

PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM EDIFÍCIOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL

MAIN PATHOLOGIES IN MASONRY STRUCTURAL BUILDINGS

FRANCIELLY DJANIRA DE OLIVEIRA

Engenheira Civil pela UEG - Universidade Estadual de Goiás, Campus
Henrique Santillo, Anápolis - GO
franciellyolive1ra@hotmail.com

NAYANE FERREIRA DE MELO

Engenheira Civil pela UEG - Universidade Estadual de Goiás, Campus
Henrique Santillo, Anápolis - GO
nayanefmelo@gmail.com

MARCIO ALVES DE OLIVEIRA FILHO

Engenheiro Civil pela UEG - Universidade Estadual de Goiás, Campus
Henrique Santillo, Anápolis - GO
marcio_alves5@hotmail.com

JULIANO RODRIGUES DA SILVA

Doutor em Estruturas e Construção Civil pela UnB - Universidade de Brasília e
Docente do Curso de Engenharia Civil da UEG - Universidade Estadual de Goiás,
Campus Henrique Santillo, Anápolis - GO
julianorodriguessilva@gmail.com

Resumo: A alvenaria estrutural é uma técnica utilizada pelo homem desde a antiguidade. Esse método teve seu ápice no Brasil na década de 70 do século passado, empregado na construção de habitações populares, devido ao crescimento populacional, que fez necessário a utilização de um sistema construtivo ágil e econômico. Por outro lado, ao observar o histórico das estruturas onde se empregou tal sistema, nota-se o aparecimento de patologias com certa frequência. Buscando identificar as anomalias de maior incidência em edifícios multifamiliares de alvenaria estrutural, e analisar possíveis falhas no emprego desse método construtivo, este trabalho apresenta um estudo de caso com as principais falhas construtivas que levaram a manifestação de fissuras por diversas áreas do condomínio em estudo. Foram identificadas fissuras devido o mau travamento da estrutura, a vinculação da laje de cobertura a última fiada de tijolos, a ausência de vergas e contra-vergas e outros fatores que comprometeram o desempenho das edificações. Diante das falhas encontradas no estudo de caso, foi reforçado o uso adequado das técnicas do método como forma de prevenção. Já como medidas corretivas foram indicados reforços como o reboco armado, reforço com graute, uso de compósito de FRP e uso de juntas deslizantes na laje de cobertura.

Palavras-Chave: Alvenaria Estrutural. Patologias. Métodos Preventivos. Métodos Corretivos. Edifícios Multifamiliares.

Abstract: The masonry is a technique used by man since ancient times. This method peaked in Brazil in the 70s of the last century, used in the construction of affordable housing due to population growth, which made necessary the use of an agile and economical building system. On the other hand, observing historical structures where such a system is employed, there is the onset of disorders with some frequency. Seeking to identify the higher incidence of abnormalities in multifamily buildings of masonry, and analyze possible failures in the use of this construction method, this paper presents a case study with the main constructive failures that led to the manifestation of cracks in various areas of the community under study. cracks were identified due to bad locking structure, linking the cover slab the last row of bricks, the absence of spars and counter-spars and other factors that compromised the performance of buildings. Faced with the flaws found in the case study, it was reinforced

the proper use of the techniques of the method as a form of prevention. Already as corrective measures were indicated as reinforcements armed plaster, reinforcement with grout, composite use of FRP and use of sliding joints in the roof slab

Keywords: Structural Masonry. Pathologies. Preventive Methods. Methods Correction. Multifamily Buildings.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Marinoski (2011), a alvenaria consiste em um sistema construtivo formado por um conjunto de blocos, unidos entre si, a fim de estabelecer a separação dos ambientes, obter isolamento térmico e acústico e até mesmo resistir cargas.

Conforme Freitas Júnior (2013), a construção civil é uma das atividades mais antigas praticadas pelo homem, são vários os históricos que comprovam o interesse humano em construir, podemos citar como exemplo as grandes construções Egípcias, Romanas e Sumérias. Sabe-se que essas construções foram projetadas empiricamente, as técnicas de construção eram passadas de geração para geração e os avanços baseavam-se nas experiências anteriores.

Para Marinoski (2011), quando a alvenaria é empregada na construção para resistir cargas, além de seu peso próprio, dizemos que ela é autoportante, mais conhecida como alvenaria estrutural.

A alvenaria estrutural é uma técnica bastante utilizada pelo homem desde a antiguidade onde o principal elemento de alvenaria era a rocha, porém a partir de 4.000 a. C. a argila foi introduzida tornando possível a produção de tijolos, sendo que hoje podemos encontrar uma grande variabilidade de tijolos que apresentam melhor resistência a determinadas situações (TAVARES, 2011).

Conforme Araújo e Costa (2010), o primeiro registro de construção em alvenaria estrutural no Brasil foi em 1966. Esse método foi primeiramente empregado em habitações populares, pois com crescimento da população houve a necessidade do emprego de um sistema construtivo ágil e mais econômico.

Atualmente a alvenaria estrutural tem sido empregada nos mais diversos tipos de obras, mas neste trabalho serão estudados os edifícios multifamiliares. Para a construção de edifícios, esse sistema construtivo, torna-se promissor quando se observa a economia no processo de execução. Por outro lado, nota-se o aparecimento de patologias nas estruturas com certa frequência, o que torna esse sistema construtivo criterioso.

Conforme Bauer (2008), cuidados no projeto e na execução da obra são fundamentais para evitar o surgimento das patologias. No entanto, quando essas anomalias aparecem não é

possível detectar as falhas, mas geralmente são oriundas de alguma deficiência no projeto, na especificação do material, na execução ou na utilização da estrutura.

Para evitar que as estruturas sofram problemas patológicos existem normas com as especificações e procedimentos que garantem a qualidade de edificação. Logo com as informações desses manuais podem-se levantar as possíveis causas das principais patologias nos edifícios de alvenaria estrutural, encontrar medidas preventivas e ainda soluções de contorno quando estas anomalias surgem nas edificações.

2. ESTUDO DE CASO

a. Gêneses da patologia

De acordo com a Coordenadoria de Defesa Civil (2014), patologia de prédio é o estudo das patogenias (doenças) que se instalam no edifício, que precisam receber uma profilaxia (tratamento) para serem erradicadas e que na sua evolução, pode ocorrer uma deterioração das partes afetadas e até mesmo a ruptura, comprometendo a estabilidade da edificação.

Muitas são as possíveis causas das patologias encontradas nas edificações. Mas de modo geral, podemos atribuí-las a falhas de projeto, de execução ou de falta de manutenção. Conforme Lima (2012), para a detecção de uma manifestação patológica e (ou) sugestão de uma solução de manutenção; dividem-se as etapas de construção de um edifício da seguinte maneira: planejamento, projeto, materiais, execução e utilização, podendo surgir manifestações patológicas como consequência de falhas em qualquer uma dessas etapas. Veja na tabela 1 as principais causas de patologia no mundo.

Tabela 1- Causas de patologias no mundo

CAUSAS (%)				
País	Projeto	Materiais	Execução	Utilização
Inglaterra	49	11	29	10
Alemanha	40	14	29	9
Bélgica	46	15	22	8
França	37	5	51	7
Espanha	32	16	39	13
Brasil	18	7	51	13

Fonte: Silva e Jonov, 2014

b. Deterioração da estrutura

Para Santos (2010), os mecanismos de deterioração das estruturas são todos aqueles efeitos relacionados às ações mecânicas, movimentações de origem térmica, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação.

Para Sampaio (2010), de modo geral a alvenaria estrutural apresenta uma boa resistência à compressão, porém para satisfazer a resistência do conjunto é necessário estar associada ao bom desempenho de alguns fatores isolados, tais como resistência dos blocos e das argamassas, grauteamento correto, execução do prumo e das espessuras das juntas correta.

c. Condomínio em estudo

O estudo de caso foi feito em Goiânia, com fotos de edificações em alvenaria estrutural, no período de execução da obra e após 5 anos da entrega do empreendimento. Trata-se de um condomínio com 14 blocos de quatro pavimentos. Na fase inicial do estudo foram levantadas as principais falhas durante a execução que ocasionaram vários tipos de patologias. A Figura 1 mostra uma das fachadas do edifício com falhas de execução, que possivelmente ocasionarão manifestações patológicas; são elas: desaprumo, ausência de vergas e contravergas, juntas mal executadas e blocos danificados.



Figura 1- Fachada comprometida por falhas de execução
Fonte: Autores, 2016

A figura 2 ilustra a fachada lateral do edifício. Pode-se observar a existência de blocos soltos e o não preenchimento de algumas juntas verticais e horizontais, falha que interfere diretamente no comportamento mecânico da alvenaria.



Figura 2 - Fachada comprometida com blocos soltos e juntas mal executadas
Fonte: Autores, 2016

Na figura 3 temos o armazenamento de materiais incorreto. Os blocos devem ser entregues paletizados, basta que o lugar seja plano e suporte a entrada do caminhão para descarga. Não é permitido empilhar mais que dois paletes, para evitar o contato direto com a terra deve-se utilizar uma camada de pedrisco ou brita, e para isolar da chuva deve-se cobrir a pilha com uma lona.



Figura 3 – Armazenamento incorreto de materiais
Fonte: Autores, 2016

Na figura 4 observamos excessos de aberturas nos blocos, medida que deve ser evitada quando se trata de alvenaria estrutural, pois uma mudança na dimensão da unidade compromete diretamente sua resistência.

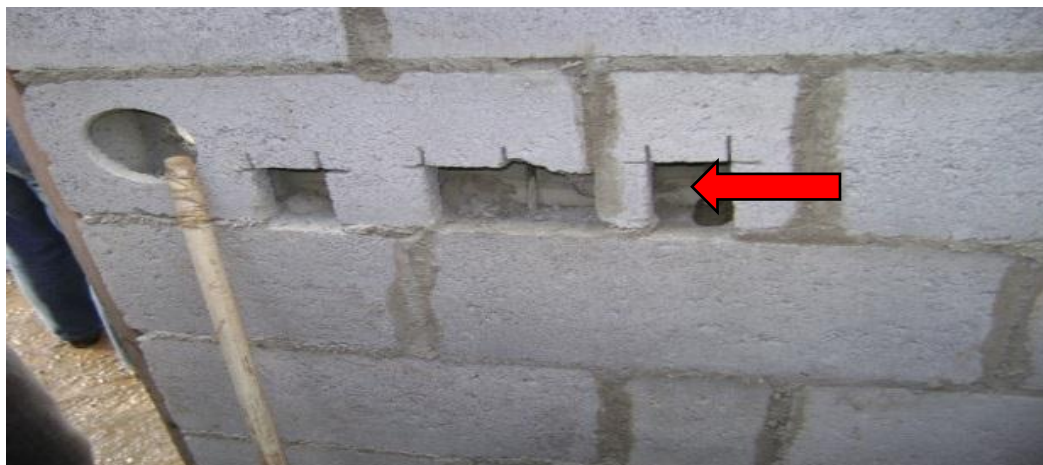


Figura 4 – Excesso de aberturas nos blocos
Fonte: Autores, 2016

Na figura 5 observa-se a ausência de verga na porta, fator que ocasiona fissuras devido à concentração de tensões no entorno do vão.



Figura 5 – Fissuras devido ausência de verga
Fonte: Autores, 2016

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Na segunda etapa do estudo foram realizadas visitas ao condomínio após 5 anos da entrega do empreendimento. Foram constatadas todas as manifestações patológicas previstas na primeira fase do estudo de caso. Veja os resultados nas figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11.



Figura 6 - Dilatação e expansão da laje de cobertura
Fonte: Oliveira (2016)



Figura 7 - Expansão da argamassa
Fonte: Oliveira (2016)

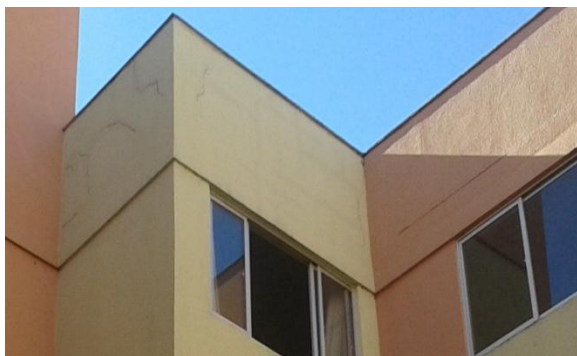


Figura 8 - Travamento incorreto da estrutura
Fonte: Oliveira (2016)



Figura 9 - Esmagamento da argamassa de assentamento
Fonte: Oliveira (2016)



Figura 10 - Ausência de contra-verga
Fonte: Oliveira (2016)

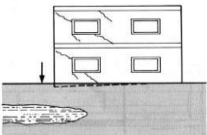
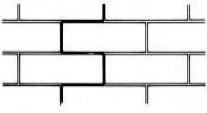
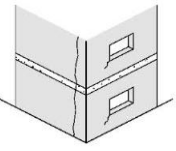
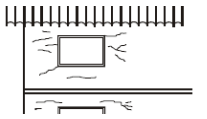
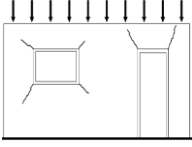
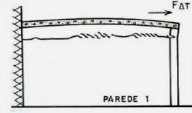
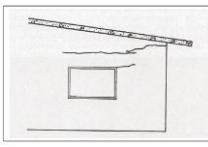
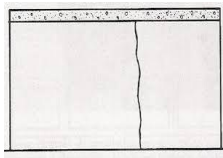
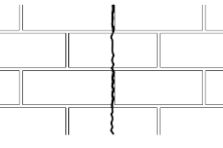
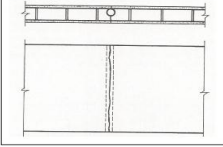


Figura 11 - Falta de reforço na mudança de espessura
Fonte: Oliveira (2016)

a. Quadro de patologias e diagnósticos

Com o objetivo de simplificar o estudo das patologias e suas causas foi elaborado um quadro sistemático, como não foi possível apresentar todas as foto do caso analisado, veja no Quadro 1 as patologias de maior incidência no condomínio em estudo, sua configuração e possíveis causas.

Quadro 1 – Patologias e suas causas

PATOLOGIA	ILUSTRAÇÃO	CONFIGURAÇÃO TÍPICA	POSSÍVEIS CAUSAS
PATOLOGIAS DAS FUNDAÇÕES (RECALQUE DIFERENCIAL)		FISSURAS DIAGONAIS (PRÓXIMO DOS 45°) NA DIREÇÃO DO PONTO DE MAIOR RECALQUE COM ESPESSURA VARIÁVEL. SE CONCENTRAM NOS PAVIMENTOS INFERIORES, MAS DEPENDENDO DA INTENSIDADE PODE CHEGAR AOS PAVIMENTOS SUPERIORES	FALTA DE HOMOGENEIDADE DO SOLO, CISALHAMENTO DA ALVENARIA DEVIDO AO ASSENTAMENTO SOB CORTE E ATERRO, CONSOLIDAÇÃO DISTINTA DO ATERRO CARREGADO E REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO DEVIDO O RECALQUE DIFERENCIAL PROVOCADO PELO CORTE DO TERRENO
PATOLOGIA NAS JUNTAS DE ASSENTAMENTO		FISSURAS ESCALONADAS	PROBLEMA NOS MATERIAS UTILIZADOS NA COMPOSIÇÃO DA ARGAMASSA QUE COMPROMETERAM SUA RESISTÊNCIA
PATOLOGIAS EM ENCONTRO DE PAREDES OU MUDANÇA DE ESPESSURA		FISSURAS VERTICAIS NO CANTO DOS EDIFÍCIOS OU PRÓXIMO AS REGIÕES DE DIFERENTES ESPESSURAS	CAUSADO PELA CHAMADA MOVIMENTAÇÃO HIGROSCÓPICA, ONDE MATERIAS SOFREM VARIAÇÕES DE DIMENSÕES DEVIDO A ABSORÇÃO DE UMIDADE E ACABAM SE MOVIMENTANDO NUMA INTENSIDADE MUITO DIFERENTE DEVIDO A INVERSÃO DE SENTIDO NA ALVENARIA
PATOLOGIA	ILUSTRAÇÃO	CONFIGURAÇÃO TÍPICA	POSSÍVEIS CAUSAS
PATOLOGIAS DEVIDO A EXPANSÃO DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO		FISSURAS HORIZONTAIS (FISSURAS MAPEADAS)	A EXPANSÃO DA ARGAMASSA É PROVOCADA POR REAÇÕES QUÍMICAS DOS ELEMENTOS QUE A CONSTITUEM (REAÇÃO DE SULFATO DO MEIO AMBIENTE OU HIDRATAÇÃO RETARDADA DA CAL)
PATOLOGIA GERADAS PELA SOBRECARGA EM ABERTURAS		FISSURAS INCLINADAS QUE PARTEM DOS CANTOS DAS ABERTURAS	CAUSADAS PELA CONCENTRAÇÃO DE TENSÕES DEVIDO A ABERTURA NA ALVENARIA
PATOLOGIAS DEVIDO A EXPANSÃO DA LAJE		FISSURAS HORIZONTAIS PRÓXIMO A LAJE	PREDOMINANTE NAS LAJES DE COBERTURA QUE ESTÃO MAIS EXPOSTAS A ABSORÇÃO DE CALOR. ESSA ABSORÇÃO DE CALOR GERA A EXPANSÃO TÉRMICA DA LAJE QUE POVOCA TRAÇÃO E CISALHAMENTO NAS PAREDES
PATOLOGIAS DEVIDO RETRAÇÃO DA LAJE		FISSURAS HORIZONTAIS PRÓXIMO A LAJE	ESTÁ DIRETAMENTE RELACIONADO COM A RELAÇÃO ÁGUA/CEMENTO. É GERADA A ROTAÇÃO DOS TIJOLOS DAS FIADAS PRÓXIMAS A LAJE DEVIDO O ENCURTAMENTO DOS MATERIAS NAS REAÇÕES DE PERDA DE ÁGUA.
PATOLOGIAS POR AUSÊNCIA DE JUNTAS DE DILATAÇÃO		FISSURAS VERTICAIS	EM PAINÉIS LONGOS A AUSÊNCIA DE JUNTAS DE CONTROLE LEVAM AO SURGIMENTO DE CONCENTRAÇÕES DE TENSÕES OCASIONANDO ABERTURAS DE FISSURAS
PATOLOGIAS POR PROBLEMAS NA RESISTÊNCIA A TRAÇÃO		FISSURAS NO SENTIDO DO CARREGAMENTO	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DO BLOCO DE CONCRETO É IGUAL OU INFERIOR A RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DA ARGAMASSA
PATOLOGIAS DEVIDO AS ABERTURA NOS BLOCOS		FISSURAS PERCORRENDO O CAMINHO DA TUBULAÇÃO OU NAS REGIÕES PRÓXIMAS A ABERTURA NO BLOCO	AS ABERTURAS FEITAS NOS BLOCOS DIMINUEM A RESISTÊNCIA DA UNIDADE E CONSEQUENTEMENTE A RESISTÊNCIA DA ALVENARIA

Fonte: Oliveira, 2016

b. Medidas preventivas e corretivas

Para uma construção durável, deve-se adotar um conjunto de decisões e procedimento que garantam à estrutura um desempenho satisfatório ao longo da vida útil da construção. (JÚNIOR, 2015).

Segundo Santos e Klimpel (2010) as melhores garantias para a obtenção da qualidade estão no investimento em prevenção, verificação e controle de todas as etapas do trabalho, sendo que os investimentos em prevenção, segundo o autor, se resumem em:

- Contratação de serviços com qualidade;
- Treinamento de pessoal;
- Utilização de normas e procedimentos técnicos;
- Adoção de técnicas racionalizadas;
- Estudo de medidas de segurança;
- Seleção de fornecedores;
- Preparação de planos de controle;
- Planificação e manutenção do material.

• **Principais critérios de projeto:**

De acordo com o estudo caso serão definidas algumas medidas preventivas na fase de projeto que evitariam o desenvolvimento das patologias encontradas:

a) Fissuras em encontro de paredes: A união entre paredes estruturais deverá ser feita preferencialmente por interpenetração. No caso de isto não ser possível, admite-se a união por reforço metálico, desde que seja eficiente para evitar fissuras e permita a distribuição de esforços entre as paredes causadas por movimentações dos materiais ou pela sobrecarga.

b) Fissuras nas proximidades das aberturas: Deve ser previsto em projeto a execução de vergas e contravergas nas aberturas para absorver a concentração de tensão gerada nas aberturas.

c) Fissuras nas paredes por movimentação da laje: No projeto deve se especificar a desvinculação da laje com as paredes através dos apoios deslizantes com a finalidade de proteger a atuação de esforços nos blocos gerados pelas possíveis movimentações térmicas da laje. Outras alternativas que complementam o uso de apoios deslizantes são prever um sistema de ventilação entre o telhado e a laje e uso de mantas para isolamento térmico.

d) Especificação de materiais: Segundo a NBR 15961-1/2011, o projeto necessariamente deve indicar as resistências à compressão dos elementos – blocos, argamassa e grautes –, assim como também as especificações dos aços que deverão ser utilizados: classe e bitola. A resistência dos blocos é outra informação que deve aparecer nos projetos para que a resistência de prismas seja garantida.

e) Compatibilização de projetos: As instalações elétricas devem ser todas dutadas com conduítes e embutidas nas paredes de alvenaria, nos vazados dos blocos. A distribuição horizontal dos conduítes poderá ser feita ou por embutimento nas lajes ou por embutimento em forros falsos. As prumadas elétricas e hidráulicas não podem ser embutidas nas paredes de alvenaria estrutural, devendo estar, preferencialmente, embutidas em “shafts” verticais, especificamente projetados para esta finalidade. Nas paredes de vedação admite-se o embutimento de prumadas, devendo, no entanto, prever-se detalhes construtivos em projeto que evitem fissuras nos revestimentos. As prumadas de gás, quando embutidas, devem estar posicionadas em paredes de vedação, ou em enchimentos externos às paredes estruturais. Todas essas informações devem ser previstas na fase de projeto para evitar problemas na execução ou na utilização da edificação. (SABBATINI, S/ DATA).

• **Principais Critérios de Execução:**

a) Para execução de uma edificação em alvenaria estrutural é imprescindível um projeto de produção que especifique com precisão a posição dos blocos, as técnicas de união entre paredes, amarração entre fiadas, os detalhes construtivos, posição e características dos vãos, especificações de materiais, etc.

b) Para o assentamento da alvenaria é necessário que as bases de concreto estejam niveladas e adequadamente resistentes. É proibida a execução de alvenaria diretamente sobre baldrames, sem que o piso do térreo esteja executado.

c) A execução da alvenaria não pode ser feita com chuva. No caso de interrupção do serviço por chuva, a alvenaria recém assentada deverá ser protegida para que os vazados não sejam cheios de água.

d) As paredes de alvenaria somente poderão ser executadas com blocos inteiros. Não se admite corte o quebra de blocos para obtenção de “peças de ajuste”. Pode-se utilizar peças pré-fabricadas, para tal finalidade, previstas no projeto de produção e obtidas mediante condições controladas;

e) O armazenamento correto dos materiais é outro fator de grande importância na segurança estrutural. Deve-se desenvolver um controle de estoque de blocos, argamassas, grautes e demais materiais que interferem na resistência da alvenaria.

- **Manutenção:**

Segundo a NBR 5674/99, manutenção predial é um 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.

A ausência da manutenção adequada em edificações é responsável por anomalias das mais variadas, que por sua vez são causadoras de danos materiais e, às vezes, pessoais. Esses danos são significativos e atingem não apenas ao proprietário, mas também a sociedade em geral (VILLANUEVA, 2015).

No condomínio do estudo de caso não tivemos acesso às informações de manutenções inspeções prediais, mas verificamos que os cuidados rotineiros dos edifícios estavam bem executados.

São diversas as intervenções que as alvenarias podem receber para melhoria do seu desempenho ou reparação de alguma patologia manifestada, depende do objetivo que se pretende alcançar.

Para Monteiro (2014), a inspeção nessa etapa tem objetivo de:

- Conhecimento do problema patológico;
- Estudo de suas causas, origens e mecanismos;
- Fornecimento de informações para os trabalhos de reparos e manutenção;
- Análise e classificação dos aspectos comuns entre manifestações patologias.

Geralmente para a reabilitação das paredes afetadas por patologias, utiliza-se uma ou várias etapas combinadas, desde a eliminação das anomalias, substituição dos elementos e/ou materiais, ocultação das anomalias, proteção contra agentes agressivos, eliminação das causas das anomalias, reforço das características funcionais. A escolha da estratégia a ser utilizada vai variar em função do tipo de patologia, da facilidade do diagnóstico e das condições técnicas, econômicas e viáveis de tais procedimentos (ARAÚJO, 2010).

A) Desmonte e reconstrução:

Um método bem tradicional que consiste na remoção do material constituinte da parede na zona degradada, e na reconstrução dessa mesma zona usando, se possível, os elementos removidos de outro local, semelhantes aos originais. Para Maurício (2012) o processo é trabalhoso, mas bastante eficaz uma vez que, em termos estruturais, não se colocam grandes problemas. Apenas na altura do desmonte dos elementos estruturais, em alguns casos, há necessidade de escoramento prévio que substitua temporariamente o elemento em reconstrução.

B) Reboco armado e argamassa armada:

Um das técnicas mais utilizadas na atualidade que segundo Maurício (2012) é uma solução recomendada para alvenarias que careçam de reforço para conter fissuras oriundas de problemas estruturais ou em relação a qualquer mecanismo que interfira em suas propriedades mecânicas, como exemplo ações sísmicas, degradações por fatores ambientais e fendilhação.

Para Cyrino (2012), a ideia de se incorporar telas ao reboco/emboço é semelhante a do concreto armado, quando se incrementa capacidade resistiva da peça, aumentando sua eficiência nos esforços de tração e, obviamente, quando se tratar de tela de aço soldada, eleva-se também a resistência à compressão. Nessa técnica podemos também utilizar fibra de vidro como elemento de reforço, porém, é indispensável o uso de mão de obra especializada para executar tal reparo.

Para execução do reparo a fissura deve ser preenchida com pasta de cimento e após receber o elemento de reforço, seja tela de aço, redes de fibra de vidro ou fibra de carbono. O novo revestimento deve conter pequena espessura, porém, o suficiente para proteger a armadura de corrosão. A desvantagem vista nesse reparo é de uma possível alteração estética. Veja na figura 12.

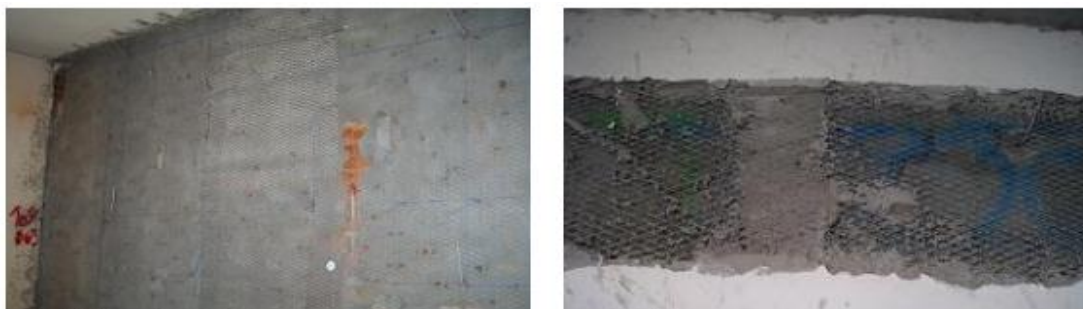


Figura 12 - Exemplo de reboco com tela metálica

Fonte: Maurício, 2012

C) Fechamento de juntas:

Consiste na remoção parcial da argamassa danificada, deve-se substituí-la por outra que apresente características melhoradas, isto é, que apresente melhor desempenho quanto às propriedades mecânicas. Essa ação é indicada em casos de fendilhamento, esforço excessivo de compressão, recalques, ações térmicas, entre outros. Para melhorar as características, pode-se incluir junto à argamassa de assentamento horizontal, armaduras de reforço (SAMPAIO, 2010).

D) Injeção de graute ou resina epóxi:

Segundo Silva (2015), entende-se por injeção a técnica que garante o perfeito preenchimento de espaço formado entre as bordas de uma fenda. Logo o principal objetivo da injeção de graute é a restauração da integridade original da parede existente através do preenchimento de vazios, fissuras e trincas que estejam presentes na alvenaria devido à sua deterioração física e química e/ou ações mecânicas. A injeção de graute pode ser de argamassa de cimento, ou resina epóxi. Geralmente, a injeção de resina epóxi é utilizada para pequenas fissuras (menores do que 2,0 mm de largura) e a injeção de pasta de cimento é mais apropriada para aberturas maiores. Esta técnica tem se mostrado eficaz na restauração da rigidez inicial e resistência de estruturas danificadas, melhorando o seu comportamento mecânico global. Observe o procedimento na figura 13.



Figura 13 – Injeção de graute nas paredes de alvenaria estrutural
Fonte: Araújo, 2010

E) Reforço com compósito FRP:

Segundo Cruz (2012) além do reforço estrutural com a inserção de armaduras metálicas, as estruturas também podem ser reforçadas com armaduras de compósito de FRP. FRP (Fiber Reinforced Polymer) são sistemas compósitos reforçados com fibras. Atualmente os FRP têm larga aplicação em Engenharia Civil, devido fundamentalmente às seguintes propriedades:

- Leveza;
- Boas propriedades mecânicas;
- Resistência à corrosão;
- Bom comportamento à fadiga;
- Fácil aplicação;
- Disponibilidade quase ilimitada em termos de geometria

Conforme Juvandes (2011) essa técnica pode ser executada com colagem exterior, designada por EBR, ou por colagem num rasgo, referido NSR. A escolha da técnica a se usar depende exclusivamente do objetivo que se pretende atingir, ou seja, do tipo de reforço que se necessita executar, podendo ser a flexão, ao corte ou ainda por confinamento. Observe exemplos da aplicação na figura 14.



Figura 14 – Reforço de alvenaria através de duas técnicas de colagem de FRPs. Técnica EBR (com laminados e mantas) e Técnica NSR (com laminados)
Fonte: Juvandes, 2011

As fibras mais usadas na fabricação dos materiais compósitos são: 1. Vidro, 2. Carbono, 3. Aramida e 4. Basalto.

Nos FRP as fibras são responsáveis pela capacidade de carga e rigidez do compósito, enquanto que a matriz garante a transferência de tensões entre fibras, bem como a sua proteção ao meio ambiente (CRUZ, 2012). Os rasgos horizontais promovem o aumento da capacidade de resistir aos esforços de cisalhamento aplicados no seu próprio plano. Já os rasgos verticais embutidos na base da alvenaria agem como ancoragem, aumenta à resistência a flexão.

F) Uso de juntas deslizantes:

Para os casos de fissuras na alvenaria próximas á laje de cobertura a melhor solução para resolver esse problema é a desvinculação da laje e as paredes. A variação térmica na laje de cobertura causa sua movimentação e conseqüentemente a rotação das fiadas próximas submete as unidades a esforços de tração e cisalhamento excessivo.

Para a desvinculação da laje e o topo da parede deve-se escorar a laje e remover a última junta de assentamento, introduzindo, nessa junta, material deformável, como exemplo o neoprene. Se o escoramento da laje não é possível, pode-se raspar a junta até uma profundidade aproximada de 10 mm, preenchendo-se com selante flexível (ARAÚJO, s. d.). Veja exemplo do uso de junta deslizante na figura 15:



Figura 15 – Juntas deslizantes
Fonte: Techsys Engenharia, 2014

4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Conforme o estudo do condomínio visitado as maiores falhas que ocasionaram as manifestações patológicas advém da falta de conhecimento técnico da mão de obra. A mão de obra não qualificada propiciou falhas em diversas etapas da construção, como assentamento de unidades trincadas, ausência de verga e contra-verga nos vão de abertura, juntas de assentamento sem a devida uniformidade do espaçamento exigido por norma, falha no travamento das paredes, etc. Esse diagnóstico confirma a estatística que no Brasil cerca 51% das anomalias se dão pela falha na etapa de execução do projeto (SILVA; JONOV, 2014).

Outro problema identificado com o estudo de caso foi o uso de materiais que não correspondem à qualidade mínima para execução dos serviços. Neste caso não foi possível identificar se a negligência foi na fase de projeto, onde não se especificou o material

adequado para atingir a resistência necessária da alvenaria; ou se houve o não cumprimento das exigências técnicas durante a fase de compra. Vale ressaltar que o armazenamento de materiais estava totalmente fora dos parâmetros de qualidade, o que deve ter contribuído para o comprometimento do bom desempenho da estrutura finalizada.

Diante de tal problemática faz-se necessário que as construtoras se empenhem mais na capacitação de seus funcionários, é preciso investir neles para alcançar resultados positivos no futuro. Outro aspecto de grande relevância é a adoção de um sistema de monitoramento e controle de qualidade, um acompanhamento da execução mais criterioso dentro do canteiro de obra, para que nenhum procedimento essencial para esse tipo de construção seja desconsiderado.

Conclui-se que a alvenaria estrutural faz-se eficaz mediante o cumprimento das exigências inerentes ao processo construtivo, especificadas em normas técnicas, caso contrário o método não é viável. Faz-se necessário que se tomem as medidas sugeridas neste trabalho para evitar o desencadeamento de anomalias futuras e evitar gastos com execução de reparos, que podem gerar custos bem mais elevados comparados aos de prevenção.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15961-1:2011. **Alvenaria estrutural — Blocos de concreto. Parte 1: Projeto**. ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5674:2012. **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. ABNT, 2012.

ARAÚJO, A. S. **Estudo do Reforço de Edifícios em Alvenaria Resistente por Perfis Metálicos**. Universidade Católica de Pernambuco. Recife. Dissertação de Mestrado. 2010.

BAUER, R. J. F. **Patologias Em Alvenaria Estrutural de blocos vazados de Concreto**. Caderno Técnico Revista Prisma. São Paulo, 2008.

CRUZ, J.S. **Reabilitação e Reforço de Estruturas**. Nota de aula mestrado em engenharia civil. Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2012.

CYRINO, L.F. **Influência do Reboco e do Reboco Armado Com Tela Soldada na Resistência de Alvenaria de Vedação Submetida à Compressão Simples**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

COORDENADORIA DA DEFESA CIVIL. **Noções de Avaliação de Risco Estrutural**. Espírito Santo, 2014.

JÚNIOR, E. L.C; GUIMARÃES, F. A. **Patologias das Edificações Em Concreto originadas na Fase de Uso**. Artigo. Disponível em: <<http://pmkb.com.br/artigo/patologia->

das-edificacoes-em-concreto-originadas-na-fase-de-uso/> Acessado em 23 de março de 2016, às 20:31.

JUVANDES, L. **Aplicações de Compósitos de FRP no Reforço de Estruturas**. Artigo. Faculdade de Engenharia da universidade do Porto. Porto, 2011.

LIMA, M. A. **Levantamento das Patologias em Residências de Delmiro Gouveia e Região – Causas e Soluções**. Cartilha de Patologias. Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2012.

MARINOSKI, D. **Alvenarias: conceitos, alvenaria de vedação, processo executivo**. Aula de Tecnologia de Edificação III da UFSC. Florianópolis (2011).

MAURÍCIO, T.G.G. **Rebocos Armados Aplicados em Paredes de Edifícios Antigos e Novos. Levantamento de Soluções, Técnicas de Aplicação e Características**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2012.

MONTEIRO, B.E.; **Inspeção de Estruturas de Concreto**. Nota de aula mestrado. Disponível em <http://pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/Mestrado%20Aula%206%20%20Inspe%C3%A7%C3%A3o%20Metodologia.pdf> Acessado em 29 de março de 2016; 16:25:14.

OLIVEIRA, F.D. **Principais Patologias em Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Monografia. Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2016.

REFATI, P. K. K. **Inspeção em Estruturas de Alvenaria em Blocos Estruturais**. Monografia. Universidade Tecnológica Federal

RODRIGUES, J. M.V. **Principais Técnicas de Consolidação e Reforço de paredes de Edifícios Antigos**. Dissertação de mestrado. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2010.

SANTOS, P.R.C. KLIMPEL, E.C. **Levantamento das Manifestações Patológicas Presentes em Unidades do Conjunto Habitacional Moradias Monteiro Lobato**. Monografia. Instituto IDD. Curitiba, 2010.

SAMPAIO, B. M. **Fissuras em Edifícios Residenciais em Alvenaria Estrutural**. Tese de mestrado. Universidade Estadual de São Paulo, São Carlos, 2010.

SILVA, P. A.; JONOV, P. M. C. **Patologia nas Edificações**. Curso de Aperfeiçoamento e Gestão na Construção Civil Pública. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SILVA, B. L. **Patologias em Alvenaria Estrutural: Causas e Diagnóstico**. Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.