

## ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO APLICADOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL: UM ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO LOCALIZADO EM CONTAGEM-MG

STUDY OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN THE  
CONSTRUCTION PROCESS APPLIED IN STRUCTURAL MASONRY:  
A CASE STUDY IN A BUILDING LOCATED IN CONTAGEM-MG

Jandeir Santos Guimarães (FEAMIG) <js.jsguimaraes@gmail.com>

Lincoln Corrêa Castro (FEAMIG) <lincolncc8@gmail.com>

Vinicius de Assis Pereira (FEAMIG) <pyetrovini32@gmail.com>

Sheilla Leal Oliveira (FEAMIG) <sheilla.leal@gmail.com>

Jouber Paulo Ferreira (FEAMIG) <Jouber.paulo@hotmail.com>

### RESUMO

Manifestações patológicas estão cada vez mais presentes e verificadas em edifícios, especialmente naqueles por sistema construtivo de alvenaria estrutural, sejam essas produzidas com blocos de concreto ou blocos cerâmicos. Neste trabalho foram detalhadas, através de pesquisa bibliográfica e estudo de caso, algumas características dessa metodologia construtiva e as principais patologias que acometem essas estruturas, principalmente as manifestações decorrentes da negligência da norma brasileira, NBR 8798, ao executar a última laje. Os objetivos descritos nesta pesquisa foram atendidos, pois foi realizado um estudo de caso em uma edificação popular de classe média, sendo possível descrever o método de execução sistema construtivo de alvenaria estrutural, além de apresentar as principais características dessa manifestação patológica e sugestões de prevenção como resultado de análise.

**Palavras chave:** Sistema Construtivo. Alvenaria Estrutural. Patologias. Tratamentos. Laje

---

### ABSTRACT

Pathological manifestations are increasingly present and verified in buildings, especially those by structural masonry system, whether these are produced with concrete blocks or ceramic blocks. In this work, some characteristics of this constructive methodology and the main pathologies that affect these structures were detailed through bibliographical research, mainly the manifestations resulting from the negligence of the Brazilian standard, NBR 8798, when executing the last slab. The objectives described in this research were addressed, as a case study of a popular middle-class building was addressed, and it was possible to describe the method of construction of a structural masonry system, besides presenting the main characteristics of this pathological manifestation and prevention suggestions as a result of analysis.

**Keywords:** Constructive System. Structural masonry. Pathologies. Treatments. Slab.

#### Correspondência/Contato

Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

FEAMIG

Rua Gastão Braulio dos Santos, 837

CEP 30510-120

Fone (31) 3372-3703

parametrica@feamig.br

<http://www.feamig.br/revista>

#### Editores responsáveis

Wilson José Vieira da Costa

[wilsoncosta@feamig.br](mailto:wilsoncosta@feamig.br)

Raquel Ferreira de Souza

[raquel.ferreira@feamig.br](mailto:raquel.ferreira@feamig.br)

## 1 INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo no qual são consideradas paredes laminares, pois desempenham não apenas a função de vedação, mas principalmente o suporte das cargas solicitantes das lajes e das mesmas, transferidas para as fundações. A principal característica deste sistema é que todas as paredes têm a função de suportar o peso da laje ou da cobertura.

Essa técnica construtiva baseada na racionalização proporciona algumas vantagens em relação aos sistemas construtivos convencionais como redução nos desperdícios de materiais, argamassa, por exemplo, redução do capital humano, a mão-de-obra, economia no uso de armaduras e de formas, além de oferecer flexibilidade do ritmo de execução de obra, proporcionando obras limpas, rápidas e seguras (RAMALHO, 2003), sendo este sistema construtivo um dos mais antigos utilizados pela humanidade.

Até o início do século XX, as alvenarias foram executadas de forma empírica, apresentando grandes espessuras por falta de conhecimento das características resistentes dos materiais empregados e de procedimentos através de cálculo racional (SAMPAIO, 2010). Neste contexto, algumas obras importantes, como as Pirâmides de Gisé, o Coliseu, Basílica de Santa Sofia, chamam a atenção pelas suas dimensões.

Esse sistema construtivo, alvenaria estrutural, tem experimentado um expressivo avanço no Brasil nas últimas décadas, devido especialmente à estabilização da economia. Segundo Ramalho (2003), fatores como concorrência entre as empresas que buscam a redução dos custos, além do investimento em pesquisa para a utilização de novos materiais, colaboraram para o crescimento da técnica de construção por sistema de alvenaria estrutural.

Todavia, em decorrência de falhas construtivas, deficiência e erros de projeto ou ainda falhas provocadas na fase pós-ocupacional pelo mau uso do imóvel, problemas patológicos poderão se originar e provocar “defeitos” que comprometem a segurança e a durabilidade da edificação, na fase de ocupação. De acordo com Holanda Jr. (2008), as fissuras são as causas mais frequentes de falha de desempenho em alvenarias, pois os materiais utilizados em sua construção, tais como os blocos cerâmicos, blocos de concreto e argamassa são frágeis, quando empregados de maneira errada, apresentando baixa resistência à tração.

Dessa forma, o presente trabalho propõe um estudo do assunto, através de pesquisas bibliográficas e apresentação de estudo de caso, com a intenção do maior entendimento das manifestações patológicas em alvenaria estrutural e dos métodos

existentes de correção. E, por fim, sendo fonte de pesquisa para demais interessados no estudo desse assunto.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 História da Alvenaria**

Historicamente, ao contrário do que muitos imaginavam, a alvenaria estrutural não é uma técnica construtiva atual e nem recente.

Franco (2008) cita algumas referências antigas como as pirâmides do Egito (por volta de 2500 anos) as muralhas da China (214 A.C), entre outras famosas construções da antiguidade, onde as próprias rochas suportavam as cargas que são transferidas para o solo, revendo o passado e adequando à realidade atual, essas técnicas vêm sendo aprimoradas.

Talvez a obra de maior impacto entre a era antiga e a atual seja o Edifício Monadnock Building, localizado na cidade de Chicago, Estados Unidos da América (EUA), construído entre os anos de 1889 e 1891, composto por 16 andares e 65,00 metros de altura. Como naquela época não se tinha ainda total domínio da técnica da alvenaria estrutural e a intenção era vencer uma grande altura, suas paredes da base do primeiro andar possuem até 1,80m de espessura conforme FRANCO (2008).

Conforme Holabird e Roche (1983) e Franco (2008), também foi criado em 1951, o Edifício Brasília (Suíça), construído e considerado na época como um avançado marco no progresso das obras em alvenaria estrutural, pois suas paredes possuíam apenas 37 cm de espessura. No começo da década de 1960, se intensificava o avanço das pesquisas, leis e teorias, logo os engenheiros construtores e projetistas conseguiram melhor preparo, podendo aprimorar suas técnicas de construção. Em meados da década de 1960, ainda segundo Ramalho e Corrêa (2003), começaram a ser introduzidas no Brasil algumas obras em alvenaria estrutural.

Conforme (Franco, 2008), visto já naquela época por muitos como uma alternativa barata de baixo custo, visando sempre atingir as classes sociais mais baixas, verificou-se nas construções de alvenaria estrutural um alto grau de patologias após a conclusão das obras.

Nos dias atuais, quase que em sua totalidade as obras de conjuntos habitacionais de baixa renda são feitas em sistema construtivo por alvenaria estrutural, tendo como apelo principal o baixo custo de execução e pouco desperdício de material, o que maximiza os lucros e diminui prazos para entrega da obra.

## 2.2 Normas

Para a realização deste estudo foram utilizadas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), citadas abaixo:

- **NBR 6136:** Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural – Especificação;
- **NBR 6461:** Bloco cerâmico para alvenaria - Verificação da resistência à compressão - Preparo e ensaio à compressão;
- **NBR 7171:** Bloco cerâmico para alvenaria – Especificação;
- **NBR 8798:** Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados – Procedimento;
- **NBR 15270 - 2:** Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologias e requisitos;
- **NBR 15270 - 3:** Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio;
- **NBR 13281:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos;
- **NBR 5739:** Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos;
- **NBR 6120:** Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
- **NBR 5739. 2007:** Ensaio à compressão de corpos de prova cilíndricos.

A utilização das normas tem como finalidade regulamentar e normalizar o processo construtivo. A seguir, apresentamos os materiais e ferramentas usuais no processo construtivo por alvenaria estrutural e o que se deseja da mão-de-obra.

## 2.3 Materiais e Ferramentas

Em qualquer processo construtivo, devemos ter atenção nos materiais empregados, suas qualidades e resistência, apontar quais são as ferramentas adequadas para a execução do processo e por fim, realizar o treinamento da mão-de-obra, quando essa não apresentar resultado satisfatório.

### 2.3.1 Blocos de Concreto

De acordo com a NBR 6136-2007 os blocos de concreto devem ser fabricados e curados por uma mistura homogênea e compacta, os lotes de fabricação devem conter a identificação do fabricante e devem ter o transporte e manuseio bem protegidos para não alterar sua qualidade. Devem conter arestas vivas, não conter trincas que prejudiquem a sua

instalação, não podem ter reparos que escondam seus defeitos. Etapas de fabricação do bloco concreto:

Extração: é escolhida a jazida com todos os laudos ambientais de onde será retirado o material. Este, como vem de meio natural, poderá conter matéria orgânica, que deve ser removida. Depois da fase da extração, o material é levado para a moagem e umidificação para melhorar a homogeneização da massa.

Extrusão: este é o processo no qual a máquina denominada maromba consolida o formato desejado ao produto, de acordo com a NBR-15270-2-2005.

Corte: esta etapa se dá na saída da máquina extrusora, os blocos saem da extrusão e são cortados com o formato desejado.

Secagem: o material, após sair do corte, é levado para ambiente fechado e mantido em temperatura ambiente para evitar o surgimento de fissuras. Esse processo de secagem natural dura aproximadamente 5 dias.

Queima: após a secagem, o material é levado à olaria, para ser queimado em temperaturas que variam de 750° C a 1.000° C. Esse processo pode demorar até 4 dias. Após a queima, o material é resfriado e desenformado, estando apto à comercialização.

A família de bloco de concreto 39 ou BE-40 é composta de três elementos básicos: o bloco B39 (39x19cm) e largura variável; o bloco B19 (19x19cm) e largura variável; e o bloco B54 (54x19cm) e largura variável.

Utilizar a família 39 significa projetar usando a unidade modular 20 e múltiplos de 20, onde 20 é a medida do bloco de 19cm, mais 1 cm de espessura das juntas. Há também a família de bloco 29, denominados de BE-30.

Os blocos de concreto possuem segundo a norma NBR 6136 as seguintes características principais: Resistência característica à compressão ( $f_{bk}$ ); Resistência mínima de 3,0 MPa, referida à área bruta.

### **2.3.2 Bloco Cerâmico**

O bloco cerâmico estrutural, deve trazer, obrigatoriamente, gravada em uma das suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco, em baixo relevo ou gravado, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura.

Nessa inscrição deve constar no mínimo o seguinte: Identificação da empresa; Dimensões de fabricação em centímetros, na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L x H x C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida em centímetros; As letras EST (indicativo da sua condição estrutural); Indicação de rastreabilidade.

As características visuais do bloco cerâmico estrutural devem atender aos critérios de avaliação da aparência, especificados em comum acordo entre fabricante e fornecedor, quando do contrato de fornecimento.

Critérios de fabricação dos blocos são apresentados em tabelas normatizadas, conforme a tabela 1, para que não ocorram discrepâncias na fabricação e nas nomenclaturas dos blocos.

Tabela 1

Dimensões L x H x C	Dimensões de fabricação cm					
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)			
			Bloco principal	½ Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M		19	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (3)M			29	14	26,5	41,5
(5/4)M x (2)M x (4)M			39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14	19	29	14	-	44
(3/2)M x (2)M x (4)M			39	19	34	54
(2)M x (2)M x (3)M	19	19	29	14	34	49
(2)M x (2)M x (4)M			39	19	-	59

Bloco L – bloco para amarração em paredes em L.  
Bloco T – bloco para amarração em paredes em T.

Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais.

Disponível em: <[www.ufrgs.br/napead/projetos/alvenaria-estrutural/blocos ceramicos.php](http://www.ufrgs.br/napead/projetos/alvenaria-estrutural/blocos_ceramicos.php)>. Acessado em: 27 de out. 2018

### 2.3.3 Argamassa

De acordo com a NBR 13281-2005, argamassa é a mistura de agregados miúdos aglomerantes e água que contenha ou não aditivo, com propriedade de aderência e endurecimento. A função da argamassa é basicamente ligar os componentes das estruturas vedando as juntas impedindo a entrada de ar e água.

Os componentes inseridos nas argamassas são: cimento: este item fornece durabilidade e resistência; cal: melhora a trabalhabilidade da argamassa, ajuda na retenção de água e aumenta a plasticidade da mistura; areia: este componente melhora o enchimento e resistência da mistura, diminui o assentamento da massa e reduz a retração. A argamassa na alvenaria estrutural pode ser aplicada por meio de ferramenta ou bsnaga e conforme a ABNT.

A resistência da argamassa pode variar conforme necessidade especificada em projeto, contudo, as normas exigidas devem ser sempre seguidas.

Quando se trata de desperdício, argamassa pode ser um problema. Para que não haja perda de material e como a argamassa também pode vir pronta, seu armazenamento deve ser em local seco, fora da incidência climática, apoiada em estrados. Em sua aplicação, as áreas de assentamentos longitudinais e transversais do bloco, devem ser respeitadas e todo excesso removido com a colher de pedreiro.

### **2.3.4 Graute**

O graute nada mais é do que um concreto fluídico, formado por agregados miúdos, introduzidos nos vãos, de modo a ser preenchido, reduzindo os espaços vazios, sendo a sua principal função o aumento da área da seção transversal, ampliando a capacidade de compressão, de acordo com a NBR 10837, o graute deve ter resistência maior ou igual ao do bloco. O graute deve ser introduzido nos septos, juntamente com a armadura, onde a mesma seja completamente envolvida, de modo que ela e o bloco se tornem uma só unidade.

### **2.3.5 Armaduras**

De acordo com a NBR10837, a alvenaria estrutural armada é aquela onde são preenchidos os espaços vazios com o graute e armaduras, absorvendo os esforços calculados da estrutura. A imposição de limites relativamente baixos para as tensões no aço é explicada pela necessidade de se evitar uma fissuração excessiva, bem como garantir a aderência entre as barras de aço e o graute que as envolve.

Entretanto, essa limitação leva a uma contribuição menor do que aquela que se poderia esperar, especialmente porque a resistência à compressão dos outros componentes da alvenaria é relativamente elevada. Assim sendo, usualmente não é interessante do ponto de vista da relação custo-benefício se utilizar esse recurso para aumentar a resistência à compressão.

Na verdade, a alvenaria armada parece mais adequada quando se necessita conferir ductilidade à estrutura, aumentar o limite normalizado para a esbeltez de paredes ou quando se necessita de acréscimo muito localizado e resistência.

A tabela 2 mostra os valores nominais para cálculo que devem ser utilizados para os fios e barras. Área da seção de armadura –  $A_s$  (cm<sup>2</sup>).

Tabela 2

Bitola $\emptyset$		Valor nominal para cálculo			
Fios	Barras	$\Phi$ (Diâmetro) (cm)	Massa linear (kg/m)	$\mu$ (perímetro) (cm)	As (cm <sup>2</sup> )
3,2	-	0,32	0,063	1,00	0,080
4	-	0,40	0,10	1,25	0,125
5	5	0,50	0,16	1,60	0,200
6,3	6,3	0,63	0,25	2,00	0,315
8	8	0,80	0,40	2,50	0,500
10	10	1,00	0,63	3,15	0,800
12,5	12,5	1,25	1,00	4,00	1,250
-	16	1,60	1,60	5,00	2,000
-	20	2,00	2,50	6,30	3,150
-	25	2,50	4,00	8,00	5,000
-	32	3,20	6,30	10,00	8,000
-	40	4,00	10,00	12,50	12,50

Valores nominais de cálculo.

Disponível em: [http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/AU405\\_2007/acos.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/AU405_2007/acos.pdf)

### 2.3.6 Ferramentas

O uso de ferramentas adequadas tem gerado um grande ganho na produtividade e qualidade na execução de qualquer atividade. Esse tema é um campo vasto, em termos de avanços tecnológicos, desde pequenas melhorias, como uma roda em um caixote até ferramentas eletrônicas, como níveis e trenas laser. A seguir, conforme cartilha da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), seguem listadas ferramentas para uso em empreendimentos por processo de alvenaria estrutural: Colher de pedreiro; Palheta 40 cm; Esticador de linha; Fio traçador; Caixote para argamassa; Régua prumo nível; Escantilhão.

Conforme discorrido no início, os usos das ferramentas adequadas proporcionam ganho na qualidade e produtividade na execução de obras estruturais, mas de nada serve uma ferramenta caso a mão-de-obra não esteja apta ao manuseio.

### 2.4 Patologias na construção civil

O termo patologia (derivado do grego *pathos*, sofrimento, doença, e *logia*, ciência, estudo) é o estudo das doenças em geral, sob aspectos determinados, muito utilizados na área Médica, é atualmente empregado na engenharia civil fazendo uma associação com a medicina, como sendo a parte da engenharia que estuda as anomalias (doenças) das edificações (MATTOS, 2005).

### **2.4.1 Tipos de Patologias**

São vários os tipos de anomalias encontradas nas alvenarias estruturais e também várias são as causas dessas patologias, dentre todas as anomalias as fissuras são as mais frequentes. A seguir listaremos algumas patologias que foram encontradas durante a pesquisa.

### **2.4.2 Eflorescência**

Devido ao acúmulo de materiais salinos e alcalinos na superfície da alvenaria, ocorre a alteração de posição dentro desses elementos. Eles alteram a cor da estrutura alvenaria e podem comprometer a construção, devido à desagregação do material. Três são as condições que podem beneficiar a presença de tal manifestação, são elas: pressão hidrostática, que ocorre dentro do próprio líquido que é exercido dentro do peso do próprio líquido, presença de água e o surgimento de sais solúveis que ocasionam a friabilidade da alvenaria, eliminando um desses três fatores pode se retirar essa patologia (CORRÊA, 2010).

Detectada a ocorrência da eflorescência, deve-se tentar realizar um diagnóstico, mesmo que superficial, verificando os seguintes pontos:

- Se ela é generalizada ou manifesta-se em regiões localizadas da alvenaria;
- Se na alvenaria existem falhas por onde pode haver a penetração de água como fissuras ou juntas de assentamento mal executadas;
- Se ela ocorre nos componentes da alvenaria e/ou na argamassa;
- Se ela pode ser facilmente removida por escovação ou dissolução de água.

Percebe-se que as eflorescências são provenientes da presença de água na alvenaria, logo se deve fazer o máximo possível para eliminar pontos de umidade.

A simples escovação com escova de piaçava ou aço elimina as eflorescências pulverulentas, porém o acúmulo de salinização endurecido deve ser removido com aplicação de ácido muriático diluído em água.

### **2.4.3 Fissurações**

A fissura é o tipo mais comum de anomalia decorrente em alvenaria estrutural e pode acontecer por diversos fatores. As causas responsáveis por estas anomalias são as mais diversas, desde a má fabricação dos blocos cerâmicos e de concreto nas olarias, passando pelas péssimas condições de transporte e estocagem, ao cuidado na hora da execução.

Percebe-se que os fabricantes não seguem rigidamente as recomendações da NBR 7171 para fabricação de blocos estruturais, o que acarreta em blocos com irregularidades como variação do dimensionamento, má formação, diferenciação de cores, dentre outros.

A falta de um controle de qualidade mais eficaz por parte dos fornecedores ainda é um grande problema quando se trata de alvenaria estrutural. Geralmente eles são fabricados em olarias artesanais que não apresentam as mínimas condições técnicas de controle e muito menos pessoal especializado para realização deste serviço.

As condições de transporte e a estocagem também são fatores que acarretam muitas trincas à alvenaria estrutural. O transporte geralmente é feito em pequenos caminhões com péssimas condições e sem meios seguros de fazer a acomodação dos blocos. Durante o carregamento e o descarregamento e conseqüentemente a estocagem, também percebe-se a falta de cuidado dos colaboradores que manuseiam os blocos cerâmicos quanto à integridade física dos mesmos. Esses fatores também contribuem para uma imensa quantidade de blocos fissurados e quebrados.

Portanto, é necessário que se faça um aperfeiçoamento da logística de transporte, recebimento e estocagem com a utilização de melhores veículos de transporte, treinamento especializado de pessoal quanto ao manuseio durante a estocagem, enfim um controle mais severo da qualidade para que se possa reduzir as perdas com quebras e a utilização de blocos trincados.

Outro motivo que favorece o aparecimento de trincas na alvenaria estrutural são as quebras dos blocos para a passagem de tubulações hidrossanitárias e elétricas. No canteiro de obras isso é um problema, pois erros na locação de pontos de tubulação elétrica e hidrossanitárias são mais comuns.

Contudo, é muito importante a interação entre todos os projetos, desde o arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário, incêndio, telefonia, entre outros projetos, buscando evitar futuras modificações durante a execução. A utilização de elementos especiais como blocos tipo “U”, “J”, “L” que são blocos em formatos diferenciados e específicos (blocos hidráulicos e elétricos) é uma alternativa para evitar esse tipo de procedimento.

Begot (2009) diz que as alvenarias estruturais apresentam boa resistência quando são submetidas a esforços de compressão o que não ocorre quando submetidas a esforços de tração, flexão, cisalhamento, que, portanto, essas são quase que na totalidade as responsáveis pelas fissurações nas alvenarias.

A falta de um controle tecnológico eficaz com relação ao traço da argamassa de assentamento também se configura como um fator de contribuição para o aparecimento dessas fissuras. Begot (2009) afirma que as argamassas não devem ser altamente resistentes, elas devem ser capazes de absorver pequenas deformações. Se elas forem

muito resistentes, não serão capazes de deformarem junto com os blocos e acabarão trincando os mesmos.

Nesse contexto, vale pontuar a junta de argamassa. Elas são do tipo horizontais e devem ser feitas com a colocação de argamassa sobre as paredes longitudinais e transversais dos blocos devendo possuir espessura máxima de 10 mm, exceto na primeira fiada que deve ter de 5 mm a no máximo 20mm. Já as juntas do tipo verticais, que devem ser preenchidas mediante a aplicação de dois filetes de argamassa na parede lateral dos blocos e não tenha espessura inferior a 30 mm. A variação máxima da espessura das juntas de argamassa deve ser de + ou - 3 mm, em relação a especificada no projeto e conforme a NBR 15961.

#### **2.4.4 Infiltrações**

As infiltrações são anomalias referentes à presença de água na alvenaria, que podem ocasionar manchas de umidade, corrosão de armaduras, bolor, fungos, algas, eflorescências, descolamento e mudança de coloração de revestimentos, podendo ser gerados devido à absorção capilar, de fluxo superficial de água, higroscópica, por condensação. Bauer (2007) afirma que a umidade chega na alvenaria de forma líquida através da absorção capilar e fluxo superficial de água, nos demais casos ela é absorvida na forma gasosa. Fissuras na alvenaria e argamassa de assentamento pouco consistente contribuirão para o aparecimento de infiltrações.

Bauer (2007) sugere que durante a fase de projeto deve-se analisar vários aspectos no sentido de minimizar os problemas com as infiltrações. Dentre esses aspectos podemos citar a orientação das fachadas em relação aos ventos predominantes, detalhes arquitetônicos e técnicos como rufos, platibandas, beirais, tipo de proteção de coberturas, a intensidade e a duração das precipitações na região.

### **3 METODOLOGIA**

Este trabalho utiliza a pesquisa básica que demonstra que as patologias encontradas na alvenaria estrutural e formas de sanar tais manifestações. Para Gil (2007), pesquisa básica tem o intuito de ganhar aprendizados novos úteis sem aplicação prática, de acordo com verdades e interesses universais. A natureza de pesquisa adotada neste trabalho foi a qualitativa, onde as patologias foram identificadas, analisadas, além de propor as formas de tratamento.

A pesquisa descritiva foi a adotada nesta pesquisa, pois ela visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de levantamento (GIL, 2007 apud SILVA; MENEZES, 2005).

Pode-se caracterizar a proposta desse estudo de pesquisa como sendo estudo de caso e bibliográfica, baseado na análise bibliográfica que tratam do tema proposto, manifestações patológicas em processo construtivo de alvenaria estrutural em comparação da avaliação *in loco* do empreendimento avaliado.

A amostra da pesquisa é um empreendimento construído em alvenaria estrutural de médio padrão social localizado no bairro residencial Eldorado, no município de Contagem, Minas Gerais, sendo que este empreendimento apresenta algumas fissuras na parte superior próximo a última laje das unidades 301 e 302.

#### **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

É importante ressaltar que este trabalho de campo visa apenas realizar um levantamento da fissura mais comum ao edifício observado e não uma análise mais específica dos motivos de origem.

Diante disso, pode-se afirmar que fissuras horizontais no encontro da última laje com parede são patologias predominantes no caso observado. Sendo assim, o estudo proposto tem como premissa apresentar essas patologias verificadas no edifício residencial Flamboyant.

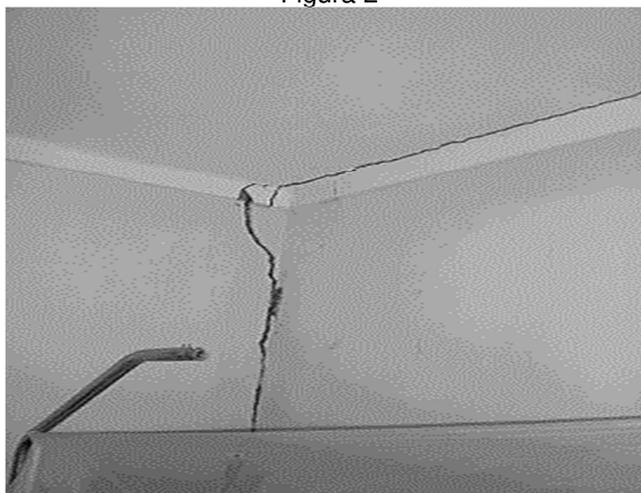
Para a análise das patologias no empreendimento, realizamos duas visitas técnicas. Primeiramente para conhecimento e registro das patologias apresentadas na fachada do edifício, conforme verificado na figura 1, e realizada no dia 5 de janeiro de 2019, e outra visita técnica, também para reconhecimento e registro das paredes internas do empreendimento, realizada no dia 12 do mesmo mês e ano e apresentados na figura 2.

Figura 1



Edifício Flamboyant. Fissura na parede  
Fonte: Autores 2019.

Figura 2



Fissura na lateral junto à laje

Fonte: Autores 2019.

Conforme Parsekian (2014), as movimentações térmicas estão relacionadas tanto com as propriedades físicas dos materiais quanto com o gradiente de temperatura. Por esse motivo, podem ocorrer de forma diferenciada entre materiais distintos de um mesmo componente, entre componentes distintos e entre regiões distintas de um mesmo material.

Os vínculos que envolvem os elementos e componentes das edificações restringem as movimentações térmicas promovendo o aparecimento de tensões. Dependendo da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos e das propriedades elásticas dos materiais, podem causar fissuras.

Essas movimentações podem ocorrer em casos como: Atuação de uma mesma variação de temperatura em materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica;

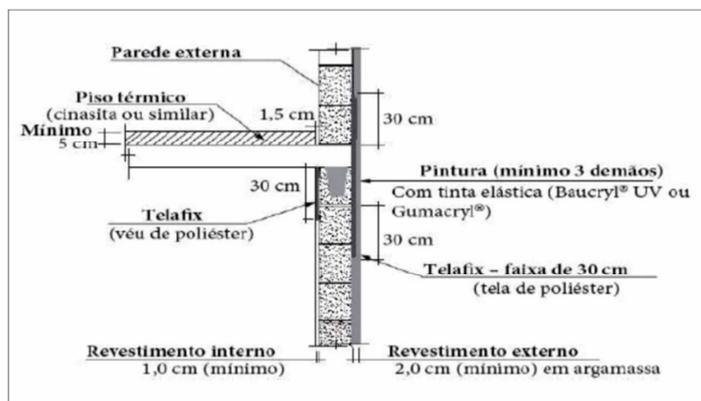
Diferentes variações térmicas atuando num único elemento; Gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente (ex: gradiente entre a face exposta e a face protegida de uma laje de cobertura).

Devido à variação de temperatura, as fissuras horizontais decorrentes de movimentações térmicas são mais comuns em lajes de cobertura. Em lajes de cobertura sobre paredes muito longas, constituídas de aberturas de vãos de portas ou janelas, essas fissuras permanecem horizontais ao longo das paredes externas maiores inclinando-se a aproximadamente 45 graus nas paredes transversais em direção à laje de teto conforme analisado no presente estudo de caso.

Uma falha, constantemente encontrada em obras de alvenaria estrutural, e já observada nesta pesquisa, é o surgimento de fissuras na alvenaria do último pavimento, tipo dos edifícios. Essas fissuras normalmente estão relacionadas a esforços transmitidos pela dilatação da laje de cobertura nas alvenarias. A solução mais eficaz para este problema consiste em construir de tal forma que seja permitida a total dilatação entre a laje e a alvenaria, impedindo a transmissão de esforços. Vários materiais e técnicas foram desenvolvidos para promover a dilatação da laje com a parede, porém alguns métodos não apresentaram a eficiência esperada.

Alvenarias do último pavimento são em geral muito solicitadas pelas movimentações térmicas das lajes de cobertura, com o objetivo de evitar que a dilatação térmica horizontal da laje do último pavimento cisalhe a alvenaria, originando fissuras, deve-se realizar uma efetiva proteção térmica da laje de cobertura conforme mostrado nas figuras 3 e 4, a ser realizado tão logo seja possível (até 3 dias após a concretagem da laje), de forma a minimizar a movimentação horizontal. Essa proteção pode ser realizada por processo de aplicação de argila expandida ou similar sobre a laje em, no mínimo, 5 cm e por assentamento de blocos de concreto celular de pelo menos 15 cm de espessura sobre a laje.

Figura 3

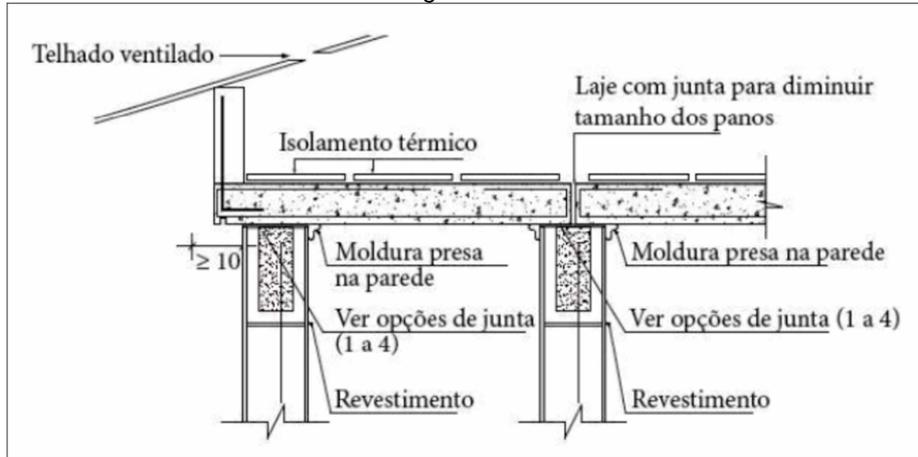


Detalhe de execução de proteção térmica sobre a laje de cobertura

Fonte: Extraído do livro Parsekian

Outro método é a liberação da movimentação horizontal da laje sobre a parede pela criação de uma junta horizontal, sistema que permite a livre movimentação da laje, sendo essa última solução a mais utilizada. Pode ser associado aos outros detalhes, sendo especialmente recomendada a previsão de juntas de dilatação nas lajes de cobertura.

Figura 4



Detalhe de execução de proteção térmica sobre a laje de cobertura

Fonte: Extraído do livro Parsekian

Atualmente, vem sendo utilizado além da manta asfáltica, placas de PVC. Este material é o que tem apresentado resultado mais satisfatório. Apesar da dificuldade de execução, a dilatação entre os elementos é promovida com grande sucesso, conforme estabelecido no livro, *Análise de Alvenaria Estrutural* e mostrado na figura 5.

Figura 5

Opção	Tipo de junta deslizante	Detalhe	Observação
1	Manta + manta + manta	Manta asfáltica (3 mm) Manta asfáltica (3 mm) Manta asfáltica (3 mm)	Manter o filme plástico da manta. Pode haver problema de durabilidade da manta.
2	Manta + PVC + manta	Manta asfáltica (3 mm) PVC Manta asfáltica (3 mm)	Manter o filme plástico da manta na face do PVC. Pode haver problema de durabilidade da manta.
3	Fórmica + fórmica	Fórmica Fórmica	Manter as faces de fórmica para dentro (fórmica em contato com fórmica).
4	Perfil de borracha	Perfil de borracha	Deve-se conhecer o esforço na parede para verificar o perfil. Exemplo de fabricante: Borindus®.

Tipos de juntas deslizante

Fonte: Extraído do livro Parsekian

## 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as formas de edificações estão suscetíveis, ao longo de sua vida útil, a sofrerem efeitos indesejáveis de manifestações patológicas, interferindo na qualidade do produto, seja no aspecto estético, funcional ou estrutural.

De forma particular, edificações em alvenaria estrutural estão mais vulneráveis a patologias que resultam no surgimento de fissuras, que podem ocorrer desde a etapa construtiva, decorrentes de falhas no projeto, materiais e técnicas utilizadas, até a fase pós ocupacional, seja pelo mau uso, falta de manutenção ou decorrente da interação com o meio físico-químico.

A importância dada às fissuras deve-se ao fato de reduzirem a durabilidade e a vida útil da edificação por fissuração na última laje, causando desconforto psicológico aos usuários e reduzir o valor do imóvel. Outro fator importante devido às fissuras é o fato de estas poderem ter origem decorrentes de falhas no método usado na fase de construção ou falha na execução, colocando em risco a segurança de seus habitantes.

Desse modo, por meio da bibliografia analisada, foi possível identificar as diversas formas e características que as fissuras podem apresentar e, por meio dessas informações, estabelecer a relação com os mecanismos responsáveis pelo seu surgimento na alvenaria estrutural.

A identificação e eliminação desses mecanismos é essencial para o processo de recuperação da alvenaria, pois permite que as técnicas de restauração possam ser aplicadas de forma eficiente, de modo a restabelecer o desempenho e o conforto da edificação.

Também podemos citar a importância em se adotar medidas complementares de proteção, necessárias para preservar a estrutura da ação dos agentes causadores das patologias, como a impermeabilização do solo nas regiões próximas à estrutura, desvio das águas pluviais, remoção de árvores nas proximidades da edificação etc., reduzindo assim a necessidade da execução de reparos futuros que além de onerosos, causam diversos transtornos ao usuário da edificação.

Por fim, acreditamos que mais trabalhos realizados com o tema, alvenaria estrutural, possam ser fontes de conhecimento na busca pelo aperfeiçoamento de novas edificações.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120 (1980) - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6461 (1983) - Bloco cerâmico para alvenaria - Verificação da resistência à compressão.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8798 (1985) Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados concreto - Procedimento.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7171 (1995) - Bloco cerâmico para alvenaria.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10837 (2000) -Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto – Procedimento.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2 (2005) Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-3 (2005) Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281 (2005) Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739.** 2007: Ensaio à compressão de corpos de prova cilíndricos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136 (2007) - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-2 (2011) Execução e controle de obras.**

APPOLINÁRIO, Fabio. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

BAUER, Roberto José Falcão. **Patologias em alvenaria estrutural de blocos de vazados de concreto.** Revista Prima - Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural, São Paulo – 13ª Edição, 2007.

BEGOT de Azevedo, Anderson. **Caracterização das patologias em alvenaria estrutural de Blocos de concreto.** 2009. 53f. Monografia (Especialização em Construção Civil – Planejamento e Controle) – Universidade da Amazônia, 2009.

FRANCO, L.S. **Alvenaria Estrutural – Conceitos Básicos.** Escola Politécnica da USP. Disponível em: <http://pcc2515.pcc.usp.br/aulas/AULA%201%20%20PCC%202515%20%20Conceitos%20Basico%20s.pdf>. Acessado em outubro de 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HOLANDA Jr., O.G. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural.** 2002. 242f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MATTOS Cano, Rafael. **Patologias em Alvenaria Estrutural.** 2005. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

PARSEKIAN, Guilherme Aris. Projeto em Alvenaria Estrutural. 1 ed. Curitiba: SOCIESC, 2014.

RAMALHO, M.A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** São Paulo, PINI, 2003.

SILVA, L.B. **Patologias em alvenaria estrutural: Causas e diagnóstico.** 2013.

76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. Florianópolis, 2005.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1998.