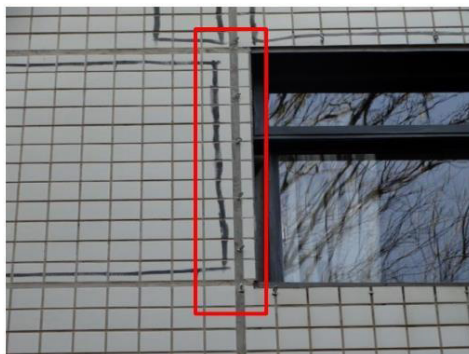


Figura 6: Danificação da junta de dilatação para o uso de rede de proteção.

Fonte: Dos autores

Os danos encontrados na fachada desse edifício não foram só por causa do mau uso dos moradores. Também foi encontrado um grande nível crítico de deslocamento (Figura 7).



Figura 7: Deslocamento Encontrado no Edifício Analisado

Fonte: Dos autores

Com a utilização de uma câmera de infravermelho foi possível detectar onde o revestimento cerâmico teve a perda de aderência (Figura 8). Com a diferença térmica, a imagem indica claramente a região danificada representada pela cor mais escura como o roxo e o preto.

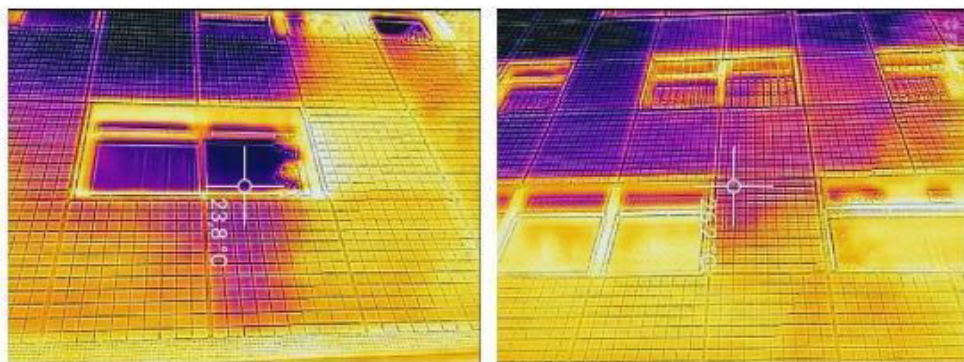


Figura 8: Utilização de Câmera de Infravermelho

Fonte: Dos autores

4.3 Ensaio de Percussão

A técnica de percussão tem como objetivo uma rápida verificação das condições de aderência do revestimento. Utilizando um martelo metálico, por meio de impactos leves no revestimento cerâmico, se identifica o som -cavo e oco- o que indica a falta de aderência entre o revestimento de argamassa e a peça cerâmica.

A Figura 9 mostra o ensaio de percussão sendo realizado no edifício. Na imagem

aparece a equipe fazendo as marcações através da verificação do som, áreas que apresentam som cavo, outras apresentam o som oco.



Figura 9: Ensaio de Percussão

Fonte: Dos autores

Com a técnica de percussão foram realizadas as demarcações com tinta, identificando as áreas comprometidas (Figura 10).



Figura 10: Identificação das áreas comprometidas

Fonte: Dos autores

4.4 Ensaio de Resistência a Tração

De acordo com a norma NBR 13528 (ABNT, 2010) que fala sobre Revestimento de parede e tetos de argamassas inorgânica e Determinação da resistência de aderência à tração, foram retirados um total de 6 corpos-de-prova com medidas de 100mm x 100mm,

distribuídos de forma aleatória e espaçados entre si (Figura 11).



Figura 11: Ensaio de Aderência

Fonte: Dos autores

4.5 Mapeamento de Danos

O mapeamento dos danos patológicos tanto nas empenas como nas prumadas é feito com a inspeção visual. O mapeamento serve para atender o processo metodológico, por isso, é importante ressaltar a orientação da fachada, pois o lado poente tende a ter maiores danos patológicos do que a nascente.

A pruma é dividida em partes iguais para facilitar o cálculo da área danificada. Esta técnica foi desenvolvida por Gaspar e Brito (2008) com o objetivo de otimizar os cálculos. Após a divisão da fachada com revestimento cerâmico afetada foi utilizado o método de sobreposição de malhas (Figura 12). Esse método serve para facilitar e agilizar o processo de quantificação de danos na fachada. Com o desenho da fachada são colocadas malhas (com dimensão pré-definida) sobre ela, e assim, quantificando o dano causado. Não pode usar uma malha com a área muito grande, pois com a área maior condenará áreas da fachada que não apresenta patologias e se colocar uma área muito pequena o cálculo será mais minucioso, mas desnecessário. Testes de malhas foram feitos com 1,50m x 1,50m; 1,00 m x 1,00 m e de 0,20 m x 0,20 m. A malha empregada foi de 0,50m x 0,50m, dando uma área de 0,25 m², pois a diferença de erro é pequena foi utilizada uma legenda de cores (Figura 12) para cada tipo de patologia.

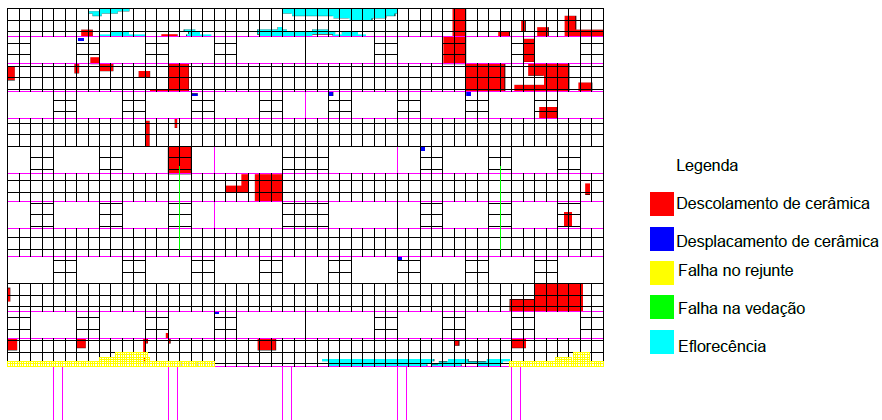


Figura 12: Sobreposição de Malhas e Legenda de Cores

Fonte: Dos autores

4.6 Tratamento dos Dados

4.6.1 Cálculo da área total e o Cálculo da área danificada

Para calcular a área da fachada foi feito o cálculo da área geral, de cada uma das faces da fachada e depois foi retirada a área das esquadilhas que tinham na fachada. As empenas da fachada são cegas, ou seja, não possui esquadilhas. A área total da fachada com o revestimento é de 1869 m², sendo 36 m² tanto para empena norte quanto para empena sul e 912 m² de fachadas da prumada do lado nascente e do poente.

4.6.2 Cálculo do Fator de Dano

O Fator de Dano (FD) serve para dar a primeira ideia, noção, da danificação da fachada. É a razão da área danificada pela área total das fachadas (empenas e prumadas) e o resultado é dado em porcentagem. Com isso conclui que a maior Fator de Dano maior será o estágio de degradação.

$$FD = \frac{A_d}{A} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

FD = Fator de Dano (%)

A_d = Área de manifestação patológica (m²)

A = Área total da fachada com revestimento cerâmico (m²)

4.6.3 Cálculo do Fator Geral de Dano

O modelo Fator Geral de Dano (FGD) retirado da tese Silva (2014), consiste em calcular a degradação da fachada com revestimento cerâmico ponderando pesos para cada tipo diferente de patologia. Os pesos para calcular o FGD são o custo relativo do reparo e a gravidade que a patologia apresenta. Com esses dois parâmetros é possível estabelecer um grau de dano das fachadas com revestimento cerâmico e assim encontrar a velocidade com que ocorre o processo de degradação. Esses resultados podem ser obtidos pela inflexão das curvas de degradação.

O FGD é um somatório de todas as anomalias presentes na fachada de revestimento cerâmico:

$$FDG = \sum \frac{A_n \times K_n \times K_{c,n}}{A \times K} \quad (4)$$

Onde:

FDG = Fator de Dano Geral (%)

A_n = Área da fachada afetada pela patologia (m²)

K_n = Nível de condição para cada tipo de patologia

K_{c,n} = Custo relativo de reparo das anomalias (R\$/m²)

K = Constante (K=4)

K = Área de amostra de fachada

O **K_n** foi determinado por Sousa (2008) e adaptado por Silva (2014) para o estudo em Brasília. Esse coeficiente serve para determinar o ponderar o peso para diferentes patologias como mostra a Tabela 5. **K** é variável de 0,00 a 4,00, sendo:

0 = sem danos visíveis

1 = dano de nível inicial

2 = dano de nível em propagação

3 = dano de nível alto

4 = dano de nível crítico

Nível de condição (K)	Tipo de dano	Nível de ponderação da extensão do dano (K_p)	Custo de reparo (R\$/m ²)	Fator relativo de custo de reparo ($K_{c,n}$)
Nível 0- Melhor condição	Degradação não detectável visualmente	-	-	-
Nível 1- Boa condição	-	-	-	-
Nível 2- Degradação suave	Falha de rejunte	0,20	8,40	0,06
	Eflorescência		16,00	0,12
	Falha de vedação		10,90	0,08
Nível 3- Degradação elevada	-	-	--	-
Nível 4- Degradação grave (extrema)	Fissuras	4,00	136,70	1,00
	Descolamento cerâmico		113,00	0,82

Tabela 5: Gravidade de cada patologia

Fonte: Silva, (2014)

Para o presente estudo a prumada nascente está condenada por causa do nível crítico de deslocamento, por isso a constante assume o valor $K=4,00$.

Para determinar o Fator Relativo de Custo ($K_{c,n}$) é preciso fazer um composição de custos de todas as anomalia por m² para determinar o custo de reparo (R\$/m²), ou seja, saber o preço do m² para poder curar doença da fachada. Esta variável é achada pela proporção do custo mais elevado entre todas as patologias.

Por tanto o valor mais alto do $K_{c,n} = 1,00$ e os demais $K_{c,n}$ serão proporcionais. Para um melhor esclarecimento do uso dos pesos de cada anomalia para o cálculo do FGD, a Tabela 6 será apresenta para esse estudo de caso.

Tipo de dano	A_n (m ²)	A (m ²)	FD (%)	K_n	K	Preço Uni (R\$/m ²)	$K_{c,n}$
Descolamento cerâmico	752,53	1843,2	40,83	4	4	123,21	1
Falha de Rejunte	145,24		7,88	0,2		10,58	0,09
Fissuras	-		0,00	4		-	-
Eflorescência	31,2		1,69	0,2		17,42	0,14
Falha de Vedação	8,21		0,45	0,2		14,22	0,12

Tabela 6: Gravidade de cada patologia

Fonte: Dos autores

A seguinte equação apresenta o Cálculo do Total do Fator Geral de Dano, na presente amostra não tem presença de fissura na fachada:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{FDG_{TOTAL}} \quad (5) \\
 & = \frac{(752,53 \times 4 \times 1 + 145,24 \times 4 \times 0,09 + 31,2 \times 4 \times 0,14 + 8,21 \times 4 \times 0,12)}{1843,2 \times 4} \\
 & \times 100
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{FDG_{TOTAL} = 41,79 \%}$$

5 | RESULTADOS

Na pesquisa da Maria Nazaré da Silva (2014) que a curva para o cálculo do Fator de Dano tem a tendência que pode ser representada pela Figura 13 quando maior o Fator de Dano menor a ocorrência.

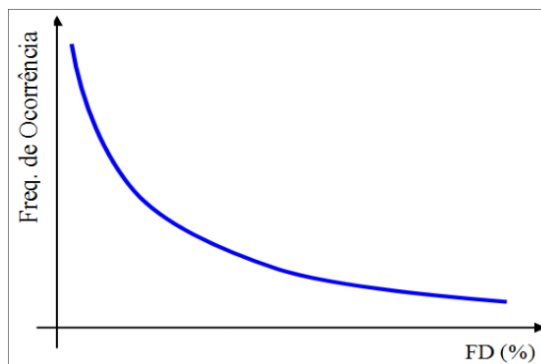


Figura 13: Tendência do comportamento do Fator de Dano

Fonte: Silva (2014)

Com a idade do edifício condomínio bloco H e bloco I é de aproximadamente de 45 anos, foi de extrema relevância o cálculo do FD individualmente (Tabela 6), para poder saber qual a patologia que mais danifica a fachada. Para entender melhor a Figura 14, foi feita a seguinte legenda:

- a. Fator de Dano de descolamento de cerâmica: FD-DC
- b. Fator de Dano de falha de rejunte: FD-FR
- c. Fator de Dano de fissuras: FD-FI
- d. Fator de Dano de eflorescência: FD-EF
- e. Fator de Dano de falha de vedação: FD-FV
- f. Fator de Dano total: FD-TOTAL

Com esse gráfico, é possível ver que a patologia que mais se manifesta é da de deslocamento da cerâmica na fachada. O deslocamento é correspondente por 80,34 % do Fator de Dano Total.

A desvantagem do cálculo do Fator de Dano (FD) é que não pondera o grau de gravidade para cada tipo de patologia. Com a ponderação o resultado poderia ser melhor qualificado.

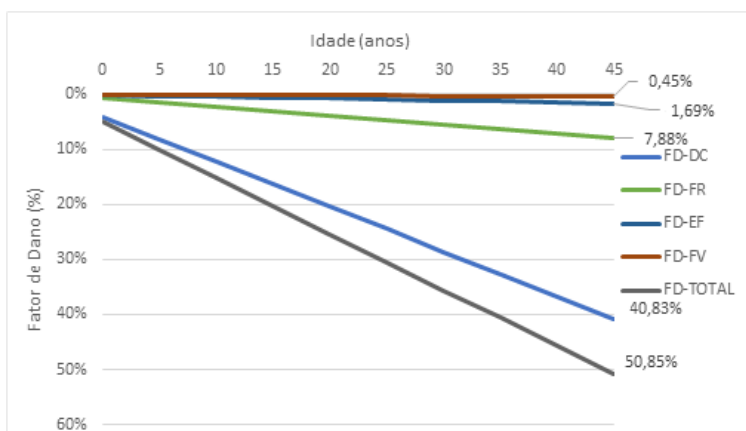


Figura 14: Patologias e Graus de Manifestação

Fonte: Dos autores

Nos estudos de Silva (2014) com 90 amostras de fachada se encontrou um padrão de curva média para definir a idade de fachada com revestimento cerâmico em Brasília-DF. Assim, Silva (2014) estabeleceu uma equação para determinar a vida útil mínima de fachada com revestimento cerâmico. Essa equação é limitada pela Norma NBR 15575 (ABNT, 2013^a). (Equação 6)

$$FGD - TOTAL = 0,00003910^2 \times ID + 0,01051050 \times ID \quad (6)$$

Onde:

FDG - TOTAL = Fator de Dano Geral (%)

ID = Idade da amostra da fachada (anos)

O resultado dessa equação é apresentado na Figura 15:

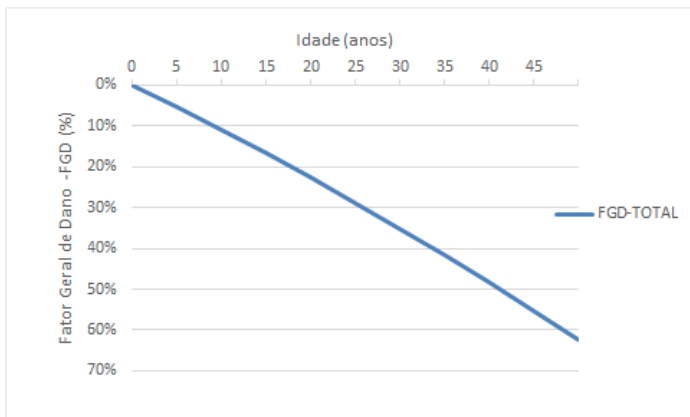


Figura 15: Fator Geral de Dano

Fonte: Silva (2014)

Com o FDG =41,79 % que foi calculado, pode-se observar que o dano está próximo à curva prevista por Silva (2014), dando uma diferença aproximada de 5 anos (Figura 16).

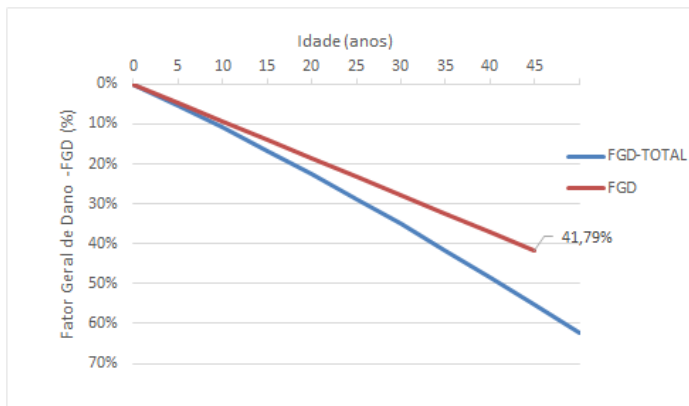


Figura 16: FGD Total x FGD

Fonte: Dos autores

6 | CONCLUSÃO

Manifestações patológicas encontradas na edificação que serve de base de estudo tais como a eflorescência, falha no rejunte e o agrietamento, não são de grande nível de degradação, mas podem ser o início para a presença de patologias que apresentam um nível de crítico com a descolamento e o deslocamento.

O cálculo do Fator de Dano (FD) generaliza os danos, dando a mesma importância para todas as patologias, e por ele apresenta uma faixa de erro quanto a preocupação. Com o cálculo do FD separadamente, conclui-se que o deslocamento cerâmico foi o de maior evidência, correspondente a 80,34% do Fator de Dano Total. O cálculo do Fator Geral de Dano (FGD) deu um resultado mais preciso em relação a degradação da fachada, pois pondera cada tipo de patologia. A margem de erro entre o Fator de Dano e o Fator de Dano Geral foi de 1,22 vezes.

Com o resultado do Fator Geral de Dano (FGD = 41,79%) e em comparação a curva estabelecida por Silva (2014) pode se dizer que o edifício apresenta uma curvatura melhor que a prevista para a região do Distrito Federal. O condomínio SQS 102 Bloco H e bloco I apresentou manifestações patológicas generalizadas, mas apenas na prumada nascente que foi possível observar o deslocamento. A manutenção periódica das fachadas poderia evitar o estado grave dos danos. Um seguimento às recomendações oferecidas pela norma de desempenho é necessário para a manutenção preventiva nos próximos anos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13528. Revestimentos de Parades de Argamassas Inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à Tração. 2010.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações. Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, 2005.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-1: Edifícios habitacionais – Desempenho – Parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-3: Edifícios habitacionais – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro, 2013b.

BORDALO, R.; BRITO, J. P.; GASPAR, L.; SILVA, A. Abordagem a um modelo de previsão da vida útil de revestimentos cerâmicos aderentes. Teoria e Prática na Engenharia Civil. Portugal, 2010, n.16, pp. 55-69.

GASPAR, P. L.; BRITO, J. The perception of damage on rendered façades. XII DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. Porto, Portugal. 2011.

GASPAR, P. L.; BRITO, J. Limit states and service life of cement renders on facades, *Journal of Materials in Civil Engineering*, v. 23, n. 10, 2011, pp. 1396-1404.

GASPAR, P.; BRITO, J. Quantifying environmental effects on cement-rendered facades: a comparison between different degradation indicators. *Building and Environment*, v. 43, n. 11, 2008.

GASPAR, P. L.; BRITO, J. Durabilidade, estados limites e vida útil de rebocos em fachadas. APFAC, 2010.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>>. Acesso em: 16 de novembro de 2015.

SILVA, Maria de Nazaré Batista da. AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL DE REVESTIMENTOS DE FACHADA – APLICAÇÃO AO CASO DE BRASÍLIA/DF. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília UNB. BRASÍLIA – DF. 2014.

SILVESTRE, J. Sistema de Apoio à Inspeção e Diagnóstico de Anomalias em Revestimentos Cerâmicos Aderentes. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2005.

SOUSA, R. D. B. Previsão da vida útil dos revestimentos cerâmicos aderentes em fachadas. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2008.

TAGUCHI, M. K. Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aerodesign 1, 2, 3, 9

Aeronave 10, 11, 12, 14, 16

Análise CFD 1

Articulação 1, 168

C

Construção sustentável 103

D

Degradação 36, 103, 126, 132, 133, 135, 136, 137, 143, 144, 145, 149, 150, 175, 243

Direito ao saneamento básico 124, 125, 126, 128, 129, 130

Dosagem físico-química 151, 152, 154, 155, 159, 160, 161, 162, 163, 164

Drywall 87, 88, 89, 100

E

Eficiência energética 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173

Energia solar fotovoltaica 63, 64, 174, 180

Energias renováveis 63, 73, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 173

Estabilidade 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 35, 36, 78, 79, 81, 152, 186

Estabilização 78, 84, 86, 87, 88, 94, 96, 97, 100, 101, 152, 159, 160, 161, 162, 163, 199, 205

F

Fachada 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 232

G

Geossintéticos 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Geotecnia 17, 75, 76, 82, 84

Gesso 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 105

Gestão 35, 44, 103, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 172, 259

H

Headcount 49, 53, 55, 57, 60, 61

L

LED 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72, 73

Logística ferroviária 49

M

Melhoramento de solos 75

Momento 1, 13, 16, 50, 171, 227

P

Passagem em jornada 49, 51

Pavimento 20, 22, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 45, 46, 48, 76, 81, 84, 105, 151, 152, 163, 164

Plasticidade 78, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 99, 100, 101, 154, 242

Projeto 1, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 76, 79, 85, 126, 127, 130, 133, 136, 163, 168, 169, 209, 221, 224

R

Resíduo de construção civil 151, 154

Resíduos 56, 58, 59, 60, 83, 87, 88, 89, 102, 103, 104, 105, 106, 205, 206

Resíduos plásticos 102, 103, 104, 105, 106

Resistência à compressão simples 151, 152, 157, 161, 162, 163

Revestimento cerâmico 132, 133, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 147

S

Saneamento básico em São Desidério 124

SERENS 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174

Serviços públicos de saneamento básico 124, 125, 127, 128, 130, 131

Simulação numérica 1, 240

Sistemas autônomos puros CC 63

Solo-cimento 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164

Solos 35, 46, 47, 75, 76, 78, 80, 85, 87, 89, 90, 91, 93, 96, 97, 101, 151, 153, 154, 156, 158, 159, 161, 162, 163, 164

Sustentabilidade 30, 33, 34, 48, 102, 106, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 180

T

Transporte hidroviário 32

V

Volume de cargas 49

X

XFLR5 10, 11, 12, 16

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021