

**MÁRIO KOJI TAGUCHI**

**AVALIAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS ALVENARIAS  
DE VEDAÇÃO NAS EDIFICAÇÕES**

**CURITIBA**

**2010**

Taguchi, Mário Koji

Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações / Mário Koji Taguchi. - Curitiba, 2008.  
84 f. : il.; graf.; tabs.

Orientador: Mauro Lacerda Santos Filho  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil.

1. Alvenaria - Desempenho. 2. Vedação (Tecnologia). I. Santos Filho, Mauro Lacerda. II. Título.

CDD 693.1

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

MÁRIO KOJI TAGUCHI

### **AVALIAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO NAS EDIFICAÇÕES**

Dissertação aprovada com requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: \_\_\_\_\_  
Profº Dr. Mauro Lacerda Santos Filho, PHD  
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFPR

Examinadores: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcos Antonio Marino  
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFPR

\_\_\_\_\_  
Profª. Drª. Renata Sá Brito Stramandinoli  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

\_\_\_\_\_  
Prof. MSc. Wilson Gorges  
Departamento de Engenharia Civil, PUC-PR

Curitiba, 20 de abril de 2010

**MÁRIO KOJI TAGUCHI**

**AVALIAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS ALVENARIAS  
DE VEDAÇÃO NAS EDIFICAÇÕES**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção ao título de Mestre pelo Programa de Pós Graduação em Construção Civil, do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná

Área de Concentração:  
Ambiente Construído

**Orientador:** Prof. Dr. Mauro Lacerda Santos Filho, Ph. D.

**CURITIBA**

**2010**

***Dedico este trabalho à  
Sra. Sumié K. Taguchi, minha mãe,  
pelo incentivo, pela compreensão  
de minhas ausências e  
também pela alegria  
das vitórias.***

## **Agradecimentos**

*Agradeço à Deus pela vida e pelos caminhos que  
tenho trilhado,*

*... ao meu pai ( "in memoriam "), onde quer que este-  
ja tem me protegido,*

*... as minhas irmãs e suas famílias pela torcida,*

*... aos meus filhos Igor, Alissa e sua mãe Rosemara,*

*... à minha filha Melissa e sua mãe Marileide,*

*... especiais ao meu orientador prof. Dr. Mauro La-  
cerda Santos Filho por compartilhar seus enormes  
conhecimentos, pelo incentivo e entusiasmo na ela-  
boração deste trabalho,*

*... a Lindaura e Ziza, secretárias, pelos seus inesti-  
máveis préstimos,*

*... aos colegas e professores do PPGC pelo compa-  
nheirismo e luta conjunta nesta jornada,*

*... à todos aqueles que direta ou indiretamente cola-  
boraram nesta jornada.*

## RESUMO

Este trabalho propõe um modelo de avaliação qualitativa das condições patológicas dos elementos de vedações verticais, executadas em blocos cerâmicos nas edificações, através de parâmetros de desempenho. O objetivo é desenvolver e propor uma ferramenta de auxílio na tomada de decisões entre as várias opções de patologias existentes, para escolher os métodos de reparo disponíveis. O estudo inicia-se com a revisão bibliográfica dos materiais cerâmicos empregados nas alvenarias de vedação e as principais manifestações patológicas e suas origens nas alvenarias de vedação e as profissionais qualificados. Sua eficiência é comprovada através da aplicação em estudos de casos, onde é avaliado o desempenho de vários painéis de vedação. Para patologias e severidades semelhantes as avaliações e procedimentos de intervenção tendem a serem próximas.

**Palavra-Chave:** alvenaria de tijolos, avaliação de desempenho, patologias, vedação.

## **ABSTRACT**

This work proposes a model for the evaluation of pathological conditions of the qualitative elements of vertical wall of ceramic bricks in the buildings through performance parameters. The goal is to provide a tool to aid in decision-making among the various options available. The study begins with a literature review of the ceramic materials employed in the masonry wall and the main pathological manifestations and their origins on the walls and the consequences that these entail. Here it is proposed the method of qualitative assessment of pathologies. The basis of assessment is through visual procedure done by qualified professionals. Their efficiency can be established by applying case studies, which assesses the performance of various panels of walls. For pathologies and severity similar assessments and intervention procedures tend to be close.

**Keyword:** brick masonry, performance evaluation, masonry pathology, walls.



## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Lei da evolução dos custos .....	17
<b>Figura 2</b> - Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação .....	20
<b>Figura 3</b> - Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal .....	20
<b>Figura 4</b> - Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical .....	21
<b>Figura 5</b> - Tijolos cerâmicos maciços .....	23
<b>Figura 6</b> - Método convencional-revestimento de paredes .....	25
<b>Figura 7</b> - Camadas constituintes do revestimento .....	26
<b>Figura 8</b> - Principais tipos de fissuras ou trincas encontradas em uma edificação .....	31
<b>Figura 9</b> - Tipos de umidade.....	42
<b>Figura 10</b> - Destacamento de revestimentos cerâmicos .....	43
<b>Figura 11</b> - Manchas provocadas por micro-organismos .....	46
<b>Figura 12</b> - Parede-1 .....	64
<b>Figura 13</b> - Parede-2 .....	65
<b>Figura 14</b> - Parede-3 .....	65
<b>Figura 15</b> - Parede-4 .....	66
<b>Figura 16</b> - Gráfico da performance das paredes antes dos reparo .....	69
<b>Figura 17</b> - Gráfico da performance das paredes após reparos .....	73
<b>Figura 18</b> - Gráfico comparativo entre a performace referência, antes e depois dos reparos .....	74

## LISTAS DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Resumo dos fatores .....	67
<b>Tabela 2</b> - Resultados .....	68
<b>Tabela 3</b> - Resumo dos fatores após reparos .....	72
<b>Tabela 4</b> - Resultados após reparos .....	72

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação .....	22
<b>Quadro 2</b> - Dimensões nominais dos tijolos maciços .....	23
<b>Quadro 3</b> - Principais patologias de revestimentos e vedações verticais e seus fatores intervenientes .....	28
<b>Quadro 4</b> - Configurações típicas de fissuras por sobrecargas .....	33
<b>Quadro 5</b> - Configurações típicas de fissuras térmicas .....	34
<b>Quadro 6</b> - Configuração típica de fissuras por retração-expansão .....	35
<b>Quadro 7</b> - Configurações típicas das fissuras devido deformações .....	36
<b>Quadro 8</b> - Configurações típicas das fissuras devido recalque das fundações .....	37
<b>Quadro 9</b> - Configurações típicas das fissura devida as reações químicas e detalhes construtivo .....	38
<b>Quadro 10</b> - Causas das infiltrações nas alvenarias .....	40
<b>Quadro 11</b> - Classe de severidade .....	60
<b>Quadro 12</b> - Grau de danos .....	60
<b>Quadro 13</b> - Extensão dos danos .....	61
<b>Quadro 14</b> - Urgência de intervenção .....	61
<b>Quadro 15</b> - Classe de deterioração .....	63

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 GENERALIDADES .....	12
1.2 PROBLEMA .....	13
1.3 OBJETIVO DO TRABALHO .....	13
1.4 JUSTIFICATIVA .....	14
1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1 A PATOLOGIA E SUAS CONSEQUENCIAS .....	16
2.2 MATERIAIS CERÂMICOS PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO .....	19
<b>2.2.1 Generalidades</b> .....	19
<b>2.2.2 Blocos cerâmicos</b> .....	19
<b>2.2.3 Tijolos cerâmicos</b> .....	22
<b>2.2.4 Formas e dimensões nominais</b> .....	23
2.3 ALVENARIAS .....	23
2.4 REVESTIMENTOS .....	24
<b>2.4.1 Estrutura dos revestimentos</b> .....	24
<b>2.4.2 Estrutura dos revestimentos executados pelo método convencional</b>	25
2.5 PRINCIPAIS PATOLOGIAS DOS REVESTIMENTOS .....	27
2.6 CARACTERIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS ESCOLHIDAS .....	29
<b>2.6.1 Fissuras, trincas e rachaduras</b> .....	29
2.6.1.1 Classificação das fissuras .....	30
2.6.1.2 Classificação das fissuras segundo a abertura .....	30
<b>2.6.2 Umidades</b> .....	38
2.6.2.1 Infiltração de água .....	38
2.6.2.2 Infiltração pelos componentes da alvenaria .....	39

2.6.2.3 Infiltração pelas juntas de assentamento .....	39
2.6.2.4 Infiltrações relacionadas a outros fatores .....	40
<b>2.6.3 Destacamento ou descolamento .....</b>	<b>43</b>
<b>2.6.4 Manchas .....</b>	<b>44</b>
2.6.4.1 Eflorescências .....	44
2.6.4.2 Microorganismos .....	45
<b>3 MANUTENÇÃO .....</b>	<b>47</b>
3.1 MANUTENÇÃO PREDIAL .....	47
<b>4 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS .....</b>	<b>49</b>
4.1 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CAMPO .....	49
4.2 DETECÇÃO DE DANOS .....	50
4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA OBSERVAÇÃO VISUAL .....	51
4.4 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO .....	53
<b>5 MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>55</b>
5.1 CONTEXTO DOS CAPÍTULOS .....	55
5.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	55
5.3 METODOLOGIA DE PESQUISA .....	55
5.4 SEVERIDADE OU NÍVEL DE GRAVIDADE DOS DANOS .....	56
5.5 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	56
<b>6 MÉTODO PROPOSTO .....</b>	<b>58</b>
6.1 ÍNDICE DE PERFORMANCE DO ELEMENTO .....	58
6.2 ÍNDICE DE PERFORMANCE GLOBAL OU DO CONJUNTO .....	62
<b>7 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>64</b>
7.1 CARACTERIZAÇÃO DOS DANOS .....	64
<b>8 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
<b>9 INTERVENÇÕES ADOTADAS E RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS REPAROS .....</b>	<b>71</b>
<b>10 CONCLUSÕES .....</b>	<b>75</b>
<b>11 CONSIDERAÇÕES DO MÉTODO PROPOSTO .....</b>	<b>76</b>

<b>12 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 GENERALIDADES

No Brasil, segundo Teixeira(1990), muitos componentes são disponíveis para execução de vedações verticais das edificações, entre eles podem-se citar tijolos cerâmicos e blocos de concreto (blocos vazados de concreto ou concreto celular), blocos de gesso, divisórias e painéis, e gesso acartonado. Conforme o observado na prática construtiva os tijolos cerâmicos furados e blocos de concreto são os mais utilizados assim como os revestimentos argamassados.

Da mesma forma pode se citar que são também bastante empregados as alvenarias em blocos de barro queimado (tijolos), com regularização (emboço) em argamassa inorgânica e posterior acabamento em pintura, textura ou cerâmica.

Os elementos de vedações fazem parte de um ambiente onde convivem com outros elementos constituintes da edificação tais como o arcabouço estrutural, micro-clima, propriedades físicas e químicas inerentes a cada material. Além da forma de execução da edificação onde a qualidade dos materiais, mão-de-obra e tempo de execução fazem parte do contexto construtivo.

Este complexo ambiente possibilita o aparecimento de patologias nestes elementos, muitas vezes de difícil definição de suas origens, pois, os fatores patológicos não são isolados, mas sofrem a influência de vários fatores.

As manifestações patológicas são também responsáveis por uma parcela importante da manutenção, de modo que grande parte das intervenções de manutenção nas edificações poderia ser evitada se houvesse um melhor detalhamento do projeto e da escolha apropriada dos materiais e componentes da construção (COSTA JUNIOR, 2001).

A importância do estudo da Patologia das Construções está, em primeiro lugar, na necessidade de divulgação das manifestações patológicas mais incidentes, em segundo lugar, no conhecimento da evolução dos problemas - quanto antes detectadas menor o custo para reparo dos elementos danificados (STEEN, 1991, apud ANDRADE,1997). Além disso, tal estudo pode fornecer subsídios para prevenção, através de controle de qualidade mais apurado de pontos específicos, e ainda subsidiar a revisão das normas, condicionar novos métodos construtivos e subsidiar as correções de forma a otimizar os custos de reparação (DAL MOLIN, 1988).

## 1.2 O PROBLEMA

Dentro do escopo deste trabalho busca-se refletir sobre o porque de conhecer as condições das edificações e de seus elementos. Existem algumas poucas respostas que podem ser citadas de forma mais concisa:

- proceder a manutenção de forma simples, baixo custo e com poucas demolições antes que ocorram graves deteriorações necessitando de reparos mais complexos, maiores custos e maiores processos de recuperação,
- obter uma visão geral das condições da edificação quanto a deterioração,
- obter informações da edificação quanto a durabilidade dos materiais e seus componentes para melhoramento do sistema de manutenções futuras.

O problema de se avaliar a performance de uma edificação, ou de grupos delas, acaba por abrir outra questão, a qual implica em como se avaliar de uma maneira padronizada as edificações?

## 1.3 OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é obter uma resposta para o problema propondo um método qualitativo de avaliação das condições de degradação patológica das alvenarias de vedação constituintes de uma edificação, através de uma padronização na avaliação de sua performance, a fim de fornecer aos profissionais de engenharia e arquitetura um instrumento de avaliação da degradação dos painéis em parte ou de forma global.



#### 1.4 JUSTIFICATIVA

A falta de normas para que os diversos profissionais de engenharia e arquitetura possam elaborar avaliações das degradações de painéis de alvenaria e consigam atingir resultados coerentes justifica-se uma proposta de método de padronização na avaliação do grau de deterioração dos elementos constituintes da edificação para tomadas de decisões quanto aos procedimentos de reparos, priorização, época, avaliação de custos, prazo e obtenção de recursos.

#### 1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho visa propor um método de qualificação patológica de um elemento de alvenaria e/ou de seu conjunto como parte da edificação, não tendo como escopo a determinação das origens das patologias.

Neste trabalho de proposição optou-se por pesquisar as influências das patologias mais freqüentes em alvenarias, quais sejam:

- fissura/trincas (mapeadas e/ou localizadas);
- umidade;
- destacamento ou descolamento de revestimento/acabamento;
- manchas (carbonatação, eflorescência, micro-organismos).

#### 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O método proposto foi desenvolvido obedecendo uma sequência de etapas de forma a atingir o objetivo.

Inicialmente fez-se uma análise dos problemas das patologias nas alvenarias de vedação das edificações e suas conseqüências, através de uma revisão bibliográfica, utilizando como diretriz a experiência profissional e questionamentos apresentados durante os estudos de casos.

Em seguida aponta o problema da não existência de uma norma ou padronização na avaliação das patologias, o que dificulta o entendimento das grandezas das patologias existentes em uma construção, quando comparadas com outras edificações.

A revisão bibliográfica faz um estudo dos materiais cerâmicos empregados, das patologias mais comuns em painéis de vedação e suas conseqüências, formas de manutenção e reparos, e finalmente a proposta do método de avaliação através do Índice de Performance.

Para a validação do método proposto foi realizada a avaliação do estudo de caso de quatro painéis de alvenaria de vedação vertical e posteriormente feita a análise de resultados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A PATOLOGIA E SUAS CONSEQUÊNCIAS

A ocorrência dos problemas patológicos nas edificações ocasiona uma redução de sua vida útil, que está diretamente relacionada com o desempenho dos materiais ou componentes da edificação.

No texto de Souza e Rieper (1998), tanto os custos como as dificuldades técnicas para a recuperação de falhas que se originam na fase de concepção e projeto, aumentam conforme a estrutura vai sendo construída. Assim, após a obra pronta, a falha surgida na etapa de concepção, encarecerá muito mais a construção, do que um erro que possa aparecer na fase de utilização, no final do processo.

Os problemas patológicos apresentam manifestações externas características, a partir da qual pode-se deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como pode-se estimar suas prováveis consequências. Esses problemas são evolutivos e tendem a agravar-se com o passar do tempo (HELENE, 1992).

Os problemas patológicos só se manifestam após o início da execução propriamente dita, a última etapa da fase de produção. Em relação a recuperação dos problemas patológicos, segundo Helene (1992) "as correções serão mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis de executar e muito mais baratas quanto mais cedo forem executadas". Estas seguem a "lei de Sitter", que mostra os custos crescendo segundo uma progressão geométrica, conforme apresentado na Figura 1.

Mas devemos alertar, que em geral, os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo, além de acarretarem outros problemas associados ao inicial.(ZAPLA, 2009)

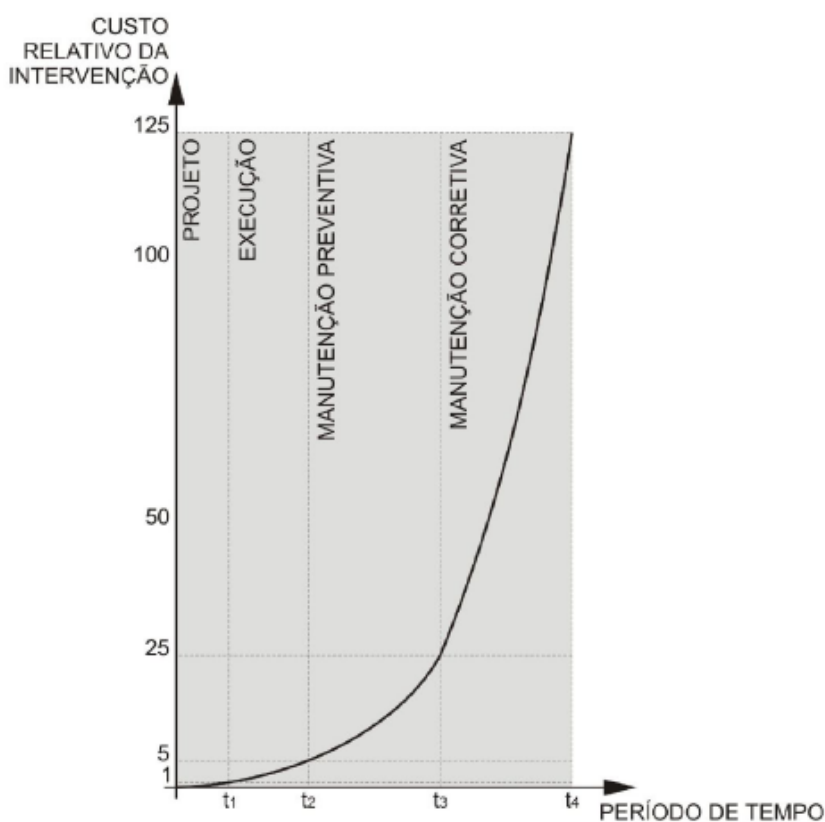
Pode-se afirmar que as correções serão mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis de executar e muito mais baratas quanto mais cedo forem executadas.

Dividindo as etapas construtivas e de uso em quatro períodos correspondentes ao projeto, à execução propriamente dita, à manutenção preventiva efetuada an-

tes dos primeiros três anos e à manutenção corretiva efetuada após surgimento dos problemas, a cada uma corresponderá um custo que segue uma progressão geométrica de razão cinco (5).

Segundo SITTER, colaborador do CEB – Comitê Euro-international du Béton – formulador dessa lei de custos amplamente citada em bibliografias específicas da área, “adiar uma intervenção significa aumentar os custos diretos em progressão geométrica de razão 5”, o que torna ainda mais atual o conhecido ditado popular “não deixes para amanhã o que se pode fazer hoje”, por cinco vezes menos. É extremamente importante que a fase de concepção, pré-análise e projeto sejam bem pensados, para que sejam evitados futuros danos.

A Figura 1 mostra o aumento exponencial do custo de intervenção em relação ao tempo de tomada de decisão solução do problema, que pode ser solucionado na fase de projeto (melhor situação) onde considera-se custo um. Nesta fase pode-se definir algumas medidas vitais para aumentar a proteção e a durabilidade da alvenaria.



**Figura 1** - Lei de evolução de custos (Sitter, 1984)  
FONTE: CEB apud HELENE (1992)

No gráfico da figura 1, o eixo X relaciona os períodos de tempos, enquanto o eixo Y representa os custos diretos. Os tempos t1 (projeto), t2 (execução), t3 (manutenção preventiva) e t4 (manutenção corretiva), representam as várias fases de uma obra.

Quanto mais tarde uma correção é feita, maior o custo. Demonstra-se assim a importância da percepção dos problemas na fase de projeto (HACKBARTH, 2006).

Toda decisão tomada durante a fase de execução implica num custo cinco vezes superior ao custo que teria sido acarretado se esta medida tivesse sido tomada na fase de projeto.

No caso de manutenção preventiva acarretará a um valor vinte e cinco vezes superior ao valor se a decisão fosse de projeto, para o mesmo grau de qualidade e proteção. Já a manutenção corretiva representa um valor de cento e vinte e cinco vezes se problema fosse detectado na fase de projeto (HELENE, 1992).

Os custos de reparos são muito elevados, visto que muitas das manifestações patológicas poderiam ser evitadas com planejamento e investimento em projetos mais detalhados, seguindo a boa prática, com a contratação de materiais e mão-de-obra qualificada e treinamento dos trabalhadores envolvidos no processo.

Os estudos das patologias que podem ocorrer nas construções devem ser entendidos como um parâmetro relevante, na medida em que se necessita uma otimização do processo de projeto e da metodologia construtiva.

Os seguintes aspectos denotam a importância devida ao estudo das patologias envolvidas nas construções:

- a evolução da tecnologia dos materiais de construção e das técnicas de projeto e execução;
- a conjuntura sócio-econômica de países em desenvolvimento, com obras conduzidas com rapidez, porém com pouco rigor no controle de qualidade;
- a ausência de uma mentalidade voltada à manutenção ou prevenção (custo inicial e custo final);
- a ausência de uma catalogação dos registros decorrentes do não acompanhamento em obra dos projetistas e construtores;
- normalização insuficiente.

## 2.2 MATERIAIS CERÂMICOS PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

### 2.2.1 Generalidades

Utilizados pelo homem desde 4.000 AC, os materiais cerâmicos destacam-se pela sua durabilidade e pela facilidade da sua fabricação, dada a abundância da matéria-prima que o origina, a argila.

Os blocos cerâmicos, ou tijolos, como são popularmente conhecidos, são um dos componentes básicos de qualquer construção de alvenaria, seja ela de vedação ou estrutural.

Os tijolos são produzidos a partir da argila, geralmente sob a forma de paralelepípedo, possuem coloração avermelhada e apresentam canais/furos ao longo de seu comprimento.

Os blocos de vedação são aqueles destinados à execução de paredes que suportarão o peso próprio e pequenas cargas de ocupação (armários, pias, lavatórios) e geralmente são utilizados com os furos na posição horizontal. (INMETRO, 2009)

### 2.2.2 Blocos cerâmicos

Segundo a NBR 15270-1/2005 " blocos " são componentes de alvenaria que possuem furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que o contém.

Os blocos cerâmicos para vedação constituem as alvenarias externas ou internas que não têm a função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

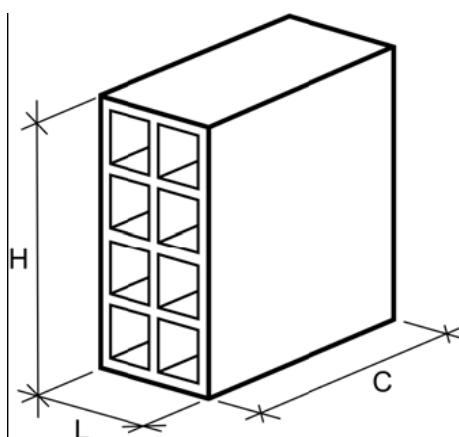
É fabricado basicamente com argila, conformado por extrusão e queimado a uma temperatura que permita ao produto final atender as condições determinadas em norma". A figura 2 apresenta os diversos tipos de blocos cerâmicos para vedação vertical.



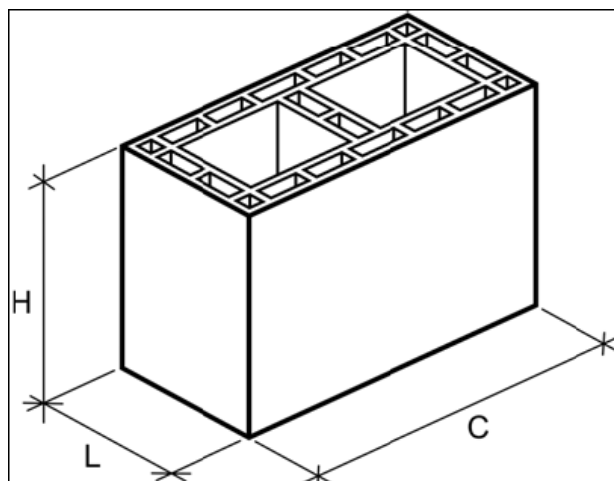
**Figura 2** - Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação  
FONTE: Cerâmica União (2009)

O bloco cerâmico de vedação deve ser fabricado por conformação plástica de matéria - prima argilosa contendo ou não aditivos, queimado a elevadas temperaturas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

As figuras 3 e 4 e o quadro 1, apresentam as dimensões normalizadas pela NBR 15270 (2005) para os blocos de tijolos queimados.



**Figura 3** - Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal  
FONTE: NBR 15270 (2005)



**Figura 4** - Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical  
 FONTE: NBR 15270 (2005)

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M		11,5	11,5	24
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	14		24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M	19		19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M			39	19

**Quadro 1** - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação (cont.)  
 FONTE: NBR 15270 (2005)



Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(3/2) M x (2) M x (2) M	14	19	19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M			29	14
(2) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19

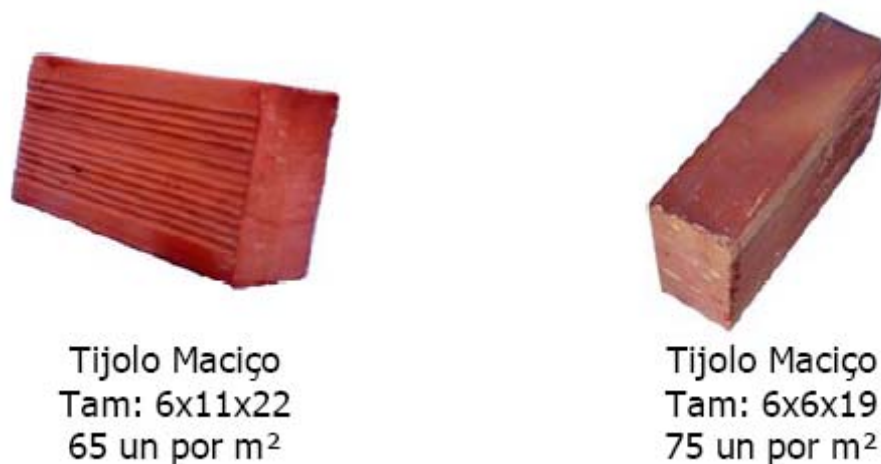
NOTA Os blocos com largura de 6,5 cm e altura de 19 cm serão admitidos excepcionalmente, somente em funções secundárias (como em "shafts" ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico

**Quadro 1** - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação (final)  
FONTE: NBR 15270 (2005)

### 2.2.3 Tijolos cerâmicos maciços

Segundo a NBR 7170/1993, "tijolo maciço é aquele que possui todas as faces plenas de material, podendo apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área". (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993)

Segundo a NBR 7170/1993 "o tijolo maciço cerâmico, figura 5, é fabricado com argila, conformado por extrusão ou prensagem, queimado à temperatura que permita ao produto final atender às condições determinadas em Normas". (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993)



**Figura 5** - Tijolos cerâmicos maciços  
 FONTE: Cerâmica União (2009)

#### 2.2.4 Formas e dimensões nominais

Os tijolos comuns devem possuir a forma de um paralelepípedo-retângulo, sendo suas dimensões nominais as recomendadas no quadro 2, conforme a NBR 7170 (1993).

Comprimento	Largura	Altura
190	90	57
190	90	90

**Quadro 2** – Dimensões nominais dos tijolos maciços  
 FONTE: NBR 7170 (1993)

### 2.3 ALVENARIA

Para Sabatini (1984), a alvenaria caracteriza-se por ser um subsistema da construção produzido no canteiro, resultante da união de seus componentes (tijolos ou blocos) através de juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso (SABBATINI, 1984).

As paredes de alvenaria constituem um dos subsistemas mais importantes presentes nos edifícios, particularmente as paredes exteriores que, separando o ambiente interior do exterior, são decisivas para o desempenho dos edifícios. Apesar

desta inegável importância, as paredes exteriores, de um modo geral, são objeto de poucos cuidados (PEREIRA, 2005).

São chamados componentes da alvenaria os tijolos ou blocos utilizados em sua execução. Os componentes da alvenaria são elementos de tamanho e peso manuseáveis, e geometria regular. As juntas de argamassa são constituídas pela argamassa de assentamento aplicada em estado plástico que, após o endurecimento e cura, apresenta forma definida e função de solidarização dos componentes (SABBATINI, 1984).

Para cumprir esta função deverá atuar sempre como freio, barreira e filtro seletivo, controlando uma série de ações e movimentos complexos quase sempre muito heterogêneos (NASCIMENTO, 2004).

Ainda segundo Nascimento (2004), as principais propriedades das alvenarias são:

- Resistência à umidade e aos movimentos térmicos;
- Resistência à pressão do vento;
- Isolamento térmico e acústico;
- Resistência às infiltrações de água pluvial;
- Controle da migração de vapor de água e regulação da condensação;
- Base ou substrato para revestimentos em geral;
- Segurança para usuários e ocupantes;
- Adequar e dividir ambientes.

## 2.4 REVESTIMENTOS

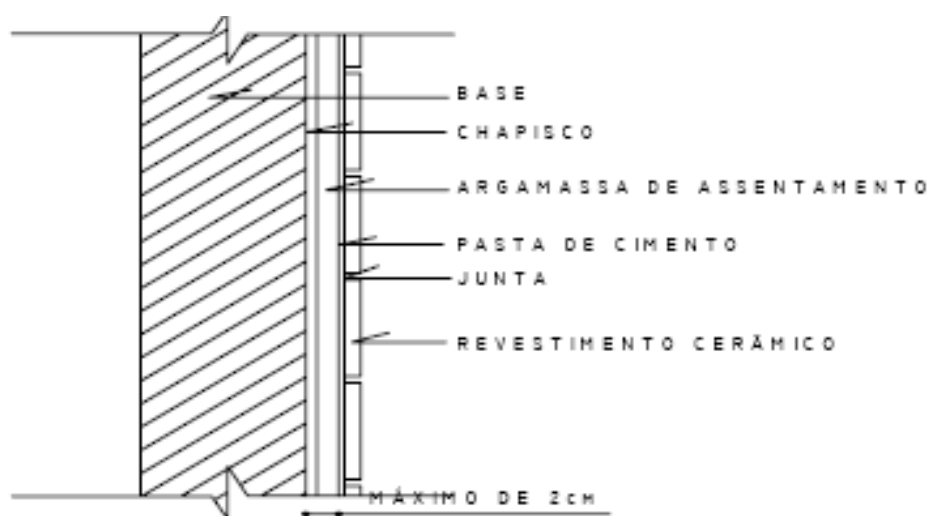
### 2.4.1 Estruturas dos Revestimentos

Os revestimentos de um modo geral são sempre constituídos de diversas camadas de materiais diferentes, ligadas entre si. Como estão intimamente ligadas, qualquer deformação em uma dessas camadas resultará no aparecimento de tensões em todo o conjunto. Tais tensões dependem da espessura, do módulo de elasticidade e, enfim, de todas as características físicas próprias de cada camada.

As deformações a que nos referimos podem ser de causas endógenas como, por exemplo, a retração do concreto e das argamassas e a dilatação higroscópica dos revestimentos cerâmicos, ou causadas por esforços externos (BAUER, 1994).

#### 2.4.2 Estrutura de revestimento executado pelo método convencional

Há diversas possibilidades de construir as camadas, mas de um modo genérico estão presentes as seguintes camadas indicadas na figura 6:



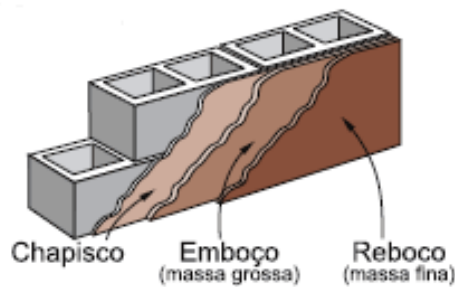
**Figura 6** – Método convencional de revestimento de paredes  
 FONTE – Bauer (1994)

a) Base: Constituída por elementos de alvenaria como: alvenaria de tijolos maciços, de tijolos furados, de blocos de concreto, de blocos de concreto leve, de blocos sílico-calcário e concreto.

b) Revestimento: Na construção civil, o revestimento é a camada externa que cobre a alvenaria para dar-lhe acabamento e aspecto visual agradável.

Mais recentemente, os revestimentos exteriores dos edifícios têm sido objeto de grandes inovações.

O revestimento de uma parede, figura 7, é constituído por três camadas (chapisco, emboço e reboco).



**Figura 7** - Camadas constituintes do revestimento  
 FONTE: ABCP (2009)

O chapisco é necessário para promover a aderência do emboço, evitando que o mesmo se solte.

O chapisco é composto de argamassa de cimento e areia grossa no traço em volume de 1:3 e projetado sobre a superfície da base. O acabamento é extremamente áspero e irregular, criando ancoragens mecânicas para aderência da camada seguinte.

Quanto maior for o contato das argamassas com o substrato de superfície rugosa, melhor será a ancoragem, e portanto, uma boa resistência de aderência.

O emboço é a camada de revestimento em argamassa com a função de regularizar a base, propiciando uma superfície que permita receber uma camada de reboco ou de revestimento decorativo (textura, argamassa decorativa, cerâmicas, pintura, etc) e a proteção da edificação, evitando a penetração de agentes agressivos.

Normalmente constituído de uma mistura de areia, cimento e cal ou saibro, o emboço atua como base para a aplicação do reboco, devendo promover a boa ancoragem com ele e possuir uniformidade de absorção para que haja boa aderência entre as duas camadas.

Dependendo do tipo de acabamento especificado em projeto, o emboço pode se constituir na única camada de revestimento, denominado emboço paulista.

O emboço servirá de base para assentamentos de azulejos e de cerâmicas, como acabamento de revestimento das paredes, após completa aderência de argamassa das alvenarias e chapisco.

O reboco é a camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final. Tem pequena espessura, sendo uma camada fina

que serve para preparar a superfície para receber o acabamento final, lixamento, tinta base e pintura.

O reboco dá proteção externa às paredes, sejam elas de que material forem – tijolo comum, tijolo furado, bloco de concreto, etc – evitando infiltrações da chuva que porventura possam vir a prejudicar a vida útil do material e o aparecimento de mofo por exemplo.

O reboco, ou emboço como preferem alguns, é o revestimento que irá determinar o acabamento de uma obra.

As argamassas são destinadas a proteger as paredes contra a umidade externa ou preparar superfícies internas para receber a pintura ou os revestimentos.

## 2.5 PRINCIPAIS PATOLOGIAS DOS REVESTIMENTOS

Segundo Ceotto (et al, 2005), as principais patologias observadas nos revestimentos externos, também aplicáveis as internas, são:

- Aparecimento de fissuras e trincas;
- Umidade ascensional;
- Descolamento do revestimento;
- Alteração precoce no aspecto original do material, como, por exemplo, a perda da coloração, baixo desempenho e a baixa durabilidade dos materiais empregados .

Tendo como foco as principais patologias de revestimentos e vedações verticais, se tem os principais fatores no Quadro 3.

Patologia	Fatores intervenientes
Infiltração	Revestimentos de argamassa: porosidade do reboco, execução de juntas, utilização de saibro. Alvenaria de vedação: falta ou deficiência de impermeabilização (ascensão capilar), problemas de drenagem.
Descolamento do revestimento	Revestimentos de argamassa: hidratação da cal, grande quantidade de cimento e cal na argamassa, espessura da camada de argamassa (reboco), tipo de superfície da base (rugosidade), ausência de camada de chapisco, excesso de finos no agregado.
Desprendimento de cerâmica	Revestimento cerâmico: tipo de argamassa, espessura da camada de argamassa, característica da base, movimentações estruturais, dilatação térmica, tempo para início de assentamento, ausência de juntas, qualidade da cerâmica.
Bolor	Revestimento de argamassa e alvenaria de vedação: materiais utilizados (agregados, aglomerantes), umidade, ventilação, traço da argamassa, local de exposição, umidade.
Desplacamento do revestimento de argamassa	Revestimento cerâmico: aderência à base, espessura do revestimento, materiais utilizados, falta de chapisco.

**Quadro 3** - Principais patologias de revestimentos, vedações verticais e seus fatores intervenientes  
 FONTE: (CINCOTTO, 1989; CINCOTTO *et al*, 1995; VERÇOZA, 1989; COZZA, 1996).

Se em qualquer uma das inspeções executadas forem observadas anomalias não previstas, devem ser realizadas manutenções corretivas, levando-se em conta as causas geradoras (CEOTTO *et al*, 2005).

Os fatores que podem estar diretamente correlacionados com patologias de revestimentos de argamassas são de uma forma geral (BAUER, 1991a; BAUER, 1991b; BAUER, 1991c):

- Existência de cal livre,
- Instabilidade de volume (presença de óxido de magnésio),
- Cales sem atender aos requisitos mínimos normalizados,
- Presença de argilo-minerais expansivos,
- Molhagem deficiente da base,
- Hidratação do cimento, temperatura,
- Espessura de argamassa,
- Emboço sem a aplicação anterior do chapisco, cura do emboço e/ou reboco, ausência de vergas e contra-vergas .

- Qualidade dos blocos: dimensões incorretas, falhas na porosidade e acabamento superficial;
- Argamassa de assentamento: consumo de aglomerantes, retenção de água e retração;
- Alvenarias: geometria do edifício, esbeltez,
- Eventual presença de armaduras, existência de paredes de contra-ventamento;
- Recalques diferenciais em fundações;
- Movimentações higroscópicas e térmicas.

## 2.6 CARACTERIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS ESCOLHIDAS DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO E SEUS REVESTIMENTOS

### 2.6.1 Fissuras, trincas e rachaduras

As fissuras ocupam o primeiro lugar na sintomatologia das alvenarias de vedações. A identificação das fissuras e de suas causas é de vital importância para a definição do tratamento adequado para a recuperação da alvenaria.

A configuração da fissura, abertura, espaçamento e, se possível, a época de ocorrência (após anos, semanas, ou mesmo algumas horas da execução), podem servir como elementos para diagnosticar sua origem.

Considerando-se as diferentes propriedades mecânicas e elásticas dos constituintes da alvenaria, e em função das solicitações atuantes, as fissuras poderão ocorrer nas juntas de assentamento (argamassa de assentamento vertical ou horizontal) ou seccionar os componentes da alvenaria (blocos vazados de concreto).

A fissura, de uma forma geral, é uma patologia importante devido a três aspectos:

- O aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura;
- Comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica, entre outros); e
- Constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre os usuários (THOMAZ, 1989; ACI 224, 1998).



A norma brasileira cita sobre a determinação da velocidade de propagação de onda ultra sônica em concreto endurecido, NBR 8802 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994b) a seguinte distinção entre fissura e trinca:

- a) fissura é a ruptura ocorrida no material sob ações mecânicas ou físico-químicas com até 0,5 mm de abertura;
- b) trinca é a ruptura ocorrida acima de 0,5 mm.

A aplicação destas terminologias é indicada para o concreto armado, podendo ser utilizada também para alvenarias.

Neste trabalho o termo fissura é empregado sem distinção entre fissuras, trincas ou rachaduras, mesmo que possam ser encontradas estas terminologias.

#### 2.6.1.1 Classificação das fissuras

As fissuras em paredes de alvenaria podem ser classificadas segundo diferentes critérios: a abertura, a atividade, a forma, as causas, a direção, as tensões envolvidas, o tipo, entre outras.

#### 2.6.1.2 Classificação das fissuras segundo a abertura

Segundo Bidwell (1977, apud DUARTE, 1998), as fissuras podem classificar-se, segundo sua abertura, em:

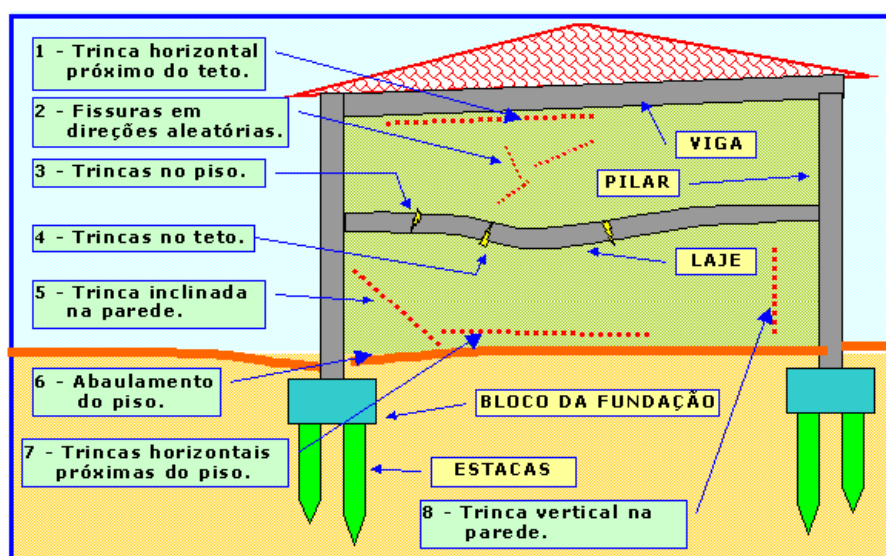
- a) finas: fissuras com menos de 1,5 mm de abertura espessura;
- b) médias: aberturas entre 1,5 mm e 10,0 mm;
- c) largas: superiores a 10,0 mm.

Duarte (1998) cita que outros autores propõem diferentes escalas, também segundo sua abertura, tais como: negligenciáveis, muito leves, leves, moderadas, severas, extensivas e muito extensivas. Além disto, fissuras com aberturas inferiores à 0,1 mm são chamadas capilares e consideradas insignificantes, não causando prejuízos à durabilidade das edificações.

As fissuras em alvenarias podem pronunciar-se de diferentes formas. Sendo ortogonais à direção dos esforços de tração atuantes, manifestam-se em paredes de alvenaria sob forma de fissuras de direção predominantemente vertical, horizontal ou inclinada (ELDRIDGE, 1982).

Consideram-se fissuras que podem provocar patologias aquelas que são visíveis a olho nu, quando observadas a uma distância maior que um metro, ou aquelas que, independentemente da sua abertura, estejam provocando penetração de umidade para dentro das edificações (CEOTTO et al, 2005).

As fissuras e trincas, em geral, são ocorrências muito comuns em edificações e suas localizações mais freqüentes estão representadas na figura 8.

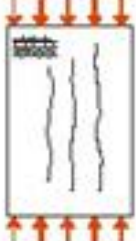

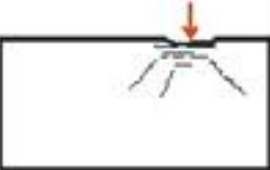
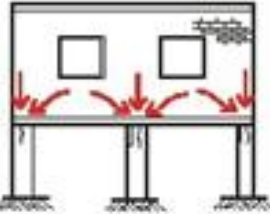
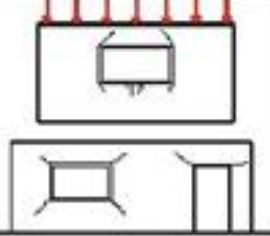


**Figura 8** - Principais tipos de fissuras ou trincas encontradas em uma edificação  
 FONTE: Ebatanaw (2001)

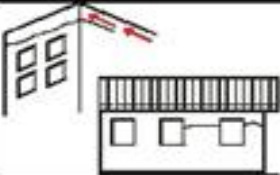


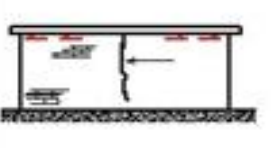


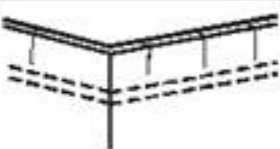

- Trinca horizontal: o adensamento da argamassa de assentamento dos tijolos ou blocos, falta de amarração da parede com a viga superior, retração das lajes ou ainda dilatação térmica de laje de cobertura (alvenaria estrutural); encunhamento precoce da alvenaria, falta de amarração da parede com a viga superior ou retração das lajes (fissuras próximas do teto); recalque da base; ascensão capilar por causa da deficiência ou falta de impermeabilização da base (fissuras horizontais próximas do piso) ou ainda a expansão da argamassa de assentamento;

- Fissuras nas paredes em direções aleatórias: podem ser devido à falta de aderência da pintura, retração da argamassa de revestimento, retração da alvenaria ou falta de aderência da argamassa à parede;
- Trincas inclinadas nas paredes são sintomas de recalques de fundações; fissuras inclinadas que se iniciavam nos cantos das portas e janelas, que além de recalque podem ser ocasionadas por ausência de vergas ou contra vergas ou por concentração de tensões (atuação de sobrecargas).
- A trinca vertical na parede é causada, geralmente pela falta de amarração da parede com algum elemento estrutural como pilar ou outra parede que nasce naquele ponto do outro lado da parede; quando a resistência à tração dos componentes é igual ou inferior à da argamassa ou por retração da alvenaria (retração da argamassa de assentamento por causa do tipo e composição química do cimento, natureza e granulometria dos agregados, dentre outros).
- No caso de fissuras horizontais, pode-se atribuir esta patologia à expansão da argamassa de assentamento. Em fissuras mapeadas, a retração da argamassa por excesso de finos de agregado, cimento como único aglomerante ou água de amassamento são também causas prováveis (CINCOTTO, 1989; CINCOTTO *et al*, 1995).

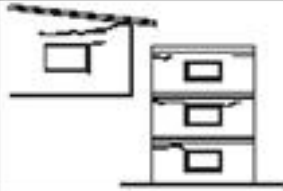
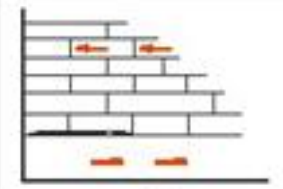


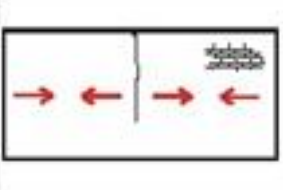
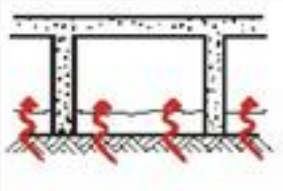

Os quadros 4 a 9 apresentam um resumo das diferentes configurações das fissuras ocorridas em alvenarias e as prováveis causas geradoras de cada uma destas tipologias (CASTRO, 2007).

4	SOBRECARGAS	Fissuras causadas por sobrecargas
4.1		Fissuras verticais induzidas por sobrecargas
4.2		Fissuras horizontais por sobrecargas
4.3		Fissuras por sobrecargas em apoios
4.4		Fissuras por sobrecargas em pilares de alvenaria
4.5		Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas


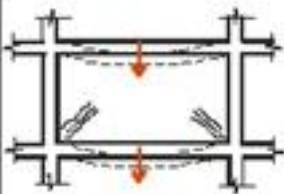
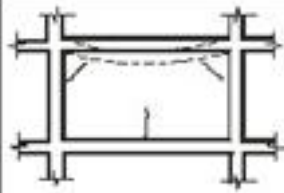
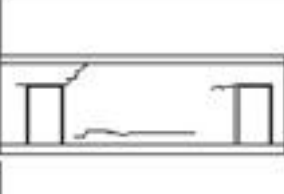
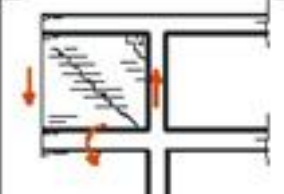

**Quadro 4** - Configurações típicas de fissuras por sobrecargas  
 FONTE: Castro (2007)

5	TERMICAS	Fissuras causadas por variações de temperatura
5.1		fissuras horizontais por movimentação térmica da laje
5.2		Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje
5.3		Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje
5.4		Fissuras verticais por movimentação térmica da laje
5.5		Fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
5.6		Fissuras de descolamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
5.7		Fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria
5.8		Fissuras de descolamento de platibanda por movimentação térmica

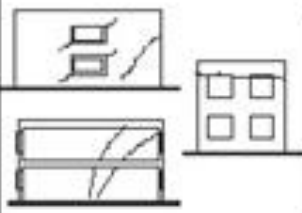
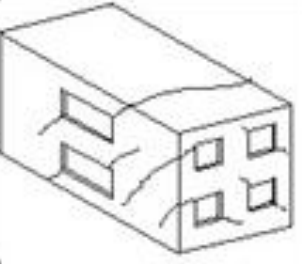
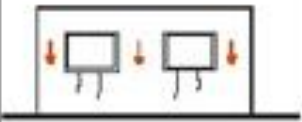
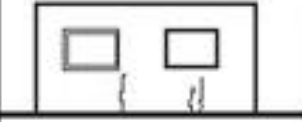
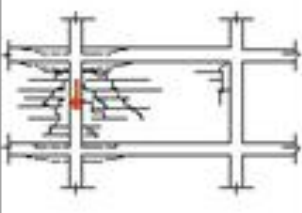
**Quadro 5** - Configurações típicas de fissuras térmicas  
 FONTE: Castro (2007)

6	RETRAÇÃO - EXPANSÃO	Fissuras causadas por retração e expansão
6.1		Fissuras horizontais em paredes por retração da laje
6.2		Fissuras na base de paredes por retração da laje
6.3		Fissuras verticais em paredes por retração da laje
6.4		Fissuras de destacamento de paredes de alvenaria por retração
6.5		Fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria
6.6		Fissuras horizontais por expansão da alvenaria
6.7		Fissuras verticais por expansão da alvenaria

**Quadro 6** – Configuração típica de fissuras por retração-expansão  
 FONTE: Castro (2007)

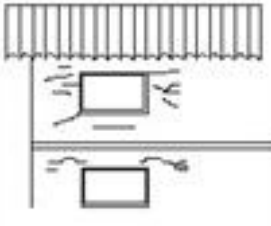
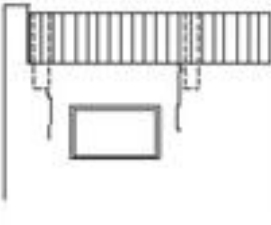

7	DEFORMAÇÕES	Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado
7.1		Fissuras em paredes por deformação do apoio
7.2		Fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior
7.3		Fissuras em paredes por deformação da viga superior
7.4		Fissuras em paredes com aberturas por deformação da estrutura
7.5		Fissuras em paredes por deformação de balanços
7.6		Fissuras horizontais em paredes por deformação da laje de cobertura

**Quadro 7** – Configurações típicas das fissuras devido deformações  
 FONTE: Castro (2007)

8	RECALQUE FUNDAÇÕES	Fissuras causadas por recalque de fundações
8.1		Fissuras por recalque de fundações segundo um eixo principal
8.2		Fissuras por recalque de fundações fora de um eixo principal
8.3		Fissuras verticais em peitoris por flexão negativa
8.4		Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações
8.5		Fissuras inclinadas em prédios estruturados

**Quadro 8** – Configurações típicas das fissuras devido recalque das fundações  
FONTE: Castro (2007)



9	REAÇÕES QUÍMICAS	Fissuras causadas por reações químicas
9.1		Fissuras horizontais por expansão da argamassa
10	DETALHES CONSTRUTIVOS	Fissuras causadas por detalhes construtivos
10.1		Fissuras por ancoragem de elementos construtivos
10.2		Fissuras por deficiência de amarração

**Quadro 9** – Configurações típicas das fissuras devidas às reações químicas e detalhes construtivos  
 FONTE: Castro (2007)

## 2.6.2 Umidade

### 2.6.2.1 Infiltrações de água

Entre as manifestações mais comuns referentes aos problemas de umidade em edificações encontram-se mancha de umidade, corrosão, bolor, fungos, algas, líquens, eflorescências, descolamentos de revestimentos, friabilidade da argamassa por dissolução de compostos com propriedades cimentíceas, fissuras e mudança de coloração dos revestimentos. Há uma série de mecanismos que podem gerar umidade nos materiais de construção, sendo os mais importantes os relacionados a seguir:

- absorção capilar de água;
- absorção de água de infiltração ou de fluxo superficial de água;
- absorção higroscópica de água;
- absorção de água por condensação capilar;
- absorção de água por condensação.

Nos fenômenos de absorção capilar e por infiltração ou fluxo superficial de água, a umidade chega aos materiais de construção na forma líquida; nos demais casos a umidade é absorvida na fase gasosa. A infiltração de água pode ser agravada pela ação combinada do vento (pressão), direção e intensidade tanto da chuva como do vento, e as condições de exposição da alvenaria. Eventuais anomalias, principalmente fissuração da parede, irão contribuir sobremaneira na gravidade das manifestações patológicas decorrentes.

#### 2.6.2.2 Infiltração pelos componentes da alvenaria

Na fase de projeto é necessário analisar os seguintes itens, visando a minimizar os efeitos advindos da penetração de umidade:

- orientação das fachadas em relação aos ventos predominantes;

Detalhes arquitetônicos e técnicos das fachadas e muros, tais como frisos, pingadeiras, rufos e contra-rufos, beirais, platibandas, tipo de cobertura e respectivos detalhes, juntas de movimentação ou de controle em paredes muros externos e respectivos materiais de selagem das mesmas; intensidade e duração das precipitações na região da edificação; conhecimento das propriedades dos materiais constituintes das alvenarias, quanto à higroscopicidade, porosidade e absorção d'água.

#### 2.6.2.3 Infiltração pelas juntas de assentamento

A infiltração de água pelas juntas de assentamento pode acontecer por falhas na argamassa de assentamento, na interface argamassa/bloco vazado de concreto e pela própria argamassa de assentamento. O quadro 10 mostra as diversas causas geradoras.

#### 2.6.2.4 Infiltrações relacionadas a outros fatores

Na fase de projeto devem ser adotados determinados cuidados, de modo a minimizar as infiltrações de água. As chuvas, sob pressão do vento ou não, provocam a formação de lâminas de água que irão escorrer sobre as fachadas. Portanto, para garantir a estanqueidade e minimizar a deterioração do revestimento, deverão ser adotados alguns detalhes construtivos, como pingadeiras, molduras, cimalthas, peitoris frisos, visando a dissipar concentrações de água.

<b>PRINCIPAIS CAUSAS DAS INFILTRAÇÕES EM ALVENARIAS</b>	
<b>ANOMALIAS</b>	<b>CAUSAS GERADORAS</b>
Fissuras verticais contínuas na argamassa de Assentamento; Fissuras horizontais e verticais (tipo escada); Fissuras horizontais.	Analizadas nos itens abaixo
Fissuras nas própria argamassa de assentamento	Retração hidráulica da argamassa. Argamassa excessivamente rígida. Baixa retenção de água pela argamassa
Fissura na interface argamassa de assentamento e bloco cerâmico	Deficiência na execução: espessura elevada da argamassa > 10 mm. Blocos excessivamente secos ou com contaminação. Argamassa com baixa retenção de água.
Infiltração pela argamassa	Argamassa preparada com excesso de água de amassamento (elevada porosidade e permeabilidade à água).

**Quadro 10** - Causas das infiltrações nas alvenarias  
FONTE: Bauer (1996)

Em revestimentos de argamassa, a chuva que penetra no emboço é aprisionada no seu interior, não conseguindo sair com a mesma rapidez que entrou, pois encontra barreiras na película de tinta, causando pressões nessa película com o rompimento e estufamento da pintura (ROCHA, 1996).

Segundo Araújo (2003) entre os mais graves inconvenientes que a água pode provocar nas alvenarias, está a degradação das superfícies quando essa água congela; em tais condições, aumenta o seu volume, exercendo uma forte pressão sobre a superfície dos poros, provocando a separação de partes superficiais, cada vez mais profundas, de material pétreo e de ligante. Este fenômeno torna-se particularmente ativo na presença de pedras geladas.

A permanência da umidade nas paredes produz ainda fenômenos secundários quando comparados com a degradação, mas bastante importantes no que se

refere à habitabilidade, por exemplo, a resistência à transmissão do calor reduz-se para metade, em função da quantidade de água contida, com os bem notados inconvenientes de natureza higiênica e econômica (bolors, despesas com aquecimento, etc.).

A umidade, em conjunto com outros compostos de natureza química ou orgânica existentes nas alvenarias, na atmosfera ou no subsolo, provoca a formação de manchas ou de eflorescências, as quais, a longo prazo, provocam o destacamento de materiais dos paramentos.

Danos típicos provocados pela umidade ascendente (ARAÚJO, 2003):

- Manchas na base das construções;
- Destruição dos rebocos e da argamassa de ligação, pela formação de sulfatos e pela sua conseqüente subida;
- Formação de bolors;
- Aumento da dispersão de calor proveniente do interior do edifício;
- Alvenarias das paredes mais frias onde se verificam com muita facilidade fenômenos de condensação;
- Ambiente insalubre;
- Destacamento das camadas superficiais em algumas pedras e no tijolo, por efeito da cristalização de sais.

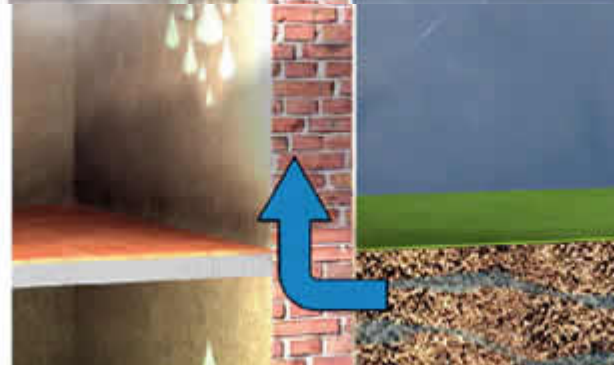
A figura 9 apresenta alguns tipos de umidade e sua forma de ocorrência de acordo com a sua localização nas alvenarias.

**1**  
UMIDADE  
DECORRENTE  
DE INTEMPÉRIES



É um tipo de infiltração decorrente da água da chuva, que penetra diretamente pela fachada e/ou cobertura do edifício, em consequência de uma impermeabilização deficiente.

**2**  
UMIDADE POR  
CONDENSAÇÃO



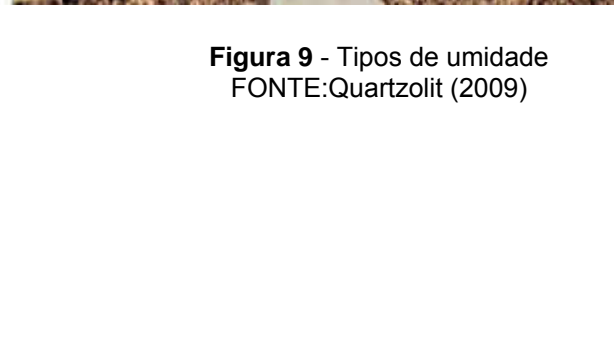
É produzida quando o vapor de água existente no interior de um local (sala, cozinha, dormitórios etc.) entra em contato com superfícies mais frias (vidros, metais, paredes etc.), formando pequenas gotas de água. Esse fenômeno normalmente acontece no inverno e favorece o crescimento de microorganismos prejudiciais para a saúde, alterando também a estética do local.

**3**  
UMIDADE  
ASCENDENTE  
POR  
CAPILARIDADE



É aquela que aparece nas áreas inferiores das paredes, que absorvem a água do solo através da fundação. A umidade por ascensão capilar pode ser permanente, quando o nível do lençol freático está muito alto ou sazonal, decorrente da variação climática.

**4**  
UMIDADE  
POR INFILTRAÇÃO



É aquela causada pela penetração direta da água no interior dos edifícios através de suas paredes. É muito freqüente esse tipo de umidade em solos que se encontram abaixo do nível do lençol freático.

**Figura 9** - Tipos de umidade  
FONTE:Quartzolit (2009)

### 2.6.3 Destacamento, descolamento ou revestimento solto

Ao se detectar este tipo de patologia, representada na figura 10, deve-se ampliar a observação na inspeção, a qual deverá ser feita cuidadosamente em toda a fachada. Deverão ser mapeadas todas as regiões que apresentarem som cavo, registrando-se em desenhos ou esquemas para facilitar a análise. Fissuras poderão ocorrer concomitantemente com esse quadro patológico.



**Figura 10** – Destacamento de revestimentos cerâmicos  
FONTE: Thomaz (1995)

É fundamental se observar em que interface ocorre esse descolamento (base/chapisco, chapisco/argamassa ou argamassa/acabamento). Nas regiões próximas do local de ocorrência dos deslocamentos deverão ser executados ensaios de resistência ao arrancamento por tração, além da verificação da presença de sais insolúveis depositados junto à superfície onde ocorreram os deslocamentos.

Nestes casos, a intervenção deverá ser promovida o mais rápido possível, eliminando-se riscos com a segurança dos moradores e dos transeuntes.

## 2.6.4 Manchas

Um dos problemas observados nas fachadas é o aparecimento de manchas e eflorescências. Estas manchas e eflorescências podem estar relacionadas aos seguintes problemas:

- infiltração de água através das falhas ou da porosidade do rejuntamento;
- lavagem da fachada com solução de ácido muriático;
- excesso de água de amassamento da argamassa;
- presença de impurezas nas areias, tais como óxidos e hidróxidos de ferro.

A identificação destas patologias (alteração no aspecto original do revestimento coloração, resistência superficial), deve-se efetuar uma inspeção visual em toda a alvenaria, observando-se alterações como descoloração e perda do brilho, manchas, descascamentos, esfrelamentos, eflorescências, gretamentos, entre outros.

### 2.6.4.1 Eflorescências

A eflorescência é a formação de depósitos salinos na superfície dos revestimentos, alvenarias, concreto, argamassas, etc., como resultado da sua exposição a água de infiltrações ou intempéries.

É considerado um dano, por alterar a aparência do elemento onde se deposita.

Há casos em que seus sais constituintes podem ser agressivos e causar degradação profunda. A modificação no aspecto visual pode ser intensa, onde há um contraste de cor entre os sais e o substrato sobre as quais se deposita, por exemplo, a formação branca do carbonato de cálcio sobre granito escuro.

Quimicamente a eflorescência é constituída principalmente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-ferrosos (cálcio e magnésio, solúveis ou parcialmente solúveis em água). Pela ação da água de chuva ou do solo estes sais são dissolvidos e migram para a superfície e a evaporação da água resulta na formação de depósitos salinos. (GRANATO, 2005)

Para a ocorrência da eflorescência devem existir, concomitantemente, três condições:

- existência de teor de sais solúveis nos materiais ou componentes;
- presença de água;
- pressão hidrostática necessária para que a solução migre para a superfície.

Portanto, para evitar esse fenômeno, deve-se eliminar uma das três condições.

Com relação à segunda condição para existência de eflorescência, nota-se que a água pode ser proveniente da umidade do solo; da água de chuva, acumulada antes da cobertura da obra ou infiltrada por meio das alvenarias, aberturas ou fissuras; de vazamentos de tubulações de água, esgoto ou águas pluviais; da água utilizada na limpeza e de uso constante em determinados locais.

Por fim, com relação à pressão hidrostática, verifica-se que o transporte de água por meio dos materiais e a conseqüente cristalização dos sais solúveis na superfície ocorrem por capilaridade, infiltração em trincas e fissuras, percolação sob o efeito da gravidade, percolação sob pressão por vazamentos de tubulações de água ou de vapor, pela condensação de vapor de água dentro das paredes, ou pelo efeito combinado de duas ou mais dessas causas.

Fatores externos que contribuem:

- quantidade de água;
- tempo de contato;
- elevação da temperatura;
- porosidade dos componentes.

Os sais podem alterar a aparência da superfície sobre a qual se depositam e em determinados casos seus sais constituintes podem ser agressivos, causando desagregação profunda, como no caso dos compostos expansivos.

#### 2.6.4.2 Microorganismos

Conforme Alucci e Flauzino e Milano (1985), o desenvolvimento de bolor ou mofo em edificações podem ser considerados um grande problema com importância



econômica e de ocorrência comum em regiões tropicais. Essa patologia provoca alteração na superfície, exigindo na maioria das vezes a recuperação ou até mesmo a necessidade de se refazer revestimentos, gerando gastos dispendiosos conforme pode-se observar na figura 11.



**Figura 11** – Manchas provocadas por microorganismos  
FONTE: Thomaz (1995)

O crescimento de bolor está diretamente ligado, conforme os autores citados acima, à existência de umidade (alto teor no elemento o qual estão ou no ar). É comum o emboloramento em paredes umedecidas por infiltração de água ou vazamento de tubulações

O emboloramento nada mais é do que uma alteração que pode ser constatada

macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, sendo conseqüência do desenvolvimento de microorganismos pertencentes ao grupo dos fungos. Assim, como todos os organismos vivos, estes possuem seus desenvolvimentos afetados com as condições ambientais, sendo a umidade um fator essencial.

Os fungos precisam sempre de um teor de umidade elevado no material onde se desenvolvem ou uma umidade relativamente alta no ambiente.

### 3 MANUTENÇÃO

Segundo Castro (2007), um imóvel é planejado e construído para atender seus usuários por muito tempo. Para que esta expectativa seja concretizada, torna-se primordial a prática constante da manutenção preventiva deste bem. Infelizmente, essa prática ainda não é muito difundida no Brasil, ou seja, quando se fala em imóveis, poucos são os usuários que realizam a manutenção preventiva tão adequadamente quanto o fazem para outros bens, como automóveis, equipamentos eletrônicos etc.

A prática sistemática da manutenção preventiva em uma edificação reduz os custos de ações corretivas que, embora às vezes imprescindíveis, geralmente representam gastos que poderiam ter sido evitados. É importante ressaltar, no entanto, que a manutenção preventiva de um imóvel não deve ser feita de maneira improvisada ou informal. Ela exige planejamento e deve ser entendida como um serviço técnico, executado por empresas especializadas e/ ou por profissionais treinados adequadamente para tal.

Do ponto de vista do proprietário, a manutenção adequada – preventiva – em seu imóvel traz inúmeros benefícios. Além de promover a valorização do bem no mercado imobiliário, a manutenção preventiva vai acarretar em um aumento da vida útil da edificação, melhoria no desempenho de equipamentos e instalações em geral, além de garantir a segurança, o conforto e a economia para o proprietário e para todos os indivíduos que utilizam o edifício.

Segundo a NBR 5462/92, a manutenção é uma prática que envolve ações técnicas e administrativas que, juntas, manterão ou devolverão a um item a capacidade de desempenhar determinada função.

#### 3.1 MANUTENÇÃO PREDIAL

De maneira geral, uma edificação apresenta uma característica que a diferencia de outros bens: sua vida útil é consideravelmente grande, e para que esse prazo seja de fato alcançado, torna-se fundamental a prática da manutenção. Segundo a NBR 5674/99, manutenção predial é “o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança de seus usuários”.

Um pouco mais detalhada, a visão de Mirshawka et al. (1993) aborda conceitos de “disponibilidade, de qualidade, de prazos, de custos e de vida útil” como parâmetros para serem atendidos pela manutenção predial.

Segundo Gomide et al. (2006), a manutenção predial pode ser definida em linhas gerais como “o conjunto de atividades e recursos que garanta o melhor desempenho da edificação para atender às necessidades dos usuários, com confiabilidade e disponibilidade, ao menor custo possível”. A manutenção predial não tem como finalidade principal a execução de reformas e/ ou alterações de sistemas em resposta às anomalias de concepção, projeto ou execução dos empreendimentos.

## 4 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS

A avaliação das patologias das alvenarias e suas extensões tem como objetivos imediatos os seguintes itens:

- Detectar o processo de deterioração na sua fase inicial;
- Investigar e determinar as causas da deterioração;
- Monitorar o progresso do processo de deterioração, com respeito a intensidade e extensão dos danos, para tomar as corretas decisões no tempo certo;

Estas decisões podem ser acompanhadas por ações direcionadas a preservação das condições existentes dentro dos limites aceitáveis para uma posterior manutenção ou trabalhos de reparos.

Uma avaliação completa ou parcial confiável das partes deterioradas podem ser feitas e o progresso da deterioração poderá ser acompanhada por inspeção regular em intervalos regulares de tempo.

Uma inspeção inicial das construções novas é muito importante, pois, servirão como referência para inspeções posteriores. De acordo com as condições avaliadas poderão fazer parte do escopo os testes e medições por equipamentos.

A classificação da avaliação das patologias da alvenaria fornecerá subsídios para posterior priorização de reparos ou manutenções, determinação de custos para a recuperação da edificação de forma parcial (danos localizados) ou integralmente (danos generalizados).

O levantamento de campo pode dar subsídios para obtenção de dados sobre um edifício, servindo de base e fornecendo dados necessários para o levantamento sistemático de informações (ZAPATEL, 1992; REIS; LAY 1994).

### 4.1 MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DE CAMPO

As atividades de inspeção, conforme a norma brasileira em vigor, NBR 9452 (1986), podem ser classificadas em três tipos:

- Inspeção cadastral - é a primeira a ser efetuada, deve ser amplamente documentada, não só pelos dados de inspeção, mas também pelo projeto completo e por todos os informes construtivos disponíveis;

- Inspeção rotineira – é uma inspeção programada, com intervalos de um a dois anos, destinada a coletar observações e/ou medições para identificar qualquer anomalia em desenvolvimento ou qualquer alteração em relação a inspeção anterior. As inspeções rotineiras são visuais e registradas através de documentação fotográfica e preenchimento da ficha de inspeção;
- Inspeção especial – é uma vistoria pormenorizada da obra, visual ou instrumental, realizada por engenheiro ou especialista com a finalidade de interpretar ocorrências danosas detectadas na inspeção rotineira.

Segundo Ceotto (2005), os métodos utilizados para o levantamento de campo podem ser resumidos em quatro:

- observações visuais,
- entrevistas,
- questionários e
- levantamentos físicos (medições).

É importante ressaltar que a escolha dos métodos e técnicas para a coleta e análise das informações não deve ser aleatória, devendo atender às características do objeto de estudo, do problema a ser investigado, da natureza das informações, assim como às características específicas dos espaços e seus usuários (REIS & LAY, 1994).

## 4.2 DETECÇÃO DE DANOS

De acordo com Watt (1999) danos podem ser prontamente detectados através de observações de uma edificação ou um elemento em particular, ou estar oculta que uma simples observação não possa detectar.

Existem várias formas indicadoras de danos em uma edificação:

- Visual: manchas, fissuras;
- Físico: falhas nas estruturas;
- Olfato: odor;

- Auditivo: gotejamento de líquidos;
- Tátil: superfícies irregulares.

Danos ocultos podem não ser detectados por muitos anos e causarem sérios danos. A detecção e diagnóstico de tais defeitos ocultos requerem perícia e uma investigação detalhada, incluindo técnicas não destrutivas, testes de materiais, medições, monitoramento entre outros procedimentos.

#### 4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA OBSERVAÇÃO VISUAL

Segundo Watt (1999) as principais desvantagens das avaliações através das observações visuais são:

- A subjetividade da avaliação pode tornar os resultados mais vulneráveis à falhas;
- Observações visuais não podem detectar defeitos latentes ou as fases iniciais de deterioração.

A primeira desvantagem pode ser superada através do desenvolvimento de um conjunto de definições para cada grau de danos que devem ser claramente distintas, de maneira que existam diferenças entre as definições de grau de danos próximos.

Esta distinção limita o número de grau de danos que podem ser utilizados para quatro ou cinco na maioria dos casos. A eficácia de um conjunto de definições de grau de danos, pode ser testada por um número de inspetores para avaliar independentemente as condições dos danos de um grupo de elementos de alvenaria.

Estes inspetores fazem um julgamento estatisticamente concebido. Uma quantidade considerável de avaliação e de iteração pode ser necessário para estabelecer um conjunto satisfatório de definições e as diferentes formas de degradação como fissura, umidade, destacamento de revestimento, eflorescência.

O pequeno número de danos em um elemento ou conjunto significa que cada dano está associado a uma estratégia de manutenção, tais como não fazer nada, manutenção preventiva, pequenos reparos, grandes trabalhos de reparos, reforço ou substituição.

A segunda desvantagem relativa às limitações das observações visuais na avaliação das condições é mais importante. Alguns defeitos que ocorrem nas edificações não fornecem indicações visuais e são classificados como danos latentes. Alguns danos latentes, em última análise, poderão produzir efeitos secundários observados com indicações primárias latente quando o defeito se torna grave, mas isto ocorre geralmente demasiado tarde para evitar a necessidade de maiores reforços e reformas.

A maioria dos danos só se torna visível quando têm evoluído significativamente. Isto significa que é mais complexo, dispendioso, preocupante e uma ampla manutenção será necessária do que teria sido caso a deterioração tivesse sido detectada mais cedo. Nestas circunstâncias, a estratégia da manutenção preventiva torna-se uma opção interessante, embora investigações sistemáticas são recomendadas para confirmar a presença de defeitos latentes.

A principal vantagem da abordagem observação visual para avaliar a condição dos danos é operacional. Ela pode ser feita como parte de uma inspeção sem exigências adicionais, tais como isolamento do ambiente, interrupção de atividades, portanto, com pouco custo adicional. As outras principais vantagens são a sua simplicidade e as ligações com manutenção estratégicas.

As desvantagens associadas com as duas abordagens para a avaliação da condição acima discutidas sugerem uma abordagem que inclua as melhores características de ambos. Uma abordagem baseada na avaliação do estado da edificação pode ser recomendada, mas com a incorporação de suficientes ensaios não-destrutivos para permitir detecção de defeitos latente e diagnosticada, na maioria das circunstâncias. Esta abordagem irá também permitir de forma mais discreta o estado em que se encontra a edificação.

A avaliação da condição é normalmente realizado para cada elemento de uma edificação combinados para dar uma condição global. Esta interação entre o grau de dano e a estratégia de manutenção fornece uma uniformidade de avaliação.

#### 4.4 DIAGNOSTICO DA SITUAÇÃO

O estágio de diagnóstico é composto basicamente por três atividades: inspeção, estabelecimento das medidas de desempenho e verificação da conformidade.

Segundo Lichtenstein (1985), o diagnóstico da situação é o entendimento dos fenômenos em termos de identificação das múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico.

Cada subsídio, segundo este autor, obtido na vistoria do local, na anamnese ou nos exames complementares deve ser interpretado no sentido de compor progressivamente um quadro de entendimento de como trabalha o edifício, como reage à ação dos agentes agressivos, porque surgiu e como se desenvolveu o problema patológico.

O processo de entendimento de um problema patológico pode ser descrito como o de geração de hipóteses ou modelos e o seu respectivo teste. Portanto, Lichtenstein (1985) afirma que o processo de diagnóstico constitui na contínua redução da incerteza inicial pelo progressivo levantamento de dados.

Esta progressiva redução da incerteza é acompanhada por uma redução do número possível de hipóteses, até que se chegue numa correlação satisfatória entre o problema observado e um diagnóstico para este problema.

O diagnóstico de casos de patologia nas construções pode ser definido como a identificação da natureza, da causa e da origem dos desgastes. Para diagnosticar, é preciso reunir o maior número de informações e depois separar o essencial do acessório. Para obter informações pode-se utilizar o exame visual do desgaste e de seu meio ambiente; ensaios locais, rápidos e simples; estudos de laboratório; consulta com os autores do projeto e com os usuários da edificação; estudo dos projetos, dos cadernos de encargos, das anotações de canteiro, atas de reuniões de obra, documentos diversos e correspondências disponíveis.

A metodologia para o trabalho de diagnose apresenta três fases distintas, a saber:

- pré-diagnose: é uma inspeção visual com o objetivo de estabelecer uma política de atuação; é o reconhecimento do objeto de estudo;
- estudos prévios: consistem em recolher informações que se considere necessário para chegar a um conhecimento completo do objeto de estudo;



- diagnóstico: é uma reflexão crítica e um trabalho de síntese, que permite a determinação do estado em que se encontra o edifício, com base na análise das informações recolhidas nas fases anteriores.

## 5 MÉTODO DE PESQUISA

### 5.1 CONTEXTO DO CAPÍTULO

O sequenciamento desenvolvido nesta pesquisa, apontando os caminhos percorridos para a construção desta dissertação. Inicia-se com a caracterização do problema, a necessidade de um método para a solução e a seguir a filosofia empregada para o desenvolvimento do presente trabalho.

### 5.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Nos meios acadêmicos e científicos existe uma grande quantidade de literaturas dedicadas aos sistemas de avaliação de patologias das estruturas de concreto e pavimentação, porém, carece dos mesmos em relação ao método de avaliação de patologias das vedações verticais em alvenaria e seu revestimento.

Este trabalho procura contribuir com uma proposta de avaliação de desempenho das vedações verticais em alvenaria baseada em inspeções visuais, qualificando e classificando as patologias dentro do contexto da edificação.

### 5.3 METODOLOGIA DE PESQUISA ADOTADA

O método de pesquisa mais adequado é o estudo de caso comparativo, isto é, através da avaliação dos parâmetros das condições de degradação de alvenarias tecnicamente sãs ou em condições aceitáveis, com outra (s) que apresentem maiores graus de patologias, quanto a segurança, custo de reparos e estética.

O estudo de caso é um método que focaliza eventos contemporâneos e não exige controle sobre eventos comportamentais (YIN, 2005).

Robson (1993) define estudo de caso como uma estratégia para fazer pesquisa que envolva investigação empírica de um fenômeno particular contemporâneo, dentro do contexto da vida real, empregando múltiplas fontes de evidência.

A característica, juntamente com a possibilidade de emprego de ferramentas tanto com enfoques qualitativos e quantitativos foram determinantes na opção pelo estudo de caso como método de pesquisa do presente trabalho.

#### 5.4 SEVERIDADE OU NÍVEL DE GRAVIDADE DOS DANOS

O estado de conservação dos revestimentos existentes pode ser caracterizado pelos tipos de anomalias que revelam e pelo grau com que se manifestam. Com efeito, enquanto um revestimento fendilhado, mesmo que em grau elevado, pode ser reparado com alguma facilidade, recorrendo a técnicas bastante conhecidas, o mesmo não se passa quando há deficiências de aderência ao suporte ou de coesão entre as partículas, cuja preservação exige o emprego de técnicas mais caras e complexas.

Assim, surge o conceito de severidade da anomalia, que está relacionado, não só com o grau, mais ou menos elevado, da degradação provocada, mas também com a sua reparabilidade (MAGALHÃES, 2002)

A severidade de um dano em particular ou nível de gravidade que afeta a edificação ou parte dela é tipicamente avaliada considerando-se algum parâmetro de comparação (normas ou algum padrão estabelecido), sendo avaliado pelo efeito que causa na edificação quanto a segurança, funcionalidade ou aspecto estético. Dever ser baseada numa escala pré-definida tal como usada nas classificações de degradação em alvenarias como a classificação de Gaspar (2005), empregada neste trabalho.

A limitação na avaliação visual da severidade e extensão da deterioração geralmente significa que é difícil estabelecer mais do que cerca de três graus de danos, e isto é pouco adequado.

#### 5.5 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A filosofia adotada consiste em dividir a estrutura em elementos funcionais. Para cada elemento são definidos os possíveis defeitos e patologias, sendo estes usados para montar o catálogo ou lista de patologias referentes a um elemento de vedação ou ao seu conjunto.

A opção pelo índice de performance, foi a necessidade de encontrar um método de avaliação padrão, capaz de chegar a resultados próximos e coerentes mesmo avaliado por diversos profissionais, e também pela facilidade e rapidez com que se pode realizar estas avaliações, quando se tratar de grandes quantidades de elementos de vedação ou mesmo edificações.

Em outras palavras seria avaliar as mesmas patologias por diferentes profissionais obtendo-se assim uma uniformidade nas avaliações através do índice de performance.

O grau de deterioração de cada elemento ou conjunto é determinado através de quadros pré-estabelecidos considerando-se a importância relativa do elemento, intensidade dos danos e sua extensão.

O índice de performance determinado serve como um indicativo gerencial da condição geral da edificação, enquanto as notas individuais de cada elemento permitem uma análise técnica das necessidades de manutenção. Neste trabalho, os critérios e definições adotados no processo coleta e análise dos dados são abordados com detalhe e aplicados a um exemplo real.

## 5 MÉTODO PROPOSTO

O método proposto neste trabalho provém das orientações fornecidas pelo FIB (1998). O método foi originalmente proposto para avaliação de uma grande quantidade de estruturas de obra públicas da Europa tais como pontes e viadutos rodoviários (ZNIDARIC; ZNIDARIC, 1994), para identificar os casos mais deteriorados através de um Índice de Danos para poder planejar uma análise mais detalhada e intervenção de reparos. Um Fator de Deterioração é também considerado neste método.

O método tem sido seguidamente adaptado para as estruturas de concreto armado (CORONELLI, 2006), e no presente trabalho é proposto para a avaliação das patologias mais freqüentes em alvenarias de vedação em blocos ou tijolos cerâmicos.

O procedimento de avaliação é qualitativo e quantitativo e deve seguir as fases seguintes:

- Observação visual e verificação preliminar das condições das alvenarias: identificar as regiões ou elementos mais criticamente danificados e medir a extensão do dano;
- Determinação de um índice numérico para os danos no elemento ou no conjunto considerado, baseado em observações visuais da intensidade e extensão dos danos;
- Avaliação quanto a segurança.

### 6.1 ÍNDICE DE PERFORMANCE DO ELEMENTO

A expressão geral baseado no boletim do CEB para a determinação do índice de performance do elemento (IP) é a soma dos fatores para cada tipo de dano  $i$  no elemento inspecionado conforme equação (1),

$$IP = \sum D = \sum B_i \times K_{1i} \times K_{2i} \times K_{3i} \times K_{4i} \quad (1)$$

Onde:

IP – índice de performance do elemento

D – índice dos danos

$B_i$  – valor básico associado ao tipo de dano  $i$

$K_{1i}$  – fator da importância do elemento de vedação

$K_{2i}$  – fator indicativo da intensidade do dano  $i$

$K_{3i}$  – fator indicativo da extensão do dano  $i$

$K_{4i}$  – fator indicativo da urgência de intervenção para o dano  $i$

O parâmetro  $B_i$  expressa o valor da importância relativa do tipo de dano em relação aos demais inspecionados com relação à segurança e/ou durabilidade do elemento inspecionado. Na presente pesquisa considerou-se que os destacamentos possuem importância relativa superior a umidade e manchas, portanto, foi adotado um valor maior para  $B_i$ . O Quadro 11 associa valores de  $B_i$  com a classe de severidade

Já o parâmetro  $K_{1i}$  expressa a importância do elemento dentro do contexto da edificação ou uma de suas partes. Poder-se-ia existir além da alvenaria de vedação convencional, alvenaria de vedação estrutural, neste caso, o fator de importância da alvenaria estrutural seria superior ao da convencional. Na presente pesquisa as alvenarias inspecionadas foram consideradas convencionais, portanto, com importância igual e fator de importância unitária;

Por outro lado o parâmetro  $K_{2i}$  é determinado através de critério de avaliação visual qualitativa, varia em quatro escalas de valores,  $K_{2i} = 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0$  (Quadro 11 e 12).

Item	Tipo de dano	Bi	Classe de severidade			
			1	2	3	4
			5~10%	11~30%	31~50%	>50%
1	Umidades	1	leve, aparente	leve, aparente	localizada	extensas infiltrações
2	Manchas	1	leve, aparente	presença de fungos, mofos, eflorescências	pintura/textura, desagregadas	extensas manchas de fungos, mofos, eflorescências
3	Destacamentos	2	leve, aparente	leve, desagregação da cor, textura	arestas e cantos danificados	separação de paredes/muros ou revestimento cerâmico, pedra.
4	Fissuras	2	eventual fissura capilares, <0,1 mm	fissuras visíveis com lente, 0,1~0,3 mm	trincas visíveis a olho nú, 0,3~10 mm	fissuras extensas, fragmentação da superfície.

**Quadro 11 – Classe de severidade**

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Adaptado de Gaspar (2005)

Classe de severidade	Grau	Critério	K <sub>2i</sub>
0	não detectado	Não detectado na inspeção visual	<b>0</b>
1	baixo, inicial	Danos de pequenas dimensões, geralmente aparecendo em poucos locais dos elementos	<b>0,5</b>
2	médio, em propagação	Danos de médias dimensões, confinados em ambientes, ou danos de pequenas dimensões aparentes em pequenas áreas dos elementos (<25%)	<b>1,0</b>
3	alto e/ou ativo	Danos de grandes dimensões, aparentes em muitos elementos, ou em grandes áreas do elemento (25~75%)	<b>1,5</b>
4	muito alto ou crítico	Danos muitos grandes, aparentes na maior parte dos elementos (>50%)	<b>2,0</b>

**Quadro 12 – Grau de danos**

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Adaptado de FIB (1998)

O fator  $K_{3i}$  sendo fator indicativo da extensão tem para sua consideração o critério descritivo (SANTOS FILHO, 2005), e varia em quatro escalas de valores,  $K_{3i} = 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0$  (Quadro 13).

CRITÉRIO	$K_{3i}$
Danos confinados em um ambiente	<b>0,5</b>
Danos aparentes em vários elementos da mesma edificação (< 25%)	<b>1,0</b>
Danos aparentes em vários elementos da mesma edificação (25~75%)	<b>1,5</b>
Danos aparentes na maioria dos elementos da mesma edificação (> 75%)	<b>2,0</b>

**Quadro 13** - Extensão dos danos  
NOTA: Adaptado de FIB (1998)

Finalmente o parâmetro  $K_{4i}$  que indica a urgência de intervenção varia de 1 a 5, com 4 indicativos: grau de deterioração, conseqüências, segurança dos elementos e usuários, e forma de intervenção (Quadro 14).

CRITÉRIO	$K_{4i}$
Intervenção não necessária, pois, danos não afetam segurança, estética e durabilidade	<b>1</b>
Danos devem ser reparados dentro de um período de 1 anos, para prevenção da durabilidade, segurança e servibilidade	<b>2 a 3</b>
Reparos imediatos, pois, estão afetando a segurança, servibilidade	<b>3 a 5</b>
Interdição temporária ou limitação de trafego	<b>5</b>

**Quadro 14** - Urgência de intervenção  
FONTE: Adaptado de FIB (1998)



## 6.2 ÍNDICE DE PERFORMANCE GLOBAL OU DO CONJUNTO

A expressão geral para a determinação do índice de performance global ( $IP_g$ ) é conforme equação (2),

$$IP_g = 100 \times ( \sum D_{ef} / \sum D_{ref} ), \text{ onde} \quad (2)$$

$$D_{ef} = \sum K_{1m} \times M_{m,ef} \quad (3)$$

$$D_{ref} = \sum K_{1m} \times M_{m,ref} \quad (4)$$

$$M_{m,ef} = \sum B_i \times K_{2i} \times K_{3i} \times K_{4i} \quad (5)$$

$$M_{m,ref} = \sum B_i \times K_{2i} \times K_{3i} \times K_{4i} \times 1 \quad (6)$$

Sendo,

$IP_g$  – índice de performance global

$D_{ef}$  – soma dos danos efetivos do elemento ou conjunto inspecionados

$D_{ref}$  – soma referência dos danos do elemento ou conjunto inspecionados

$K_{1m}$  – fator de relevância do elemento (igual a 1, na presente pesquisa)

$M_{m,ef}$  – soma reduzida dos danos efetivos do elemento

$M_{m,ref}$  – soma referência reduzida dos danos do elemento

Na expressão (2) adotou-se a divisão da soma dos danos efetivos pela soma referência, para evitar-se que o índice de performance global ( $IP_g$ ) fosse demasiadamente afetado pelo número de tipos de danos e pelo número de elementos.

Obtido o valor do Índice de Performance ( $IP_g$ ), a Tabela 15 fornece a Classe de Deterioração para cada elemento ou conjunto de elementos, grau de deterioração, conseqüências, prazo para intervenção.

CLASSE	Descrição da deterioração, intervenções necessárias, exemplos de deterioração	I <sub>p</sub> - Índice de performance
I	<b>Sem danos</b> , somente deficiências construtivas. Ex: irregularidades geométricas, estéticas, descoloração.	0 à 5
II	<b>Baixo grau de deterioração</b> , que somente após longo período de tempo poderá ter sua funcionalidade ou durabilidade reduzida, se não for reparada na época apropriada. Local deteriorado pode ser reparado com baixo custo como parte da manutenção regular. ex: pequenas fissuras, manchas, e/ ou umidades localizadas, destacamentos internos localizados.	3 à 10
III	<b>Médio grau de deterioração</b> , poderá reduzir funcionalidade e durabilidade do elemento de vedação, más, ainda não requer quaisquer limitações de uso. Local deteriorado deve ser reparado em pouco período. ex: fissuras médias, grandes deficiências construtivas, defeitos de impermeabilização, grandes machas, destacamentos internos.	7 à 15
IV	<b>Alto grau de deterioração</b> , reduzindo funcionalidade e durabilidade do elemento de vedação, más, ainda não requer sérias limitações de uso. São necessários reparos imediatos para preservar a funcionalidade e durabilidade. ex: grandes fissuras, porém não comprometem a estabilidade, grandes deficiências construtivas, sérias deficiências na impermeabilização, umidade generalizada, manchas generalizadas, destacamento externo generalizado.	12 à 25
V	<b>Grave grau de deterioração</b> , redução de funcionalidade (ex. paredes não servem de suporte ou apoio), necessário medidas de proteção (ex. isolamento ou escoramento). Reparos imediatos. ex: grandes rachaduras, destacamentos generalizados, grandes infiltrações.	22 à 35
VI	<b>Crítico grau de deterioração</b> , Grande ou total redução da funcionalidade. Requer isolamento ou interdição do local. Reparos extensos e imediatos. Os reparos não estão condicionados ao custo. ex: danos Classe V acrescidos do nível de proteção local.	>= 30

**Quadro 15** – Classe de deterioração  
 FONTE: Adaptado de FIB (1998)

## 7 ESTUDO DE CASO

Para esta pesquisa foram adotados 4 (quatro) tipos de danos: umidade, manchas, destacamentos e fissuras. Foram realizados estudos de casos de 4 (quatro) paredes de vedação externa em alvenaria de tijolos de uma edificação térrea para validar a aplicação do método.

### 7.1 CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS DANOS

As paredes das figuras 12 e 13, apresentam fissuras localizadas com aberturas acima de 10 mm, a figura 14 apresenta uma parede com abertura de fissura acima de 10 mm, manchas e umidade com extensão inferior a 10%. A figura 15, apresenta uma parede com forte umidade e manchas com extensão acima de 75% da área do elemento.



**Figura 12** - Parede-1  
FONTE: O autor (2009)

Elemento construtivo: Vedação  
Altura: 4,60 m  
Comprimento: 6,20 m  
Tipo de dano verificado: fissura  
Abertura: média 8 mm  
Abrangência: < 50% da superfície



**Figura 13** - Parede-2  
FONTE: O autor (2009)

Elemento construtivo: Vedação  
Altura: 4,60 m  
Comprimento: 6,20 m  
Tipo de dano verificado: fissura  
Abertura: média 12 mm  
Abrangência: > 50% da superfície



**Figura 14** – Parede-3  
FONTE: O autor (2009)

Elemento construtivo: Vedação  
Altura: 4,60 m  
Comprimento: 5,00 m  
Tipo de dano verificado: umidade , Mancha e Fissura  
Abertura: média 15 mm  
Abrangência: umidade (~20%), Mancha (~10%), Fissura (>50%)



**Figura 15** – Parede-4

FONTE: O autor (2009)

Elemento construtivo: Vedação  
Altura: 4,60 m  
Comprimento: 5,00 m  
Tipo de dano verificado: umidade  
Abertura: 8 mm  
Abrangência: > 60% da superfície

Após a inspeção visual preenche-se a tabela 1 para as quatro paredes, caracterizando os danos através da escolha criteriosa dos fatores.

Tabela 1 – Resumo dos fatores

ELEMENTO DE VEDAÇÃO <sup>2</sup>	TIPOS DE DANOS	CLASSE SEVERIDADE	B <sub>i</sub>	K <sub>1i</sub>	K <sub>2i</sub>	K <sub>3i</sub>	K <sub>4i</sub>	IP/K <sub>1i</sub>	M <sub>m</sub>
Parede referencia	Umidade	4	1	1	2		1	4	
	Manchas	4	1	1	2		1	4	
	Fissuras	4	2	1	2		1	8	16
Parede-1									
	Fissuras	3	2	1	1,5	0,5	5	7,5	7,5
Parede-2									
	Fissuras	4	2	1	2	0,5	5	10	10
Parede-3	Umidade	2	1	1	1	0,5	3	1,5	
	Manchas	1	1	1	0,5	0,5	2	0,5	
	Fissuras	4	2	1	2	0,5	5	10	12,0
Parede-4	Umidade	4				0,5	3	3	3

FONTE: O autor (2009)

Determinam-se as somas reduzidas ( $M_m$ ) de referência e as efetivas pelas expressões (5) e (6), resultando na coluna a direita da tabela 2. As expressões (3) e (4), fornecem os valores das somas dos danos efetivos e de referência, cujos valores constam na Tabela 3.

Com a equação (2), determina-se o Índice de Performance Global ( $IP_g$ ) cujo valor em percentual encontra-se na coluna  $IP_g$  da Tabela 2.

A "parede referência" é a parede hipotética em que é conferida a ela o catálogo de patologias observadas e os graus de danos considerados mais elevados sem necessidade de intervenção. Esta parede será empregada como base de comparação entre as paredes inspecionadas, ou seja, o grau de danos determinados serão porcentagens dos danos da parede referencia.

Tabela 2 - Resultados

Elemento	$K_{1m}$	$M_{m,ef}$	$D_{ef}$	$K_{1m}$	$M_{m,ref}$	$D_{ref}$	$IP_g$	Classe de deterioração
Parede ref	1			1	16		100	
Parede-1	1	7,5	7,5	1	16	16	46,8	VI
Parede-2	1	10	10	1	16	16	62,5	VI
Parede-3	1	12	12	1	16	16	75	VI
Parede-4	1	3	3	1	16	16	18,8	IV
GLOBAL			32,5			64	50,8	VI

FONTE: O autor (2009)

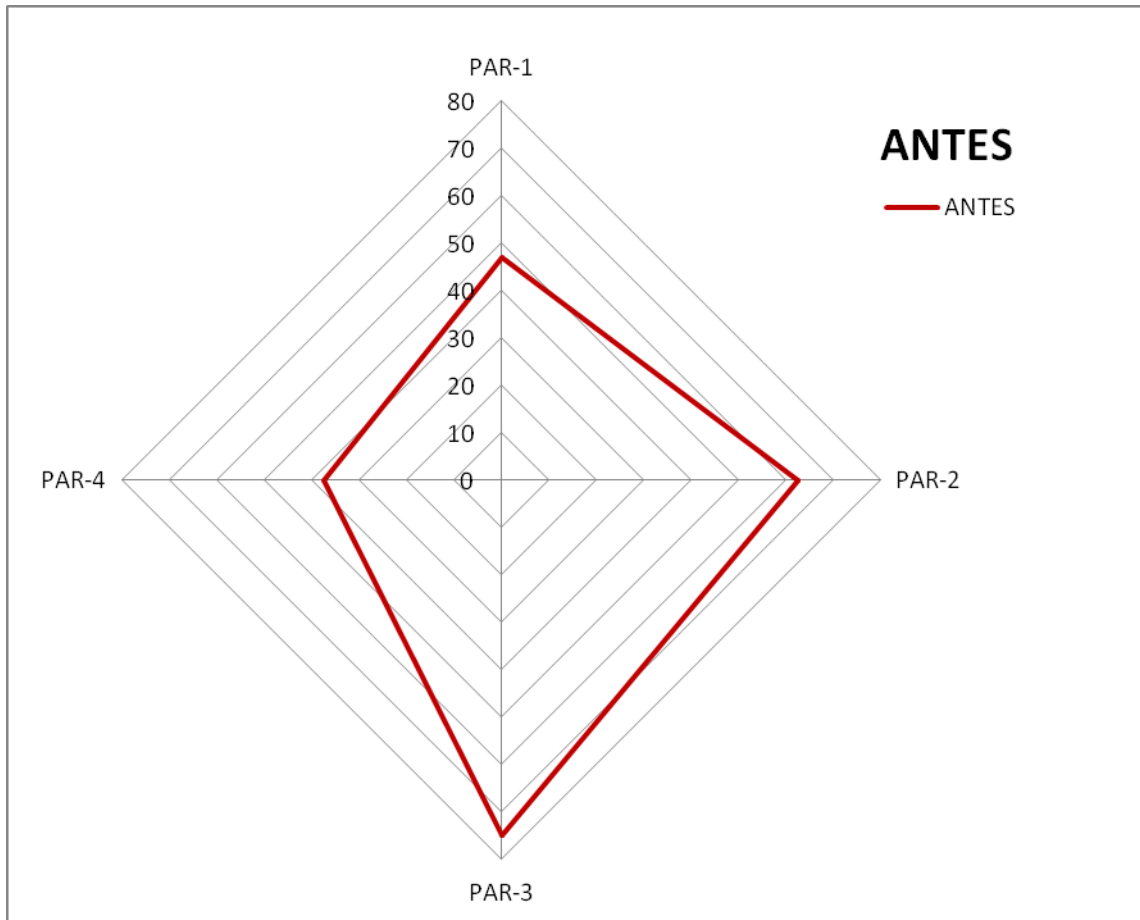
Conforme o índice de performance (IP e  $IP_g$ ) obtido é possível determinar o nível de qualidade do ambiente estudado na edificação em tela. Os resultados a partir da comparação com os valores do Quadro 15 permitem esta avaliação.

Para a visualização gráfica foi adotado o gráfico radar, pois permite que sejam observados os pontos críticos e os pontos altos da performance dos elementos de vedação.

No caso da aplicação do método do índice de performance num caso prático de avaliação é possível colocar em um mesmo gráfico os diferentes elementos, grupos de elementos ou construções para melhor visualização da performance destes.

A escala do gráfico é o índice de performance ( $I_p$ ) que varia de 0 a 100%. Sendo que quanto menor e formato regular for a área do gráfico, melhor e mais uniformes serão as performances.

A figura 16 apresenta o gráfico radial dos índices de performances das paredes do presente estudo de caso antes das intervenções.



**Figura 16** - Gráfico da performance das paredes antes dos reparos  
FONTE: O autor (2009)



## 8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme a tabela 2, as paredes apresentaram alto índice de deterioração (classe VI) comprometendo principalmente a segurança e insalubridade local.

As paredes 1, 2 e 3 foram analisadas individualmente com maior cuidado devido a importância relativa das fissuras ( $B_f = 2$ ) e apresentaram alto grau de severidade. Como estas três paredes apresentaram alto grau de deterioração devido as fissuras de aberturas médias maiores que 10 mm, optou-se por realizar uma avaliação mais aprofundada de suas origens. Concluiu-se que as fissuras eram provenientes de recalques dos pisos, visto que sob as paredes não existiam vigas de apoios apenas foram assentadas sobre um piso não armado de 10 cm de espessura e houve o recalque do solo base por carreamento de partícula de solo fino, criando espaços vazios sob a laje de piso e como consequência o recalque diferencial com aparecimento das fissuras nas paredes de alvenaria.

Analisou-se, individualmente, também a parede 4, esta apresentava forte infiltração pela falha de execução nas calhas e também por falta de impermeabilização no baldrame.

O conjunto das 4 (quatro) paredes inspecionadas apresentaram classe de deterioração VI (deterioração grave ou crítico) conforme a tabela 2.

## 9 INTERVENÇÕES ADOTADAS E RESULTADOS DA AVALIAÇÃO PÓS-REPAROS

As paredes das figuras 12, 13 e 14 foram escoradas e posteriormente demolidas e reconstruídas com vigas de apoio. Após a reconstrução novas inspeções foram realizadas e estas apresentaram individualmente índices de performance ( $I_p$ ) dos elementos, inferiores a 5, o que as classificam na classe de deterioração I / II (pequenas falhas de superfície na execução)

Quanto a parede da figura 16, optou-se pela readequação das calhas e impermeabilização na face crua dos tijolos com posterior revestimento em argamassa. Após os reparos e posterior recuperação esta apresentou  $I_p$  inferior a 5 enquadrando-se na classe de deterioração I / II.

O conjunto das 4 (quatro) paredes avaliadas apresentaram índice de performance global ( $IP_g$ ) igual a 9,4 classificando o conjunto na classe de deterioração II.

As tabelas 3 e 4 apresentam o resumo dos valores da avaliação obtidos após os reparos das paredes, demonstrando a significativa redução na Classe de Deterioração antes e após os reparos tanto analisando-se cada elemento, assim como o grau de deterioração do conjunto.

Tabela 3 – Resumo dos fatores pós reparos

ELEMENTO DE VEDAÇÃO	TIPOS DE DANOS	CLASSE SEVERIDADE (Q.1)	$B_i$ (Q.1)	$K_{1i}$	$K_{2i}$ (Q.1/2)	$K_{3i}$ (Q.3)	$K_{4i}$ (Q.4)	IP/ $K_{1i}$	$M_m$ , reduzida
Parede referência (pior hipótese sem intervenção)	Umidade	4	1	1	2	2	1	4	
	Manchas	4	1	1	2	2	1	4	$M_{m,ref}$
	Fissuras	4	2	1	2	2	1	8	16
Parede-1	Umidade								
	Manchas								$M_{m1}$
	Fissuras (8 mm)	1	2	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5
Parede-2	Umidade								
	Manchas								$M_{m2}$
	Fissuras (8 mm)	1	2	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5
Parede-3	Umidade	1	1	1	0,5	0,5	1	0,25	
	Manchas								$M_{m3}$
	Fissuras	1	2	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75
Parede-4	Umidade	1	1	1	0,5	0,5	1	0,25	
	Manchas	1	1	1	0,5	0,5	1	0,25	$M_{m4}$
	Fissuras								0,5

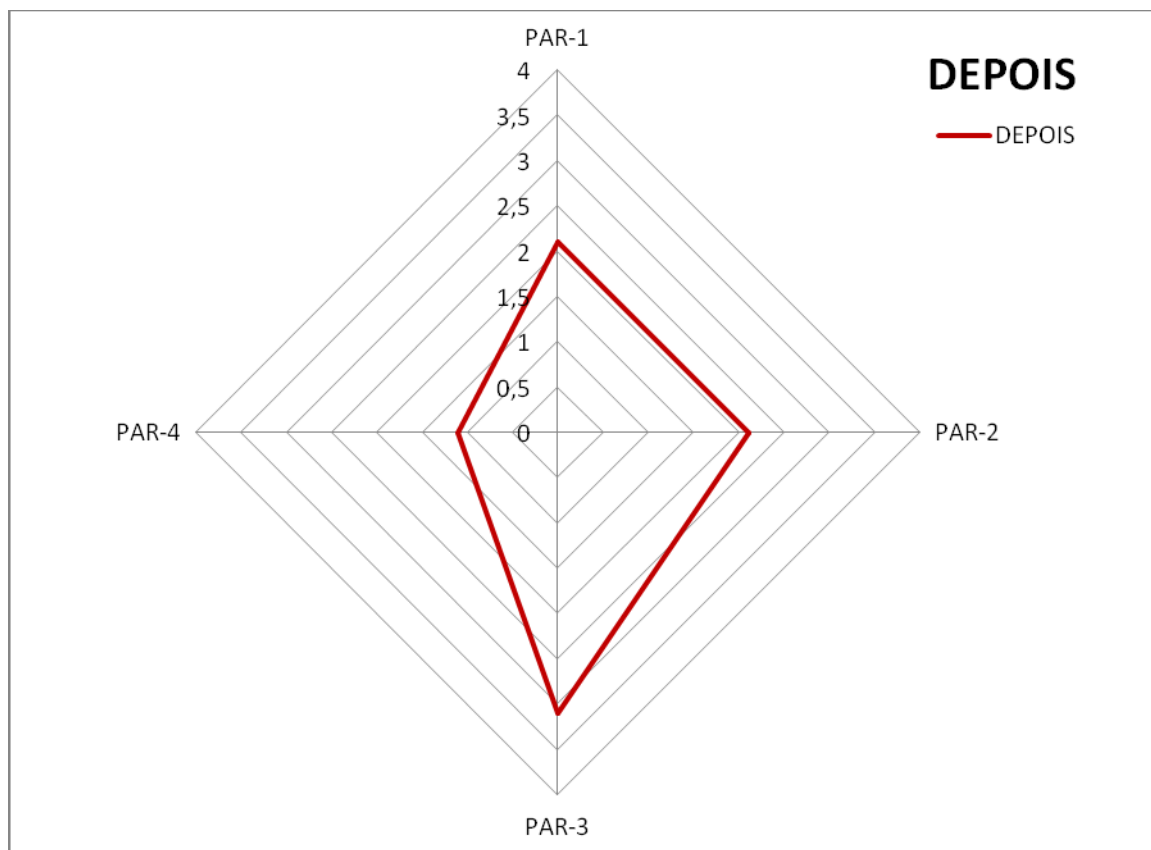
FONTE: O autor (2009)

Tabela 4 – Resultados pós reparos

Elemento	$K_{1m}$	$M_m$	$\Sigma D_{ef}$	$M_{m,ref}$	$D_{ref}$	IP e $IP_g$	Classe de deterioração
Parede ref	1			16		100	
Parede-1	1	0,5	0,5	16	16	2,1	I
Parede-2	1	0,5	0,5	16	16	2,1	I
Parede-3	1	0,75	0,75	16	16	3,1	I / II
Parede-4	1	0,25	0,25	16	16	1,1	I
$\Sigma$ Conjunto das 4 paredes			2		64	3,2	I / II

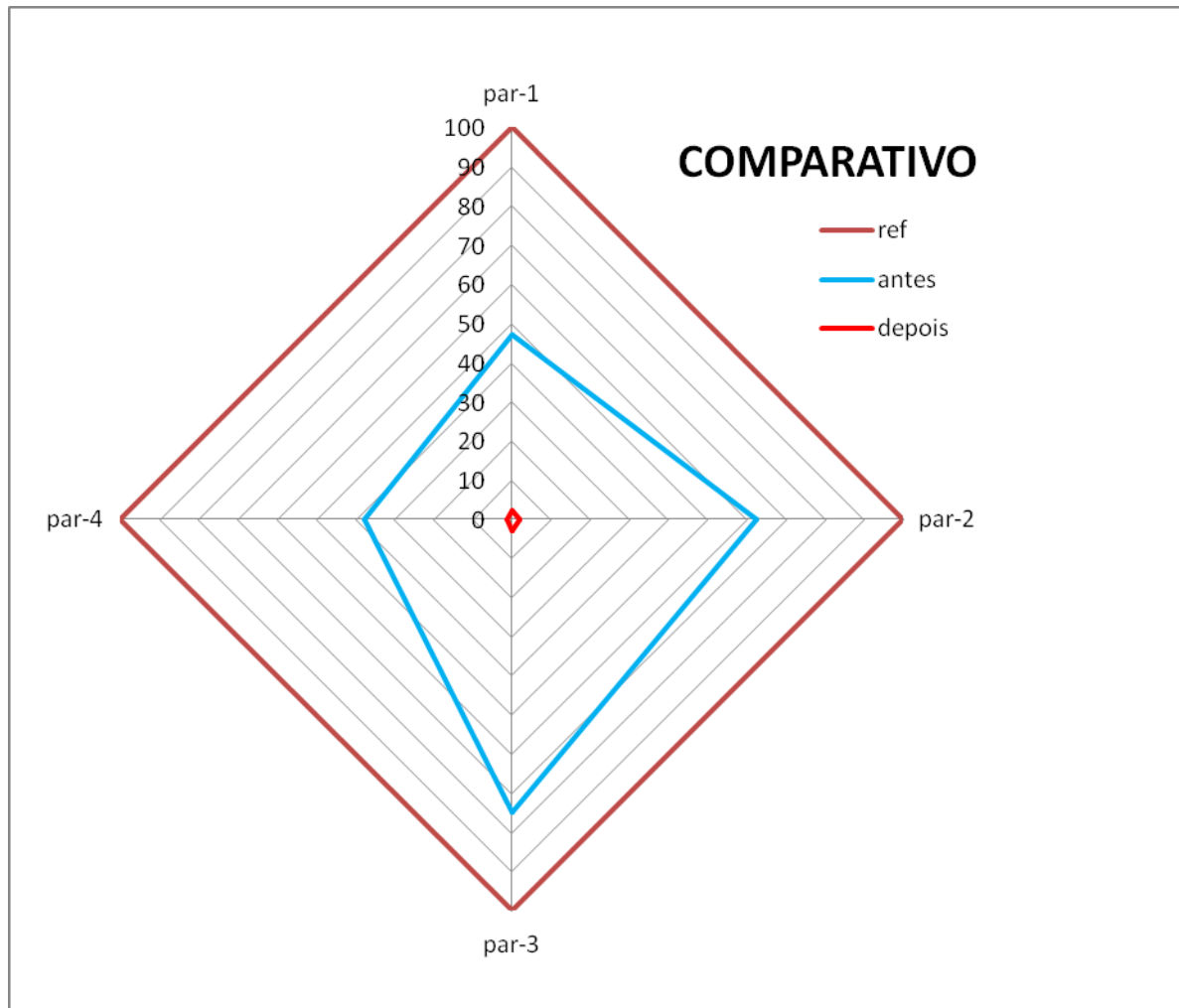
FONTE: O autor (2009)

A figura 17 apresenta o gráfico dos índices de performances das paredes do presente estudo de caso após as intervenções, onde é nítida a redução da área de performance global.



**Figura 17** - Gráfico da performance das paredes após reparos  
FONTE: O autor (2009)

A figura 18 apresenta o gráfico dos índices de performances conjugados da parede referência e das paredes do presente estudo de caso. Demonstra a acentuada diferença entre as performances antes e após os reparos.



**Figura 18** - Gráfico comparativo entre a performance referência, antes e depois dos reparos  
FONTE: O autor (2009)

## 10 CONCLUSÃO

A qualificação das patologias das alvenarias caracterizadas pelo método proposto de acordo com o índice de performance do elemento (IP) ou do conjunto (IP<sub>g</sub>) analisado, fornecem subsídios para uma avaliação equilibrada de cada elemento e do conjunto de elementos.

O método proposto fornece de forma rápida com baixo custo sem envolvimento de equipamentos, importantes informações quanto ao grau de estética, segurança, higiene e suas limitações de uso e prazo de reparos ou intervenções.

Serve também como um indicativo gerencial da condição geral da alvenaria, enquanto os índices individuais de cada elemento permitem uma análise técnica das necessidades de manutenção.

Embora o estudo de caso tenha se restringido a um estudo de caso, pode-se concluir que o método é válido para uma avaliação das performances das alvenarias convencionais e abre novas frentes para avaliação das performances de outros elementos construtivos incluindo vários pavimentos.

## **11 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO PROPOSTO**

O método proposto através dos índices de performance fornece uma importante ferramenta para a padronização na avaliação de patologias das edificações possibilitando o ranqueamento ou classificação dos elementos ou mesmo das edificações quanto a severidade dos danos que apresentam.

Os resultados obtidos neste trabalho, mesmo com pequeno número de estudos de casos, demonstram a facilidade e a coerência dos índices de performance obtidos e a proximidade das intervenções adotadas ou a serem adotadas.

Portanto, o método baseado no índice de performance tem validada sua justificativa e aplicabilidade nos meios técnicos pela facilidade de elaboração, interpretação dos resultados e a padronização do método.

Abrindo também a possibilidade de uma avaliação mais aprofundada com uso de equipamentos ou outros tipos de exames mais específicos e detalhados.

## 12 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho de pesquisa tem o objetivo de propor e justificar o método dos índices de performance nas avaliações dos painéis de alvenarias não estruturais e abre novos horizontes de pesquisas entre as quais:

- Aprimorar os índices de danos atrelando-os aos índices de performance e suas intervenções;
- Atrelar os índices de performance ao custo de manutenção ou reparos;
- Criar normas para padronização nas avaliações pelo método exposto;
- Empregar o processo para a padronização das avaliação de obras públicas novas e antigas, criando um arquivo do histórico das edificações, facilitando o gerenciamento de manutenção, programação de reparos, avaliação histórica das degradações e seu ciclo de vida.



## REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Guide for consolidations of concrete**. Farnington Hills: ACI, 1998. 1 CD ROOM.

ALUCCI, M. P. ; FLAUZINO, W. D. ; MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações**. Tecnologia de Edificações, São Paulo: Pini, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1988. p.565-70. (Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT).

ANDRADE, J. J. O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) . Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ARAÚJO, A. B. **Umidade e degradação nos edifícios**. [S.l]: IST, 2003. Disponível em:< <http://maxpages.com/achille32>>. Acesso em: 19 nov. 2009. (Traduzido do original em italiano).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade – terminologia**. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 6118: projeto de estruturas de concreto: procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 6136: blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro, 1980.

\_\_\_\_\_. **NBR 6460: tijolo maciço cerâmico para alvenaria: verificação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 1983a.

\_\_\_\_\_. **NBR 6461: bloco cerâmico para alvenaria: verificação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 1983b.

\_\_\_\_\_. **NBR 7170: tijolo maciço cerâmico para alvenaria**. Rio de Janeiro, 1983c.

\_\_\_\_\_. **NBR 8041 - Tijolo maciço cerâmico para alvenaria -Forma e dimensões - Padronização**. Rio de Janeiro, 1983.

\_\_\_\_\_. **NBR 8802** - Concreto Endurecido - Determinação da Velocidade de Propagação de Onda Ultra-Sônica. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-1**: componentes cerâmicos. Rio de Janeiro, 2005.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

BAUER, Roberto J. F. **Patologias em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. São Paulo: Mandarim, 1996. (Caderno técnico alvenaria estrutural, 5).

\_\_\_\_\_. Falhas em revestimento. **Revista Construção**, n. 2246, fev. 1991. p. 19.

\_\_\_\_\_. Falhas em revestimento. **Revista Construção**, n. 2250, mar. 1991. p. 23.

\_\_\_\_\_. Falhas em revestimento. **Revista Construção**, n. 2257, maio. 1991. p. 21.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. **Assessment of damage in low-rise building**. Digest 251. Garston: BRE, 1995.

CASADO, Alberto L. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação**. São Paulo, SP, 1997. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

CASTRO, U. R. **Importância da manutenção predial preventivas e as ferramentas para sua execução**. Minas Gerais, MG, 2007. Monografia de conclusão de curso (Especialização) - título de especialista em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

CCANS. CEMENT AND CONCRETE ASSOCIATION OF NEW ZEALAND. **Information Bulletin**, n. 44. Disponível em: [http:// www.cca.org.nz](http://www.cca.org.nz). Acesso em: 25 out. 2009.

CEOTTO, L. H.; Banduk, R. C.; Nakakura, E. H. **Revestimentos de Argamassas: boas Práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre: Prolivros, 2005. (Recomendações Técnicas HABITARE, 1).

CERÂMICA UNIÃO. Disponível em: <http://www.ceramicauniao.net/>>> Acesso em: 01 jan. 2009.

CINCOTTO, Maria A, SILVA, Maria Angélica C., CARASÉK, Helena. **Argamassas de revestimentos: características, propriedades, e métodos de ensaio**. São Paulo: IPT, 1995.118 p.

CINCOTTO, Maria A. **Patologia das argamassas de revestimentos: análise e recomendações**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 13p.

CORONELLI , D . **Condition rating for the evaluation of the safety of corroding RC structures. International Conference on Structure, Faults and Repair, Engineering Tech. Press**. 11. ed. Edinburgh, UK: Forde, 2006. CDROM.

COSTA JR, M. P. **Avaliação pós-ocupação e manutenção estratégica de escolas públicas**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2001.

COSTA, Antônio C. A linguagem das trincas. **Revista Técnica**, São Paulo, n.3. mar./abr., 1993, p. 14-18.

COZZA, Eric. Atire a primeira pedra. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 22, mai/jun., 1996, p. 35-38.

CRESSON, Rolland. Plafonds: décollements d'enduit et de peinture. **CSTB Magazine**, n.122., mars./avril, 1999, p. 47-49.

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

EBANATAW, Roberto. **Fissuras e trincas**. Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/patologias/trincas.htm>. Acesso em: 5 ago. 2009.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação**. Porto Alegre: CIENTEC, 1998. (Boletim técnico, 25).

ELDRIDGE, H. J. **Construcción, defectos comunes**. Barcelona: Gustavo Gili, 1982.

FIB. Strategies for testing and assessment of concrete structure. **CEB Bulletin**, n.243, 1998. Disponível em: < <http://fib.epfl.ch/publications/ceb/243/>>. Acesso em: 15 out. 2009.

GASPAR, P. L.; BRITO, J.. **Assessment of the overall degradation level of an element, based on field data**. 10DBMC International Conférence On Durability of Building Materials and Components. LYON [France] 17-20 April 2005. FA - UTL, R. Prof. Cid dos Santos, Pólo da Ajuda, 1300 Lisboa. 2005.

GRANATO, J. E. **Patologia das fachadas revestidas de cerâmica e granito**. Patologia das construções . 2005. Notas de aula.

HACKBARTH, F. B. **Avaliação de problemas estruturais de uma edificação em concreto armado in loco com propostas de soluções**. Florianópolis: UDESC, 2006.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: PINI, 1992.

INMETRO. **Informação ao consumidor**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>. Acesso em: 01 jan. 2009.

ISAÍÁ, G. C. (ed.) **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.

LINCHTENSTEIN, NB; **Patologia das construções: procedimento para formulação do diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. 1985. 191p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, 1985.

MAGALHÃES, A. C. **Patologia de rebocos antigos**. Lisboa: LNEC, Outubro de 2002. (Cadernos de Edifícios, 2).

MENEGHETTI, L. C.; SILVA FILHO, L. C. P.; KLEIN, D. L.; SIMONETTI, C. **Estratégias de avaliação do estado de conservação de obras de arte**. IN: II SEMINÁRIO DE PATOLOGIA DE EDIFICAÇÕES, 2., 2004. Porto Alegre, 2004.

MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão Lupes. **Manutenção: combate aos custos da não-eficácia , a vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1993.

MONTEIRO, E. B. Reabilitação de estruturas de concreto. In: ISAÍÁ, G. C. (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005. p. 1109-1126.

NASCIMENTO, O. L. **Alvenarias**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBS, 2004 .

PEREIRA, M. F. P. **Anomalias em Paredes de Alvenaria sem função Estrutural**. Braga. 2005. Dissertação. ( Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Minho, Braga, 2005.

REIS, A. T. L., LAY, M. C. D. **Métodos e técnicas para levantamento de campo e análise de dados : questões gerais**. In : WORKSHOP - AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO. **Anais...** São Paulo. Agosto, p. 17 – 39, 1994.

ROBSON, C. **Real world research: a resource for social scientists and practitioner**. Oxford: Blackwell. 1993.

ROCHA, Carlos C. Compatibilidade. **Revista Recuperar**, Rio de Janeiro, n. 11, mai/jun, p. 14-17, 1996.

ROCHA, Carlos C. Paredes e trincas. Os porquês. **Revista Recuperar**, Rio de Janeiro, n. 26, nov/dez, 1998.

SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural silicoícalcária**. 1984. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1984.

SABATINI, F. H. et al. **Manifestações patológicas em edificações**. São Paulo: Universidade de São Paulo - Departamento de Construção Civil e Urbana, 2006. Aula 32.

SANTOS FILHO, M. L., **Patologia de Edificações – Modelos de Condições de Avaliação**. Curitiba: PPGCC-UFPR, 2005. Aula 2. Notas de Aula, Aula 2, Pós-graduação em Construção Civil.

SELMO, S. M. S. **Prevenção de patologias em revestimentos externos de argamassa dos edifícios: A importância dos serviços de manutenção.** In: SIMPÓSIO SOBRE PATOLOGIAS DAS EDIFICAÇÕES. Porto Alegre: UFRS, 1989. p-195-212.

SHOHET, I. M.; PACIUK, M. **Service life prediction of exterior cladding components under standard conditions.** Israel: Faculty of Civil and Environmental Engineering National Building Research Institute, Technion, Institute of Technology, 2004.

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

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionada pela umidade nas edificações.** Belo Horizonte: UFMG, 2008.

TEIXEIRA, Eduardo H. S. **Seleção de sistemas construtivos destinados a edifícios escolares.** 1990. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

THOMAZ, E. Como construir alvenarias de vedação. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 15 -16, 1995.

\_\_\_\_\_. As causas de fissuras. **Revista Técnica**, São Paulo, n.36, set/out. 1998. p. 44-49.

\_\_\_\_\_. Prevenção e recuperação de fissuras em alvenarias. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 37, nov/dez., 1998, p. 48-52.

THOMAS, H. R.; SMITH, G. R., WIRSCHING, S. M. Understanding defective occupancy Evaluation. In: **Journal of construction engineering and mangement.** ASCE, v. 121, n. 1, march, 1995, p. 55-65. New York, USA: Van Nostrand Reinhold, 1988.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios : causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Pini – USP- IPT, 1989, 194 p.

VEIGA, M.R., AGUIAR, J. **Definição de estratégias de intervenção em revestimentos de edifícios antigos.** In.: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1, Porto Alegre. Porto Alegre: FEUP, 2003.

VERÇOZA, Enio J. **Patologia da umidade**. In: SIMPÓSIO SOBRE PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES – PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre, 1989. p.174-194.

WATT, D. **Building pathology, principles and practice**. [S.l]: Blackwell science. 1999.

YIN, R. K., **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: [s.d], 2005.

ZAPATEL, Juan A. **Brasília, habitação em superquadra – avaliação pós-ocupação**. 1992. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

ZAPLA, L.S. **A banalização da recuperação estrutural! Estão maquiando nossas estruturas**. Disponível em: <[http://www.construirnet.com/materia\\_zarla1.htm](http://www.construirnet.com/materia_zarla1.htm).> Acesso em: 30 set. 2009.

Znidaric , J . and Znidaric , A . **Evaluation of the carrying capacity of existing bridges** . Ljubljana, Slovenia: Final Report, Institute for Testing and Research in Materials and Structures, 1994.