

# AVALIAÇÃO PARA RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA DE COBERTURA EM MADEIRA DE PRÉDIO NO CENTRO HISTÓRICO DE FLORIANÓPOLIS, BRASIL

## EVALUATION FOR THE RECOVERY OF A BUILDING IN WOOD ROOFING STRUCTURE IN THE HISTORICAL CENTER OF FLORIANÓPOLIS, BRAZIL

Rodrigo F. Terezo <sup>(1)</sup>, Talitha O. Rosa <sup>(2)</sup>, Ângela M. Stüpp <sup>(3)</sup>, Cleide B. Bourscheid <sup>(2)</sup>,  
Gabriel O. Rosa <sup>(4)</sup>

(1) Prof. Dr., Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil

(2) Eng<sup>a</sup> Florestal, Mestranda, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Brasil

(3) Mestre, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Brasil

(4) Acadêmico de Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil

Endereço de contato: bourscheidcleide@gmail.com

**Código de identificação: T9-08**

### Resumo

Por apresentar variações dimensionais e de resistência conforme as condições às quais será exposta, a madeira utilizada em estruturas demanda cuidado especial, uma vez que pode colocar em risco toda a edificação, mesmo quando empregada apenas como cobertura. Considerando a relevância da sanidade da cobertura no processo de restauro da edificação, este trabalho teve como objetivo avaliar qualitativamente a estrutura de madeira que compõe a cobertura de um prédio situado no centro histórico de Florianópolis (Brasil), construído em meados do Séc. XIX. A inspeção foi realizada por meio dos procedimentos de avaliação visual, levantamento dimensional, auscultação e escarificação. A cobertura é totalmente composta por madeira, e é formada por elementos estruturais treliçados de três tipos. A partir da avaliação executada os danos identificados foram: ataque de agentes xilófagos, apodrecimento, rachaduras, fissuras, envergamento, pontos de infiltração de água, ausência ou hipo-dimensionamento de mãos francesas, peças metálicas provocando sobrecarga, parafusos antigos, ferrugem nas vergas de aço, banzos inferiores colapsados e falta de sustentação nas paredes, devido à direção do descarregamento de forças. Desta forma, compreende-se que o processo de intervenção para restauração da estrutura deve ser executado, realizando planejamento adequado em função da complexidade e falta de materiais utilizados originalmente na edificação, visando manter ao máximo as características originais da obra.

**Palavras chave:** estruturas em madeira; centro histórico; inspeção de cobertura; patógenos da madeira

### Abstract

*Due to its dimensional and resistance variations according to the conditions to be exposed, the wood used in structures requires special care, since it can endanger the whole building, even when used only as roofing. Considering the relevance of the sanity of the roofing in the process of restoration of the building, this research aimed to evaluate the quality of the wood structure that composes the roof of a building located in the historical center of Florianópolis (Brazil), which was built in the 19th century. The inspection was performed through procedures such as: visual evaluation, dimensional survey, auscultation and scarification. The roof is entirely made of wood, and is formed by structural truss elements of three types. From the evaluation, the identified damages were: attack of xylophagous organisms, rot, cracks, water infiltration points, absence or hypo-scaling of struts, overload caused by metal parts, old screws, rust of Steel, lower flanges collected and lack of support on the walls due to the direction of discharge forces. Thus, it is understood that the intervention process to restore the structure must be executed with adequate planning due to the complexity and lack of materials originally used in the building, aiming to keep the maximum of the original characteristics of the work.*

**Keywords:** timber structures; historical center; inspection of roof; pathogens of wood

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira é uma matéria-prima importante e versátil em vários setores da atividade humana, pois pode ser aplicada em diversos usos. No Brasil, a madeira é pouco valorizada como material de construção, embora seja encontrado em abundância na natureza (RODRIGUES & SALES, 2013<sup>[1]</sup>).

Sendo um material com grande variabilidade natural, anisotrópica, higroscópica e susceptível a degradação por agentes biológicos, a madeira tem sido aplicada na construção em diversas situações, nem sempre com os cuidados adequados de construção e de manutenção. Sendo que, frequentemente, os elementos em madeira são os primeiros a denunciar deficiências estruturais, problemas de umidade e demais patologias, que devem ser resolvidas de modo a manter a estrutura (CRUZ, 2011<sup>[2]</sup>).

Além de serem submetidas a ações, as estruturas de madeira interagem com o ambiente, o que contribui para a perda de suas propriedades iniciais. O ataque biológico representa uma das principais causas de sua degradação, resultando em perda de massa e, conseqüentemente, na diminuição da sua resistência (MIOTTO & DIAS, 2006<sup>[3]</sup>). Pelo fato de a madeira ser um material higroscópico, o teor de umidade também é um fator preponderante nas construções, e variações da umidade abaixo do ponto de saturação das fibras também implicam em variação nas propriedades mecânicas (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985 *apud* ANDRADE JUNIOR et al, 2014<sup>[4]</sup>).

Embora o conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira seja fundamental para o seu correto emprego como elemento estrutural, é bastante comum encontrar construções históricas edificadas sem um projeto específico, uma vez que estas eram construídas pela experiência daqueles que a implementaram.

Apesar disto, Bernardo (2014)<sup>[5]</sup> afirma que uma casa de madeira antiga comprova a evolução da técnica construtiva, manifesta a história de uma região, traz consigo a sabedoria do artesão, enfim, revela os valores culturais como um bem nacional. A preservação da arquitetura de madeira contempla a manutenção deste conjunto de valores, a saber, os sociais, os históricos e os culturais, e o envio destes às futuras gerações. De acordo com Almeida (2012)<sup>[6]</sup>, uma construção antiga é mais do que um edifício, é o desenho do arquiteto, o material utilizado pelo construtor, a história dos que lá passaram e um registo do que aconteceu a sua volta – Um patrimônio, que deve ser reconhecido e preservado.

O desafio de preservar o patrimônio histórico, no entanto, enfrenta questões elementares como a necessidade de conscientização da população e dos governos quanto à valorização da memória cultural a partir da conservação da arquitetura popular, principalmente as obras de madeira. São os elementos em estruturas de telhados em geral os mais atingidos, pois recebem o impacto direto do intemperismo. A deterioração pode iniciar a partir de pequenas falhas na cobertura, que ao longo dos anos, sem a devida manutenção, levam ao comprometimento da estrutura e da segurança de uso do bem imóvel (BERNARDO, 2014)<sup>[5]</sup>.

Percebe-se, assim, a necessidade de um trabalho minucioso de equipes especializadas na inspeção e reparo ou restauração dos elementos estruturais danificados. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar qualitativamente elementos estruturais em madeira que compõem a cobertura de um prédio situado no centro histórico de Florianópolis.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A inspeção foi realizada em um edifício do século XIX no centro histórico de Florianópolis – SC (Brasil). Os procedimentos para a avaliação foram executados na cobertura da edificação visitação à obra nos dias 26 e 27 de janeiro de 2015, e a metodologia utilizada incluiu: a avaliação visual e levantamento dimensional das peças da estrutura; auscultação; e escarificação. Além dessas técnicas foi realizado um levantamento fotográfico da estrutura do telhado.

A cobertura é formada por elementos estruturais em madeira treliçada (Figura 1) de três tipos, sendo os demais componentes, como terças e cumeeira, também em madeira.



Figura 1: Conjunto de treliças. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

A Figura 2 demonstra, de forma esquemática, os três tipos de treliças presentes na cobertura.

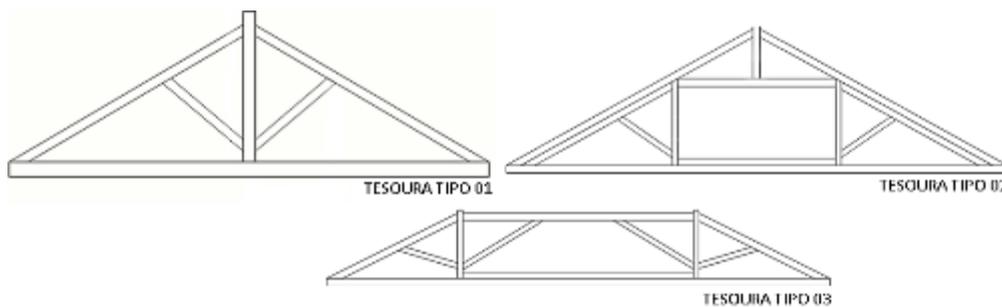


Figura 2: Modelos das tesouras utilizadas na cobertura. Fonte: STÜPP, 2016 (arquivo pessoal).

Na avaliação da estrutura em madeira do telhado foi empregada, primeiramente, inspeção visual de todas as peças que compõem as treliças: banzos, montantes e diagonais (Figura 2). Por meio dessa avaliação visual foi possível estimar a situação das peças em função dos defeitos, tais como ataques de agentes xilófagos, manchas de umidade, rupturas mecânicas e deformações excessivas, os quais podem comprometer a estabilidade da estrutura.

A partir da análise visual, onde foram detectados os pontos danificados nas peças, foram realizadas a auscultação e a escarificação, sendo estes, complementos da avaliação visual, uma vez que ajudam a localizar os pontos danificados por agentes xilófagos e defeitos por apodrecimento, em intensidade e quantidade.

A auscultação possibilita, pelo som, o reconhecimento da presença ou ausência de ataques por organismos xilófagos ou apodrecimento por umidade. Utiliza-se qualquer material que possa ajudar a propagar o som na madeira, como um martelo. Com a escarificação (Figura 3) é possível localizar, com precisão, as áreas atacadas e a profundidade do dano. Desta forma, pode-se reconhecer o grau de deterioração de cada componente estrutural. Para este método pode-se utilizar uma machadinha, que cria leves sulcos na madeira de forma a detectar os defeitos sem, contudo, comprometer as peças avaliadas.



Figura 3: Escarificação. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

Por fim, as peças foram medidas em altura (h), espessura (e) e comprimento, possibilitando saber se o dimensionamento utilizado na época era compatível com as cargas atuantes do telhado.

### 3. RESULTADOS

Da inspeção realizada na obra foi possível a detecção de diversos problemas estruturais, sendo alguns extremamente prejudiciais para a estabilidade da cobertura, colocando em risco todo o edifício. Os resultados obtidos estão descritos conforme a técnica utilizada.

#### 3.1 Inspeção visual

Durante esta etapa, pôde-se observar que quase todas as peças em madeira apresentaram fissuras, com exceção das diagonais. Todavia, para o tipo 02, os elementos de montante evidenciaram fissuras (Figura 4) em função da ausência de mãos francesas na estrutura das treliças ligadas à cumeeira, para melhor contraventamento da cobertura.



Figura 4: Fissura no montante. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

Também, perceberam-se manchas de umidade nos banzos superior e inferior das treliças dos tipos 02 e 03 (Figura 5), e as do tipo 01 no banzo inferior. No caso das manchas nos banzos superiores, estes se referem à parte da peça que está em contato com o banzo inferior (extremidades laterais), a

qual se encontra apoiada na parede. Além disso, as manchas de umidade que foram encontradas estavam, na maioria, nas mesmas peças que apresentaram outros problemas, como fissuras ou cupins.



Figura 5: Manchas de umidade em quase toda a treliça (Tipo 2). Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

Todas as treliças dos tipos 02 e 03, além da tesoura 02 do tipo 01, estavam escoradas (Figura 6). O escoramento foi feito devido ao envergamento das peças, principalmente do banzo inferior, além do fato de que os banzos superiores não estão apoiados sob a parede o que promove um esforço cortante maior no banzo inferior.



Figura 6: Escoramento das tesouras. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

## 2.2 Avaliação por auscultação e escarificação

O ataque por agentes xilófagos também foi observado. A ocorrência de maior gravidade foi encontrada nas tesouras do Tipo 01, nas quais se notou a presença ativa dos insetos, apesar de superficiais, como demonstrado pela Figura 7.



Figura 7: Ataque por agente xilófago (cupins). Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

### 2.3 Erros construtivos

No decorrer da inspeção foram visualizados alguns erros construtivos que, de certa forma, comprometeram a sanidade e capacidade de sustentação mecânica da estrutura, fazendo com que algumas peças começassem a envergar e/ou rachar.

Em alguns destes problemas foram colocadas escoras tanto para sustentação da tesoura inteira, que pode ser visto na Figura 8, como para reforço nos montantes e outras peças.



Figura 8: Escoramento de peças colapsadas. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

Além disto, quando da construção, deveriam ter sido colocadas mãos-francesas entre as treliças do tipo 01, assim como foram colocadas em algumas do tipo 02, para que houvesse o travamento da cobertura no sentido longitudinal. Também, deveriam ser reforçadas as demais treliças (do tipo 02 e 03) com mãos francesas para a mesma finalidade (Figura 9). Outro ponto importante verificado foi que as mãos-francesas que estão unidas as terças possuem bitola pequena, sendo necessária a substituição por outras maiores (Figura 10).



Figura 9: Reforço com mãos-francesas entre treliças. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).



Figura 10: Bitola pequena nos reforços de mão-francesa entre treliças. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

Ainda, pôde-se perceber que os parafusos utilizados necessitam ser substituídos, uma vez que os encontrados são muito antigos (Figura 11) e não se pode garantir que os mesmos promovam a segurança necessária para a contínua utilização desta cobertura.



Figura 11: Parafusos. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

Na cumeeira, no rincão e no espigão foram observados vários pontos com goteiras, e, até mesmo, grandes aberturas por onde a água da chuva facilmente entra, molhando as treliças, como nas Figuras 12 A, B, C.



Figura 12: Abertura na cumeeira (A), Rincão (B), e Espigão (C). Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

As Figuras 13 e 14 demonstram uma possível solução para a parede rachada em um dos galpões, a qual está em perigo iminente de total ruptura e queda, que faria com que a cobertura desabasse em conjunto. Neste caso, é necessário que seja aumentado o número de vigas na horizontal entre a última treliça e as terças na parede (13) de forma que as cargas sejam melhor distribuídas, bem como a inclusão de vigas nas treliças (14), já que a falta delas é um dos motivos pelo qual a parede foi empurrada para fora por conta das forças atuantes na mesma. Ainda, este também foi o motivo pelo qual as vigas de sustentação entre as treliças e as terças sofreram ruptura (14).



Figura 13: Necessidade de aumento da quantidade das vigas de apoio entre treliça e terça. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).



Figura 14: Ruptura da viga e sugestão de inclusão de vigas na horizontal. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

Em decorrência da ruptura que já ocorreu na parede e a fez entortar, possivelmente as vergas das janelas, as quais estão enferrujadas, tenham tido sua capacidade mecânica reduzida, e por isso, deveriam ser avaliadas e se necessário, substituídas (Figura 15).



Figura 15: Vergas enferrujadas. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

Foi possível perceber, também, o rompimento das treliças no local para onde as cargas são projetadas de acordo com a construção inicial, que é no banzo inferior, contrariamente à necessidade, dada na estrutura da parede. Notou-se que nestes locais são necessários pilares de sustentação de forma a provocar uma força de reação às cargas verticais. Os mesmos devem ser colocados na extremidade do banzo inferior das treliças de forma com que haja a neutralização das cargas, bem como que seu descarregamento seja distribuído, evitando que o banzo inferior receba toda a solicitação.



Figura 16: Necessidade de apoio nas treliças. Fonte: BOURSCHEID, 2015 (arquivo pessoal).

Ademais, foi constatado tesouras com sobrecarga em consequência do depósito de peças de aço sobre o banzo superior das mesmas. Isto pode ser observado na Figura 17.



Figura 17: Peças provocando sobrecarga.

### 3. CONCLUSÕES

Com a inspeção realizada foi possível avaliar, de maneira geral, o estado de conservação das treliças localizadas na cobertura do edifício avaliado em Florianópolis, SC.

Desta forma, entende-se a necessidade de intervenção na estrutura em razão do que foi constatado, o qual foi relatado anteriormente. Notou-se que diversas treliças dos tipos 02 e 03 estão correndo risco de desabamento juntamente com a parede. Portanto, é imprescindível que sejam restauradas. Quanto às tesouras do tipo 01, nas quais foi verificada a presença de cupins, as mesmas devem ser recuperadas, de modo a diminuir a possibilidade de ruptura das peças.

### REFERÊNCIAS

- [1] RODRIGUES, M. A. S.; SALES, J. C. A madeira e suas patologias. Estudo de caso: Igreja Nossa Senhora das Mercês – Itapipoca/CE. IX Congresso Internacional sobre Patologia y Recuperacion de Estructuras. Joao Pessoa-PB. (2013).
- [2] CRUZ, H. Inspecao, avaliacao e conservacao estruturas de madeira. 1ª Jornada de Materiais de Construcao. (2011).
- [3] MIOTTO, J. L.; DIAS, A. A. Reforço e recuperação de estruturas de madeira. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 27, n. 2, p. 163-174. (2006).
- [4] GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. Secagem Racional da Madeira. São Paulo: Nobel, 1985. IN: Andrade Junior, Jairo Ribas, Almeida, Diego Henrique de, Almeida, Tiago Hendrigo de, Christoforo, André Luis, Stamato, Guilherme Corrêa, & Lahr, Francisco Antonio Rocco. Avaliação das estruturas de cobertura em madeira de um galpão de estoque de produtos químicos. Ambiente Construído, 14(3), 75-85. (2014).
- [5] BERNARDO, J. COLÔNIA MURICI: MÉTODOS PARA DIAGNÓSTICO EM PROJETOS DE RESTAURAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Parana. Curitiba – PR. (2014).
- [6] ALMEIDA, C. C. P. De. Análise e reabilitação estrutural de um edifício. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, (2012).