



## Estudo de manifestações patológicas e ações de manutenção de elementos de madeira em uma edificação comercial: estudo de caso

### *Study of pathological manifestations and maintenance actions of wooden elements in a commercial building: case study*

De Paula, A. S.<sup>1</sup>; Sartor, F. S.<sup>2</sup>

*Graduandos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil*

Rodrigues, G. S. S.<sup>3</sup>

*Professora Dr<sup>a</sup>., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil*

<sup>1</sup> [adrianosdp1@gmail.com](mailto:adrianosdp1@gmail.com); <sup>2</sup> [fab-sartor@hotmail.com](mailto:fab-sartor@hotmail.com); <sup>3</sup> [gianasena@uol.com.br](mailto:gianasena@uol.com.br)

**RESUMO:** O setor da construção civil adota o insumo 'madeira' em praticamente todas as etapas da obra, desde o início até a fase final de acabamento. Por outro lado, a falta de uma cultura em manutenção, em especial as periódicas preventivas, faz com que os responsáveis priorizem apenas a execução, negligenciando questões relacionadas à conservação. Este trabalho teve como objetivos identificar e diagnosticar manifestações patológicas e sugerir ações de manutenção para os elementos de madeira existentes na estrutura de uma edificação comercial localizada em Goiânia. Durante o estudo de caso, não foi identificado plano ou registro de manutenções periódicas realizadas, denotando a inexistência de tais ações. Entre as manifestações patológicas, a mais recorrente foi a deterioração pela ação da água. Além disso, a submissão dos achados aos critérios da matriz GUT indicou maior pontuação para casos relacionados à estabilidade de um elemento estrutural da edificação.

*Palavras-chaves: madeira, patologia, manutenção, manifestações patológicas, inspeção visual.*

**ABSTRACT:** The civil construction sector adopts the 'wood' in practically all stages of the work, from the beginning to the final stage of completion. On the other hand, the lack of a culture in maintenance, especially as preventive periodic ones, makes those responsible to only prioritize execution, neglecting issues related to conservation. This work aimed to identify and diagnose pathological manifestations and suggest maintenance actions for the existing wooden elements in the structure of a commercial building located in Goiânia. During the case study, no plan or record of periodic maintenance carried out was identified, denoting the inexistence of such actions. Among the pathological manifestations, the most recurrent was deterioration due to the action of water. Furthermore, a submission of findings to the GUT matrix criteria indicated higher scores for cases related to the stability of a structural element of the building.

*Keywords: wood, pathology, maintenance, pathological manifestations, visual inspection.*

**Área de Concentração:** 01 – Construção Civil, 02 – Estruturas

## 1 INTRODUÇÃO

O uso da madeira como material de construção remete às origens da edificação, tanto para acabamento, como para uso estrutural. Engenheiros e arquitetos ao definirem projetos que utilizem a madeira como principal elemento construtivo precisam por obrigação ter conhecimento das espécies mais apropriadas e adequadas, considerando alguns fatores como a localização do empreendimento e os agentes biológicos aos quais a

construção será exposta (RODRIGUES e SALES, 2013).

Outro fator proeminente na atualidade está relacionado às questões ambientais, tendo em vista que reabilitar estruturas existentes para mantê-las em uso, com reutilização da edificação, é uma grande tendência mundial na questão da sustentabilidade (BRITO, 2014). Segundo Cóias (2011), com esta atitude é possível reduzir a geração de resíduos e de consumo de materiais, que certamente seriam gerados durante o processo construtivo de uma nova edificação no local da existente.

Segundo levantamento realizado por Brito (2014), em todos os anos do Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira (EBRAMEM), houveram 2637 artigos publicados, sendo que destes, somente 74 artigos (o que representa 2,8% de todos os artigos publicados) foram sobre Patologia, Recuperação de Estruturas e Durabilidade da Madeira. Desta forma, reitera-se a importância do estudo em questão, como forma de contribuir para o conhecimento da patologia da madeira, enquanto material construtivo amplamente utilizado.

O presente trabalho teve como objetivo estudar as manifestações patológicas e as ações de manutenção executadas nos elementos de madeira de uma edificação comercial, situada na cidade de Goiânia, adotada para elaboração do estudo de caso, incluindo a identificação e diagnóstico, por meio de inspeção visual, das manifestações patológicas, mapeamento das ações de manutenção realizadas e orientação de ações de manutenção preventiva e rotineira para elementos de madeira da edificação incluída no estudo de caso.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Características da madeira

A madeira é um material produzido a partir do tecido formado pelas plantas lenhosas (RODRIGUES e SALES, 2013), tendo como principais vantagens a baixa condutibilidade térmica, baixa massa específica, elasticidade adequada, elevada resistência mecânica (compressão e tração), sendo fartamente encontrada, facilmente cortada nas dimensões exigidas, funcional como isolante dielétrico, com grande diversidade de tipos, natural e de fácil obtenção, além de ser renovável (BURGUER, 1991). Cabe ressaltar que cada espécie de madeira possui propriedades únicas, que afetam suas propriedades de durabilidade e resistência (BRITO, 2014).

Por outro lado, Mendes (1998) cita que suas desvantagens incluem anisotropia (propriedade direcional e estrutura fibrosa), combustibilidade, deterioração, heterogeneidade das estruturas, higroscopicidade (absorve e devolve umidade), limitação dimensional quando da aquisição em estabelecimentos apropriados (tamanhos padronizados), resistência, por vezes, unidirecional e retratibilidade (alteração das dimensões em face das variações oriundas da temperatura e da umidade).

### 2.2 Patologia da madeira

Patologia é a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos nas obras e empreendimentos. Em alguns casos tão somente com a visualização é possível estabelecer o diagnóstico das manifestações patológicas. Em outros, é necessário verificar o projeto, investigar as cargas às quais foi submetida a estrutura, analisar detalhadamente a forma como foi executada a obra e, inclusive, como esta manifestação patológica reage diante de determinados estímulos (CÁNOVAS, 1988). Para que seja completo o diagnóstico, é necessário abordar e esclarecer as manifestações patológicas, os vícios construtivos, a origem dos problemas, seus agentes causadores, o prognóstico para a terapia e os erros de projeto (MILANI e KRIPKA, 2012).

### 2.3 Agentes de deterioração

Ao se tratar de estruturas de madeira, as principais manifestações patológicas encontradas, segundo BRITO (2014), incluem: (a) alterações nas características físicas e químicas dos elementos de madeira ou derivados utilizados nas soluções construtivas; (b) perda de aptidão para o uso estrutural relacionada à degradação dos materiais ou solução original ou por modificação das condições iniciais de uso, associadas às novas exigências de desempenho, mudanças na utilização e características dos usuários; (c) degradação do funcionamento do elemento construtivo como um todo (porta, janela, assoalho) associado a envelhecimento, limpeza deficiente ou manutenção, mas também muitas vezes, utilização deficiente.

Cabe salientar que, dentre os principais tipos de manifestações patológicas destacam-se as patologias de origem estrutural (fases de projeto, construção e/ou manutenção), remoção de madeira em manutenções inadequadas, anomalias em ligações, movimento de nós e distorções, instabilidade, deslocamentos, fissuras, fendas, rachaduras, fendilhamentos, fraturas incipientes, ações de agentes atmosféricos (como chuva e luz ultravioleta, descargas atmosféricas, vento etc.) e danos devidos ao fogo (BRITO, 2014).

### 2.4 Metodologia de inspeção visual

A inspeção visual é um método eficiente na identificação de anomalias (BRANCO *et al.*, 2012) e consiste em realizar o levantamento daquelas visíveis a olho nu ou com equipamentos, com o intuito de identificar os sinais mais comuns de

deteriorações e diagnosticar os sintomas das manifestações patológicas (BRITO, 2014).

Durante a vistoria, o inspetor observa a estrutura para visualizar sinais de deteriorações reais ou potenciais, analisando criticamente as regiões. A técnica de inspeção visual necessita de boa iluminação, adequada à detecção de deteriorações superficiais ou internas. O registro de fotos é ferramenta fundamental para avaliação visual do estado da estrutura (BRITO, 2014).

### 2.5 Diagnóstico e solução

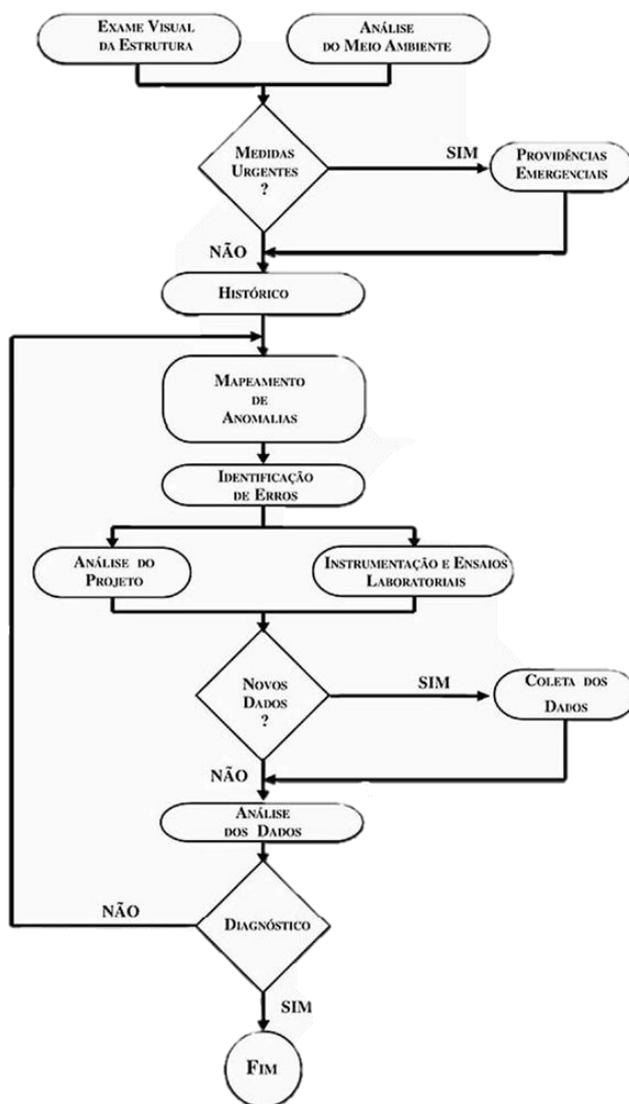
As técnicas envolvidas e necessárias ao diagnóstico e solução de uma manifestação patológica abordam quatro etapas, sendo elas: delimitação do universo amostral; coleta de dados, interpretação, síntese e elaboração de relatório/diagnóstico (JUNIOR; JUNIOR; MIRANDA, 2017). No Fluxograma 1 encontram-se demonstrados os passos para a realização do diagnóstico em uma estrutura convencional.

Devido a motivos históricos, culturais ou artísticos, a conservação de estruturas antigas de madeira está se tornando cada vez mais importante. A preservação da aparência da estrutura pode ser realizada a partir de uma correta detecção do problema e de seu agente causador (MARTINS e FIORITI, 2016).

Geralmente, quando não há manutenções periódicas preventivas ou quando estas ocorrem esporadicamente, as recuperações em elementos estruturais de madeira resultam em técnicas relativamente caras, manutenções, reabilitações, reforços ou em intervenções com substituições parciais ou totais de elementos estruturais (MARTINS e FIORITI, 2016).

O apelo para as técnicas caras da manutenção corretiva pode ser evitado caso haja maior controle das etapas do processo construtivo que, quando associado a uma efetiva manutenção preventiva, permitem a previsão, detecção ou correção de defeitos visando evitar o aparecimento de falhas durante as etapas construtivas, ou até mesmo durante a própria utilização do edifício, proporcionando maior qualidade e vida útil aos elementos estruturais. [(MARTINS e FIORITI, 2016); (RODRIGUES e SALES, 2013)].

**Fluxograma 1 – Esquema genérico para diagnóstico de avaliação de uma estrutura convencional**



Fonte: SOUZA e RIPPER (1998).

### 2.6 Proteção e manutenção

A superfície da madeira sem proteção, diante da ação constante da radiação solar, água de chuva, altas temperaturas e abrasão de partículas sólidas levadas pelo vento, torna-se acinzentada, meio rugosa e fendilhada, fenômeno conhecido como “weathering”. Para proteger a madeira dos elementos responsáveis pelo “weathering” (basicamente sol e água), deve-se tratar ou acabar a sua superfície, ajudando a manter a aparência. De todo modo, este fenômeno não deve ser confundido com qualquer forma de apodrecimento causado por micro-organismos em condições muito favoráveis de umidade, temperatura e oxigênio (QUINTELA, 2007).

Segundo Quintela (2007), a fim de evitar futuras manifestações patológicas, dois tipos básicos de acabamentos são usados para elementos em madeira: aqueles que formam uma película ou camada de recobrimento (tintas e vernizes) e aqueles que penetram na superfície sem formar película (preservativos repelentes a água e “*stains*” pigmentados semitransparentes).

Como medida preventiva, recomenda-se a aplicação de imunizante, principalmente em peças produzidas com madeiras menos duras, geralmente adotadas para forros e esquadrias. Os componentes que eventualmente apresentarem nesgas muito brancas, contrastantes com a coloração escura do restante da peça, evidenciando a presença de resquícios de alburno, também deverão ser imunizados (QUINTELA, 2007). Segundo Casema (1998), a maioria dos imunizantes comercializados podem ser aplicados por pincelamento superficial, sendo a pintura com o imunizante líquido colorido, tipo “*stain*”, semelhante à aplicação de vernizes, com a particularidade de necessitar de um menor número de demãos.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida para o presente estudo de caso iniciou-se pela escolha de uma edificação constituída por subsistemas em madeira, localizada na cidade de Goiânia, sendo esta doravante referenciada como edificação X. A edificação X é a sede de uma empresa comercial que conta com 24 (vinte e quatro) anos de atuação no mercado de Goiânia e trata-se de uma edificação com 1483,57 m<sup>2</sup> de área total e 868,00 m<sup>2</sup> de área construída, dividida em 06 (seis) blocos/edificações.

#### 3.1 Contato inicial

A princípio foi estabelecido um contato inicial com o proprietário da edificação, a fim de obter autorização de acesso para uma visita inicial. Nesta primeira visita, almejava-se adquirir um conhecimento preliminar da edificação e visualizar os elementos existentes no local. Após a visita inicial, foi disponibilizado o acesso aos documentos solicitados (quaisquer registros/documentações relativos ao imóvel, projetos, registros de manutenção, dentre outros) e esclarecidas algumas informações sobre o histórico da edificação. Dentre os documentos solicitados, somente foi possível o acesso ao projeto de proteção e combate a incêndio, desenho técnico arquitetônico, memorial descritivo do Corpo de Bombeiros, laudo final de SPDA, Anotação de Responsabilidade Técnica – ART e

memorial descritivo simplificado, em virtude de documentação extraviada ou inexistente.

#### 3.2 Inspeção visual e análise dos registros fotográficos

Após a autorização de acesso ao estabelecimento para a realização do estudo de caso foi efetuada a inspeção visual, conforme recomendado pela NBR 16747 (ABNT, 2020), com identificação de manifestações patológicas e inconformidades, assim como o registro fotográfico dos elementos analisados. Com os resultados obtidos na vistoria, foram catalogados todos os registros fotográficos por elemento avaliado, subdivididos em: (i) paredes – 4 fotos, (ii) escadas – 1 foto, (iii) forros – 4 fotos, (iv) pisos – 3 fotos, (v) portas – 6 fotos e (vi) estruturas de sustentação – 11 fotos, totalizando 29 fotos. Todos os elementos vistoriados e os respectivos registros fotográficos foram analisados, a fim de subsidiar a análise dos resultados, tendo sido encontrados dois tipos de manifestações patológicas no subsistema (i), um no subsistema (ii), quatro nos subsistemas (iii) e (iv), três no subsistema (v) e dez no subsistema (vi).

Adiante identificou-se e elencou-se de maneira decrescente por quantidade de achados os tipos de manifestações patológicas que apareciam de forma mais recorrente nos subsistemas vistoriados e foram selecionados os casos mais visíveis daquelas cinco manifestações patológicas que ficaram no topo do *ranking*. A manifestação patológica mais frequente foi identificada 13 (treze) vezes durante o estudo de caso. Separados os casos mais visíveis, foram separados 17 (dezesete) registros fotográficos que foram utilizados posteriormente na ilustração dos resultados.

#### 3.3 Aplicação da Matriz GUT

A fim de aprofundar a análise dos resultados, empregou-se para o diagnóstico dos achados a matriz GUT, ferramenta que auxilia na priorização da resolução dos problemas, classificando-os em critérios de gravidade, urgência e tendência. Cada um dos achados foi avaliado, recebendo uma nota de 1 a 5 para cada critério, como demonstrado na tabela 1. O grau crítico de cada manifestação patológica foi obtido por meio da multiplicação da pontuação dos três critérios atribuídos.

Mediante a aplicação da matriz GUT, foi possível diagnosticar os casos mais críticos de manifestações patológicas, analisando e classificando qual caso merece ser priorizado. Após a compilação dos resultados, foi realizado um mapeamento e uma

orientação das ações de manutenção mais adequadas a cada caso.

características da edificação, instalações preventivas de proteção contra incêndio e pânico.

**Tabela 1 - Matriz GUT**

| NOTA | GRAVIDADE          | URGÊNCIA                 | TENDÊNCIA             |
|------|--------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1    | Sem gravidade      | Pode esperar             | Não mudar nada        |
| 2    | Pouco grave        | Pouco urgente            | Piorar em longo prazo |
| 3    | Grave              | O mais rápido possível   | Piorar em médio prazo |
| 4    | Muito grave        | É urgente                | Piorar em curto prazo |
| 5    | Extremamente grave | Precisa ser resolvido já | Piorar rapidamente    |

**Fonte: Periard (2011)**

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise dos documentos

Os documentos listados na Tabela 2 foram identificados e tiveram seu acesso liberado, para adoção na presente pesquisa.

**Tabela 2 - Documentos da edificação**

| Tipo/Nome do documento                     | Informações disponíveis   |
|--|---|
| Projeto de proteção e combate a incêndio   | Locais da iluminação de emergência, extintores, hidrantes, detectores de fumaça, sinalização de rota de fuga, tubulação, reserva técnica de incêndio demais proteções passivas em caso de incêndio. |
| Desenho técnico arquitetônico              | Desenho técnico arquitetônico da planta baixa do estabelecimento comercial. Localização das alvenarias, esquadrias, escadas, desníveis e níveis.  |
| Memorial descritivo do Corpo de Bombeiros  | Memorial descritivo de medidas de segurança contra incêndio e pânico, riscos especiais, sistema preventivo por extintores.  |
| Laudo final de SPDA                        | Resultado e conclusão do laudo de SPDA  |
| Anotação de Responsabilidade Técnica - ART | Responsável Técnico, dados do contrato, dados da obra / serviço, atividade técnica e acessibilidade da execução de instalações fixas de combate ao incêndio.  |
| Memorial descritivo simplificado           | Obra, proprietário ou responsável pelo uso, autor do projeto,   |

**Fonte: próprio autor (2021).**

s

Os documentos fornecidos remetiam-se a projeto de incêndio e projeto arquitetônico, carecendo de documentos como plano ou registro de manutenções periódicas realizadas, o que denota a inexistência destas ações. Desta forma não foi possível mapear ações de manutenção, mas tão somente orientá-las, conforme descrito no item 4.2.

O único documento que possibilitava entender melhor a edificação era uma planta baixa do estabelecimento, e apesar de tal projeto fornecer uma visão ampla da edificação, não permitia aferir o estado geral da estrutura e se houveram intervenções para reparo ou manutenção anteriores, dificultando uma análise mais aprofundada das condições atuais da edificação. Recomenda-se que, caso sejam efetuadas as manutenções sugeridas no presente estudo de caso, seja elaborado um registro acumulativo, contemplando todas as intervenções realizadas.

### 4.2 Manifestações patológicas

Foram catalogados 29 (vinte e nove) registros fotográficos das manifestações patológicas identificadas durante a inspeção visual dos elementos em madeira objeto deste estudo, os quais foram divididos em subsistemas, conforme destacado na Tabela 3.

**Tabela 3- Subsistemas de madeira e suas manifestações patológicas**

| Subsistema | Principais Manifestações Patológicas   | Manifestação patológica mais recorrente |
|------------|--|---|
| Paredes    | Variação dimensional<br>Fissuras   | Variação dimensional                    |
| Escada     | Deficiência de dimensionamento   | Deficiência de dimensionamento          |
| Forro      | Deterioração pela ação da água<br>Deficiência na sustentação<br>Deterioração pela ação de agentes bióticos | Deterioração pela ação da água          |

**Tabela 3- Subsistemas de madeira e suas manifestações patológicas (continuação)**

| Subsistema               | Principais Manifestações Patológicas   | Manifestação patológica mais recorrente |
|--------------------------|--|---|
| Piso                     | Deterioração pela ação da água<br>Deficiência de dimensionamento                                   | Deterioração pela ação da água          |
| Portas                   | Descolamento de laminado<br>Dano por impacto   | Descolamento de laminado                |
| Estrutura de sustentação | Deterioração pela ação da água<br>Fissuras<br>Seccionamento da peça<br>Irregularidades geométricas | Deterioração pela ação da água          |

Fonte: próprio autor (2021).

Na Figura 1 ilustra-se uma das variações dimensionais detectadas na estrutura do forro de madeira, a qual levou a peça a desencaixar gradativamente.

**Figura 1 - Variação dimensional em forro de madeira**



Fonte: próprio autor (2021).

Já na Figura 2 é exemplificada a deterioração de uma peça pela ação da água, o que possibilitou o início de deterioração por agentes bióticos. As

demais ocorrências e suas características visuais estão descritas no Apêndice A deste trabalho.

S

**Figura 2 - Viga de madeira deteriorada pela ação da água e por agentes bióticos**



Fonte: próprio autor (2021).

#### 4.3 Matriz GUT

Na Tabela 4 lista-se, de forma decrescente, a pontuação dos achados relativos às manifestações patológicas identificadas no imóvel objeto do estudo.

**Tabela 4 – Matriz GUT das manifestações patológicas representadas em cada foto**

| Fotos | Gravidade | Urgência | Tendência | Grau Crítico |
|-------|-----------|----------|-----------|--------------|
| 26    | 5         | 5        | 5         | 125          |
| 10    | 4         | 4        | 5         | 80           |
| 19    | 4         | 4        | 4         | 64           |
| 6     | 4         | 3        | 4         | 48           |
| 9     | 4         | 3        | 3         | 36           |
| 12    | 4         | 3        | 3         | 36           |
| 20    | 4         | 3        | 3         | 36           |
| 7     | 3         | 3        | 4         | 36           |
| 8     | 3         | 3        | 4         | 36           |
| 11    | 3         | 3        | 4         | 36           |
| 27    | 4         | 3        | 3         | 36           |
| 23    | 3         | 3        | 3         | 27           |
| 28    | 3         | 3        | 3         | 27           |

|       |   |   |   |    |
|-------|---|---|---|----|
| 1     | 3 | 2 | 3 | 18 |
| 2 e 3 | 3 | 2 | 3 | 18 |
| 4     | 3 | 3 | 2 | 18 |
| 15    | 2 | 2 | 4 | 16 |
| 16    | 2 | 2 | 4 | 16 |
| 24    | 2 | 2 | 3 | 12 |
| 25    | 2 | 2 | 3 | 12 |
| 21    | 2 | 2 | 2 | 8  |
| 22    | 2 | 2 | 2 | 8  |
| 29    | 2 | 2 | 2 | 8  |
| 14    | 1 | 2 | 3 | 6  |
| 5     | 2 | 1 | 1 | 2  |
| 13    | 1 | 1 | 2 | 2  |
| 17    | 1 | 1 | 2 | 2  |
| 18    | 1 | 1 | 2 | 2  |

**Fonte: próprio autor (2021).**

Com base nos 5 (cinco) casos cuja atribuição da pontuação da matriz GUT resultou nas maiores pontuações, foram identificados fatores de risco para a edificação e seus usuários e clientes, ou seja, casos em que se faz necessário uma intervenção rápida ou imediata. Todos os demais casos registrados estão inseridos no Apêndice, com identificação, localização e diagnóstico provável.

Apesar de o objeto deste estudo focar nas 5 (cinco) maiores pontuações, cabe mencionar também a manifestação patológica encontrada na Figura 3. Neste caso, mesmo não apresentando um risco iminente, este é um exemplo de deterioração por ação da água e agentes bióticos, além da variação dimensional e deficiência na sustentação, problemas que somados podem agilizar o processo de desencaixe completo da peça.

**Figura 3 - Deterioração pela ação da água e agentes bióticos em forro de madeira**



**Fonte: próprio autor (2021).**

#### 4.4 Diagnóstico, ações de reparo e manutenção

Para auxiliar o processo de solução das manifestações patológicas mais críticas, detalhou-se os casos com suas prováveis causas, bem como as medidas a serem tomadas para reparar o problema e as ações de manutenção a serem realizadas para evitar que tais anomalias ocorram novamente.

#### 4.4.1 Ocorrência 1

A ocorrência retratada na Figura 4 foi considerada a manifestação patológica mais crítica da edificação, uma vez que o pilar de sustentação de uma das vigas que apoiam o piso do mezanino se deslocou, aumentando a possibilidade de deformação da viga. Na Tabela 5 constam diagnóstico, ações de reparo e manutenção orientadas para a Ocorrência 1.

**Figura 4 - Viga de sustentação de mezanino com ausência de peça de apoio**



Fonte: próprio autor (2021).

**Tabela 5 – Diagnóstico, ações de reparo e manutenção – Ocorrência 1**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Provável causa        | Falta de fixação das peças de apoio                       |
| Metodologia de reparo | Reposicionar as peças e fixar com parafuso francês        |
| Ações de Manutenção   | Vistoria periódica a fim de indicar manutenção preventiva |
| Pontuação matriz GUT  | 125   |

Fonte: próprio autor (2021).

Neste caso recomenda-se intervenção urgente para reposicionar o pilar de apoio, e a fixação do pilar com a viga, por meio de parafuso francês, sendo esse um tipo de parafuso específico para esta situação, por transpassar os dois elementos de madeira proporcionando maior fixação sem prejudicar a estética da estrutura.

#### 4.4.2 Ocorrência 2

A peça ilustrada na Figura 5 é usada como piso de um mezanino, e por se tratar de uma área com trânsito de pessoas, foi considerada a necessidade de uma intervenção mais urgente, visto que já houve uma quebra parcial da peça de madeira. Na Tabela 6 constam diagnóstico, ações de reparo e manutenção orientadas para a Ocorrência 2.

**Figura 5 - Peça de piso de mezanino com deficiência no dimensionamento e com manchamento por ação da água.**



Fonte: próprio autor (2021).

**Tabela 6 – Diagnóstico, ações de reparo e manutenção – Ocorrência 2**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Provável causa        | Deficiência de dimensionamento e falta de tratamento contra água nas peças                              |
| Metodologia de reparo | Revisão geral do dimensionamento da estrutura, troca da peça danificada e impermeabilização contra água |
| Ações de Manutenção   | Vistoria periódica a fim de indicar manutenção preventiva.  |
| Pontuação matriz GUT  | 80  |

Fonte: próprio autor (2021).

Apesar desta ser uma área coberta e não haver incidência constante de água, há um manchamento na peça, decorrente da umidade, o que pode indicar,

também, alguma falha que permita a entrada e o acesso de água pela cobertura. A solução sugerida é a troca da peça danificada e a sua impermeabilização contra a ação da água.

#### 4.4.3 Ocorrência 3

A peça ilustrada na Figura 6 encontra-se deformada, provavelmente devido à falta de apoio das vigas da cobertura. Verifica-se que o caibro está apoiado em duas vigas separadas por um vão de aproximadamente 2 (dois) metros, enquanto o habitual deveria ser de 50 (cinquenta) centímetros. Assim, devido à visível deformação desenvolvida e à possibilidade, inclusive, de ruptura da peça, deve-se efetuar a troca do caibro deformado, com verificação do seu dimensionamento, acrescentando-se os apoios no espaçamento correto. Na Tabela 7 constam diagnóstico, ações de reparo e manutenção orientadas para a Ocorrência 3.

**Figura 6 - Peça de cobertura de telhado com deficiência de dimensionamento e com espaçamento elevado entre vigas de apoio**



**Fonte: próprio autor (2021).**

**Tabela 7 – Diagnóstico, ações de reparo e manutenção – Ocorrência 3**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Provável causa        | Ausência de vigas de apoio                                  |
| Metodologia de reparo | Troca da peça, dimensionamento e inserção de vigas de apoio |
| Ações de Manutenção   | Vistoria periódica a fim de indicar manutenção preventiva   |
| Pontuação matriz GUT  | 64  |

**Fonte: próprio autor (2021).**

#### 4.4.4 Ocorrência 4

No caso da Figura 7, verificou-se que o forro de madeira no local não possuía qualquer tipo de tratamento/revestimento e este achado, somado ao acesso de água pela cobertura, facilitou a ação de agentes bióticos nas peças. Este local possui alto risco de acidente uma vez que as peças já estão se soltando. A fim de corrigir o problema e evitar que o mesmo se repita, sugere-se realizar a correção das falhas na cobertura, troca do forro danificado e aplicação de revestimento com finalidade impermeabilizante. Na Tabela 8 constam diagnóstico, ações de reparo e manutenção orientadas para a Ocorrência 4.

**Figura 7 - Forro de madeira de marcenaria com deterioração pela ação da água e agentes bióticos**



**Fonte: próprio autor (2021).**

**Tabela 8 – Diagnóstico, ações de reparo e manutenção – Ocorrência 4**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Provável causa        | Putrefação das peças   |
| Metodologia de reparo | Sanar a causa do acesso de água pela cobertura, Troca das peças/painel e proteção contra agentes bióticos. |
| Ações de Manutenção   | Vistoria periódica a fim de identificar necessidade de reaplicação de produto de proteção                  |
| Pontuação matriz GUT  | 48   |

**Fonte: próprio autor (2021).**

**Tabela 9 – Diagnóstico, ações de reparo e manutenção – Ocorrência 5**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Provável causa        | Putrefação das peças   |
| Metodologia de reparo | Sanar a causa do acesso de água pela cobertura, troca das peças danificadas e proteção contra agentes bióticos |
| Ações de Manutenção   | Vistoria periódica a fim de identificar necessidade de reaplicação de produto de proteção                      |
| Pontuação matriz GUT  | 36   |

**Fonte: próprio autor (2021).**

#### 4.4.5 Ocorrência 5

O local ilustrado na Figura 8 se trata de um ambiente interno e a ação da água identificada nas peças decorre de telhas quebradas na cobertura, permitindo o acesso da água à parte interna da edificação. Como solução propõe-se restaurar as telhas danificadas na cobertura e a troca do forro de madeira. Após a troca deve-se aplicar produto de proteção contra água e agentes bióticos. Recomenda-se, após a aplicação do produto protetor e caso seja verificada qualquer deterioração na camada protetora (como descamamento), que seja realizada a reaplicação do produto, a fim de prolongar a vida útil da peça. Na Tabela 9 constam diagnóstico, ações de reparo e manutenção orientadas para a Ocorrência 5.

**Figura 8 - Forro de madeira do escritório com deterioração por ação da água e agentes bióticos**



**Fonte: próprio autor (2021).**

## 5 CONCLUSÕES

Com a análise das informações coletadas, é notória a importância da elaboração de projetos de execução bem como as manutenções periódicas e o seu devido registro, sendo que na maioria dos casos descritos neste estudo de caso, com a aplicação das devidas ações de manutenção, a manifestação patológica poderia ter sido evitada ou atenuada.

Utilizando a metodologia da matriz GUT foram elencadas as ocorrências encontradas e para aquelas cinco que atingiram maior pontuação (e, portanto, estado mais crítico), foram determinadas as prováveis causas, a metodologia de reparo e as ações de manutenção previstas para a solução do problema. Na inspeção visual, verificou-se que a manifestação mais recorrente nas peças de madeira é a deterioração pela ação da água, demonstrando assim, a importância da correta aplicação de produtos impermeabilizantes e revestimentos, como estratégia para prolongamento da vida útil destas peças.

## 6 AGRADECIMENTOS

Somos gratos pela confiança depositada na nossa proposta de projeto pela professora Giana Sousa Sena, orientadora do nosso trabalho. Agradecemos por nos manter motivado durante todo o processo.

Agradecemos nossos familiares pelo apoio que sempre nos foi dado ao longo de toda a jornada acadêmica, sem eles o êxito não seria possível.

E por último queremos também agradecer à Pontifícia Universidade Católica e a todos os professores da Escola de Engenharia Civil pela

elevada qualidade do ensino oferecido a nós acadêmicos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANCO, F. (Coord.). et al. Diagnóstico e Patologia de Construções em Madeira. 132 f. Instituto Superior Técnico De Engenharia Civil. Apoio do Programa Operacional Sociedade da Informação – POSI. 2012.
- BRITO, Leandro Dussarrat. Patologia em estruturas de madeira: metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação. Tese (Doutorado em Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.
- BURGER, Luiza Maria; RICHTER, Hans Geong. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel, 1991
- CÓIAS, V. Qualificação dos profissionais e das empresas para a qualidade na reabilitação de estruturas de madeira. CIMAD 11 – 1º Congresso Ibero – Latino-Americano da Madeira na Construção. Coimbra, Portugal, 2011.
- CÁNOVAS, M. F. Patologia e terapia do concreto armado. São Paulo: Pini, 1988.
- JUNIOR, Pedro Alcântara de Mattos; JUNIOR, Luiz Gustavo Machado; MIRANDA, Paulo Matheus de Araújo. Deterioração de coberturas de madeira: Vício construtivo ou manutenção inadequada? Um estudo de casos múltiplos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 19., 2017, Foz do Iguaçu. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2017.
- MARTINS, J. F. A.; FIORITI, C. F. Avaliação de manifestações patológicas identificadas nas estruturas em madeira do centro de eventos IBC (Instituto Brasileiro do Café). REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, [S. l.], v. 12, n. 3, 2016. Disponível em:  
<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/39267>.  
Acesso em: 01 maio. 2021.
- MILANI, C. J.; KRIPKA, M. A Identificação de Patologias em Pontes de Madeira: Diagnóstico Realizado no Sistema Viário do Município de Pato Branco – Paraná. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, [S. l.], v. 4, n. 1, 2012. Disponível em:  
<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/17726>.  
Acesso em: 01 maio. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16747: Inspeção predial: Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro, 2020.
- PERIARD, Gustavo. Matriz GUT: Guia completo. [S. l.], 3 nov. 2011. Disponível em:  
<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- QUINTELA, Andrey de Souza. Casas pré-fabricadas de madeira maciça. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade São Francisco, Itatiba, 2007.
- RODRIGUES, Menandro Alison Sales; SALES, Juscelino Chaves. A madeira e suas patologias,

Estudo de caso: Igreja Nossa Senhora das Mercês-Itapipoca/CE. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DAS ESTRUTURAS, 9. 2013. Anais [...] João Pessoa-PB. 15 p.

SOUZA, V. C. M. de.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, 1998, 255p.

9 APÊNDICE A – CARACTERÍSTICA VISUAL DAS OCORRÊNCIAS ENCONTRADAS NO PRESENTE ESTUDO DE CASO

Tabela 10 - Ocorrências verificadas por inspeção visual na edificação

| Foto | Ocorrência                     | Localização      | Pontuação GUT | Característica Visual   |
|------|--------------------------------|------------------|---------------|---|
| 1    | Fissura                        | Hall de vendas   | 18            |    |
| 2    | Varição Dimensional            | Hall de vendas   | 18            |  |
| 3    |                                |                  |               |  |
| 4    | Varição dimensional Fissura    | Hall de vendas   | 18            |  |
| 5    | Deficiência de dimensionamento | Corredor lateral | 2             |  |

---

11 Manutenção deficiente  
Ação de água e agentes bióticos Mezanino depósito 36



---

12 Deficiência de dimensionamento  
Ação de água e agentes bióticos Mezanino depósito 36



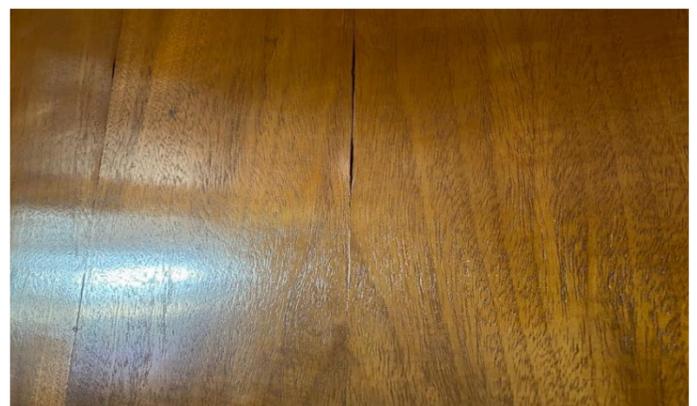
---

13 Dano por impacto Porta do escritório 2



---

14 Descolamento do laminado Porta do banheiro 6



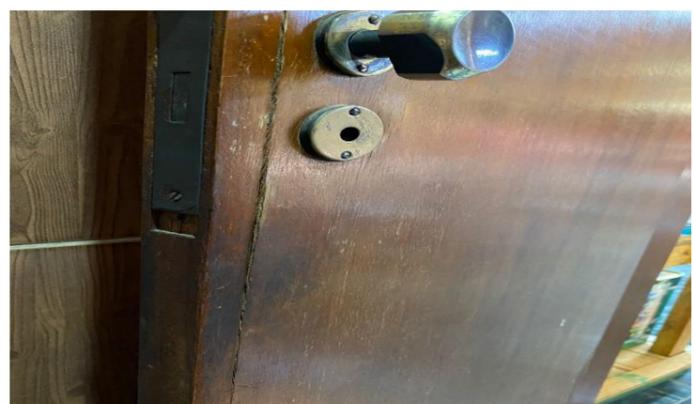
---

15 Descolamento do laminado por  
ação da água Porta do banheiro 16



---

16 Fissura por impacto Porta do banheiro 16



---

17

Descolamento de laminado por  
ação da água e impacto

Porta do banheiro

2



---

18

Manutenção deficiente

Porta do escritório

2



---

20

Seccionamento da peça

Expedição

36



---

21

Irregularidades geométricas

Depósito

8



---

22

Vício construtivo

Garagem

8



---

23

Agentes bióticos

Depósito

27



---

24

Fissuras  
Ação da água

Galpão

12



---

25

Deficiência de dimensionamento  
Agentes bióticos  
Torção das vigas de apoio

Expedição

12



---

27

Deficiência de dimensionamento  
Ação da água  
Manutenção deficiente

Depósito

36



---

29

Deficiência de dimensionamento  
Ação da água

Depósito

8



---

Fonte: próprio autor (2021)



**PUC  
GOIÁS**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário  
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010  
Goiânia • Goiás • Brasil  
Fone: (62) 3946.1000  
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

## RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

### ANEXO I

#### APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Adriano Filho de Paula  
do Curso de Engenharia Civil, matrícula 20151002502364  
telefone: (62) 985784593 e-mail adriano\_s\_1@gmail.com na qualidade de titular dos  
direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor),  
autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o  
Trabalho de Conclusão de Curso intitulado  
Estudo de manifestações patológicas e ações de manutenção de  
templos de madeira gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5  
(cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial  
de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som  
(WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da  
área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da  
produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 10 de dezembro de 2021.

Assinatura do(s) autor(es):

Adriano Filho de Paula

Nome completo do autor:

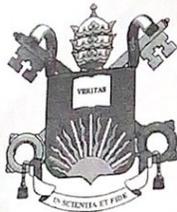
Adriano Filho de Paula

Assinatura do professor-orientador:

Giana Daura Lima Rodrigues

Nome completo do professor-orientador:

Giana Daura Lima Rodrigues



**PUC  
GOIÁS**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 ● Setor Universitário  
Caixa Postal 86 ● CEP 74605-010  
Goiânia ● Goiás ● Brasil  
Fone: (62) 3946.1000  
www.pucgoias.edu.br ● reitoria@pucgoias.edu.br

## RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

### ANEXO I

#### APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Fabiana Sousa Sator  
do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2017 1.00250024-2,  
telefone: (64) 99626-2173 e-mail: fabiana\_sator@hotmail.com, na qualidade de titular dos  
direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor),  
autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o  
Trabalho de Conclusão de Curso intitulado  
Estudo de manifestações patológicas e ações de manutenção de elementos  
de madeira..., gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5  
(cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial  
de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som  
(WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da  
área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da  
produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 10 de dezembro de 2021.

Assinatura do(s) autor(es): Fabiana Sousa Sator

Nome completo do autor: Fabiana Sousa Sator

Assinatura do professor-orientador: Giana Sousa Lima Rodrigues

Nome completo do professor-orientador: Giana Sousa Lima Rodrigues