

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

COMPARTIMENTAÇÃO HORIZONTAL UTILIZANDO PLACAS DE SILICATO DE CÁLCIO DE ALTA DENSIDADE

Data de aceite: 25/11/2019

Lilian Cristina Ciconello

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do
Estado de São Paulo
São Paulo, SP

Luciana Alves de Oliveira

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do
Estado de São Paulo
São Paulo, SP

RESUMO: As metrópoles contemporâneas emergem como centros de intenso adensamento humano e verticalização. O desenvolvimento das tecnologias de construção civil tem viabilizado a execução de edifícios cada vez mais altos e complexos nessas cidades. Paralelamente os riscos em relação aos incêndios tendem a crescer em função de tais aglomerações e da verticalização. Historicamente, a preocupação com a segurança contra incêndio da edificação passou a receber devida atenção somente após grandes tragédias; contribuindo para o aumento das discussões e estudos técnicos em relação aos projetos e o comportamento de materiais e sistemas construtivos sob a ação do fogo. Um dos resultados desses estudos aponta para a importância da proteção passiva nas edificações, objeto do estudo proposto; mais particularmente relacionado às compartimentações horizontais

cuja função é evitar a propagação do incêndio, fumaça e gases quentes entre ambientes. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar os aspectos tecnológicos de vedações verticais leves, com fechamento em placas de silicato de cálcio de alta densidade, com função de compartimentação horizontal de edifícios de múltiplos pavimentos. Para tanto, foram consultadas bibliografias técnicas, catálogos e relatórios de ensaios de fornecedores de placas de silicato de cálcio, além de entrevistas com especialistas em segurança contra incêndio. O sistema de vedação apresentado, em razão das suas características tecnológicas e de desempenho, tem potencial de atender aos requisitos de resistência ao fogo de elementos de compartimentação horizontal; entretanto, adequações em âmbito nacional se fazem necessárias para que a especificação desta tipologia de parede corta-fogo possa ser implementada em projetos no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de vedações verticais leves; Sistema construtivo em placas de silicato de cálcio; Compartimentação horizontal; Parede corta-fogo; Proteção contra incêndio.

HORIZONTAL PARTITIONING USING HIGH DENSITY CALCIUM SILICATE BOARDS

ABSTRACT: Contemporary metropolises have

been emerging as dense human concentration and verticalization. The development of industry building and engineering technologies has made possible to build increasingly taller and complex skyscrapers. Historically, concerns about building fire safety have received due attention only after major tragedies; contributing to the increase of discussions and technical studies regarding the design and the behavior of materials and building systems under fire. Consequently also researches and standards were updated including laboratories and fire tests. The results appoint passive protection as one of the most effective solution to avoid fire, hot gases and smoke spread, which is threatened as the main subject of this paper. The objective of this study is to present technological aspects of light vertical seals applying high density calcium silicate boards with the function of fire compartmentation for multi-store buildings. For this purpose technical bibliographies were consulted, international works and producers of calcium silicate boards, including interviews with fire safety specialists. The sealing system presented, due to its technological and performance characteristics, has the potential to achieve the fire resistance requirements of horizontal partitioning elements, however adaptations and tests will be necessary for Brazilian market adaptation of components.

KEYWORDS: Light vertical seal protection; Calcium silicate boards building systems; Horizontal partitioning; Firewall protection; Fire protection.

1 | INTRODUÇÃO

O tema segurança contra incêndio tornou-se objeto de estudo e pesquisa somente após grandes sinistros, em que vidas e patrimônios foram perdidos; como no caso do grande incêndio de Londres no ano de 1666, que foi marco para a civilização moderna adquirir nova postura frente aos iminentes riscos do fogo, que se ampliariam diante do novo cenário que se formava: as grandes concentrações urbanas e, posteriormente, a verticalização da construção. Assim, a sociedade passou a rever suas bases legislativas, civis e criminais e o mais importante: toda a cadeia envolvida no processo se viu compelida a evitar novos incêndios, ou a conter sua propagação.

No caso do Brasil, apenas no século XX, mais precisamente nos anos 70, quando ocorreram grandes incêndios em edificações de múltiplos pavimentos é que o tema tomou vulto e deixou de ser preocupação e responsabilidade apenas do Corpo de Bombeiros.

Analisando-se o contexto atual, tem-se preestabelecida a divisão da SCI (Segurança Contra Incêndio) em duas vertentes: primeiro, a proteção ativa e segundo a passiva, na qual se insere o conceito de compartimentações horizontais e verticais.

A compartimentação é definida como o conjunto de elementos construtivos (horizontais ou verticais) que devem confinar as chamas, os gases quentes e a fumaça com o objetivo de dificultar sua propagação, tanto internamente aos edifícios

como em edifícios adjacentes, explana BERTO (1999).

O mercado e a indústria da construção civil, orientados pela economia de consumo e engajados à sustentabilidade, vêm apresentando soluções inovadoras para serem usadas como elementos de compartimentação, principalmente, em razão do fato de que se constroem cada vez mais edifícios de grande altura, volumetria complexa, cabeamentos e instalações robustas, fachadas envidraçadas e componentes que agregam risco em relação ao fogo, o que exige maior atenção ao tema e soluções apropriadas.

Nesse cenário, a compartimentação feita por soluções inovadoras pode ser uma das alternativas para aprimorar a segurança contra incêndio das edificações altas e em grandes centros urbanos.

Assim, o objetivo deste artigo é apresentar os aspectos tecnológicos de vedações verticais leves, com fechamento em placas de silicato de cálcio de alta densidade, com função de compartimentação horizontal de edifícios de múltiplos pavimentos, considerando o contexto do Brasil. TANIGUTI (1999) e OLIVEIRA (2009), explicam que as vedações verticais são classificadas pela sua função (somente de vedação ou vedação e estrutural) e também pela respectiva densidade superficial, ou seja, as vedações consideradas leves são aquelas que estão abaixo de 60 kg/m².

As vedações em placas de silicato de cálcio não tem normalização nacional específica, por isso é importante que sejam discutidos seus aspectos tecnológicos visando ao atendimento a requisitos de desempenho, no caso resistência ao fogo. Essa discussão tende a subsidiar projetistas e construtoras na especificação desse sistema de vedação usado para compartimentação horizontal de edifícios.

2 | MÉTODO DE PESQUISA

Para alcançar os objetivos propostos, foi feita inicialmente revisão bibliográfica sobre os principais incêndios registrados na história, suas consequências, e também o entendimento de fatos similares ocorridos no Brasil e seus efeitos. Portanto, foram analisados artigos técnicos, textos de especialistas e do histórico da SCI desde os grandes incêndios à evolução das pesquisas, com a criação dos padrões de análise em diversos países.

Em relação à regulamentação no Brasil, foi feito levantamento das Normas e Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo — concentrando-se no estudo da SCI sobre os temas da proteção passiva, compartimentação e reação ao fogo.

Para complementar as informações técnicas sobre as características técnicas das placas de silicato de cálcio e sobre o comportamento ao fogo das diversas configurações possíveis do sistema de paredes, foram pesquisados e selecionados

dados de catálogos de fabricantes das chapas de silicato de cálcio, bem como foram consultados relatórios de ensaios de resistência ao fogo, disponibilizados por estes fabricantes.

Observa-se ainda que parte das sugestões de especificações feitas neste artigo foi baseada em pesquisas feitas para o desenvolvimento da dissertação de mestrado da autora deste artigo.

3 | SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA COM FUNÇÃO DE COMPARTIMENTAÇÃO

As compartimentações horizontais ou verticais, quando especificadas, devem cumprir seu papel funcional e de segurança, ou seja, impedir a propagação de fogo, gases e calor em caso de incêndio para ambientes contíguos.

As vedações em gesso acartonado (drywall), por exemplo, são uma opção de compartimentação horizontal, podendo ser utilizadas em paredes divisórias, fechamentos de dutos de fumaça, ar condicionado e de instalações hidrossanitárias, bem como fechamento e proteção de instalações elétricas (os denominados shafts). Tais vedações são regulamentadas pelas normas NBR 14715:2010, NBR 14716:2001, NBR 14717:2001 e NBR 15758:2009.

As vedações verticais com placas de silicato de cálcio estruturadas por quadro de perfis leves de aço (light steel frame) também são uma opção de compartimentação, uma alternativa às vedações em placas de gesso. Entretanto, potencialmente podem apresentar maior valor de resistência ao fogo.

A resistência ao fogo de uma configuração de parede estruturada por perfis de 100 mm x 50 mm e 1,2 mm, com montantes a cada 600mm; e duas placas de silicato de cálcio de 9 mm de cada lado e isolante de lã de rocha de densidade 100 kg/m³ é de 240 minutos, conforme resultado do ensaio WF164275 feito segundo as normas BS 476 - 22:1987 e BS1530-1:2005 no laboratório Exova Warrington Fire Testing (UK). Apesar do ensaio realizado segundo esta norma apresentar diferença com a norma brasileira, ele pode ser usado como uma primeira análise, pois mostra o potencial do sistema.

A seguir são apresentadas as características tecnológicas dos principais componentes (perfis, parafusos, isolante e placas) que conformam vedação vertical em placas de silicato de cálcio, objetivando o bom desempenho com relação à resistência ao fogo bem como aspectos de montagem dessa vedação, ressaltando que há possibilidades de tipologias e arranjos distintos, variando, por exemplo, como altura e largura do vão.

3.1 Quadro estrutural da vedação vertical

O quadro estrutural (frame) é formado por perfis denominados guias e montantes (Figuras 1 e 2), que em conjunto com as placas determinam a resistência mecânica do sistema. Montantes são os componentes verticais e as guias são os elementos horizontais.

Os perfis, tanto horizontais quanto verticais, são fabricados em dimensões e espessuras variadas para atender às exigências do sistema a que se aplicam. A sugestão é que esses perfis tenham no mínimo 1,15mm de espessura de aço no caso específico da configuração apresentada.

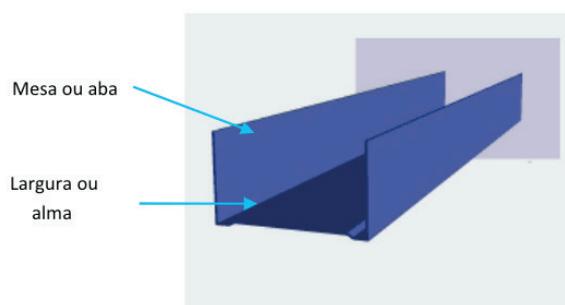


Figura1 - Desenho esquemático: guia

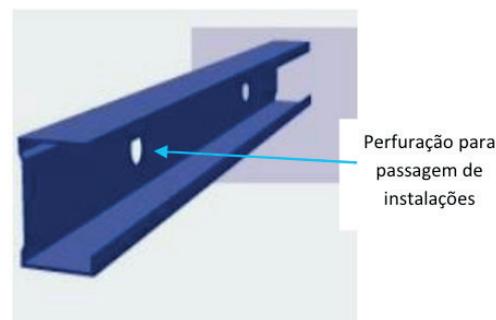


Figura 2 - Montante

Fontes: RondoSteel Manufacturing (2017) e Cemear (2016)

A especificação das dimensões do perfil é feita de acordo com a altura dos vãos (pé-direito), considerando às limitações mecânicas e a tensão de escoamento do aço. No contexto brasileiro, no que tange às características mecânicas, os perfis devem atender à norma técnica ABNT NBR 15253:2014 (Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações – Requisitos gerais) e no que diz respeito às características dimensionais, à NBR 6355:2012 (Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização). No que diz respeito à resistência à corrosão, sugere-se adotar os critérios da Diretriz SiNAT 003 – Revisão 02 ou da NBR 15758:2009, ou seja, revestimento de zinco (proteção contra corrosão) de no mínimo 275 g/m² (Z275), para regiões de classe de agressividade II.

3.2 Sistemas de Fixação: parafusos e ancoragens

A fixação entre os perfis metálicos e entre os perfis e as chapas se dá por parafusos com cabeça tipo lenticilha ou panela (Figura 3), sendo que o comprimento dos parafusos depende das espessuras dos perfis e das chapas, devendo transpassar os perfis no mínimo 10 mm para assegurar a ancoragem.

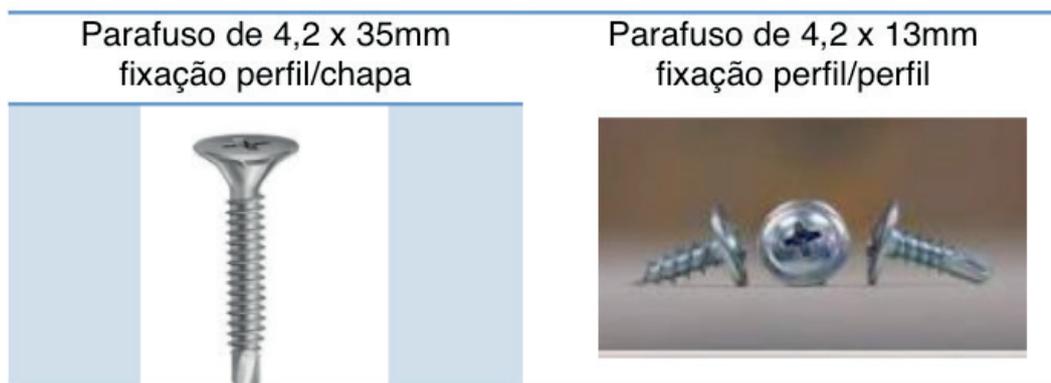


Figura 3 - Parafusos do sistema

Fonte: Rondo Steel Manufacturing (2017).

Os parafusos devem ser compostos em aço e tratados em banho de zinco ou níquel para evitar corrosão. Sugere-se a adoção dos critérios de resistência à corrosão dos parafusos utilizados no sistema Steel Frame, conforme Diretriz SiNAT 003. Portanto, as principais características a serem especificadas para os parafusos são: características dimensionais, poder de perfuração, resistência à torção, resistência à corrosão (exposição em câmara de névoa salina), resistência de arrancamento (pull-out) e resistência à tração.

3.3 Isolante

Com o objetivo de retardar a transmissão de calor, nos vãos entre os perfis é aplicado elemento isolante, dentre os quais o recomendado para as vedações em silicato de cálcio são as placas de lã de rocha, que produzida a partir de rocha basáltica e escórias metalúrgicas, após passarem por fusão acima de 1.500 °C são transformadas em fibras para serem moldadas em painéis e rolos. A Tabela 1 apresenta as principais características do isolante requerido para este sistema de vedação, com função de compartimentação.

LÃ DE ROCHA – PROPRIEDADES	
Condutividade térmica	0,034 W/mk
Δ temperatura de trabalho	-100 °C a 820 °C
Classificação quanto ao fogo	Incombustível
Densidade	40 a 200 kg/m ³
Espessura	25 a 100 mm

Tabela 1 - Propriedades da lã de rocha

Fonte: Foster Group Isulation

3.4 Tratamento das juntas entre placas

As placas de silicato de cálcio são originalmente manufaturadas com as bordas quadradas, sem rebaixos laterais. Na montagem da vedação, a última camada de placas, quando houver mais de uma, nas juntas entre placas, é aplicado material selante com função de proteção e intumescência quando submetido ao fogo, apresentado geralmente em bisnagas. Esse tipo de selante, de base aquosa e acrílica, é utilizado para juntas pequenas (até 3 mm) e tem plasticidade moderada, com propriedades corta-fogo. Igualmente, o procedimento de selagem com resistência ao fogo deve ser aplicado nos vãos superiores (encontro com vigas e lajes), inferiores (junto ao piso) e nas laterais das paredes. No caso de grandes planos de paredes, onde há juntas de dilatação, o selante a ser aplicado deve ser de base silicone, em função dos efeitos de movimentação das juntas (informações provenientes do fabricante consultado).

3.5 Placas de silicato de cálcio

As placas em silicato de cálcio que compõe o sistema apresentado neste trabalho são produto de tecnologia oriunda de manipulação da nanoestrutura. A nanotecnologia tem possibilitado, através da manipulação tecnológica de átomos e moléculas, a criação de novos materiais, assim como alterar a composição de preexistentes, melhorando seu desempenho.

Pelisser (2010 e 2012) explicita que o silicato de cálcio é um material lamelar, semicristalino, similar a um cristal, com estrutura complexa, principalmente em relação às forças de ligação, e apresenta um comportamento mecânico frágil e baixa resistência à tração. Além disso, é um material amplamente utilizado com a finalidade de isolamento de calor, através de peças projetadas sob medida e usinadas.

Existem normas no Brasil que tratam das peças em silicato de cálcio, regulamentando requisitos como resistência à flexão, contração linear, massa específica, especificações, resistência à compressão; porém, são sempre abordadas como produtos específicos para isolamento térmico, notadamente em aplicações industriais, e não como parte integrante de vedações com função de compartimentação de edifícios. Na NBR 10662:2012, por exemplo, são tratados os requisitos gerais para os seguintes tipos de peças: Tipo I: placa isolante; Tipo II: tubo isolante; e Tipo III: peça especial. A mesma NBR menciona a classificação: Classe I: para uso em superfícies com temperaturas até 650 °C; e Classe II: para uso em superfícies com temperaturas até 815 °C.

FARIA (2014) descreve que a placa de isolamento térmico de silicato de cálcio de alta densidade caracteriza-se pela boa resistência mecânica, com potencial de isolamento de calor, baixa condutividade térmica, resistência a alta temperatura,

umidade e durabilidade a alta pressão, oferecendo boa trabalhabilidade e não contém asbestos. Tais atributos conferem inúmeros benefícios onde há necessidade de isolamento térmico e resistência ao fogo.

DEGLER (2016) faz uma descrição pormenorizada das placas que compõem o sistema de compartimentação objeto deste estudo: placa isolante basicamente feita de silicato de cálcio, com densidade de 870 kg/m³, com variação de umidade de ±15%. As placas são classificadas como incombustíveis de acordo com a EN ISO 1182. As características técnicas estão listadas na tabela 2.

PLACAS DE SILICATO DE CÁLCIO			
Classificação (EN ISO 1182:2002)		Incombustível	
Densidade		870 kg/m ³	
Condutividade térmica		0,175 W/mk	
<i>Índice de umidade:</i>		ca. 5-10%	
Dimensões Padrão 1	1,20 x 2,40 m	Espessuras	9,10,12,15, 20, 25 mm

Tabela 2 - Características técnicas das placas

Fonte: Catálogo técnico Promat Ibérica.

3.6 Definições do sistema de parede e procedimento de montagem

A montagem da vedação leve em silicato de cálcio muito se assemelha aos outros sistemas construtivos a seco, como drywall, steel e wood framing, porém tem algumas particularidades próprias que serão apresentadas. As guias são afixadas no piso e teto em pontos de laje, viga ou elemento estrutural superior, conforme demonstrado na figura 4; com ancoragens do tipo finca-pino, parafusadas, podendo no caso de superfícies muito rígidas serem fixadas à base de equipamentos que ancoram através da compressão (tiros).

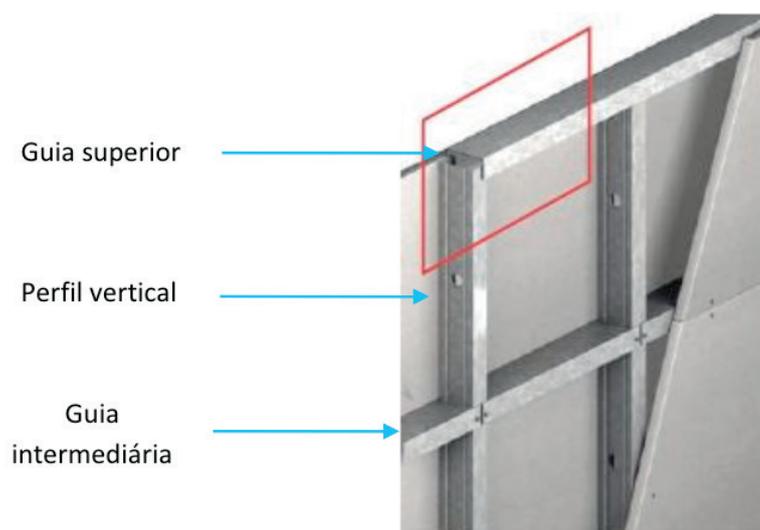


Figura 4 - Quadro estrutural do sistema

Fonte: Promat Asia (2014).

Os pontos de ancoragem superior e inferior são espaçados no máximo a cada 50 cm ao longo da extensão da compartimentação, conferindo firmeza e alinhamento à parede. Com o objetivo de aumentar a resistência do quadro em relação aos esforços laterais, um ou mais perfis horizontais (guias intermediárias) devem ser fixados no sentido horizontal do vão, o que confere mais robustez ao sistema. Quanto aos elementos verticais, estes devem respeitar o limite máximo de espaçamento entre si de 600 mm. Esta medida máxima refere-se quando do uso das placas de dimensões do padrão 1, ou seja, 1,20m x 2,404m. No caso das placas de 1,20m x 2.40m o espaçamento máximo deve ser de 600mm.

O aparafusamento deve se orientar por linhas contíguas aos perfis, respeitando o limite máximo de espaçamento de 300 mm entre cada ponto de fixação. Em alguns casos específicos, onde há mais de uma camada de placas, na segunda camada (de dentro para fora), a distância entre parafusos não pode ultrapassar a distância de 200 mm. Os encontros entre juntas devem ser intercalados na sobreposição das camadas das placas, e a recomendação é que as juntas tenham 3 mm de largura.

Na sequência, são inseridos os painéis de material isolante nas cavidades do sistema, recortados de acordo com a área a ser preenchida, e que deverão fechar toda e qualquer área livre interna da vedação.

Em projetos onde estão previstos serviços (instalações elétricas ou hidráulicas) os componentes devem ser especiais, resistentes ao fogo por se tratarem de pontos vulneráveis às chamas e ao calor; posteriormente à sua instalação recebem selagem corta-fogo.

O acabamento entre juntas é feito com a fixação da fita em tela sobre estas e aplicada a massa específica, em uma primeira demão, mais leve, alisando a superfície. Após um período de 24 horas de secagem, é aplicada a segunda demão, e a abertura da massa pode ser maior e atingir largura de até 250 mm para cada lado, alisando-a ao máximo, com o objetivo de alinhar qualquer diferença de nível que possa haver na superfície.

Quanto ao acabamento final, a orientação técnica é de que, após a instalação, seja aguardado um período de mais 24 horas para que todo o sistema absorva e se ajuste à umidade do ambiente local, e somente após esse intervalo de tempo, é que se faça o tratamento das juntas. A selagem dos vãos é de extrema importância - tal medida deve ser observada e atendida quanto maior a exigência de resistência ao fogo e estanqueidade da compartimentação. A textura das placas é levemente rugosa; portanto a massa pode ser aplicada em toda a superfície da vedação para fins de acabamento monolítico ao conjunto. A aplicação da massa de acabamento também se destina ao recobrimento da cabeça dos parafusos, pequenas imperfeições e reparos nas bordas.

3.7 Interface das vedações leves em placas de silicato de cálcio e demais elementos

As vedações em silicato de cálcio podem integrar-se a outros sistemas de vedação externa ou interna, como, paredes de concreto, ou com blocos cerâmicos e demais tipos de parede.

A questão fundamental da interface entre sistemas nesse caso é a selagem dos encontros, já que são compostos por materiais de comportamentos e desempenhos distintos, o que torna imprescindível que a estanqueidade seja mantida numa situação de incêndio, inclusive em situações de risco ampliado, como abalos sísmicos ou onde há grande movimentação da edificação em função de outras variáveis, como ventos, temperatura, vibrações, etc.

É recomendada a aplicação de selantes corta-fogo ou intumescentes, com comportamento flexível, vedando a passagem de gases e calor, sempre acompanhando o tempo de resistência ao fogo solicitado na respectiva vedação ou de acordo com as normas e exigências locais.

A figura 5 ilustra uma vista da interface entre parede de compartimentação e estrutura de concreto. Semelhante solução deve ser aplicada na junção entre a vedação e forros (Figura 6). No caso de vãos que preveem a deflexão, os selantes devem ser elásticos para acompanhar a variação dimensional de vãos e juntas.

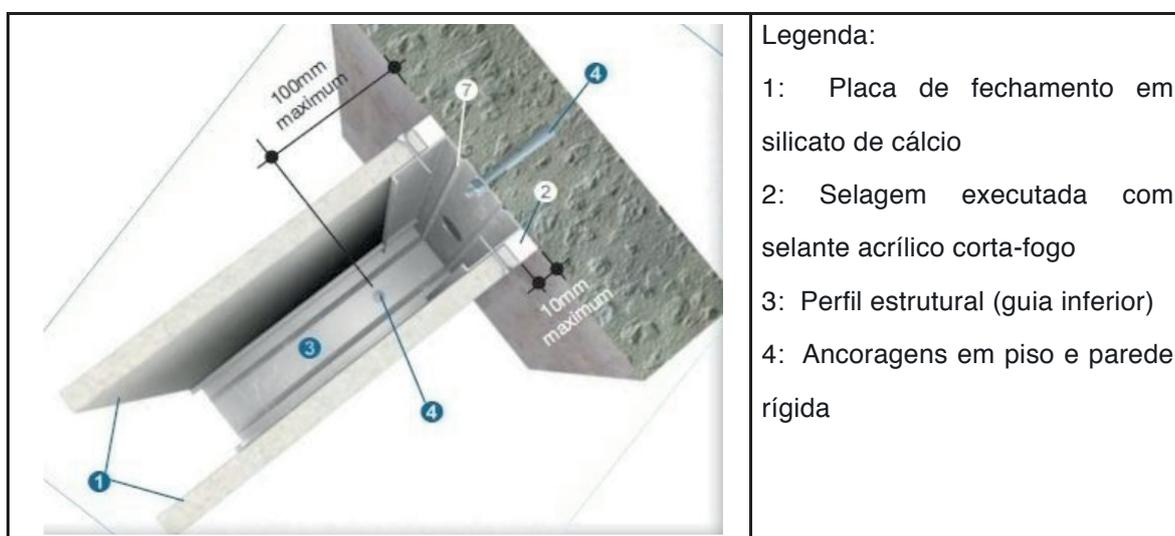


Figura 5 - Encontro das placas de silicato de cálcio com parede de concreto

Fonte: Catálogo *Técnico* Promat Asia (2014).

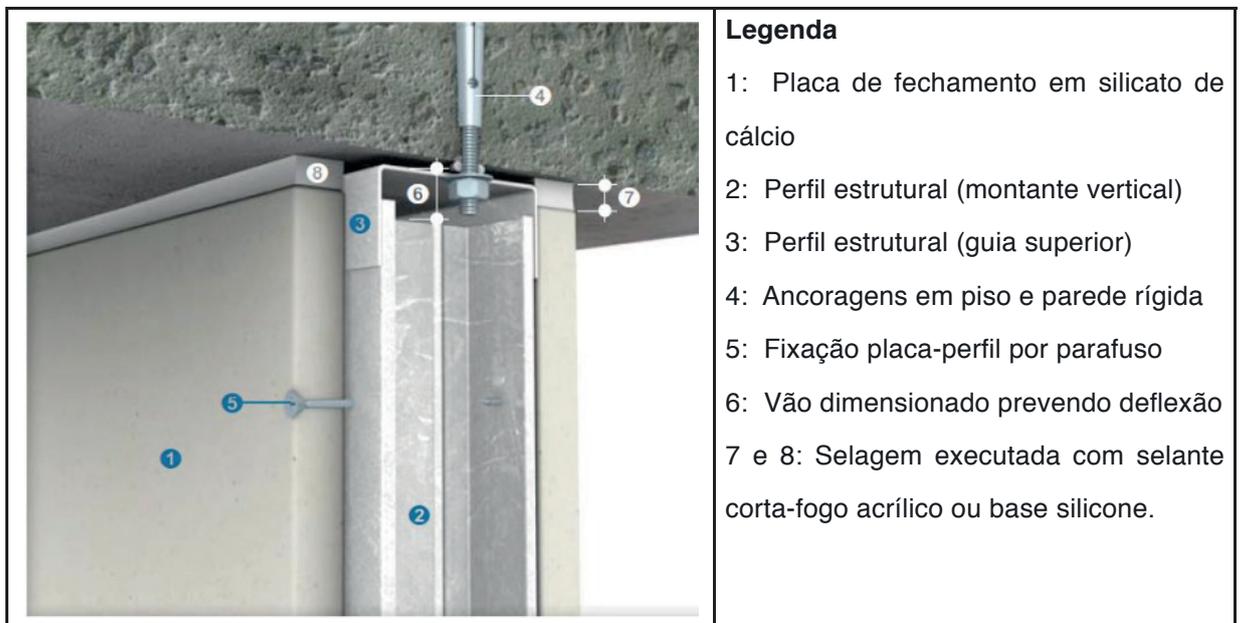


Figura 6 - Encontro de vedação vertical com laje de concreto

Fonte: Catálogo Técnico Promat Asia (2014).

A compartimentação tanto horizontal quanto vertical torna-se inócua se as cavidades e vãos nelas presentes não estiverem corretamente selados. A recomendação é aplicar colares expansíveis, selantes e tiras intumescentes (Figura7).

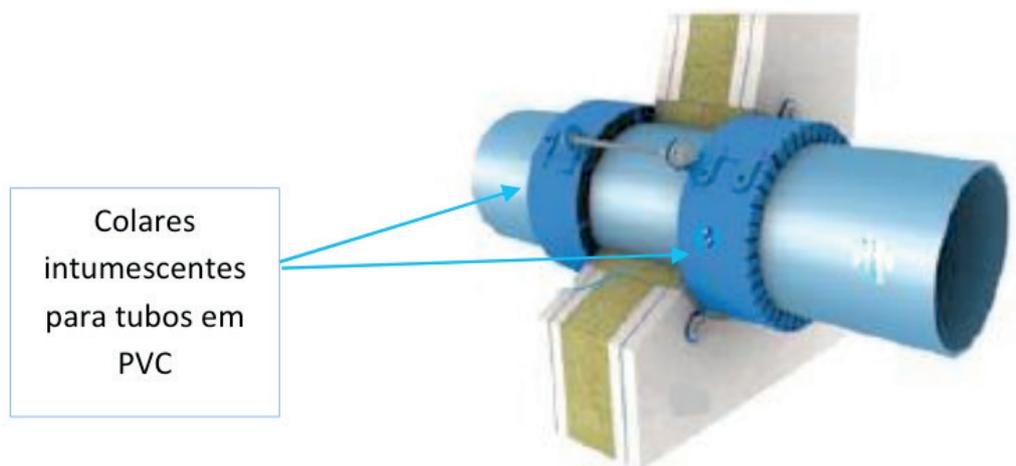


Figura 7 - Aplicação de selagem corta-fogo em compartimentação horizontal

Fonte: Catálogo técnico Promat Áustria

4 | CONCLUSÃO

O sistema de vedação apresentado, em razão das suas características tecnológicas e de desempenho, tem potencial de atender aos requisitos de resistência ao fogo de elementos de compartimentação horizontal; entretanto, adequações em âmbito nacional se fazem necessárias para que a especificação deste tipo de

parede corta-fogo possa ser consolidada em projetos no Brasil. Portanto, para que as vedações cumpram com o desempenho requerido, cada um dos componentes do sistema deve ser projetado e montado considerando as características tecnológicas e procedimentos de montagem apresentados neste artigo, bem como os cuidados com o tratamento das juntas com material intumescente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6355: Perfis estruturais de aço formados a frio — Padronização, São Paulo, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10662: Isolantes térmicos pré-moldados de silicato de cálcio - Especificação, São Paulo, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14715: Chapas de gesso acartonado – requisitos, São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14716: Chapas de gesso acartonado: verificação das características técnicas, São Paulo, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14717: Chapas de Gesso acartonado: determinação das características físicas, São Paulo, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15253: Perfis de aço formados a frio com revestimento metálico para painéis estruturais reticulados em edificações - Requisitos gerais, São Paulo, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15758: Sistemas construtivos para drywall - projetos e procedimentos para montagem, São Paulo, 2009.

BERTO, A. F. Medidas de Proteção contra Incêndio: Aspectos Fundamentais a Serem Considerados no Projeto Arquitetônico dos Edifícios. v. 1. 366p. FAUUSP, 1991, São Paulo: Brasil.

BRITISH STANDARD BS 476 – Part 22:1987 “Methods for determination of the fire resistance of non-loadbearing elements of construction”. Fire Standards Committee, United Kingdom.

BRITISH STANDARD BS EN 13501-1:2007+A1:2009 Fire classification of construction products and building elements - classification using test data from reaction to fire tests, United Kingdom.

DEGLER, Jakob. Determination of the Conductivity of Insulation Boards Made of Calcium Silicate by Test in the Cone Calorimeter. v. 1. 74p. Lulea University of Technology, 2016, Lulea: Sweden

Diretriz Sinat - DATec N. 003: Sistemas Construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformado a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”). Revisão 2, Ministério das Cidades. 16p, 2016, Brasília: Brasil

FARIA, R. Construção com Painéis Sanduíche de Silicato de Cálcio, Cimento e EPS, Dissertação de Mestrado, 115p, 2014, Universidade da Madeira, Funchal: Portugal

INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION - ISO 1182:2010 – Reaction to fire tests for products – non – combustibility test

TANIGUTI, E. K. Método Construtivo de Vedação Interna de Chapas de Gesso Acartonado. v. 1. 293p, 1999, São Paulo: Brasil.

OLIVEIRA, L. A. Metodologia para desenvolvimento de projetos de fachadas leves. 267 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009

PELISSER, F. Síntese e Caracterização de Nanocompósitos de Silicato de Cálcio Hidratado-Polímeros. 199p. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2010, Santa Catarina: Brasil.

PELISSER, F.; GLEIZE, P. J. P.; MIKOWSKI, A. Propriedades Nanomecânicas do Silicato de Cálcio de Síntese. Revista Ambiente Construído. v. 9. n. 42, pp. 129-139, 2009, Porto Alegre: Brasil.

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

