



Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

# Engenharia & ciência dos materiais



Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

# Engenharia & ciência dos materiais

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Engenharia e ciência dos materiais

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Henrique Ajuz Holzmann

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia e ciência dos materiais / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0203-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.039220906>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



## APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais, se tornou um dos grandes pilares da revolução técnica industrial, devido a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, que apresentem melhores características e propriedades físico-químicas. Grandes empresas e centros de pesquisa investem maciçamente em setores de P&D a fim de tornarem seus produtos e suas tecnologias mais competitivas.

Destaca-se que a área de material compreende três grandes grupos, a dos metais, das cerâmicas e dos polímeros, sendo que cada um deles tem sua importância na geração de tecnologia e no desenvolvimento dos produtos. Aliar os conhecimentos pré-existentes com novas tecnologias é um dos grandes desafios da nova engenharia.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas de materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. Apresenta capítulos relacionados ao desenvolvimento de novos materiais, com aplicações nos mais diversos ramos da ciência, bem como assuntos relacionados a melhoria em processos e produtos já existentes, buscando uma melhoria e a redução dos custos.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Boa leitura.

Henrique Ajuz Holzmann



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ESTUDO DO EFEITO DA VARIAÇÃO DA %FEO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MISTURAS DESFOSFORANTES E DA GRANULOMETRIA DA CAL NA EFICIÊNCIA DE DESFOSFORAÇÃO DE FERRO GUSA

Caio Vaccari Silva  
Raphael Mariano de Souza  
Victor Bridi Telles  
Estefano Aparecido Vieira  
José Roberto de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209061>

### **CAPÍTULO 2..... 18**

DIMINUIÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NO PROCESSO DE DESSULFURAÇÃO DE FERRO GUSA VIA KR

Elton Volkers do Espírito Santo  
Flaviani Marculano Marchesi  
Heitor Cristo Clem de Oliveira  
Silas Gambarine Soares  
Henrique Silva Furtado  
Felipe Fardin Grillo  
José Roberto de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209062>

### **CAPÍTULO 3..... 32**

FOTOCROMISMO E ATIVIDADE FOTOCATALÍTICA DE FILMES DE TiO<sub>2</sub> OU DE TiO<sub>2</sub> CONTENDO DOIS DIFERENTES PRECURSORES DE TUNGSTÊNIO


Luana Góes Soares da Silva  
Annelise Kopp Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209063>

### **CAPÍTULO 4..... 50**

COMPÓSITO POLIMÉRICO DE FIBRAS DE JUTA E VIDRO-E COMO POTENCIAL USO EM PRÓTESES/ÓRTESES: PROPRIEDADES MECÂNICAS E CONFIGURAÇÕES

Sérgio Renan Lopes Tinô  
Manoel Ivany de Queiroz Júnior  
Vinicius Carvalhaes  
Thamise Sampaio Vasconcelos Vilela  
Ana Cláudia Juliano Carvalho  
Lucas Teles Oliveira  
Paula Micaelly Ferreira Bueno


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209064>

### **CAPÍTULO 5..... 65**

ESTUDO COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES DE ADESIVOS À BASE DE RESINA

## EPÓXI


Silvana de Abreu Martins  
Alan Sala Bourguignon  
Carlos Alberto Moreira da Silva Netto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209065>

## **CAPÍTULO 6..... 78**

### **A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: AS CASAS**


Rafaela Baldi Fernandes  
Ian Henrique Pires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209066>

## **CAPÍTULO 7..... 86**

### **A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: COSMÉTICOS**


Rafaela Baldi Fernandes  
Caroline das Dôres Zeferino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209067>

## **CAPÍTULO 8..... 95**

### **A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: O LÁPIS**


Rafaela Baldi Fernandes  
Débora Pimentel de Carvalho Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209068>

## **CAPÍTULO 9..... 106**

### **ESTUDO DE CONTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE *Guatteria schomburgkiana* DA AMAZÔNIA PARA USO NO SETOR INDUSTRIAL DE BASE FLORESTAL**


Jício Saraiva Pinho  
Syme Regina Souza Queiroz  
Vera Lúcia Dias da Silva  
Nilton Cesar Almeida Queiroz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0392209069>

## **CAPÍTULO 10..... 115**

### **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS – ESTUDO DE CASO - SANTO ÂNGELO - RS**

João da Jornada Fortes Neto  
Mariana da Silva Ferreira Fortes  
Eliara Marin Piazza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03922090610>

## **SOBRE O ORGANIZADOR..... 132**

## **ÍNDICE REMISSIVO..... 133**

# CAPÍTULO 10

## MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS – ESTUDO DE CASO - SANTO ÂNGELO - RS

*Data de aceite: 01/06/2022*

*Data de submissão: 08/04/2022*

### **João da Jornada Fortes Neto**

Faculdade FASA Santo Ângelo  
<http://lattes.cnpq.br/7765127351332266>

### **Mariana da Silva Ferreira Fortes**

Faculdade FASA Santo Ângelo  
<http://lattes.cnpq.br/4104018112279897>

### **Eliara Marin Piazza**

Faculdade FASA Santo Ângelo  
<http://lattes.cnpq.br/6413677446320447>  
Santo Ângelo, RS

**RESUMO:** Devido ao crescente investimento na construção civil, houve aumento na quantidade de construções e surgiram novas técnicas para industrialização do canteiro de obras com ênfase nos revestimentos argamassados que são um dos insumos da construção civil que possuem mais opções industrializadas no mercado, diminuindo em tese, o surgimento de manifestações patológicas nesses sistemas construtivos. Por outro lado, evidencia-se nas residências antigas que sofrem pela falta de manutenção e por apresentarem materiais menos nobre na sua composição o aumento das manifestações patológicas. Este artigo possui objetivo de apresentar as manifestações patológicas de revestimentos argamassados em uma residência unifamiliar construída na década de 80, no município de Santo Ângelo - RS, além

de apresentar as possíveis causas e as formas para recuperação das mesmas. O processo para a investigação das manifestações patológicas e suas causas foi fundamentado através de vistorias ao local, assim como ensaios destrutivos aos elementos vistoriados para que se pudesse então apresentar suas possíveis causas e formas de reparação. De acordo com o presente estudo, evidenciou-se que as manifestações patológicas encontradas no objeto de estudo deram-se pela falta de manutenção ao longo dos anos, aliado a baixa qualidade dos produtos disponíveis na época da construção do imóvel e que causaram danos à saúde dos usuários, motivo pelo qual os mesmos já não habitavam o imóvel a 6 meses.

**PALAVRAS-CHAVE:** Argamassa. Revestimentos. Manifestações Patológicas.

**ABSTRACT:** Due to the growing investment in civil construction, there was an increase in the number of constructions and new techniques for industrialization of the construction site emerged, with emphasis on mortar coatings, which are one of the civil construction inputs that have more industrialized options in the market, reducing in theory, the emergence of pathological manifestations in these constructive systems. On the other hand, the increase in pathological manifestations is evident in old residences that suffer from lack of maintenance and because they have less noble materials in their composition. This article aims to present the pathological manifestations of mortar coatings in a single-family house built in the 80s, in the municipality of Santo Ângelo - RS, in addition to presenting the possible causes and ways to recover them.

The process for the investigation of pathological manifestations and their causes was based on site inspections, as well as destructive tests on the inspected elements so that their possible causes and forms of repair could be presented. According to the present study, it was evidenced that the pathological manifestations found in the object of study were due to the lack of maintenance over the years, combined with the low quality of the products available at the time of construction of the property, which caused damage to health. users, which is why they had not lived in the property for 6 months.

**KEYWORDS:** Mortar. coatings. Pathological Manifestations.

## 1 | INTRODUÇÃO

As edificações unifamiliares residenciais são projetadas com o intuito de realizar o sonho do usuário em alcançar a casa própria, porém dentro da atividade profissional do engenheiro civil e do arquiteto, evidencia-se por diversas vezes esta realização torna-se o oposto de um sonho no momento em que falhas ocorrem, ou seja, a NBR 15.575-1(2013) define que falhas são ocorrências que prejudicam a utilização do sistema ou do elemento, resultando em desempenho aquém do requerido. Tais falhas surgem na forma de manifestações patológicas, causando grande desconforto aos usuários, podendo afetar diretamente a durabilidade, estanqueidade, desempenho acústico, térmico, de saúde, de higiene e qualidade do ar da edificação.

Conforme Thomaz (1989) a evolução da tecnologia dos materiais está à frente da falta de qualificação por parte dos engenheiros, arquitetos e executores de obra, o que contribui para as manifestações patológicas, causando grandes polemias teóricas por parte dos profissionais, em conseguir alocar a causa destas manifestações que em grande parte ocorrem na forma de fissuras em revestimentos.

Em relação aos revestimentos, Pretti e Tristão (2013), definem que o revestimento de argamassa tem a função de oferecer acabamento final em paredes e fachadas residenciais, edifícios comerciais e industriais. Podemos dizer também, que o revestimento de argamassa ajuda a proteger a alvenaria das infiltrações proveniente de percolação de água da chuva, da pavimentação externa e do desgaste proveniente das intempéries.

Segundo a NBR 13529, a definição de revestimento de argamassa é: "o cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final".

## 2 | OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo geral, relacionar as manifestações patológicas encontradas nos revestimentos argamassados de uma residência na cidade de Santo Ângelo - RS, apresentando as possíveis causas e apresentar formas de correção destas patologias.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

Identificar e descrever as manifestações patológicas encontradas nos revestimentos argamassados de uma residência na cidade de Santo Ângelo - RS, através de um levantamento visual e fotográfico;

Identificar as possíveis origens de sua ocorrência;

Indicar soluções para correção dos problemas encontrados;

### **3 | METODOLOGIA**

O estudo foi do tipo exploratório através de um estudo de caso, pois segundo Yin (2001), o estudo de caso como ferramenta de investigação científica é utilizado para compreender processos na complexidade social nas quais estes se manifestem: seja em situações problemáticas, para a análise de obstáculos, seja em situações bem-sucedidas, para avaliação de modelos exemplares.

O ambiente da pesquisa foi uma residência unifamiliar, executada em laje pré-moldada apoiada diretamente sobre alvenaria autoportante aparente, ou seja, a estrutura da residência e a vedação são compostas de tijolos cerâmicos aparente, apoiados em alvenaria de embasamento executados em tijolos cerâmicos maciços que por fim transmitem as cargas atuantes para a fundação que é do tipo sapata corrida constituída de concreto ciclópico, sistema construtivo típico da região na década de 80.

O diagnóstico foi fundamentado através de vistorias no local de estudo, levantamento fotográfico das patologias em revestimentos de argamassa, levantamento fotográfico da estrutura do imóvel (paredes após a retirada do revestimento), para que se fosse possível elaborar as medidas de correções das patologias e então executar a recuperação das mesmas.

As manifestações patológicas em revestimentos argamassados que se encontram presentes neste artigo correspondem aquelas patologias localizadas no objeto de estudo.

#### **3.1 Etapa 1 - Vistoria e definição das patologias**

A primeira etapa do estudo de caso, caracterizou-se pela vistoria ao local do imóvel, com a execução de relatório fotográfico detalhado da residência, a fim de que sejam definidas as patologias existentes ao mesmo.

#### **3.2 Etapa 2 – Ensaios destrutivos**

Foram analisadas as informações da etapa 1 e verificado que se fazia necessário ensaios destrutivos e então realizados de forma preliminar aos demais serviços a serem realizados no imóvel.

### 3.3 Etapa 03 - Definição das causas das patologias

As etapas anteriores foram criteriosamente analisadas, sendo possível determinar as causas das manifestações patológicas e então seguir para a etapa seguinte.

### 3.4 Etapa 04 - Definição dos métodos de correção das patologias

A quarta etapa iniciou-se com a análise dos resultados obtidos através da definição das causas das patologias e dos ensaios destrutivos realizados nas paredes da edificação, tendo sido buscadas em normas técnicas, artigos, livros e teses especializadas no assunto, assim como catálogos de fornecedores as melhores opções para a correção das manifestações patológicas, assim como a correção da causa das mesmas a fim de evitar o acontecimento futuro das mesmas.

## 4 | MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Conforme o dicionário Michaelis, patologia é a ciência que estuda todos os aspectos da doença, com especial atenção à origem, aos sintomas e ao desenvolvimento das condições orgânicas anormais e suas consequências. Gomide (2009) destaca que patologia é o estudo que se ocupa da natureza e das modificações das condições físicas e/ou funcionais produzidas pelas anomalias construtivas e falhas de manutenção, através de auditorias, perícias e ensaios técnicos.

Quando analisamos uma edificação sob a ótica de a mesma ser um produto, assim como qualquer outro, a NBR 15.575-1(2013) define que patologia é uma não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas de projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural.

Desta forma, com base nas afirmações acima, pode-se entender que as patologias são defeitos que se apresentam nas edificações e que afetam diretamente a sua vida útil e durabilidade.

### 4.1 Patologias existentes no imóvel

As patologias de revestimento apresentam-se das mais diversas formas, sendo que após o seu aparecimento se faz necessário a correção para que a mesma atenda aos objetivos a qual foi projetada e principalmente para aos aspectos estéticos e proteção da edificação.

Dentro desta linha, apresentamos as principais manifestações patológicas encontradas no imóvel objeto do estudo de caso.

#### 4.1.1 Eflorescência

Consiste-se de manchas de umidade ou pó branco acumulado na superfície. Conforme Silva e Jonov (2019) a eflorescência deposita-se entre a camada de tinta e a camada de reboco, desta forma, comprometendo a aderência entre ambas. Beato e Sobrinho (2008) define que a eflorescência geralmente é causada pela presença de água para dissolver e transportar os sais volúveis presentes em alvenarias e/ou argamassa de assentamento e/ou revestimentos de argamassa. Podemos observar esta manifestação patológica na Figura 1, onde ocorreu em um pilar externo e também na Figura 2, ocasionada na parede externa de um dormitório. Ambos os casos em alvenaria aparente, sem tratamento imunizante.



Figura 1 - Pontos de eflorescências na edificação.

Fonte: Autores (2018).



Figura 2 - Pontos de eflorescências na edificação.

Fonte: Autores (2018).

### 4.1.2 Umidades

A grande parte das manifestações patológicas encontradas no objeto de estudo foram as umidades, que conforme Ioshimoto (1988) ocorrem independentemente da idade da construção. Pode-se observar que tais patologias ocorreram através de umidade vinda do solo e umidade de precipitação.

Conforme destaca Beato Sobrinho (2008), o transporte de água pelo interior de um material poroso se dá pela diferença de pressão de vapor de regiões do material, sendo que o fluxo sempre ocorre da maior para menor pressão. Define Dualibe (2008) que a capilaridade é um fenômeno que ocorre devido às forças de coesão e adesão de um líquido, sendo essas forças de atração molecular.

A elevação de água nas paredes, conforme Beato Sobrinho (2008), está ligada diretamente ao diâmetro de seus poros, sendo que quanto menor os poros, maior é a altura que a água poderá atingir. Silva (2019) completa esta linha de pensamento considerando que a elevação de água na parede se torna estável no estante que a água evaporada for igual a absorvida do solo. Nappi (1995) afirma também que quanto maior for a espessura da parede mais elevada será a altura atingida pela umidade, pois, maior é a quantidade de água a ser evaporada.

Desta forma, podemos concluir que são diversos os fatores que fazem com que a umidade do solo percole para as paredes e podemos citar igualmente importante as definições anteriores, a quantidade de água presente junto ao solo, a espessura da parede, a orientação solar, o período em que a parede permanece em contato com a água e por último, mas não menos importante, o tipo de impermeabilização realizada das paredes em contato com o solo.

Não podemos deixar de levar em consideração também, que o mapeamento de fissuras deixa uma grande quantidade de poros abertos e expostos, fazendo com que a água da chuva infiltre nos revestimentos.

A manifestação patológica das umidades tem por consequência ser muitas vezes, conforme Maciel (1998), as causas de outras patologias, sendo possível o aparecimento de manchas, bolor, fungos, deslocamento e fissuração da pintura, destacamento da argamassa de revestimento, vesículas e deslocamento entre o emboço e o reboco.

A umidade ascendente evidencia-se nas Figuras 3 a Figura 6 e figura 10 e figura 11, onde pode-se observar o estado de conservação dos revestimentos argamassados antes do ensaio destrutivo, e após o ensaio construtivo, onde confirmamos a hipótese de que as umidades próximas ao piso se originaram provavelmente pelas falhas de impermeabilização e presença constante de água junto ao solo.





Figura 3 - Umidade ascendente parede externa dormitório 02.

Fonte: Autores (2018).



Figura 4 - Ensaio destrutivo parede externa dormitório 02.

Fonte: Autores (2018).



Figura 5 – Umidade ascendente parede externa lavanderia.

Fonte: Autores (2018).



Figura 6 – Ensaio destrutivo parede externa lavanderia.

Fonte: Autores (2018).

Pode-se verificar junto a Figuras 7 a umidade proveniente de falhas no sistema de cobertura, que possibilitavam a presença constante de água junto a laje de cobertura, fazendo com que o revestimento argamassado apresentasse diversas manifestações patológicas como Fissuras e Umidade.



Figura 7 – Umidade na laje devido a umidade proveniente da cobertura.

Fonte: Autores (2018).

Junto a Figura 8 e figura 10, pode-se observar que devido a um conjunto de fatores como fissuras externas, parede com face sul com pouca insolação e pela falta de manutenção, de que o revestimento argamassado encontra-se em estado avançado de decomposição, sendo possível confirmar esta hipótese através do teste destrutivo mostrado na Figura 9 e figura 11.



Figura 8 - Umidade generalizada parede interna sul dormitório 02.

Fonte: Autores (2018).



Figura 9 - Ensaio destrutivo parede interna sul dormitório 02.

Fonte: Autores (2018).



Figura 10 - Umidade generalizada parede interna sul dormitório 01.

Fonte: Autores (2018).



Figura 11 - Ensaio destrutivo parede interna sul dormitório 01.

Fonte: Autores (2018).

#### 4.1.3 *Bolor, mofo e proliferação de fungos*

Shirakawa et al. (1995) define que a proliferação de fungos é a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, inclusive as argamassas inorgânicas. Conforme Beato Sobrinho (2008), a presença de bolor é caracterizada por manchas em diversas cores, principalmente por cores escuras de tonalidade preta, marrom e verde. Shirakawa et al. (1995) destaca que além do aspecto estético, os fungos podem acarretar em problemas respiratórios nas pessoas que residem em locais com a presença dos mesmos. De acordo com Beato Sobrinho (2008), a presença constante de umidade é o fator principal para o aparecimento, vida e proliferação do bolor, conforme podemos observar através da Figura 12 e da Figura 13.



Figura 12 - Fungos e mofo junto a tubulação de entrada de água.

Fonte: Autores (2018).



Figura 13 - Ensaio destrutivo junto a parede da entrada de água.

Fonte: Autores (2018).

Na Figura 14 e figura 15, verificamos que devido à falta de manutenção e sistema de impermeabilização ineficaz, acarretou na presença constante de água junto a superfície do revestimento, causando o surgimento de mofo na parede norte.



Figura 14 - Fungos e mofo junto a parede norte no pátio.

Fonte: Autores (2018).



Figura 15 - Ensaio destrutivo junto a parede norte no pátio.

Fonte: Autores (2018).

#### 4.1.4 Fissuras

As fissuras são um dos problemas mais comuns em revestimentos de alvenarias, porém, conforme Vitório (2003), suas causas nem sempre são facilmente identificadas, porém, o conhecimento das mesmas é de fundamental importância para a adoção dos procedimentos adequados de correção.

Thomaz (1989) cita que as fissuras provocadas por variação de umidade dos materiais de construção, entre um caso e outro, podem apresentar variação de abertura em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e das amplitudes de variação da temperatura ou da umidade, conforme pode-se verificar na Figura 16.



Figura 16 – Fissuras nos pilares de alvenaria sem armadura.

Fonte: Autores (2018).

Vitório (2003), cita que os fatores que podem influenciar na fissuração dos revestimentos estão ligadas a heterogeneidade resultante da utilização conjunta de materiais diferentes, retração, geometria rugosidade e porosidade dos componentes, tubulações embutidas em alvenarias, movimentações higroscópicas e térmicas, além de recalques diferenciais em fundações, conforme podemos verificar na Figura 17 e 18, onde existe pelo lado externo da parede norte uma algeroz de aço-inox, junto com o revestimento argamassado e com o telhado cerâmico da casa lindeira, ou seja, três materiais completamente distintos sem a devida manutenção com índices de retração, rugosidade e porosidade diferenciadas, causando fissuras pela ação da umidade nestes locais.



Figura 17 - Fissuras devido a infiltração de água pela algeroz do vizinho.

Fonte: Autores (2018).



Figura 18 - Localização da algeroz do vizinho.

Fonte: Autores (2018).

Através da Figura 19, podemos observar as diversas fissuras de mapeamento, movimentação térmica entre laje e alvenaria sem vigas de distribuição de cargas, que contribuíram para a umidade das paredes sul da residência, ou seja, as paredes do dormitório 1 e dormitório 2.



Figura 19 - Fissuras generalizadas na parede externa sul dos dormitórios 01 e 02.

Fonte: Autores (2018).

## 5 | CAUSAS, E CORREÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Após a verificação inicial das patologias conforme descritas nos itens anteriores, procedemos para a vistoria do imóvel após a realização dos ensaios destrutivos, onde foi possível verificar que devido à presença constante de umidade nas alvenarias, as manifestações patológicas eram resultantes desta presença de água. Em algumas paredes da edificação, o processo de cura, ou seja, secagem da umidade na mesma em virtude da



face sul da edificação foi de 90 dias.

Para melhor compreensão, as prováveis causas e reparos das manifestações patológicas encontradas no imóvel estão resumidas na Tabela 1.

<b>Manifestações Patológicas</b>	<b>Provável Causa</b>	<b>Provável Reparo</b>
<b>Eflorescências</b>	Umidade constante, presença de sais solúveis presentes na alvenaria ou na água de assentamento.	Eliminação da infiltração, secagem ou restauração do revestimento, além do escoamento da superfície.
<b>Umidade ascendente</b>	Falhas no sistema de impermeabilização das fundações, e/ou solo úmido em contato com paredes não impermeabilizadas.	Completa remoção do revestimento afetado. Deve-se sanar todas as infiltrações. Renovação do revestimento e pintura.
<b>Umidade descendente</b>	Fissuras devido a pequenas movimentações estruturais, expansão da argamassa de assentamento por hidratação tardia do óxido de magnésio da cal, ou devido à presença de argilo-minerais expansivos.	Completa remoção do revestimento afetado. Após a hidratação completa da cal da argamassa de assentamento, deve-se sanar todas as infiltrações, todas as fissuras existentes na alvenaria através do uso de telas e grampos de aço ca-60, renovação do revestimento e pintura.
<b>Bolor e mofo</b>	Umidade constante e/ou falta de exposição ao sol.	Completa remoção do revestimento afetado. Deve-se sanar todas as infiltrações. Renovação do revestimento e pintura.
<b>Fissuras mapeadas</b>	Retração da argamassa	Completa remoção do revestimento afetado. E renovação do revestimento e da pintura.
<b>Fissuras em esquadrias</b>	Falta de vergas e contra vergas	Completa remoção do revestimento afetado. Se possível execução de vergas e contra vergas. Adicionar tela entre alvenarias e revestimento de argamassa. Renovação do revestimento e da pintura.
<b>Fissuras horizontais</b>	Variação térmica diária e ocorre nas áreas que recebem insolação constante e expansão da argamassa de assentamento.	Renovação do revestimento afetado, utilizando materiais que tenham capacidade de absorver movimentações, utilizando por exemplo revestimentos elásticos.

Tabela 1 - Manifestações patológicas - Causas e reparos.

Fonte: Autores (2022).

## 6 | CONCLUSÃO

As manifestações patológicas em revestimentos de argamassa na maioria das vezes ocorrem por fenômenos que fogem ao controle do usuário e que por muitas vezes são falhas

de projeto e execução dos serviços anteriores aos revestimentos argamassados. Como podemos observar ao longo deste trabalho, as manifestações patológicas de umidades foram as mais evidentes e causando estragos de grande monta a edificação, incluindo risco de saúde aos habitantes do imóvel, pois a combinação da falta de manutenção ao longo dos anos, com a escolha inadequada de materiais, no caso da pavimentação de carpete nos dormitórios, transformou a residência em um ambiente propício para a proliferação de fungos, mofo, bactérias e doenças respiratórias.

## REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2001. 3 p.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1995. 13 p.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de Paredes e Tetos em Argamassas Inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013. 6 p.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 52 p.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 1999. 6 p.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998. 13 p.

AZEREDO, Hélio Alves de. O Edifício e Seu Acabamento. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. 192p.

BEATO SOBRINHO, Mario Marques. Estudo da Ocorrência de Fungos e da Permeabilidade em revestimentos de argamassa em habitações de interesse social - Estudo de caso na cidade de Pitangueira/SP. 2008. 91 p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, 2008.

CAPORRINO, Cristina Furlan. **Patologia das anomalias em alvenarias e revestimentos argamassados**. Pini, São Paulo, 2015. 124 p.

IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. In: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988.

MACIEL, L.L., BARROS, M.M.S.B., SABBATINI, F.H., 1998, **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**, São Paulo, SP.

MICHAELIS, Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. Disponível em: < <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/patologia/>>. Acesso em: 16 de março de 2020.

NAPPI, Sérgio C. B. Umidade em paredes. In: "Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil". Anais. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 1995. V 4.

Pini, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

SILVA, Adriano de Paula; JONOV, Cristiane Machado Parisi. Curso de Especialização em Construção Civil. 2019. 231 slides.

SILVA, Juliana Santos Guedes; FORTES, Adriano Silva. **Fissuração nas argamassas de revestimento em fachadas**. Salvador, 2010. 13 p.

SHIRAKAWA, M. A. et.al. Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, Goiânia, 1995. Anais. Goiânia: SBTA, 1995. p.402-10.

SOUZA, Vicente Custodio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. Pini, 1998. 257 p.

THOMAZ, Érico. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. IBAPE, Recife, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN** - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adesivos 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Amazônia 106, 107, 113

Análise de imagens 1, 11, 12, 14, 16

Argamassa 115, 116, 117, 119, 120, 129, 130, 131

### C

Compósitos poliméricos 50, 52, 56, 57, 63, 64, 110, 112, 113

### D

Desfosforação de ferro-gusa 1, 17

Dessulfuração 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31

### E

Epóxi 59, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 75

### F

Fator de dessulfuração 18, 20, 21, 24, 29, 30, 31

Fibras 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114

Fluxantes 19

Fotocatálise 32, 37, 44, 46

Fotocromismo 32

Fratura 50, 54, 56, 62, 63

### G

Guatteria schomburgkiana 106, 107, 112

### H

Hibridização 50

### J

Juntas coladas 65, 66, 71, 77

### M

Madeira 95, 96, 97, 100, 101, 102, 106, 107, 108, 110, 112

Manifestações patológicas 115, 116, 117, 118, 120, 122, 128, 129, 130

## **P**

Propriedades adesivas 65

Propriedades mecânicas 19, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 76, 113

## **R**

Revestimentos 115, 116, 117, 119, 120, 126, 127, 129, 130, 131, 132

## **S**

Spin-coating 32, 33, 35, 36

## **T**

Termodinâmica computacional 1, 3, 6, 8, 9, 14, 17, 18, 20, 21, 31

Trióxido de tungstênio 32

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Engenharia

# & ciência dos materiais

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# Engenharia & ciência dos materiais