

Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2019

Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2019

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

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

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

P474 Pesquisa científica e inovação tecnológica nas engenharias [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa PR: Atena Editora, 2019. – (Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias; v. 1)

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-902-8
 DOI 10.22533/at.ed.028200601

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

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 1” contempla vinte e três capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas nas diversas áreas de engenharia.

Os resultados obtidos através de pesquisas científicas trazem benefícios a sociedade e promovem inovações tecnológicas, surgindo como uma engrenagem nas engenharias.

O estudo sobre o comportamento de determinados materiais sob determinadas situações permite avaliar e otimizar seu uso, proporcionando o controle das condições ideais, bem como viabilizando a utilização de determinadas matérias primas. Por sua vez, essas matérias primas podem trazer benefícios ao meio ambiente, bem como trazer resultados econômicos satisfatórios.

A avaliação de propriedades físicas e mecânicas de materiais permite também a sua utilização em diversos segmentos da engenharia, proporcionando o desenvolvimento de novos produtos, trazendo benefícios a sociedade.

Diante do exposto, esperamos que esta obra traga ao leitor conhecimento técnico de qualidade, fazendo com que o leitor reflita sobre o uso das pesquisas científicas e as inovações tecnológicas no desenvolvimento social, e faça uso dessas ferramentas na melhoria de qualidade de vida na sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AÇÃO CORROSIVA DE SOLOS DO SUL DO BRASIL SOBRE ESTRUTURAS METÁLICAS	
Jessica Oliveira Ayres Matthews Teixeira Coutinho Devai Luciana Machado Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.0282006011	
CAPÍTULO 2	10
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAINÉIS AGLOMERADOS CONFECCIONADOS COM PINUS, EUCALIPTO, BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E ADESIVO POLIURETANO DERIVADO DE ÓLEO DE MAMONA	
Estéfani Suana Sugahara Ana Laura Soler Cunha Buzo Raissa Pravatta Pivetta Sérgio Augusto Mello da Silva Elen Aparecida Martines Morales	
DOI 10.22533/at.ed.0282006012	
CAPÍTULO 3	21
ANÁLISE EXPERIMENTAL EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO REFORÇADAS AO CISALHAMENTO COM LAMINADOS DE PRFC	
Nara Villanova Menon Maicon de Freitas Arcine Juliana Penélope Caldeira Soares	
DOI 10.22533/at.ed.0282006013	
CAPÍTULO 4	35
CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO DE FACHADA EM EDIFÍCIO LITORÂNEO COM EXPANSÃO, FISSURAÇÃO COM ESFARELAMENTO E BAIXA RESISTÊNCIA MECÂNICA: ESTUDO DE CASO	
Renato Freua Sahade Fabiano Ferreira Chotoli Sérgio Soares de Lima Priscila Rodrigues Melo Leal	
DOI 10.22533/at.ed.0282006014	
CAPÍTULO 5	45
CARACTERÍSTICAS E DESEMPENHO DA VERMICULITA NA CONSTRUÇÃO	
Paula Thais dos Santos Felix	
DOI 10.22533/at.ed.0282006015	
CAPÍTULO 6	55
PINUS E EUCALIPTO PARA CONSTRUÇÕES LEVES EM MADEIRA (WOODFRAME) NO BRASIL: COMPARATIVOS, POSSIBILIDADES E DESAFIOS	
Mirna Mota Martins Júlia Cruz da Silva Matheus Fernandes Lima Rita Dione Araújo Cunha	

CAPÍTULO 7 68

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DO DESLIZAMENTO PINO SOBRE DISCO DO AÇO ISI 4140 X H13

Eric Elian Lima Espíndola
Andrey Coelho das Neves
Beatriz Seabra Melo
Vinicius Silva dos Reis
Milena Cristina Melo Carvalho
Brenda Thayssa Figueira Daniel
Rodrigo Ribeiro Lima
Edgar Costa Cardoso
Aécio de Jesus Monteiro dos Santos
Emerson Rodrigues Prazeres
José Maria do Vale Quaresma

DOI 10.22533/at.ed.0282006017

CAPÍTULO 8 81

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO TIPO COSTANEIRAS DE CORYMBIA CITRIODORA PARA APLICAÇÃO EM MÓVEIS E COMPONENTES DECORATIVOS

Matheus Fernandes Lima
Mirna Mota Martins
Julia Cruz da Silva
Sandro Fábio Cesar
Rita Dione Araújo Cunha

DOI 10.22533/at.ed.0282006018

CAPÍTULO 9 94

AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE PAINÉIS EM MADEIRA PARA REVESTIMENTO DE FACHADAS: RECOMENDAÇÕES PARA O DETALHAMENTO CONSTRUTIVO

Mônica Duarte Aprilanti
Simone Fernandes Tavares
Akemi Ino

DOI 10.22533/at.ed.0282006019

CAPÍTULO 10 108

COMPARTIMENTAÇÃO HORIZONTAL UTILIZANDO PLACAS DE SILICATO DE CÁLCIO DE ALTA DENSIDADE

Lilian Cristina Ciconello
Luciana Alves de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.02820060110

CAPÍTULO 11 121

INCIDÊNCIA DE DESCOLAMENTO EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS ADERIDOS EM FACHADAS: CONTRIBUIÇÃO PARA O PROJETO E A PRODUÇÃO

Luciana Alves de Oliveira
Luciana Araújo Mauricio Varella
Renato Freua Sahade

DOI 10.22533/at.ed.02820060111

CAPÍTULO 12 133

COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO PARALELO ÀS FIBRAS DO *Eucalyptus urograndis*: CORPOS DE PROVA ISENTOS DE DEFEITOS X PEÇAS ESTRUTURAIS

Fabiana Yukiko Moritani
Carlito Calil Junior

DOI 10.22533/at.ed.02820060112

CAPÍTULO 13 145

CROSS LAMINATED TIMBER VS CONCRETO: RESISTÊNCIA MECÂNICA A COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS E DENSIDADE

Aliane Cardoso de Almeida
Rafaele Almeida Munis
Jessé Salles Lara

DOI 10.22533/at.ed.02820060113

CAPÍTULO 14 158

DUREZA JANKA COMO ESTIMADOR DA DENSIDADE APARENTE E DAS RESISTÊNCIAS À FLEXÃO E COMPRESSÃO EM EUCALIPTO

Takashi Yojo
Cassiano Oliveira de Souza
Maria José de Andrade Casimiro Miranda
Sergio Brazolin

DOI 10.22533/at.ed.02820060114

CAPÍTULO 15 167

ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DE NANOFIBRAS DE SÍLICA, OBTIDAS VIA SBS, E ARGILA MONTMORILONÍTICA EM POLIAMIDA 66

Edvânia Trajano Teófilo
Gabriel Lucena de Oliveira
Radamés da Silva Teixeira
Cláudio Bezerra Martins Júnior
Rosiane Maria da Costa Farias
Aline Vasconcelos Duarte
Ellen Cristine Lopes da Silva Bento
Raí Batista de Sousa
Francisco Diassis Cavalcante da Silva
Francisca Maria Martins Pereira

DOI 10.22533/at.ed.02820060115

CAPÍTULO 16 178

ESTUDO DAS FORÇAS DE CORTE NO MICROFRESAMENTO DO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO AISI 316L

Milla Caroline Gomes
Márcio Bacci da Silva

DOI 10.22533/at.ed.02820060116

CAPÍTULO 17 185

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE FORNO DIDÁTICO PARA FUNDIÇÃO DE ALUMÍNIO

Carlos Eduardo Costa
Jefferson Maiko Luiz

Ivan Rodrigues dos Santos
Emerson da Silva Seixas
Milton Luis Polli

DOI 10.22533/at.ed.02820060117

CAPÍTULO 18 194

QUANTIFICAÇÃO DE HIDROGÊNIO EM CORPOS DE PROVA DE UM AÇO ARBL
PARA ENSAIOS DE PUNÇIONAMENTO ESFÉRICO

Luiz Fernando Maia de Almeida
Rosenda Valdés Arencibia
Sinésio Domingues Franco

DOI 10.22533/at.ed.02820060118

CAPÍTULO 19 200

METODOLOGIA PARA MONITORAMENTO DA PRÉ-TRINCA POR FADIGA NO
ENSAIO SNTT

Guilherme Bernardes Rodrigues
Waldek Wladimir Bose Filho
Sinésio Domingues Franco
Rosenda Valdés Arencibia

DOI 10.22533/at.ed.02820060119

CAPÍTULO 20 206

BIOSSORÇÃO DE METAIS PESADOS UTILIZANDO A MICROALGA *Synechococcus
nidulans*

Juliana Silveira de Quadros
Paulo Fernando Marques Duarte Filho
Fernando Junges

DOI 10.22533/at.ed.02820060120

CAPÍTULO 21 216

DISTRIBUIÇÃO BIDIMENSIONAL DA PROFUNDIDADE DE MISTURA NO
RESERVATÓRIO DE LAJEADO, TOCANTINS

Marcelo Marques
Elaine Patricia Arantes
Fernando Oliveira de Andrade
Alexandre Kolodynskie Guetter
Cristhiane Michiko Passos Okawa
Isabela Arantes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.02820060121

CAPÍTULO 22 227

ESTUDO PROSPECTIVO E TECNOLÓGICO DA GERAÇÃO DE SYNGAS
UTILIZANDO CATALISADORES

Munique Gonçalves Guimarães
Grace Ferreira Ghesti
Camila Lisdália Dantas Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.02820060122

CAPÍTULO 23 240

UTILIZAÇÃO DE PELÍCULAS COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MORANGOS

Tatiane Barbosa dos Santos

Matheus Luis Ferrari

Marcio Eduardo Hintz

João Paulo Brazão Gianini

Rafael Rodrigo Bombardelli

Idiana Marina Dalastra

DOI 10.22533/at.ed.02820060123

SOBRE A ORGANIZADORA..... 251

ÍNDICE REMISSIVO 252

INCIDÊNCIA DE DESCOLAMENTO EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS ADERIDOS EM FACHADAS: CONTRIBUIÇÃO PARA O PROJETO E A PRODUÇÃO

Data de aceite: 25/11/2019

Luciana Alves de Oliveira

Doutora, Pesquisadora e Docente do Mestrado de Habitação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT
São Paulo – SP

Luciana Araújo Mauricio Varella

Mestrando de Habitação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT
São Paulo – SP

Renato Freua Sahade

Mestre, Docente da Pós-Graduação em Excelências Construtivas e Anomalias pela Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo – SP

RESUMO: Os sistemas de revestimento utilizando placas cerâmicas aderidas são largamente empregados nas fachadas dos edifícios brasileiros. Porém, a grande incidência de manifestações patológicas neste tipo de processo construtivo tem **influência** negativa na fase de seleção e especificação do revestimento das fachadas, conforme estudo que mostra uma tendência na diminuição do uso em fachadas de edifícios de São Paulo, a despeito das vantagens potenciais que os mesmos oferecem. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é expor o resultado de

um levantamento quantitativo das principais manifestações patológicas identificadas nos revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios na cidade de São Paulo e discutir as questões relacionadas à manifestação mais recorrente, os descolamentos. Para tanto, foram feitas análises de relatórios de avaliação de fachadas, disponibilizados por um escritório de consultoria em patologia, de 24 edifícios localizados em São Paulo e com acabamento em placas cerâmicas ou pastilhas de porcelana. Catorze edifícios, com idades entre 3 e 20 anos, apresentaram descolamentos originados, preponderantemente, por falhas de origem construtiva, enquanto os outros dez, com idades entre 21 e 47 anos, apresentaram descolamentos originados, preponderantemente, por falhas de origem adquirida. Foram avaliados os índices de descolamento do revestimento nas fachadas dos edifícios, relacionando-os com as causas geradoras e suas origens. O trabalho concluiu que as falhas com origem construtiva foram significativamente maiores que as com origem adquirida, contribuindo para evidenciar a importância do projeto de revestimento e do processo construtivo deste tipo de revestimento.

PALAVRAS-CHAVE: revestimento cerâmico, descolamento, patologia, fachadas de edifícios, projeto de revestimento

IMPACT OF CERAMIC COATING DETACHMENT ON FACADES: CONTRIBUTION TO DESIGN AND PRODUCTION

ABSTRACT: Coating systems using adhered ceramic plates are widely used in the facades of Brazilian buildings. However, the *high* incidence of pathological manifestations in this type of constructive process has a negative influence on the facade cladding specification, as pointed out by study that shows a tendency in the decrease of its use in facades of buildings of São Paulo, in spite of the potential advantages that they may offer. In this context, the objective of this work is to present the results of a quantitative survey of the main pathological manifestations identified in ceramic tile facades of buildings in the city of São Paulo and to discuss the issues related to the most recurrent manifestation, the detachments. For that, analyzes of facade evaluation reports, made available by a pathology consulting firm, were done in 24 buildings located in São Paulo and finished with ceramic plates or porcelain tablets. Fourteen buildings, with ages between 3 and 20 years, presented detachments originated, mainly, by failures of constructive origin, while the other ten, aged between 21 and 47 years, presented detachments originated, mainly, due to faults of acquired origin. The decoupling indexes of the coating on the façades of the buildings were evaluated, relating them to the generating causes and their origins. The work concluded that the failures with constructive origin were significantly larger than those with acquired origin, contributing to highlight the importance of the coating design and the constructive process of this type of coating.

KEYWORDS: ceramic coating, detachment, pathology, facade of buildings, coating design

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, grande parte dos edifícios multipavimentos empregam revestimentos cerâmicos em suas fachadas devido às vantagens que estes apresentam em relação aos demais revestimentos tradicionais tais como: maior durabilidade, facilidade de limpeza, maior resistência à penetração de água, conforto térmico, valorização estética e econômica do empreendimento (MEDEIROS, 1999; JUST, 2001). Segundo Moraes (1997) *apud* Medeiros (1999), na década de noventa, 50% dos edifícios residenciais e 40% dos edifícios comerciais, em São Paulo, empregavam revestimentos cerâmicos nas fachadas. As vantagens técnicas das placas cerâmicas são respaldadas por um setor industrial de cerâmica para revestimento que ocupa uma posição de destaque mundial - segundo a ANFACER, o Brasil é, atualmente, o terceiro país do mundo em produção e consumo (ANFACER, 2019).

No entanto, diversos pesquisadores (MEDEIROS, 1999; JUST, 2001; SILVESTRE, 2005) enfatizam que esta vantagem potencial do revestimento cerâmico somente se concretizará se o mesmo for executado de forma adequada e se forem

realizadas as atividades de manutenção preventiva.

Paralelamente, a frequente ocorrência de problemas patológicos neste tipo de revestimento passou a ser uma grande preocupação para as construtoras e tema recorrente de pesquisa, discutido em congressos nacionais e internacionais. Inclusive, estudos como o de Esquivel *et al* (2001) apontavam uma tendência de diminuição de seu uso em fachadas de edifícios de São Paulo.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é expor o resultado de um levantamento quantitativo das principais manifestações patológicas identificadas nos revestimentos cerâmicos de fachadas de 24 edifícios na cidade de São Paulo e discutir as questões relacionadas à manifestação mais recorrente, os descolamentos, isto é, a perda de aderência do revestimento, tais como suas causas prováveis, origens e aspectos relacionados, visando contribuir para os processos de projeto e produção dos revestimentos cerâmicos de fachada.

2 | METODOLOGIA

O presente artigo foi elaborado a partir de consultas bibliográficas e do levantamento de informações obtidas por meio da consulta e análise de relatórios técnicos de avaliação de fachadas disponibilizados por empresa de consultoria em patologia. Dentre os relatórios disponibilizados foram selecionados aqueles que tratam de edifícios cujas fachadas foram total ou parcialmente revestidas com placas cerâmicas ou pastilhas de porcelana e que se localizam na cidade de São Paulo, Brasil. Formou-se, então, uma amostra com 24 edifícios cujas idades variam entre 3 e 47 anos e alturas entre 8 e 29 pavimentos, inspecionados entre 2008 e 2016, totalizando aproximadamente 90 mil m² de fachadas vistoriadas. Os edifícios foram identificados por meio das letras em ordem alfabética de A a P e, em alguns casos, combinadas com as letras A e B caracterizando dois edifícios num mesmo condomínio, por exemplo, FA e FB. Todos os edifícios possuem estrutura reticulada em concreto armado (lajes, vigas e pilares) e vedação em alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto.

A metodologia utilizada, com a finalidade de avaliar as fachadas, foi similar em todos os relatórios, compreendendo em todos os casos a inspeção visual e a execução de ensaio quantitativo para obtenção da extensão dos problemas na fachada por meio de teste de percussão com martelo de material não contundente, conforme NBR 13749 (ABNT, 2013), além da remoção de amostras do revestimento e mapeamento de anomalias. Em alguns casos foram realizados ensaios complementares tais como a determinação da resistência de aderência à tração de revestimento com placas cerâmicas conforme a NBR 13755 (ABNT, 1996) e caracterização de placas

cerâmicas, como a determinação da absorção de água e determinação da expansão por umidade conforme NBR 13818 (ABNT, 1997).

Das anomalias detectadas, somente os descolamentos e trincas foram quantificados, porque estas são as manifestações patológicas mais importantes que ocorrem nos revestimentos cerâmicos no Brasil segundo MEDEIROS (1999).

Os descolamentos (perda de aderência detectada pelo teste de percussão) foram quantificados juntamente com os deslocamentos (queda do revestimento perceptível pela inspeção visual), pois sob o ponto de vista da gravidade e da intervenção para recuperação estas podem ser consideradas iguais (SILVESTRE e BRITO, 2004)

Os descolamentos foram quantificados em metro quadrado (m²) e as trincas, inicialmente, em metro linear, em função de sua extensão, e então, em metro quadrado, em função da área necessária para recuperá-las, conforme o caso.

Numa avaliação preliminar das áreas de manifestações patológicas quantificadas, foi constatado que o descolamento de revestimento apresenta maior ocorrência entre os edifícios da amostra, o que ratifica as considerações de Medeiros (1999) e Just (2001).

Quanto às origens das causas prováveis, que geraram os descolamentos, estas foram classificadas em:

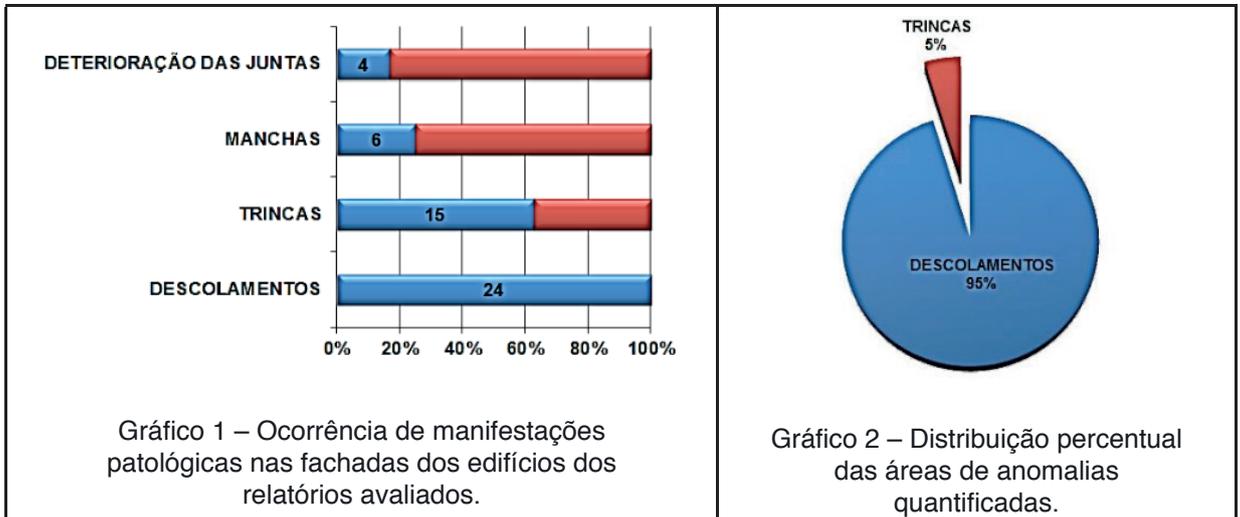
- ✓ **Origem Construtiva:** provenientes de irregularidades de projeto ou de execução, em função da não observância das normas técnicas, erros e omissões dos profissionais, ou emprego de mão de obra despreparada e ausência de metodologia para execução dos serviços, ou ainda, da combinação desses fatores;
- ✓ **Origem Adquirida:** provenientes de ausência, insuficiência e/ou incorreta manutenção preventiva (lavagem do revestimento, inspeção e revisão da vedação das juntas de assentamento e movimentação).

O enquadramento das origens das causas prováveis das anomalias foi realizado com base nos diagnósticos apontados pelos relatórios técnicos avaliados. Para a ponderação da contribuição de cada causa diagnosticada em cada edifício, foi utilizada uma metodologia adaptada de Silvestre (2005), que classifica as causas em 3 graus de correlação:

- **0: sem relação=** quando não existe qualquer relação direta entre a causa e a anomalia;
- **1: pequena relação / causa indireta=** causa não necessária para o desenvolvimento do processo de deterioração, embora agrave seus efeitos;
- **2: grande relação / causa direta=** constitui uma das razões principais do processo de deterioração e é indispensável ao seu desenvolvimento.

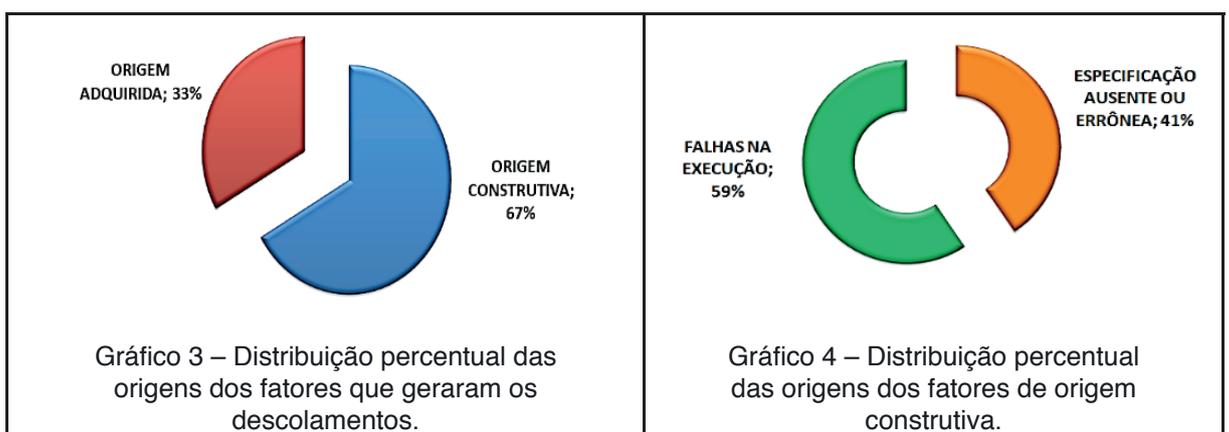
3 | RESULTADOS E AVALIAÇÕES

No Gráfico 1, são apresentadas as relações entre as principais manifestações patológicas detectadas e suas ocorrências nas edificações levantadas. No Gráfico 2, apresenta-se a distribuição relativa entre as principais anomalias (trincas x descolamentos) pelo total de áreas de revestimento com anomalia.



Fonte: elaborado pelos autores (2017).

Passando a avaliar o fenômeno do descolamento isoladamente, observou-se a predominância da influência dos fatores de origem construtiva, ou seja, relacionados a irregularidades nas etapas de projeto e/ou execução, em relação aos fatores de origem adquirida (Gráfico 3), sendo que os fatores relacionados a falhas na execução, representam 59% das causas e os fatores relacionados à especificação ausente ou errônea, representam 41%, conforme Gráfico 4.



Fonte: elaborado pelos autores (2017).

Para se avaliar as influências da idade, do período de construção, do tipo do material de acabamento nas fachadas e da técnica de assentamento sobre os índices de descolamento (ver obs. 1) apresentados pelos edifícios da amostra, esta foi dividida em dois grupos:

- ✓ **Grupo 1** – edifícios que, quando avaliados, possuíam idades entre 3 e 20 anos, datas de construção entre 1996 a 2009 e acabamento em placas cerâmicas de diferentes classificações (quanto à produção e acabamento) assentadas por meio de argamassa colante;
- ✓ **Grupo 2** - quando avaliados, possuíam idades entre 21 e 47 anos, datas de construção entre 1965 a 1990 e acabamento em pastilhas de porcelana de diferentes dimensões assentadas por meio do processo tradicional (ver obs. 2).

OBS. 1: O índice de descolamento de cada edifício é obtido pela relação entre a área total de fachada com revestimento cerâmico e a área total de revestimento cerâmico apresentando descolamento.

OBS. 2: O processo tradicional de assentamento consiste na colagem das pastilhas diretamente sobre o reboco (massa fina) úmido.

Numa avaliação preliminar, observou-se que no Grupo 1 os descolamentos são preponderantemente relacionados a fatores de origem construtiva, enquanto que no Grupo 2, os descolamentos são preponderantemente relacionados a fatores de origem adquirida, conforme Gráfico 5.

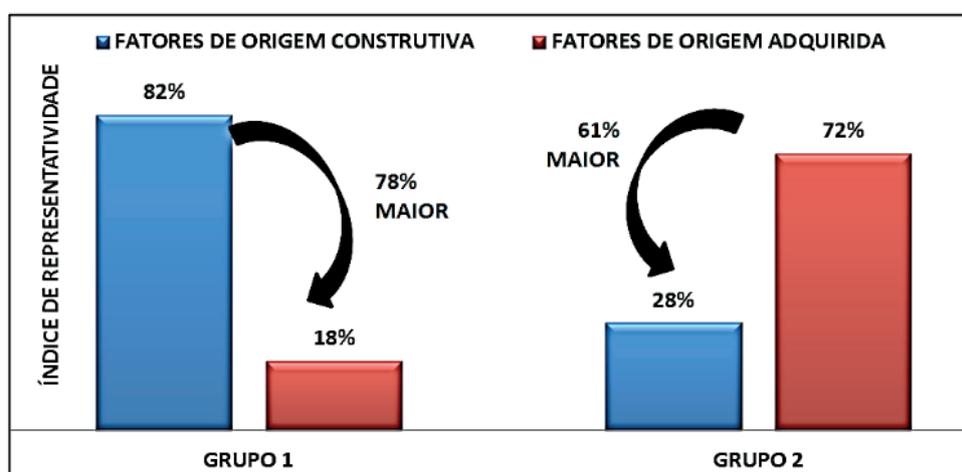


Gráfico 5. Índices de representatividade dos fatores de origem construtiva em relação à origem adquirida nos Grupos 1 e 2.

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

Os Gráficos 6 e 7 ilustram os índices de descolamento de cada um dos edifícios e as médias obtidas para cada um dos grupos.

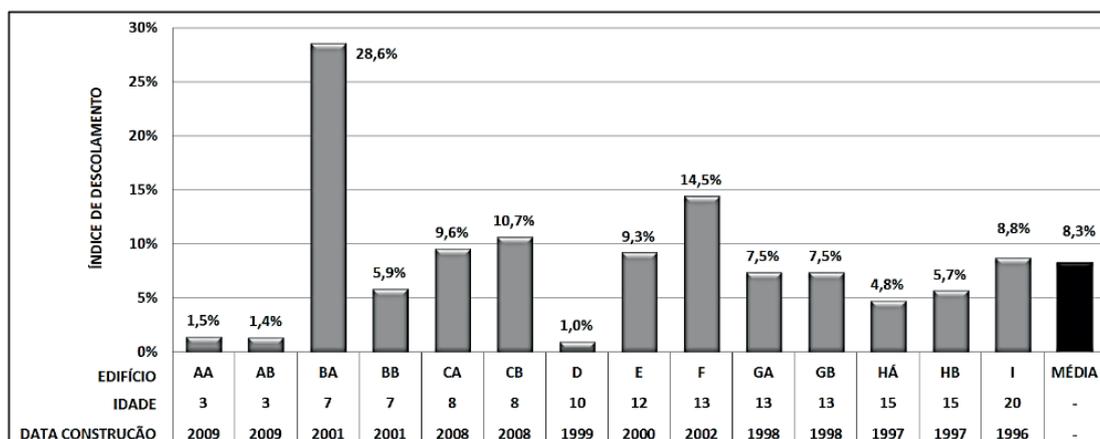


Gráfico 6. Índices de descolamento de revestimento nos edifícios do Grupo 1.

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

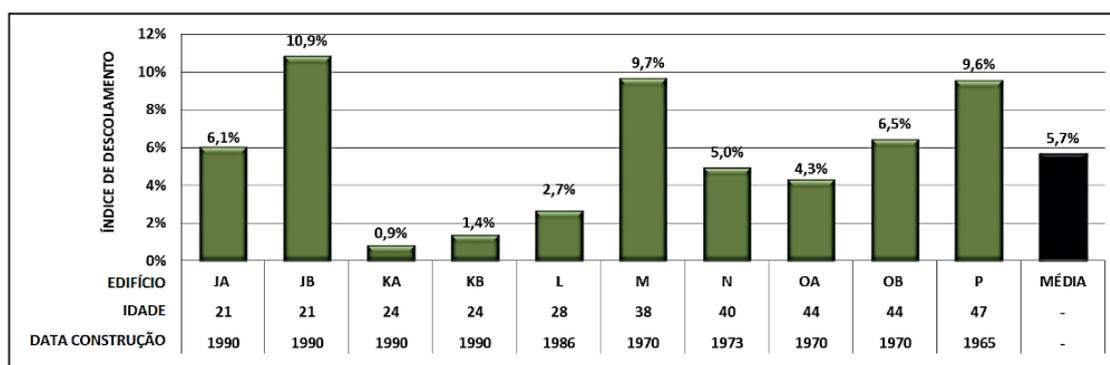


Gráfico 7. Índices de descolamento de revestimento nos edifícios do Grupo 2.

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

Pela análise dos índices de descolamento apresentados pelas fachadas dos edifícios, observou-se que a média dos índices do Grupo 1 (maior influência dos fatores de origem construtiva) são 32% maiores que a média dos índices do Grupo 2 (maior influência dos fatores de origem adquirida). Este resultado é influenciado pelos seguintes fatores:

- ✓ nas fachadas do Grupo 1 são utilizadas placas cerâmicas de dimensões maiores que as pastilhas utilizadas nas fachadas do Grupo 2, o que por si só, já introduz maiores tensões no revestimento;
- ✓ nas fachadas do Grupo 2, a questão da manutenção é mais relevante, já que as pastilhas de porcelana possuem baixíssima absorção de água e seu descolamento é mais influenciado pela integridade do rejunte;
- ✓ as fachadas do Grupo 2 foram produzidas em uma época onde havia domínio do processo de produção da fachada, concentrado na figura do pastilheiro; já, as fachadas do Grupo 1 foram produzidas, a partir da década de 90, quando se tornou frequente o uso de argamassa colante em fachadas, porém sem o adequado domínio do processo de produção;
- ✓ o Grupo 1 retrata o início da fase de grande crescimento imobiliário na

construção civil no Brasil, a partir de meados da década de 90, onde as construções passaram a priorizar a velocidade de produção em detrimento da qualidade e, em função disso, não foram respeitados os prazos mínimos entre etapas e os revestimentos são submetidos a esforços de serviço precocemente.

Além disso, observou-se para o Grupo 1, excetuando-se os casos dos edifícios BA e D, uma tendência de aumento dos índices de origem construtiva em prédios de até 13 anos de idade; depois disso observou-se uma tendência à queda.

Outra consideração realizada para o Grupo 1 foi a de que, dos oito edifícios construídos após 1999, data da publicação de importante tese de doutorado tratando do projeto de produção do revestimento cerâmico para fachada (MEDEIROS, 1999), apenas 2 edifícios, isto é, 25% adotaram projeto de produção do revestimento cerâmico.

Diversos pesquisadores estudaram o fenômeno do descolamento em revestimentos cerâmicos e atribuíram as causas mais importantes à:

- ✓ Medeiros (2000) *apud* Just (2001): ausência de juntas de movimentação, preenchimento deficiente do tardo com argamassa colante e inadequada especificação deste material;
- ✓ Campante e Sabbatini (2000): ausência de juntas de movimentação, especificação inadequada da placa cerâmica e da argamassa colante e falhas de preenchimento.

Na presente análise, as principais causas geradoras dos descolamentos com fatores relacionados à origem construtiva, encontram-se relacionadas no Gráfico 8.

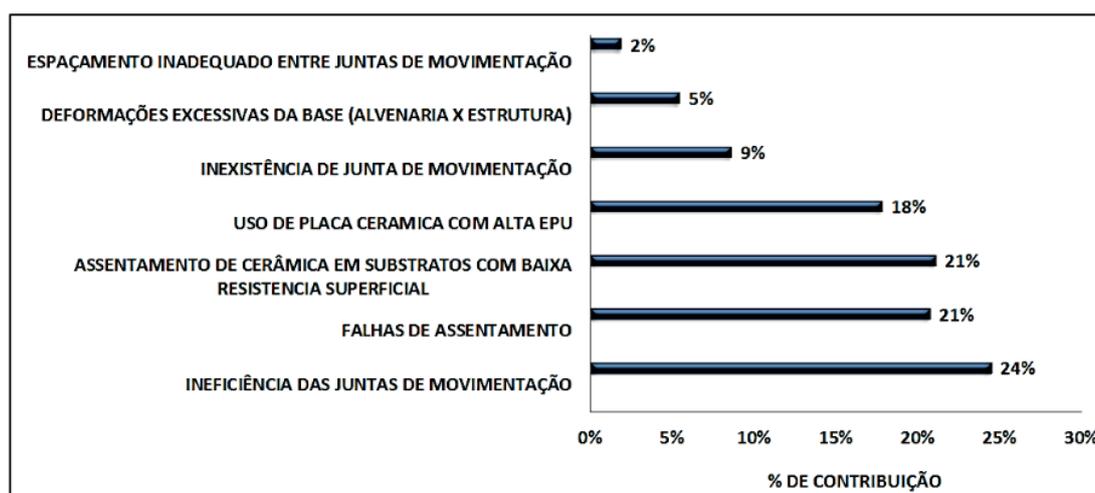


Gráfico 8. Percentual de contribuição dos fatores dos descolamentos de origem construtiva, em revestimentos cerâmicos das fachadas nos edifícios da amostra.

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

4 | COMENTÁRIOS SOBRE OS PRINCIPAIS FATORES DOS DESCOLAMENTOS

Quanto às **juntas de movimentação**, observou-se que os principais aspectos quanto à sua ineficiência são: a não observação do fator de forma do selante, ou seja, a relação de proporção entre largura e profundidade que o selante deve apresentar após ser aplicado, em alguns casos apresentando selamento muito superficial e, em outros, apresentando espessura variável pela ausência dos delimitadores de profundidade ou pela instalação inadequada dos mesmos, portanto sem condições de suportar as tensões as quais são submetidas e com risco de se romperem e tornarem-se pontos de infiltrações. O projeto de produção do revestimento de fachada deve conter o dimensionamento das juntas de movimentação: largura e profundidade do corte e profundidade do selante. No processo de execução, verifica-se que um diferencial seria a utilização de um gabarito com as dimensões do selante a ser aplicado que pode ser confeccionado em madeira (BELTRAME e LOH, 2009).

Quanto à questão da **baixa resistência superficial da camada do emboço**, este é um dos principais problemas, quanto à resistência mecânica, nos revestimentos argamassados e prejudica a fixação das camadas de acabamento (CARASEK, 2010). O emboço com baixa resistência superficial é caracterizado por uma superfície pulverulenta, isto é, que se desagrega com facilidade. Segundo Alves (2009) e Just (2001), os principais fatores ligados à baixa resistência superficial da argamassa são dosagem inadequada da argamassa (traço pobre em cimento, agregados excessivamente finos e contendo argilominerais, alto teor de ar incorporado) e desempenho inadequado da argamassa de emboço (substrato). O projeto de produção do revestimento de fachada deve conter a especificação do emboço, considerando, principalmente, a rigidez (módulo de elasticidade), a resistência mecânica e a resistência de aderência superficial, cujo ensaio foi normalizado na revisão da NBR 13755 (ABNT, 2017), que estabeleceu limite mínimo de 0,5 MPa.

Quanto às **falhas de assentamento das placas cerâmicas** utilizando argamassa colante, os principais aspectos observados são: preenchimento deficiente do tardo das placas cerâmicas, não observação da técnica de dupla colagem (no caso de tardo com reentrâncias superiores a 1 mm e placas com áreas iguais ou superiores a 400 cm²) e o não esmagamento dos cordões de argamassa colante, podendo ter sido causado tanto por falha no procedimento de assentamento quanto pelo desrespeito ao tempo em aberto da argamassa colante. Neste sentido, recomenda-se a execução de teste prático para determinar o tempo em aberto da argamassa colante nas condições da obra e realizar treinamento dos assentadores, observando a desempenadeira adequada a ser utilizada e seu correto manuseio – altura dos cordões (devido a influência destes fatores na espessura da camada de argamassa colante), a forma de aplicação da argamassa colante no substrato - grau

de inclinação da desempenadeira, e a forma de aplicação da placa cerâmica para que seja garantida a adequada quebra dos cordões, conforme procedimentos da NBR 13755 (ABNT, 1996). Na Figura 1, imagens de algumas das manifestações patológicas encontradas nos revestimentos cerâmicos de fachadas por falhas de assentamento.

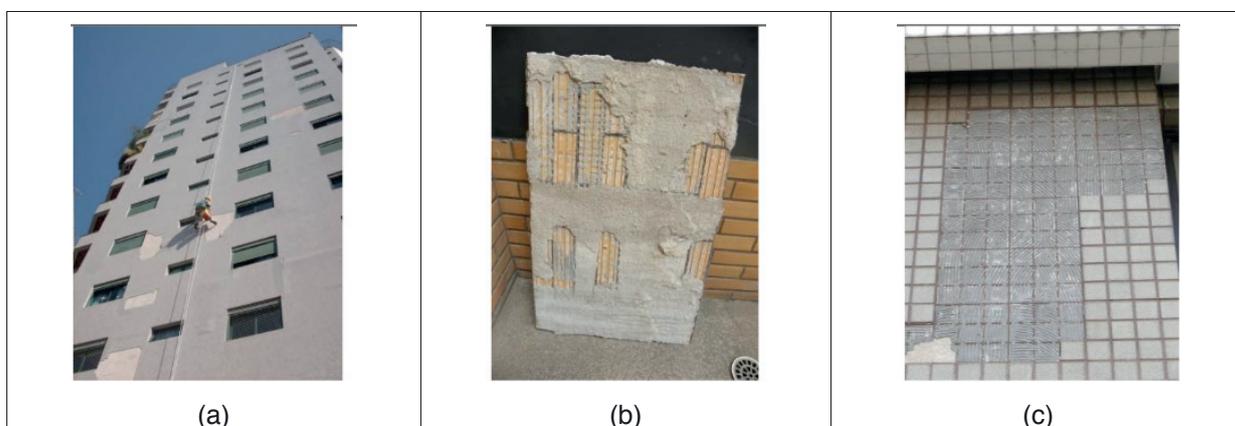


Figura 1 – (a) Vista geral da fachada do edifício “JA” com áreas de descolamento; (b) vista detalhada do tardo de placas cerâmicas descoladas de fachada do edifício “H” evidenciado por falhas de assentamento; (c) vista detalhada de trecho de fachada do edifício “I” com descolamento de revestimento cerâmico, evidenciado por falhas de assentamento.

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

Quanto à **Expansão por Umidade (EPU) das placas cerâmicas** para fachadas, observou-se que dos 11 edifícios que apresentaram cerâmica com EPU ocorrida superior à 0,6 mm/m (limite considerado na ABNT NBR 13818), 06 (55%) apresentaram falhas de assentamento das placas cerâmicas e 05 (45%) apresentaram emboço com baixa resistência superficial, indicando que este também é um fator de contribuição para o descolamento no caso de placas cerâmicas com alta EPU. O projeto de produção do revestimento de fachada deve conter a especificação da EPU da placa cerâmica, porém, a referência estabelecida pela norma não é consenso entre alguns consultores. Segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997) *“a maioria das placas cerâmicas tem EPU negligenciável, a qual não contribui para os problemas dos revestimentos quando corretamente fixados (instalados). Porém, com fixação insatisfatória, se a $EPU > 0,6$ mm/m, esta pode contribuir para os problemas”*. No entanto, existem recomendações mais rigorosas quanto aos limites de EPU para placas cerâmicas em fachadas, tal como a do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal (LNEC), cuja recomendação é adotar EPU de até 0,1 mm/m (LUCAS, 2003).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo constatou-se que os descolamentos de revestimentos cerâmicos se constituem na anomalia predominante nas fachadas analisadas,

representando 95% das áreas com problemas. Quanto aos fatores que os influenciaram, constatou-se que os de origem construtiva são preponderantes aos de origem adquirida, influenciando 67% do total das áreas com descolamento, ratificando os principais fatores de influência identificados por Medeiros (1999) e Just (2001) – projeto e execução. As fachadas que apresentaram descolamentos com influência maior dos fatores de origem construtiva (Grupo 1) apresentam, em média, áreas de descolamento 32% maiores que as fachadas com influência maior dos fatores de origem adquirida (Grupo 2), resultado esse influenciado, principalmente, pela utilização de peças de formatos maiores, falta de domínio do processo de produção utilizando argamassa colante e por submeter o revestimento a esforços de serviço precocemente.

Os principais fatores, de origem construtiva, geradores dos descolamentos identificados nas fachadas dos edifícios da amostra estudada são: ineficiência das juntas de movimentação, falhas de assentamento das placas cerâmicas, assentamento de cerâmica sobre substratos com baixa resistência superficial e uso de placas cerâmicas com EPU superior a 0,6 mm/m. Comparando com as principais causas apontadas por outros pesquisadores, abordadas anteriormente, pode-se dizer que nos últimos 15 anos houve avanço somente no sentido da adoção das juntas de movimentação nas fachadas, porém, estas têm sido executadas de forma incorreta, o que muitas vezes contribui, até mesmo, para acelerar o processo de descolamento.

Estas considerações, além da constatação de que apenas 25% dos edifícios levantados neste estudo que foram construídos após 1999 possuem projeto de produção do revestimento de fachada, evidenciam que ainda não é prática do mercado a contratação do mesmo, e que ainda há extrema carência de conhecimento do processo de produção deste tipo de tecnologia por parte dos diversos agentes envolvidos, contribuindo para o aumento do surgimento das manifestações patológicas.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013. 11p.

_____. **NBR 13755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996. 11p.

_____. **NBR 13755**. Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante – Projeto, execução, inspeção e aceitação. Rio de Janeiro, 2017. 57p.

_____. **NBR 13818**. Placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaio –. Rio de Janeiro, 1997. 78p.

- ALVES, A. S. **Estudo da propriedade resistência superficial em revestimentos de argamassa**. Dissertação (Mestrado). 159p. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2009.
- ANFACER. **A Indústria Brasileira de Cerâmica para Revestimento**. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/brasil>>. Acesso em: 01 de set 2019.
- BAUER, E. **Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades**. Brasília: LEM-UnB/ Sinduscon-DF, 2005. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/123/anexo/revesar.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2017
- BELTRAME, F. R.; LOH, K. (Organizadores) **Aplicação de selantes em juntas de movimentação de fachadas. Recomendações técnicas Habitare**, v. 5. Porto Alegre: ANTAC, 2009.
- CAMPANTE, E.F.; BAÍA, L.L.M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 104p. Coleção Primeiros Passos da Qualidade no Canteiro de Obras.
- CARASEK, H. **Argamassas**. In: Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. ISAIA, G.C. (Organizador/Editor) São Paulo: IBRACON, 2010.
- COSTA, M.; CINCOTTO, M. A.; PILEGGI, R. **Análise comparativa de argamassas colantes de mercado e o seu comportamento reológico**. In: VI SBTA - Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, Florianópolis, 2005. **Anais...** Florianópolis, 2009.
- ESQUIVEL, J.F.T.; BARROS, M.M.S.B.; SIMÕES, J.R.L. **A escolha do revestimento de fachada de edifícios influenciada pela ocorrência de problemas patológicos**. In: Congreso Iberoamericano de Patología de las Construcciones – **Conpat BR44**. 2001.
- JUST, A. **Descolamento dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade de Recife**. **Dissertação** (Mestrado). 255p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.
- LUCAS, J. C. **Azulejos ou ladrilhos cerâmicos**. Descrição Geral, exigências normativas, classificação funcional. ITMC-33. Lisboa, LNEC, 2003.
- MEDEIROS, J.S. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. Tese (Doutorado). 458p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.
- RIBEIRO, F.A. **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas: Levantamento do Estado da Arte**. Dissertação (Mestrado). 158p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.
- SILVESTRE, J.; BRITO, J. de. **Classificação de anomalias em sistemas de revestimentos cerâmicos aderentes**. Atas do Congresso “Construção 2004”, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2004. Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Brito5/publication/283516637_Classificacao_de_Anomalias_em_Sistemas_de_Revestimentos_Ceramicos_Aderentes/links/563d086e08ae8d65c0117b2e.pdf> Acesso em: 01.set.2019.
- SILVESTRE, J. **Sistema de apoio à inspeção e diagnóstico de anomalias em revestimentos cerâmicos aderentes**. Dissertação (Mestrado). 190p. Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2005.

SOBRE A ORGANIZADORA

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço inoxidável 178, 181
Aproveitamento de costaneira 81
Argamassa de revestimento 35, 36, 42, 44, 45
Argila montmorilonítica 167, 168

C

Carga normal 68, 71, 73, 74, 75, 77, 78, 79
Cisalhamento 21, 23, 24, 27, 31, 32, 33, 34, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 203, 217
CLT 97, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 157
Coeficiente de atrito 68, 71, 73, 74, 79
Comparação 7, 13, 14, 23, 40, 56, 57, 58, 61, 63, 73, 75, 77, 78, 79, 86, 133, 135, 140, 145, 206, 209, 244, 245, 247
Compartimentação horizontal 108, 110, 111, 118
Compressão 24, 25, 28, 29, 33, 48, 114, 115, 135, 137, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 201
Concreto 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 61, 97, 117, 118, 123, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 190
Concreto armado 21, 22, 23, 33, 34, 37, 123, 148, 156, 157
Conforto acústico 45
Conforto térmico 45, 47, 50, 53, 122
Construção civil 12, 18, 22, 23, 36, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 55, 56, 57, 59, 65, 96, 97, 98, 108, 110, 128, 132, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 156, 187
Construções leves 55, 56, 60, 61, 65, 66
Corrosão 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 23, 112, 113, 181, 195
Corymbia citriodora 81, 82, 83, 84, 85, 92, 93
Cura 15, 22, 35, 43, 44, 145, 152, 156

D

Densidade 5, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 47, 51, 63, 108, 110, 111, 113, 114, 115, 145, 149, 150, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 187, 190, 191, 207
Descolamento 31, 32, 33, 38, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132
Desgaste deslizante 68, 76
Detalhe construtivo 94
Durabilidade 36, 50, 56, 57, 64, 94, 96, 97, 98, 99, 103, 106, 107, 115, 122
Dureza Janka 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

E

Eletroquímica 1, 2, 196, 197
Ensaio de caracterização 35, 39, 40, 42

Escória 35, 41, 43, 44, 188

Eucalipto 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 82, 93, 101, 136, 144, 148, 158, 159, 160, 161

F

Fachadas de edifícios 121, 123, 132

Fachadas em madeira 94, 95, 96, 100

Fiação por sopro em solução 167, 168, 169, 170, 171, 176

Flexão 10, 13, 17, 21, 24, 31, 32, 114, 135, 136, 137, 141, 142, 143, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 201

Forças de corte 178, 179, 180, 181, 183

Forno didático 185, 191, 192

M

Madeira 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 119, 129, 133, 134, 135, 139, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 156, 157, 158, 159, 160, 163, 164, 165, 166

Manifestação patológica 35

Materiais alternativos 19, 45, 47

Materiais compósitos de PRFC 21

Metal 1, 2, 5, 6, 178, 180, 181, 182, 206, 207, 210, 212, 213, 214, 215, 229

Microfresamento 178, 180, 181, 183

Microusinagem 178, 179, 180, 181

N

Nanofibras de sílica 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177

P

Painéis de madeira 11, 18, 19, 20, 81, 83, 97, 157

Parede corta-fogo 108, 119

Patologia 121, 123

Pinus 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 101, 143, 144, 145, 151

Poliamida 66 167, 168, 170, 173, 174, 175

Prática acadêmica 185

Processo de fundição 185

Projeto de revestimento 121

Proteção contra incêndio 108

R

Reforço estrutural 21, 22, 25

Resíduo de madeira 81, 92

Revestimento cerâmico 121, 122, 126, 128, 130, 132

Revestimento em madeira 94

S

Sistema construtivo em placas de silicato de cálcio 108

Solo 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 65, 100, 134, 231

T

Tecnologia de vedações verticais leves 108

Tubulação 1

V

Vermiculita 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53

Vigas 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 37, 114, 123

W

Wood frame 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

