

# ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA DE PADRÃO DE FISSURAÇÃO EM EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL

XXVIII SIC UFRGS

Débora da Rosa Dadalt<sup>1</sup>, Carlos Torres Formoso<sup>2</sup>

(1) Autora, Engenharia Civil, Bolsista da PROPESQ – UFRGS, deborardadalt@hotmail.com  
(2) Orientador, PhD pela University of Salford, United Kingdom, UFRGS, formoso@ufrgs.br

## CONTEXTO

Dentre as diferentes **manifestações patológicas**, a ocorrência de fissuras mostra-se de elevada importância, devido ao comprometimento do **desempenho das edificações** em uso (THOMAZ, 1989). Assim, **informações** obtidas de forma estruturada sobre a ocorrência destas falhas em empreendimentos existentes podem contribuir para o **controle e o entendimento** de seus mecanismos (MACARULLA et al., 2013). Esse entendimento possibilita **aperfeiçoar** as etapas de projeto e construção de empreendimentos futuros.

## OBJETIVO

O trabalho realizado propôs **avaliar o quanto as características de um empreendimento (variáveis explicativas) podem estar relacionadas a um determinado padrão de fissuração (desfecho)**, nesse caso, fissuração horizontal nas paredes próximas às lajes, resultantes da exposição a gradientes térmicos. Para tal, foi elaborado um **modelo ajustado fundamentado em variáveis que mais se relacionam com a presença dessa fissura**. A fissura referida foi escolhida por sua importância na análise de movimentações térmicas e pela possibilidade de avaliar a sua relação com outras variáveis.

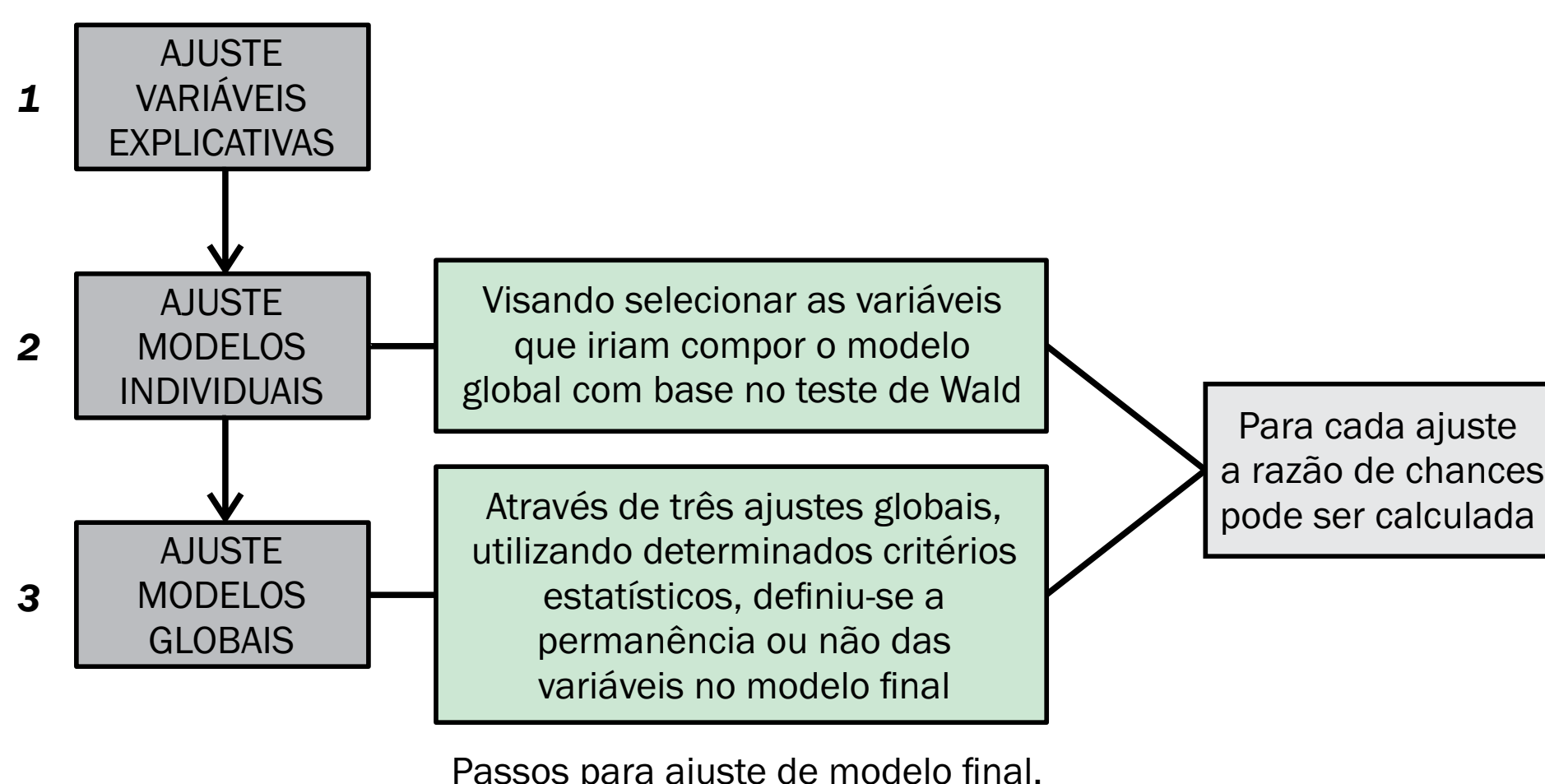
## METODOLOGIA E RESULTADOS

Este estudo está vinculado às atividades de pesquisa de uma tese de doutorado que propôs um método de avaliação da qualidade construtiva de empreendimentos habitacionais de interesse social, considerando a **análise técnica de engenharia e a percepção dos usuários das habitações**. Os dados utilizados foram coletados em **224 unidades habitacionais** de empreendimentos em uso, vinculados ao Programa Minha Casa Minha Vida, no Estado do Rio Grande do Sul.

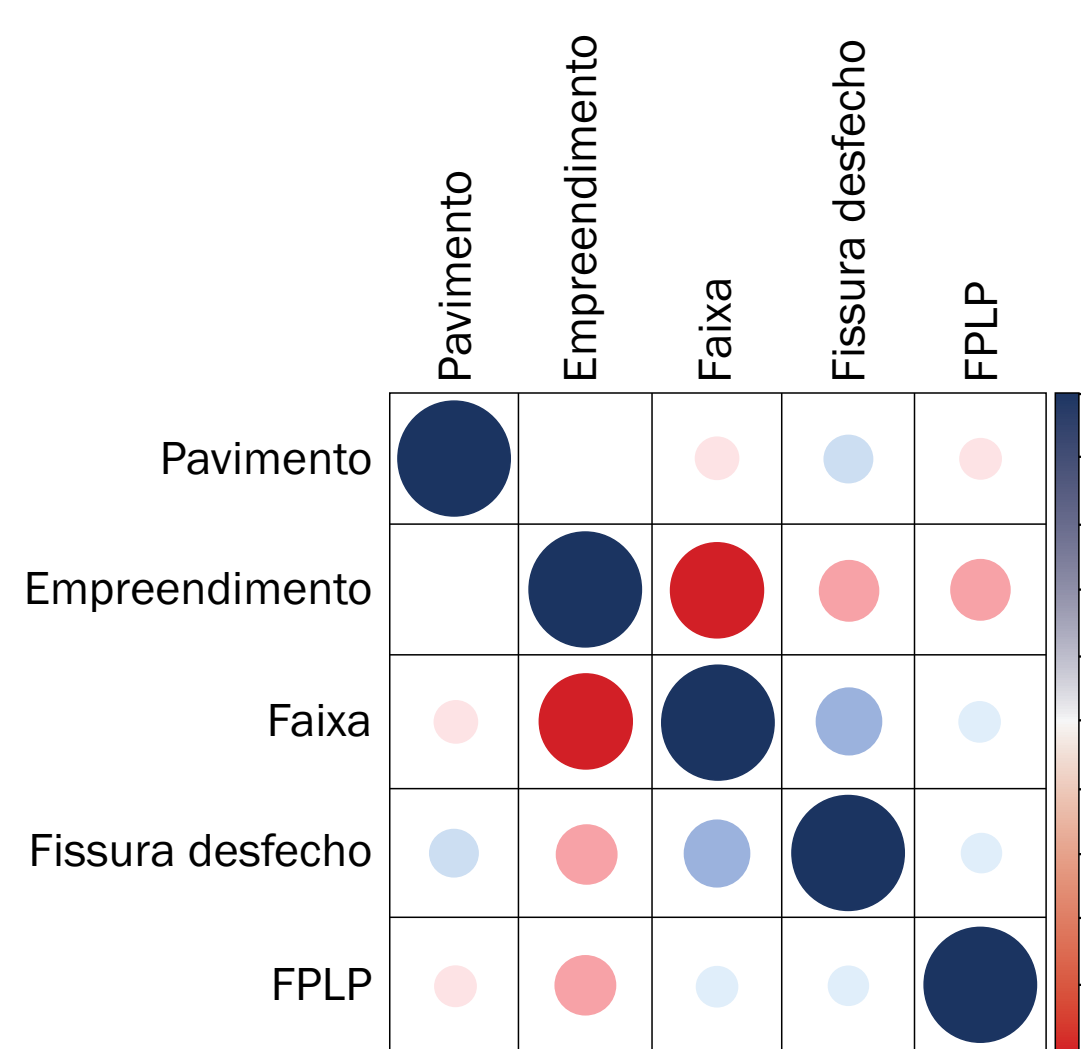
Variável explicativa	Categorias de resposta	
Orientação solar	Categórica	N - S - L - O - NO - NE - SO - SE
Fissuras entre painéis de laje pré-moldados (FPLP)	Binária	Evento- não evento
Pavimento	Categórica	Primeiro-intermediários-último
Tipologia	Categórica	Casas-Apartamentos
Região	Categórica	AUSul - RMPA
Empreendimento	Categórica	18 empreendimentos
Faixas do programa	Categórica	Faixa I - Faixa II

Variáveis explicativas utilizadas no estudo.

Utilizando um recorte de pesquisa de **caso controle**, o estudo baseou-se no uso de técnicas de tratamento amostral para análise de **dados raros e regressão logística**, as quais se alinham às características dos dados ao considerar que as **fissurações** são problemas de **elevada importância e baixa ocorrência**.



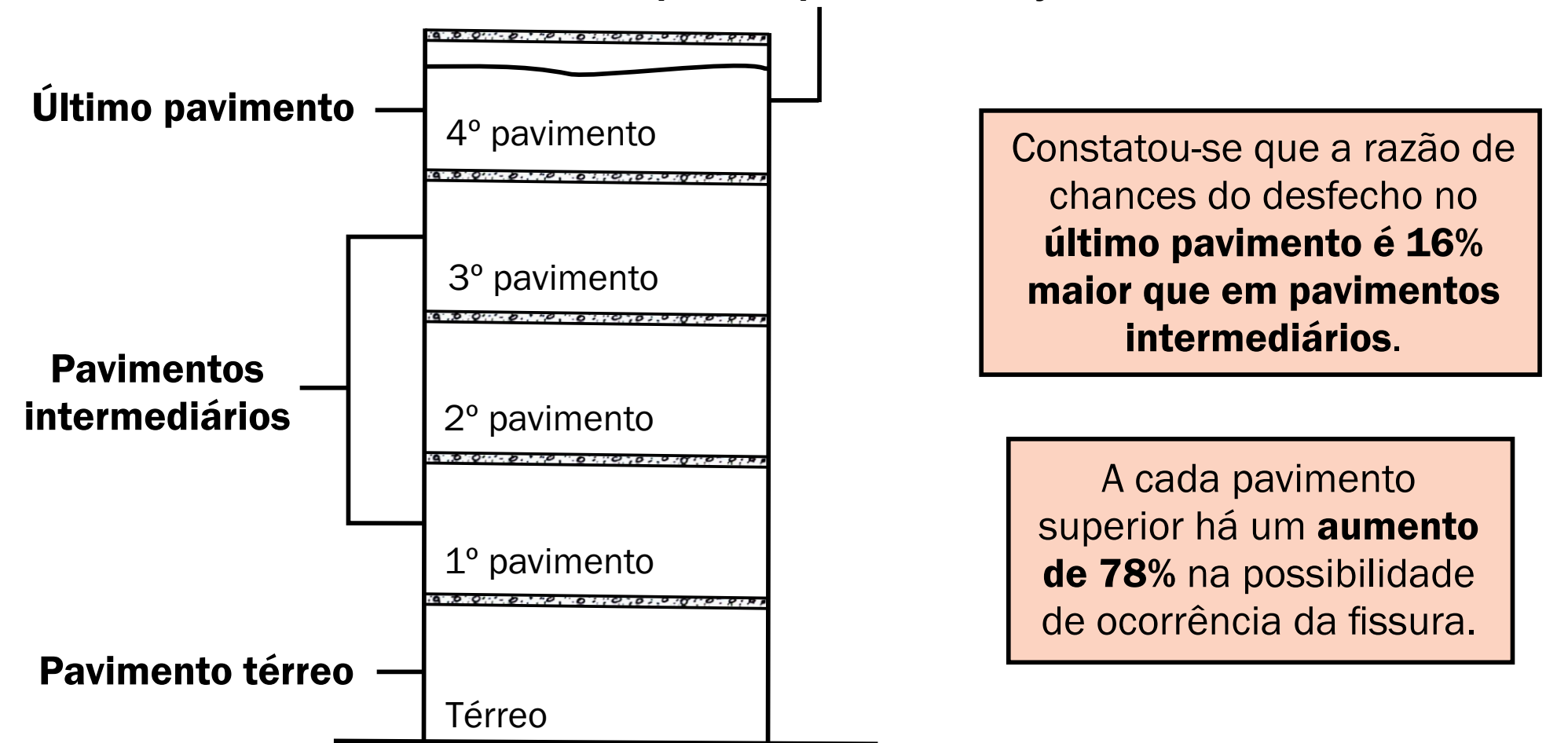
Passos para ajuste de modelo final.



Correlações entre as variáveis do estudo. Elaborado com pacote Corrplot.

A regressão logística é sensível à correlações (HAIR et al., 2005), assim a colinearidade deve ser evitada. O gráfico ao lado ilustra uma das análises feitas no estudo, que excluiu a variável empreendimento do modelo global, pois pode-se perceber no gráfico que a variável **empreendimento possui alta correlação com a variável faixa do programa**.

## Exemplo de fissuração horizontal nas paredes próximas às lajes



O **modelo final** é definido por uma equação que possibilita avaliar a **probabilidade de ocorrência do referido desfecho (P(x))** com diferentes combinações das variáveis explicativas escolhidas, que foram: pavimento (X1), faixa (X2) e fissuras entre painéis de laje pré-moldados (X3).

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-(4,6433 + 0,8508 * X1 + 1,8132 * X2 + 0,6133 * X3)}}$$

Equação do modelo para a análise do desfecho.

## EXEMPLO

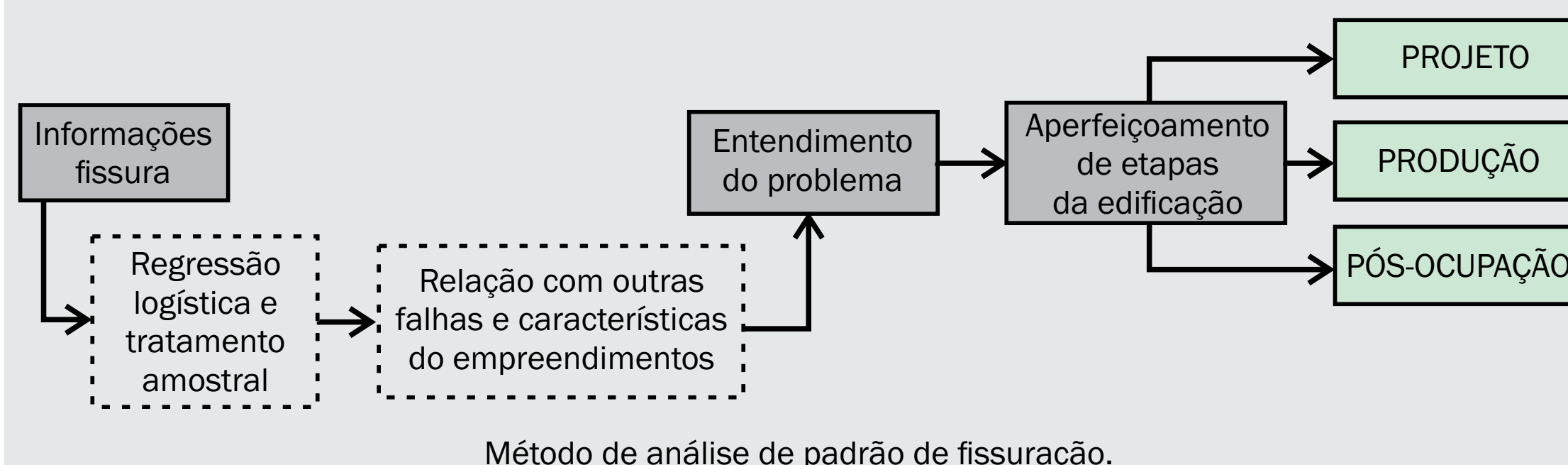
A probabilidade de ocorrência de fissura horizontal nas paredes próximas às lajes para um apartamento do 5º andar (último pavimento, X1 = 3), pertencente a faixa de renda I (X2 = 1) e ausência de FPLP (X3 = 0) é de 43,10%.

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-(4,6433 + 0,8508 * 3 + 1,8132 * 1 + 0,6133 * 0)}} = 0,4310$$

Todos os testes, análises e índices estatísticos foram elaborados com o emprego do **software livre "R"** com os pacotes *epiR*, *epicalc*, *Zelig*, *rcmd*, *corrplot*.

## CONCLUSÃO E CONTRIBUIÇÃO

A abordagem empregada possibilitou **combinar variáveis** de localização e de características gerais dos empreendimentos, fornecendo informações que podem ser úteis em definições de **projeto, etapas construtivas e soluções técnicas** para manifestações patológicas específicas, como também pode contribuir para a formulação de um **manual de uso e manutenção da edificação**, adequado à solução construtiva adotada.



Método de análise de padrão de fissuração.

## REFERÊNCIAS

- HAIR, J. F. et al. Análise multivariada de dados. A. S. Sant'Anna & A. C. Neto (Trad.). Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MACARULLA, M. et al. Standardizing Housing Defects: Classification, Validation, and Benefits. Journal of Construction Engineering and Management, v. 139, n. 8, p. 968-976, 2013.
- THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Instituto de pesquisas e tecnologia - IPT. São Paulo: PINI, 1989.

## APOIO:

