



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
DANIELA MACHADO

**INVESTIGAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS INCIDENTES
EM EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM ATÉ
CINCO ANOS DE USO**

Tubarão
2017

DANIELA MACHADO

**INVESTIGAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS INCIDENTES
EM EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM ATÉ
CINCO ANOS DE USO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito
parcial à obtenção do título de Engenheira
Civil.

Orientador: Prof. Rennan Medeiros

Tubarão

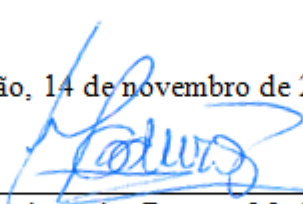
2017

DANIELA MACHADO

**INVESTIGAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS INCIDENTES
EM EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM ATÉ
CINCO ANOS DE USO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

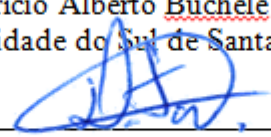
Tubarão, 14 de novembro de 2017.



Professor e orientador Rennan Medeiros, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Maurício Alberto Büchele Motta, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Denis Fernandes Weidmann, Ms.
Instituto Daher Deluca (IDD)

Aos meus pais, Adílio Machado e Dilma Linhares Machado, aos meus irmãos, Daniel Machado e Danuza Machado, ao meu namorado, Fabrício Fernandes, ao meu orientador, professor e amigo, Rennan Medeiros.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, pela saúde e disposição a mim concedidas, para que este sonho se concretizasse.

À minha família que com muita afeição e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida, me incentivando e confiando no meu potencial.

Ao meu namorado Fabrício Fernandes pela paciência, incentivo, amor e carinho a mim dedicados.

Aos meus amigos que sempre acreditaram em mim, em especial Amanda Corrêa, Ana Caroline Berti da Silva, Dalvana Braga e Maria Eduarda Fraga que ouviram meus desabafos durante este período e pela compreensão da minha ausência.

Ao meu professor, orientador e amigo, Rennan Medeiros, pelo empenho e suporte dedicado a mim para elaboração desta pesquisa.

A todos os colegas da graduação em engenharia, em especial a Ariele Corrêa Guedes, Carolina Gonzalez, Jean Gaspar, Jonas Pereira, Larissa Pereira e Tatiana Kock que participaram e contribuíram na minha vida acadêmica.

Aos professores, por todo ensinamento ao longo do curso.

A todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para realização desse trabalho.

“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais para temer menos” (Marie Curie).

RESUMO

O método construtivo em alvenaria estrutural vem sendo muito utilizado atualmente, sobretudo em empreendimentos de interesse social. Este fato, aliado à necessidade de execução em prazos cada vez menores, tem originado o surgimento de manifestações patológicas. Em virtude da grande demanda, a ausência no controle da qualidade dos projetos, materiais e métodos de execução, tal como a falta de planejamento são os grandes responsáveis pelo aparecimento de problemas patológicos. Neste sentido, o presente trabalho busca investigar as possíveis causas, origens e mecanismos de ocorrência em edificações construídas em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. Na pesquisa, fez-se um levantamento das manifestações patológicas ocorridas em um período de cinco anos após o habite-se, e posteriormente catalogadas em função do grau de incidência, propondo, além dos itens já mencionados, informações pertinentes acerca da manifestação patológica e o reparo adequado para cada uma delas. Entre as causas levantadas, observou-se maior incidência em problemas patológicos do tipo manchas de umidade, fissuras mapeadas, fissuras inclinadas próximas a aberturas, fissuras horizontais, e fissuras em lajes, seguindo respectivamente esta sequência, em função da quantidade das ocorrências. Com relação às origens destes problemas patológicos, evidenciam-se falhas no projeto, onde a ausência de detalhes construtivos, como a falta de especificações de materiais, aliada a equívocos de projeto, geram grande número de manifestações patológicas. Constata-se a relevância no controle do sistema de qualidade, com o intuito de minimizar ou até mesmo impedir o surgimento de problemas patológicos.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. Manifestação patológica. Controle de qualidade. Blocos cerâmicos.

ABSTRACT

Structural masonry constructive method has been widely used nowadays, mainly in social interest buildings. Allied to the necessity for even more short terms, pathological manifestations have appearing. Because of the great demand, absence of quality control in projects, materials and building methods, such as lack of planning are the main responsible by pathological problems arising. This work search for investigate possible causes, origins and occurrence mechanisms in buildings constructed in structural masonry with ceramic blocks. For the research, a survey on pathological manifestations occurred in a period five years after the occupation license was performed and then catalogued according to incidence degree, proposing, further the items previously mentioned, information pertinent over the pathological manifestation and the appropriate prognosis for each one. Among the causes surveyed, some pathological problems had more incidences, such as moisture stains, mapped cracks, inclined cracks near openings, horizontal cracks, and cracks in slabs, following respectively this sequence, according to the amount of occurrences. Regarding to the origins of these pathological problems, failures in the Project were noticed out, allied to the absence of constructive details, like the lack of specifications of materials, allied to Project mistakes generate high number of pathological manifestations. We noticed out the relevance in the quality control system in order to minimize or even avoid the pathological manifestations arising.

Keywords: Structural masonry. Pathological manifestations. Quality control. Ceramic blocks.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Eletroduto para instalação elétrica passando por dentro dos blocos cerâmicos, evitando rasgos na alvenaria.....	22
Figura 2 - Blocos cerâmicos comumente utilizados na alvenaria estrutural de blocos cerâmicos.....	24
Figura 3 - Blocos de concreto comumente utilizados na alvenaria estrutural de blocos de concreto	26
Figura 4 - Argamassa de assentamento na alvenaria estrutural.....	27
Figura 5 - Ponto de graute e armadura na alvenaria estrutural.....	29
Figura 6 - Junta de dilatação com EPS na alvenaria estrutural	30
Figura 7 - Contraverga utilizada na abertura inferior do vão da janela.....	31
Figura 8 - Origem das manifestações patológicas em relação aos processos da construção civil	34
Figura 9 - Evolução dos custos em virtude da fase de intervenção <i>Lei de Sitter</i>	36
Figura 10 - Fissura desenvolvida por recalque diferenciado devido ao rebaixamento do lençol freático.....	41
Figura 11 - Fissura desenvolvida predominantemente na diagonal a partir do vértice das aberturas.....	41
Figura 12 - Fissura provocada por recalque diferencial, em virtude de consolidações distintas do aterro.....	42
Figura 13 - Fissura provocada por recalque diferenciado na edificação menor em virtude da interferência no bulbo de tensões	42
Figura 14 - Fissura devido à torção da laje.....	43
Figura 15 - Fissura desenvolvida predominantemente na orientação vertical abaixo de aberturas.....	43
Figura 16 - Fissuras horizontais no revestimento proveniente da expansão da argamassa de assentamento.....	45
Figura 17 - Fissura na horizontal na base da alvenaria	46
Figura 18 - Fissura presente na região superior da parede, normalmente apresentando um traçado bem definido	47
Figura 19 - Fissura de cisalhamento causada por expansão térmica da laje.....	47
Figura 20 - Fissuras provenientes da movimentação térmica na laje	48

Figura 21 - Fissura desenvolvida na horizontal, normalmente acima das aberturas, causada pela retração.....	49
Figura 22 - Fissuras mapeadas na argamassa de revestimento.....	50
Figura 23 - Fissuração na alvenaria proveniente da sobrecarga vertical.....	50
Figura 24- Ruptura sob o ponto de aplicação da carga e propagação de fissuras	51
Figura 25 - Fissura nos cantos das aberturas provenientes de sobrecarga	51
Figura 26 - Fissura horizontal proveniente de carregamento excessivo.....	52
Figura 27 - Mancha de eflorescência em laje	53
Figura 28 - Mancha de umidade proveniente da umidade do solo.....	53
Figura 29 - Mancha de bolor na laje da alvenaria	55
Figura 30 – Número de manifestações patológicas ocorridas em cada empreendimento	60
Figura 31 - Quantidades de manifestações patológicas ocorridas.....	61
Figura 32 - Infiltração e destacamento de tinta ocasionados por fissura estrutural na fachada.....	62
Figura 33 – Infiltração de água ocasionada por problemas na cobertura	63
Figura 34 - Infiltração, destacamento de tinta e eflorescência ocasionadas por falta de impermeabilização.....	64
Figura 35 - Infiltração e destacamento de tinta ocasionados por falta de impermeabilização na fachada.....	65
Figura 36 - Infiltração, destacamento de tinta e mancha de bolor ocasionados por mau uso ..	66
Figura 37 - Mancha escura ocasionada pela falha na inclinação do peitoril	67
Figura 38 - Fissura mapeada ocasionada pela falta de manutenção preventiva	68
Figura 39 - Fissura mapeada proveniente da retração da argamassa de revestimento	69
Figura 40 - Fissura inclinada devido à ineficiência de contraverga	70
Figura 41 - Fissura inclinada no entorno da abertura em direção à laje.....	71
Figura 42 - Fissura horizontal próxima ao topo da parede	72
Figura 43 - Fissura horizontal próxima ao rodapé.....	72
Figura 44 - Fissura inclinada devido à torção da laje	73
Figura 45 - Fissura inclinada devido à tração da laje	74
Figura 46 – Fissura longitudinal na laje de cobertura	75
Figura 47 - Origens das manifestações patológicas de mancha de umidade.....	76
Figura 48 - Origens das manifestações patológicas de fissuras mapeadas.....	77
Figura 49 - Origem das manifestações patológicas de fissuras inclinadas próximas a aberturas	77
Figura 50 - Origens das manifestações patológicas de fissuras horizontais.....	78

Figura 51 - Origem das manifestações patológicas de fissuras em lajes	78
Figura 52 - Origem das manifestações patológicas em alvenaria estrutural	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A – Empreendimento investigado

ABCI – Analistas Brasileiros para o Comércio Internacional

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AE – Alvenaria Estrutural

ASTM – American Society for Testing and Materials

B – Empreendimento investigado

C – Empreendimento investigado

cm – Centímetro

D – Empreendimento investigado

E – Empreendimento investigado

ISO – International Organization for Standardization

NBR – Norma Brasileira

PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.1.1 Objetivos específicos.....	17
1.3 RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DO ESTUDO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL	19
2.1.1 Histórico	20
2.1.2 Alvenaria Estrutural no Brasil	21
2.1.3 Vantagens e desvantagens na utilização da alvenaria estrutural	21
2.1.4 Componentes da alvenaria estrutural	23
2.1.4.1 Blocos	23
2.1.4.1.1 Blocos cerâmicos	23
2.1.4.1.2 Blocos de concreto.....	25
2.1.4.2 Argamassa de assentamento	27
2.1.4.3 Graute	28
2.1.4.4 Armadura.....	29
2.1.4.5 Junta de dilatação	30
2.1.4.6 Verga e contraverga.....	31
2.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL	32
2.2.1 Principais origens das manifestações patológicas	33
2.2.1.1 Falha de projeto	35
2.2.1.2 Falha na execução.....	37
2.2.1.3 Falha nos materiais	37
2.2.1.4 Falha na manutenção	38
2.2.2 Fissuras na alvenaria	39
2.2.2.1 Fissuras por recalque de fundação.....	40
2.2.2.2 Fissuras por reações químicas	44
2.2.2.3 Fissuras por movimentações higroscópicas.....	45
2.2.2.4 Fissuras por variação de temperatura	46
2.2.2.5 Fissuras por retração.....	48

2.2.2.6 Fissuras por carregamento excessivo	50
2.2.3 Manchas de umidade na alvenaria estrutural	52
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	56
3.1 TIPO DE PESQUISA	56
3.2 DEFINIÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO	57
3.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E DIAGNÓSTICOS	57
3.4 OS EMPREENDIMENTOS EXPLORADOS	58
4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	59
4.1 ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES MAIS INCIDENTES	61
4.1.1 Análise das manifestações patológicas de manchas de umidade.....	62
4.1.2 Análise das manifestações patológicas de fissuras mapeadas na parede	67
4.1.3 Análise das manifestações patológicas de fissuras inclinadas próximas as aberturas	69
4.1.4 Análise das manifestações patológicas de fissuras horizontais na parede	71
4.1.5 Análise das manifestações patológicas de fissuras na laje.	73
4.2 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
REFERÊNCIAS	82

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentados a justificativa para escolha do tema, tal como os objetivos estabelecidos para conclusão dos resultados da pesquisa.

1.1 JUSTIFICATIVA

Em sua constante evolução, o homem vem adquirindo conhecimentos na área da construção civil visando atender suas necessidades e anseios. Em virtude do *déficit* habitacional de milhões de unidades no Brasil, houve uma busca incessante na construção de novos empreendimentos, que nos estudos de Leite (2014), tem o intuito de assegurar moradia digna para a população de baixa renda.

A necessidade de construir em grande escala, com uma melhor relação custo-benefício, tem impulsionado à utilização da Alvenaria Estrutural (AE), que se tornou a alternativa apontada como a mais viável por atender a tais exigências, além de proporcionar a melhoria na qualidade¹ da edificação e minimizar o desperdício.

Apesar de o Brasil apresentar uma posição privilegiada no contexto mundial de construção civil, Fiess (2004), ainda são encontrados grandes problemas nos quesitos durabilidade, conforto e segurança, em virtude da deficiência de mão de obra e materiais qualificados, falta de planejamento, erros de projeto, dentre outros aspectos.

A vida útil de uma construção está diretamente relacionada aos cuidados que foram estabelecidos na fase de projeto e sua manutenção ao longo do uso. Em analogia as enfermidades da medicina, o termo patologia das construções vem sendo muito utilizado na engenharia com o intuito de estudar as manifestações, suas origens e mecanismos de ocorrência das falhas que possam alterar o equilíbrio idealizado da edificação.

Dessa forma, identificando a necessidade de consolidar os conhecimentos nesta área, e em virtude da considerável incidência de insatisfações dos usuários, tornou-se imprescindível o desenvolvimento de estudos avançados direcionados às manifestações patológicas mais incidentes, buscando recomendações para reparo e possíveis prevenções para construção de edificações futuras.

¹ “Características dos insumos a serem adotados ou empregados, sejam serviços ou produtos, ou comportamento ou desempenho esperado ou projetado para o empreendimento e suas partes” (MITIDIERI, 2007, p.38).

Diante do exposto seria possível indagar: **Quais as principais causas, origens e mecanismos de ocorrência das manifestações patológicas de maior incidência em edificações habitacionais executadas em alvenaria estrutural com bloco cerâmico até cinco anos de uso?**

1.2 OBJETIVOS

Neste item serão apresentados os objetivos geral e específicos desta pesquisa.

1.2.1 Objetivo geral

Analisar as causas, as origens e os mecanismos de ocorrência das manifestações patológicas mais incidentes em edificações habitacionais executadas em alvenaria estrutural de bloco cerâmico com até cinco anos de uso.

1.2.1.1 Objetivos específicos

- Classificar os tipos de manifestações patológicas mais incidentes em edificações habitacionais executadas em alvenaria estrutural.
- Analisar a manifestação patológica encontrada, indicando sua possível causa, origens e mecanismo de ocorrência.
- Analisar parâmetros como execução, projeto, materiais utilizados, uso, manutenção e planejamento da edificação correlacionando-os às manifestações patológicas mais incidentes.
- Propor recomendações corretivas para as manifestações patológicas mais incidentes em alvenaria estrutural.

1.3 RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DO ESTUDO

Um dos problemas mais relevantes e preocupantes para os construtores civis são as manifestações patológicas que surgem em suas edificações. O estudo em questão, analisa as manifestações patológicas mais incidentes ocorridas em obras com até 5 anos de conclusão e, sobretudo, apresenta as razões das quais decorreram tais problemas patológicos. Ora, por si só, os resultados desta investigação garantem a relevância social desta pesquisa, pois,

permitirá que proprietários e compradores possam examinar com maior acuidade a edificação na busca da garantia da qualidade construtiva.

De outro lado, construtores e docentes da área poderão rever seu planejamento para que esses obstáculos não ocorram ou, pelo menos, sejam minimizados. Os docentes dos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Civil poderão trazer os resultados à discussão em suas aulas e em sua academia, consagrando assim, a importância científica do estudo em pauta.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados o conceito, histórico, elementos e demais componentes relacionadas à alvenaria estrutural como vantagens e desvantagens em sua utilização que são fundamentais para a discussão do tema. Em seguida, serão abordados em um item exclusivo, os problemas patológicos incidentes em alvenaria estrutural.

2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

Com a evolução dos processos de construção e da Engenharia Civil como um todo, tornou-se indispensável à busca de novos tipos de tecnologias de construção quando tratamos de habitações de interesse social em nosso país.

Entre as alternativas mais promissoras em que houve um considerável avanço nos estudos, está à alvenaria estrutural, que apesar de apresentar um reconhecido custo inferior, os materiais empregados ainda carecem de otimização, ou seja, há ainda a necessidade de revestimentos (externo e interno) para melhor finalização e acabamento.

“A alvenaria estrutural é um tipo de estrutura em que as paredes são elementos resistentes compostos por blocos, unidos por juntas de argamassa capazes de resistirem a outras cargas, além de seu próprio peso.” (PENTEADO, 2003, p.73).

Dessa forma, quando a utilização da alvenaria estrutural em uma construção, são utilizadas paredes de blocos estruturais como elementos resistentes que apresentam uma série de aspectos técnico-econômicos que explicam o motivo de sua utilização. No caso dos blocos, os quais são unidos por juntas de argamassas, estes formam um conjunto rígido e monolítico que tem por objetivo apresentar funções estruturais, tais como: resistência a impactos, estanqueidade e conforto térmico e acústico da obra (HENDRY, 1981 *apud* SCHANKOSKI, 2012).

É importante destacar a origem de como a alvenaria estrutural se inseriu como um dos meios mais utilizados na construção civil.

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo muito utilizado desde a antiguidade e que ainda hoje permanece em constante transformação pela introdução de novos materiais que propiciam um progresso efetivo nas técnicas de execução, tornando esse sistema eficiente em termos de segurança e rapidez de produção. (MOHAMAD, 2007, p.1007).

A alvenaria é um sistema de construção que utiliza peças industrializadas as quais contém dimensão e peso que as tornam de fácil manuseio, são geralmente ligadas por argamassa formando um conjunto monolítico (KALIL, 2005).

Pode-se conceituar alvenaria estrutural como sendo o processo de construção no qual os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, com a ressalva de que estes elementos serão dimensionados, projetados e executados de forma racional (CAMACHO, 2006).

2.1.1 Histórico

Notoriamente a alvenaria estrutural é uma técnica muito antiga, a qual vem sendo empregada pelo homem em suas construções desde os primórdios e que podemos dar como exemplo, as pirâmides, catedrais e o próprio coliseu. Eram utilizadas unidades de baixa resistência e métodos não científicos (empíricos) de cálculos nessas construções, deste modo resultava em estruturas mais robustas do que as atuais. Com o passar do tempo as técnicas de construção civil foram se aprimorando e novas alternativas foram sendo apresentadas além de um constante desenvolvimento em materiais que constituíssem maior resistência (FELICIANO *et al.*, 2009).

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo tradicional, utilizado à milhões de anos. Inicialmente eram utilizados blocos de rocha como elementos de alvenaria, mas a partir do ano 4.000 a.C. a argila passou a ser trabalhada possibilitando a produção de tijolos (KALIL, 2005, p.3).

Observa-se que o emprego de alvenaria estrutural não é uma técnica pouco conhecida ou utilizada pelo homem em suas construções, mas que ao longo dos anos tal técnica sofre constantes alterações e melhorias.

Podemos ainda observar que a alvenaria estrutural passa a ser algo mais utilizado aliado à sua aplicação se tornar mais prática e de modo mais econômico.

No passado, as construções eram compostas por unidades retangulares intertravadas com ou sem material ligante. A segurança era garantida pela forma tipológica que propiciava apenas tensões de compressão. Até então, a unidade (tijolo cerâmico e bloco de pedra) era a única responsável pelo suporte e distribuição das tensões verticais e horizontais provenientes do peso próprio e das ações do vento (MOHAMAD, 2007, p. 1007).

Conforme o autor supracitado menciona, o processo tecnológico evolutivo empregado na utilização da alvenaria estrutural é de fundamental importância para que a construção suporte as diferentes adversidades que pode enfrentar e fazer com que esta apresente condições aceitáveis de incidências da manifestação de problemas patológicos e que estas possam ser identificadas e corrigidas.

Tendo em vista a série de vantagens apresentadas na utilização da alvenaria estrutural de blocos de concreto na construção de edifícios, seu emprego é cada vez mais comum nos dias atuais.

2.1.2 Alvenaria Estrutural no Brasil

A alvenaria estrutural foi introduzida no Brasil na década de 60 com a construção do conjunto habitacional *Central Parque da Lapa* em São Paulo com 4 pavimentos em alvenaria armada. A construção foi realizada em uma fase em que o meio técnico brasileiro ainda não se encontrava apto para a execução devido à falta de conhecimento acerca dos materiais e técnicas construtivas, resultando em uma edificação com soluções demoradas e de alto custo (CARVALHO, 2001, *apud* ANTUNES, 2011).

Segundos estudos de Kalil (2005), o auge na utilização do método alvenaria estrutural no Brasil foi à década de 80, disseminada com a construção dos conjuntos habitacionais, onde ficou reconhecido como um sistema de baixa renda, que em virtude do grande potencial na redução de custos, diversas construtoras e fábricas de blocos investiram na tecnologia com o intuito de torná-la ainda mais vantajosa.

Atualmente, a execução de novos empreendimentos em alvenaria estrutural tem intensa aplicação nas edificações habitacionais de baixa renda, que vem sendo desenvolvida no Brasil em grande escala (RICHTER, 2007).

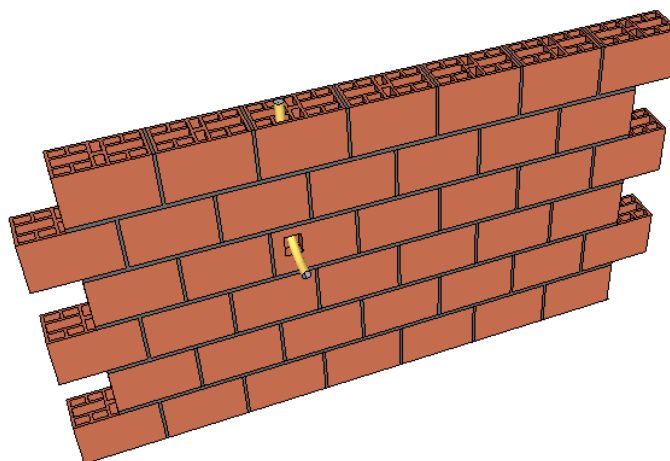
2.1.3 Vantagens e desvantagens na utilização da alvenaria estrutural

A maior vantagem na utilização do método alvenaria estrutural é a possibilidade de utilizar um único elemento em variadas funções, uma vez que a alvenaria desempenha simultaneamente as funções estruturais, proteção térmica e acústica, divisão de ambientes, além de apresentar razoável resistência ao fogo e a penetração de água em virtude das propriedades provenientes dos materiais que compõe o sistema (HENDRY, 2003).

Além dos itens citados, Capozzi (1998), acrescenta vantagens como o conforto interno nos ambientes, segurança contra a intrusão de agentes externos indesejáveis além das estanqueidades a gases.

A questão do custo também deve ser levada em consideração já que normalmente é mais econômica em relação às obras de prédios em alvenaria convencional. Verifica-se que essa questão econômica está relacionada a diversos fatores como: economia no uso de madeiras para formas, revestimentos com menor espessura, redução no uso de concreto e armadura, execução mais rápida. Outro fator são as instalações mais simples do que nas obras convencionais, pois dessa forma evitam-se rasgos nas paredes e com isso menor desperdício com materiais conforme é ilustrado na Figura 1.

Figura 1- Eletroduto para instalação elétrica passando por dentro dos blocos cerâmicos, evitando rasgos na alvenaria



Fonte: da autora (2017).

“A grande vantagem do uso da alvenaria estrutural está no alto potencial de racionalização² dos materiais e dos métodos construtivos utilizados na construção de edifícios.” (MAMEDE, 2001, p.1).

Identifica-se tal vantagem, uma vez que, a alvenaria estrutural é diretamente relacionada à prática de preceitos de construção racionalizada, associando qualidade e produtividade a menores custos em virtude da redução na utilização da madeira, concreto e aço.

Segundo estudos de Ramalho (2003), a principal desvantagem está associada à limitação do projeto arquitetônico pela concepção estrutural, não permitindo a construção de obras arrojadas. Outra desvantagem é a impossibilidade de adaptação da arquitetura para uma

² Racionalização é a aplicação mais eficiente de recursos para obtenção de um produto dotado de maior efetividade possível (ROSSO *apud* BALDAUF, 2004).

nova utilização, além do bom desempenho da edificação, depender do controle de qualidade dos materiais e o uso de mão de obra qualificada.

2.1.4 Componentes da alvenaria estrutural

Conforme NBR 10837 (ABNT, 1989), componente é um ente que compõe os elementos da obra, construído por um material natural ou de fabricação industrial. Os principais componentes empregados na execução de empreendimentos em alvenaria estrutural são os blocos estruturais, argamassa, graute, armadura entre outros (ALEXANDRE, 2008).

Para melhor execução do método construtivo em alvenaria estrutural é necessário conhecer as propriedades dos materiais constituintes e suas influências na edificação.

2.1.4.1 Blocos

Os blocos ou unidades são os componentes principais responsáveis pela resistência da estrutura, visto que dominam a resistência à compressão e determinam os procedimentos para a execução da técnica de coordenação modular no projeto de estruturas em alvenaria estrutural (CAMACHO, 2006).

Conforme a porcentagem de vazios, segundo Sampaio (2010), os blocos podem ser classificados como maciços, quando a porcentagem de vazios for inferior ou igual a 25% da área total, ou vazados, quando a porcentagem for superior a 25%.

Para a construção em alvenaria estrutural, os blocos devem apresentar boa resistência à compressão, baixa absorção de água, estabilidade dimensional além da durabilidade.

Em virtude de sua forma, os vazios no bloco estrutural podem apresentar diversas utilizações conforme é descrito:

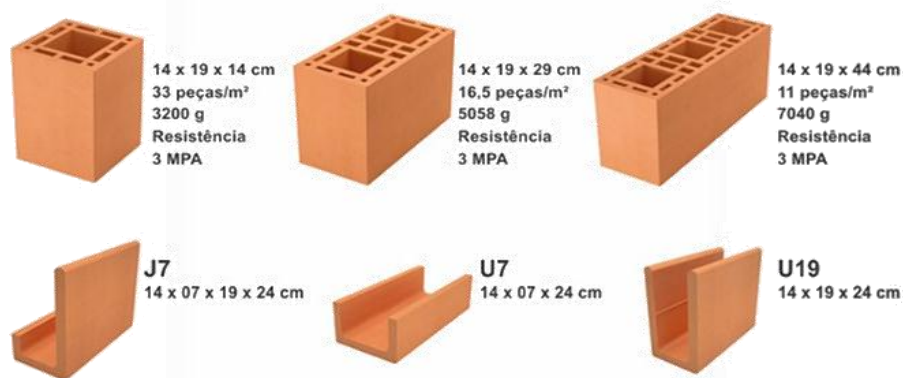
Os vazios das unidades podem ser utilizados para passagem de tubulação elétrica e para execução de cintas de amarração e vergas. Além disso, podem ser utilizados juntamente com o preenchimento com graute para fixação de armadura na estrutura ou para aumentar a resistência à compressão da alvenaria (SAMPAIO, 2010, p. 7).

Ainda de acordo com o material utilizado como matéria prima na sua fabricação, os blocos são classificados em: cerâmicos, concreto e sílico-calcários. De acordo com Kalil (2005), os mais utilizados no Brasil, são os blocos cerâmicos e blocos de concreto.

2.1.4.1.1 Blocos cerâmicos

Os blocos cerâmicos (Figura 2) estruturais devem ser fabricados por conformação plástica de matéria-prima argilosa, podem conter ou não, aditivos em sua composição, sendo queimados a temperaturas elevadas (NBR 15270-2, ABNT 2005).

Figura 2 - Blocos cerâmicos comumente utilizados na alvenaria estrutural de blocos cerâmicos



Fonte: Cerâmica Guarezi (2017, s.p.).

Conforme apresentado por Sabbatini (2002), os blocos estruturais em cerâmica, são adquiridos pela queima da argila em alta temperatura, superior a 800°C, moldados por extrusão³.

Dessa forma, pode-se observar que a qualidade dos blocos cerâmicos está diretamente relacionada à qualidade da argila, que serve como matéria prima para a fabricação do mesmo.

Segundo estudos de Mohamad (2007), a argila é composta de sílica, silicato de alumínio e variadas quantidades de óxidos ferrosos, podendo ser calcária (blocos de cor amarelada) ou não calcária (geralmente de cor avermelhada). A argila adequada para fabricação de blocos e tijolos deve apresentar plasticidade quando misturada a água, podendo ser moldada e após queimada a elevadas temperaturas, manter sua forma, ou seja, deve ter capacidade de fundir as partículas quando queimada.

Sobre a queima da argila em temperaturas elevadas, é importante salientar alguns efeitos que podem estar relacionados a este método, tais como uma maior absorção de água inicial, conforme é descrito:

A queima de argila a alta temperatura produz efeitos de retração que, se não tratados adequadamente, não garantem padrões de dimensões iguais, homogeneidade de cor

³ “Na moldagem por extrusão, a massa deve ser moída por via úmida. Os valores usuais de umidade estão entre 20% e 30%. Nesse processo, o equipamento usado é a maromba à vácuo, que tem as funções de retirar o excesso de ar existente na massa cerâmica e conformá-la por meio da passagem por uma boquilha, que funciona como molde para a cerâmica. O bloco de argila extrudido é contínuo e deve ser cortado nas dimensões previstas para o tipo de componente que está sendo fabricado.” (CASTRO, 2010, s.p.).

e acabamento superficial regular. A retração na cerâmica acontece apenas durante o processo de queima; posteriormente, podem apenas acontecer expansões e retrações higroscópicas, devido à absorção e perda de água do ambiente (MOHAMAD, 2007, p.1014).

Nota-se que a queima da argila para produção de blocos cerâmicos causa alguns efeitos de retração no processo inicial, porém suas características físicas voltam ao estado inicial após o procedimento.

De acordo com Kalil (2005), durante o processo de queima, toda a umidade é expulsa e a matéria orgânica é queimada, ocasionando a vitrificação⁴ com a fusão dos grãos de sílica.

2.1.4.1.2 Blocos de concreto

Nos estudos de Medeiros (1993), em meados de 1900, nos Estados Unidos, que surge o bloco de concreto que se conhece hoje em dia, o qual em 1904 se tem registro que era construído em uma máquina semi-automática.

No Brasil, a fabricação dos blocos de concreto começou no final dos anos 50, porém sua consolidação se deu por volta dos anos 70, após a grande divulgação das primeiras obras de alvenaria estrutural (*id ibid*).

A NBR 6136 (ABNT, 2007) define como elemento de alvenaria o objeto em área líquida e bruta, sendo que a área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta. Traz ainda que a área bruta é a área da seção perpendicular aos eixos dos furos, sem desconto das áreas dos vazios, e que a área líquida, é a área média da seção perpendicular aos eixos dos furos descontadas as áreas máximas dos vazios. Ainda sobre, Schankoski (2012) lembra que a norma americana C 90 (ASTM, 2011), por sua vez, definem que o bloco de concreto deve ser entendido como um objeto ao qual é obtido do resultado da mistura de cimento Portland, água e agregados minerais, estes, adicionados ou não com outros materiais. A norma brasileira refere-se somente às dimensões dos blocos enquanto que a norma americana conceitua com base nos materiais constituintes.

⁴ “Fase que serve como um meio de reação (sic), através do qual a difusão se pode realizar a uma temperatura mais baixa do que no resto do material cerâmico. Durante a cozedura deste tipo de materiais cerâmicos ocorre um processo denominado vitrificação, no qual a fase vítrea se liquefaz e preenche os poros de material. Esta fase pode também reagir com algum material refractário (sic) que se encontra no estado sólido. Durante o arrefecimento, a fase líquida solidifica, dando origem à matriz vítrea que liga entre si as partículas não fundidas.” (CORTESÃO, 2013, n.p.).

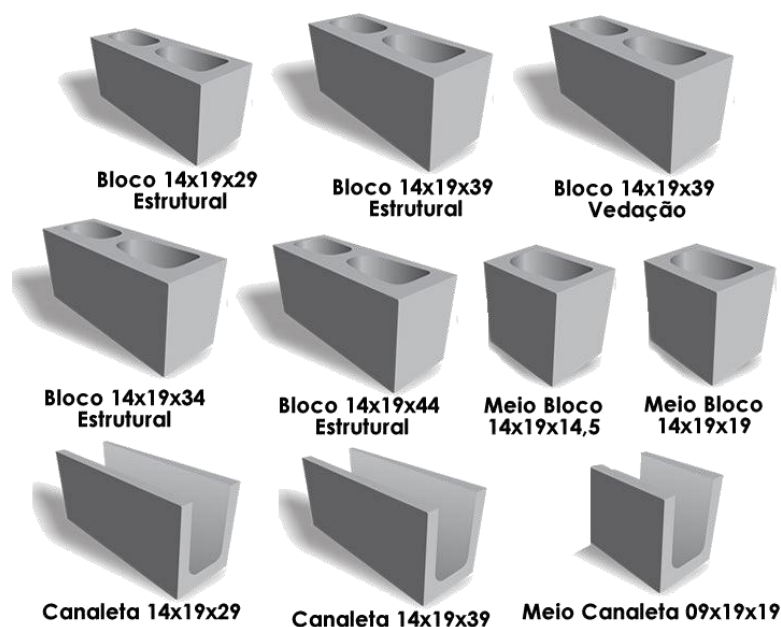
Sobre os blocos, cabe ressaltar a importância de sua produção e os detalhes a serem levados em consideração para que a qualidade não seja afetada.

São produzidos por vibro-compactação e, posteriormente, curados em câmara úmida com algum tipo de aquecimento, no intuito de acelerar a cura. Os processos de fabricação e cura dos blocos devem assegurar a obtenção de um concreto suficientemente compacto (abatimento=zero) e homogêneo. Em cura normal, levam, aproximadamente, um mês para ter a suficiente resistência para o uso estrutural. Quando curados a vapor, esse tempo pode ser reduzido para três dias. Devido aos problemas de retração, só podem ser usados em construções após a idade de 14 dias. Normalmente são unidades vazadas, com dois ou três furos, com formato cônico para facilitar a retirada da forma após a compactação. Apresentam uma gama de resistência que varia entre 4,5 MPa e 20 MPa. O ganho de resistência é conseguido pelo aumento no teor de cimento, pela carga de compactação, pelo número de vibrações e pelo baixo fator água/cimento [...] (MOHAMAD, 2007, p.1014).

O autor descreve, de forma breve, praticamente todo o processo de fabricação dos blocos de concreto, e deixa claro a possibilidade de aceleração da cura dos blocos com a utilização de vapor, o que agiliza, em aproximadamente, a metade do tempo o seu emprego.

Os blocos de concreto (Figura 3) são produzidos atualmente por inúmeras fábricas que utilizam uma tecnologia avançada para controle de qualidade, visando atender as exigências estruturais e até mesmo a estética do produto final.

Figura 3 - Blocos de concreto comumente utilizados na alvenaria estrutural de blocos de concreto

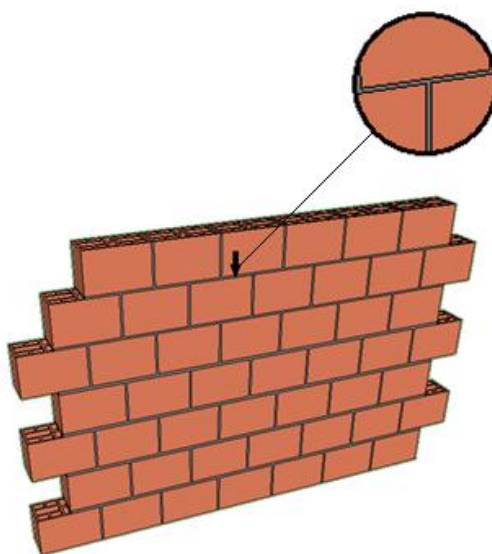


Fonte: Iporã blocos (2017, s.p.).

2.1.4.2 Argamassa de assentamento

A argamassa de assentamento é um adesivo que une os blocos de alvenaria (Figura 4) com o intuito de transferir esforços entre eles, bem como acomodar pequenas deformações inerentes à própria alvenaria (PENTEADO, 2003). Conforme acorda Kalil (2005), a argamassa de assentamento é o elemento de ligação entre os blocos, normalmente composto por pasta de cimento, cal e areia.

Figura 4 - Argamassa de assentamento na alvenaria estrutural



Fonte: da autora (2017).

Mohamad (2007) acrescenta que as argamassas de assentamento são elementos fundamentais na alvenaria, sendo habitualmente constituída por cimento, cal, areia e água suficiente para produzir uma mistura plástica que apresente boa trabalhabilidade.

A argamassa de assentamento é de fundamental importância na alvenaria estrutural, uma vez que a mesma garante o monolitismo e a solidez necessária à parede. Para Mohamad (2007), a principal responsabilidade mecânica da argamassa é de transmitir as tensões verticais através dos blocos estruturais e acomodar as deformações concentradas com o objetivo de diminuir manifestações patológicas do tipo fissuras. Para Sabbatini (2002) a argamassa de assentamento deve apresentar aderência efetiva entre os blocos auxiliando na dissipação das tensões, de forma que sejam evitadas fissuras na interface do bloco-argamassa, garantindo o desempenho da alvenaria estrutural e a durabilidade prevista da parede.

A argamassa deve apresentar características específicas a fim de cumprir sua função, tais como a resistência mecânica, a compacidade, a impermeabilidade, a constância de volume, a durabilidade e a aderência. (ROÇA, 2014).

Segundo estudos de Kalil (2005), não é correto utilizar o processo de produção de concreto para produzir argamassa de qualidade, uma vez que, o objetivo final do concreto é apresentar maior resistência à compressão, enquanto a argamassa tem como principais finalidades além das já mencionadas, compensar as irregularidades dimensionais dos blocos e selar as juntas contra a entrada de vento e água na edificação. Em concordância, Penteadó (2003, p.59) menciona que “Não devemos confundir e tentar tratar a argamassa como se fosse concreto, pois suas funções e empregos são radicalmente distintos. Em certos casos, estes requisitos caminham em sentidos opostos.”.

É de suma importância que a absorção de água seja na medida certa, uma vez que a retirada de água de forma mais acentuada ou lenta, interfere nas características físicas esperadas, conforme é descrito:

Numa parede de alvenaria é necessário que a sucção de água da argamassa pelo bloco/tijolo seja na medida certa. Se o bloco retira rapidamente a água da argamassa não haverá líquido suficiente para a hidratação completa do cimento o que resulta em uma fraca ligação entre o bloco e a argamassa, além de dificultar o assentamento da fiada. Se a transferência de água da argamassa para o bloco for muito lenta ocorre um atraso na elevação da parede, devido à espera necessária para o endurecimento da argamassa (ANTUNES, 2011, p. 37-38).

Assim, observa-se que a quantidade de água utilizada na produção da argamassa de assentamento afeta de modo negativo quando dosada de forma desequilibrada, ou seja, a água se torna um elemento fundamental na obtenção de uma argamassa que atenda a qualidade requisitada para aquela situação.

Para que a argamassa desempenhe todas as funções previstas, é necessário que seja realizada a escolha correta do tipo (argamassa de cal, cimento, mista ou industrializada) a ser utilizado, uma vez que, para essa escolha, devem ser levados em consideração alguns aspectos como as condições de exposição a qual a parede estará submetida, a principal função a ser exercida e o tipo de bloco utilizado (ANTUNES, 2011).

2.1.4.3 Graute

O graute consiste na mistura formada de cimento, água, agregado miúdo e agregados graúdos de pequena dimensão (até 9,5mm), devendo apresentar como característica alta fluidez utilizado para preenchimento de espaços vazios de blocos (CAMACHO, 2006).

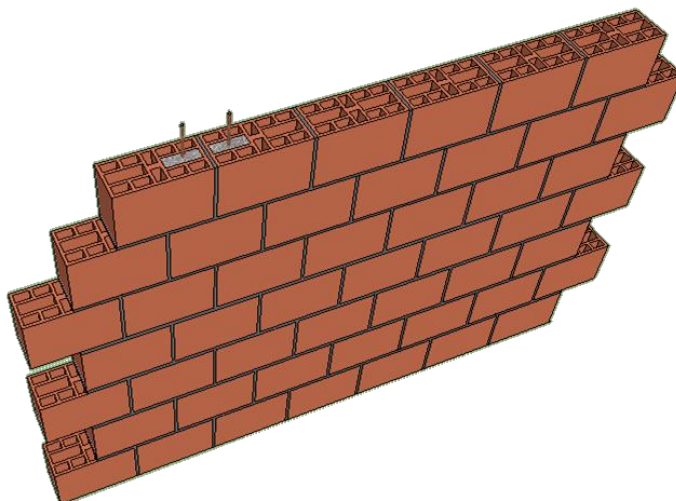
Kalil (2005) acrescenta que o graute é uma mistura dos mesmos materiais utilizados na produção do concreto convencional, porém a diferença está relacionada ao tamanho do agregado e na relação água/cimento da mistura.

O grauteamento tem como objetivo proporcionar a integração da armadura com a alvenaria, aumentar a área de seção transversal dos blocos estruturais elevando a resistência à compressão e permitir que as armaduras combatam as tensões de tração, conforme é descrito:

O graute é um concreto ou argamassa com suficiente fluidez para preencher os vazios dos blocos completamente e sem separação dos componentes. Tem a finalidade de aumentar a capacidade de resistência à compressão da parede e de solidarizar as ferragens à alvenaria, preenchendo as cavidades onde estas se encontram. Pode também ser usado como material de enchimento em reforços estruturais e em zonas de concentração de tensões (MOHAMAD, 2007, p.1024).

Dessa forma, observa-se que o graute assegura a aderência à armadura vertical e horizontal além de protegê-las contra corrosão conforme ilustrado na Figura 5, e ainda proporciona um desempenho estrutural compatível com a alvenaria armada. Para preencher os vazios dos blocos, o graute deve apresentar trabalhabilidade adequada, considerando a grande absorção de água do bloco.

Figura 5 - Ponto de graute e armadura na alvenaria estrutural



Fonte: da autora (2017).

2.1.4.4 Armadura

As mesmas armaduras que são utilizadas na construção de concreto armado podem ser utilizadas para obter um aumento na capacidade de carga da parede, tanto nas ocasiões que são específicas da alvenaria estrutural quanto de forma construtiva. (SAMPAIO, 2010).

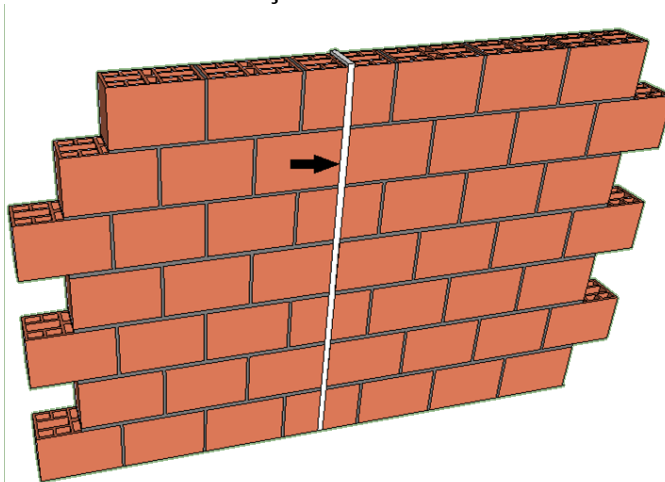
As barras de aço são utilizadas juntamente com o graute com a função de combater os esforços de tração. Essa tensão provocada pelos esforços de tração deve ser compatível com a deformação da alvenaria, sendo adotadas tensões bem baixas (MANZIONE, 2004, p. 21).

Cabe destacar que, segundo Sampaio (2010), a resistência à tração da alvenaria é muito baixa, deste modo a armadura pode ser utilizada para que possa haver uma melhoria da resistência nas situações em que são aplicados na estrutura esforços significantes. Como a alvenaria estrutural na maioria das vezes está submetida a esforços de compressão, assim, esses esforços significantes não estão sempre presentes.

2.1.4.5 Junta de dilatação

Para Alexandre (2008), as juntas de dilatação (Figura 6) fazem a separação de todos os elementos que fazem parte da construção, tais como: paredes, vigas, lajes e pilares, além de ter a função de inibir a incidência de fissuras devido à oscilação de temperaturas, além de outras situações que venham a resultar em possíveis problemas patológicos na estrutura.

Figura 6 - Junta de dilatação com EPS na alvenaria estrutural



Fonte: da autora (2017).

As juntas de dilatação são essenciais para inibir, ou ainda controlar o aparecimento de manifestações patológicas do tipo trincas ou fissuras, decorrentes das deformações da estrutura.

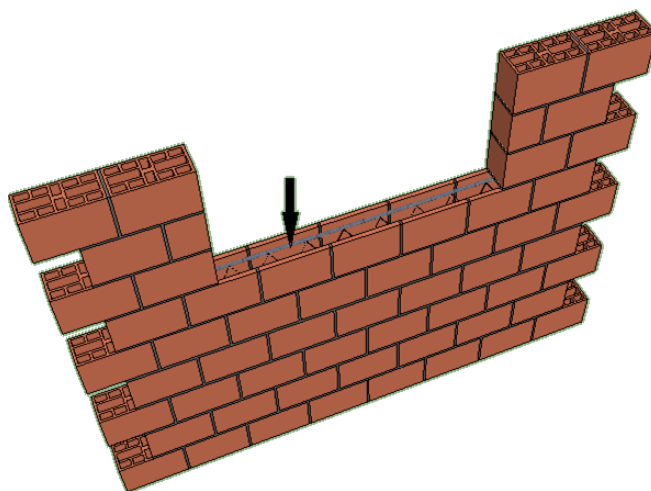
“[...] as juntas de dilatação proporcionam a separação entre duas partes da estrutura a fim de permitir movimentações diferenciadas entre elas.” (ROÇA, 2014, p.23).

Conforme determina a NBR 10837 (ABNT, 1989), quando da utilização das juntas de dilatação, deve-se obedecer a distância máxima de 24 metros em edifícios de alvenaria estrutural não-armada, e nos casos de edifícios de alvenaria estrutural armada, deve-se respeitar a distância de 30 metros.

2.1.4.6 Verga e contraverga

Nas aberturas das obras de alvenaria, como nos casos de portas e janelas, essas devem receber um reforço através da adoção de vergas e/ou contravergas. Esses reforços fornecem à estrutura uma melhor distribuição das tensões onde se concentram nos vértices dos vãos conforme é ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - Contraverga utilizada na abertura inferior do vão da janela



Fonte: da autora (2017).

Tais situações são as principais, não as únicas, responsáveis pela ocorrência de fissuras a 45° naquela região. Essas manifestações patológicas podem ser comumente observadas nos edifícios, independentemente da técnica construtiva adotada na obra (MACHADO, 1999 *apud* ANTUNES, 2011).

Isso demonstra as situações de descaso no processo de construção e que resulta de falhas na execução do projeto externadas pelas deficiências comumente constatadas.

“As vergas e contravergas são elementos estruturais essenciais em uma edificação para se evitar o surgimento de patologias indesejáveis, como as fissuras em regiões próximas às aberturas.” (MAMEDE, 2001, p.108).

De forma sucinta, as vergas são reforços horizontais que são colocados na parte superior das aberturas para resistir aos esforços cortantes sendo que há momentos fletores positivos no vão e negativos nos apoios nos casos em que a inserção na parede não for suficiente. De modo semelhante, as contravergas são colocadas na parte inferior das aberturas e tem o objetivo de resistir ao cisalhamento sendo que há momentos fletores negativos no vão e positivos nos apoios nos casos em que a inserção na parede não for suficiente. Assim, para que as vergas e contravergas detenham de resistência suficiente às tensões que venham a

sofrer, elas devem ser executadas preferencialmente em peças reforçadas com aço, além de serem moldadas no local ou ainda pré-fabricadas (SABBATINI, 2002).

Cabe ressaltar que a utilização de vergas e contravergas deve apresentar um transpasse mínimo de 40 cm para cada lado do vão, e ainda, que quando à presença de vãos sucessivos, a utilização de vergas deve ser contínua (HELENE, 1992).

2.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Patologia trata-se de um campo da engenharia das construções que estuda as origens, formas de manifestações, mecanismos de ocorrências e as consequências das falhas. Para Helene (1992, p.19), “Patologia pode ser entendida como parte da Engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema”.

No entanto Souza (1998, p.14) acrescenta que “a Patologia não é apenas um novo campo no aspecto da identificação e conhecimento de anomalias, mas também no que se refere à concepção e ao projeto das estruturas, e, mais amplamente, à própria formação do engenheiro civil.”.

Correntemente, os problemas patológicos, apresentam manifestações externas, a qual, na maioria das vezes pode-se identificar a natureza, e mecanismos de ocorrência, além da possível capacidade de estimar as prováveis consequências.

As manifestações patológicas podem ser classificadas como simples ou complexas. A primeira está relacionada a diagnósticos evidentes que admitem padronização, podendo ser resolvidos de maneira fácil sem muita especialização. Já as manifestações complexas exigem uma análise minuciosa, sendo necessário um conhecimento aprofundado na área a fim da engenharia. Podendo o problema estar relacionado ao funcionamento estrutural da edificação, ao comportamento dos materiais empregados, assim como os sistemas que a compõem; podendo ser citados os sistemas hidráulicos, elétricos e estruturais (SOUZA, 1998).

Entre as manifestações patológicas mais incidentes em alvenaria estrutural, pode-se citar a fissuração, as manchas de umidade, a formação de eflorescência⁵ e deslocamento de revestimentos cerâmicos, sendo a mais comum, a fissuração.

⁵ “Depósito de sal acumulado sobre a superfície da alvenaria.”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 1990 p.106).

Com relação às manifestações das fissuras em alvenaria estrutural, estas, podem ocorrer de diversas formas, como nos casos das paredes de alvenaria em que há incidência maior de fissuras com orientações verticais, horizontais ou inclinadas.

Essas fissuras podem ser classificadas tendo como orientação alguns critérios, seguindo como exemplo: a abertura, a atividade, a forma, a direção, as tensões envolvidas, as causas e o tipo (RICHTER, 2007).

Independente das fissuras encontradas nas construções seja qual etapa ela se apresentar, a busca de sua causa é de fundamental importância para a saúde da obra como um todo. Além da possível correção no tocante às fases já concluídas da obra, a identificação da causa é fator que pode evitar futuras fissuras e demais patologias que por ventura possam ocorrer.

A alvenaria estrutural em sua forma natural, quando submetidas a solicitações de compressão apresentam um bom comportamento, contudo, isso não ocorre no caso de exposição à tensão de tração e de cisalhamento, sendo que essas são as causas que influenciam de forma mais significativa quando se trata de fissuras em obras de alvenaria estrutural (ABCI, 1990).

2.2.1 Principais origens das manifestações patológicas

O projeto bem elaborado concomitante à mão de obra e materiais de qualidade é essencial para o melhor desempenho de uma edificação construída em alvenaria estrutural, assim como nos demais sistemas construtivos empregados na construção civil. O processo executivo em alvenaria estrutural requer uma equipe de profissionais habilitados e treinados. Uma vez que este sistema emprega as paredes com funções portantes também, não somente como vedações verticais como em outros sistemas construtivos comumente empregados.

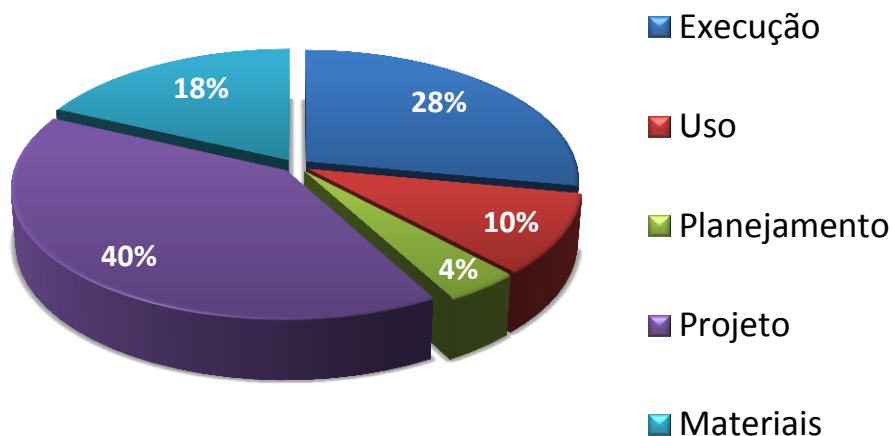
Um projeto bem elaborado é crucial para o sucesso de um empreendimento construído em alvenaria estrutural, mas para total êxito da edificação é inerente o bem construir, ou seja, o executar de forma correta. A qualidade do projeto é importantíssima, mas se os profissionais que o desenvolverem não conhecerem e nem possuírem o domínio do processo AE a qualidade da edificação certamente será abalada. O processo AE é bastante distinto do processo convencional (concreto armado), uma equipe de profissionais “experts” em elevação de um edifício em concreto armado é desqualificada e inabilitada em AE; acaso não seja treinada e capacitada para tal processo (ANTUNES, 2011, p.56).

Contudo, pode-se afirmar que as principais origens de manifestações patológicas estão relacionadas à deficiência ou ausência de tais fatores. Conforme afirma Antunes (2011, p.62) “Os problemas patológicos têm origem relacionada a algum erro ou falha cometida em

alguma fase do processo da construção civil, como projeto, execução ou utilização de produtos de má qualidade.”.

Segundo estudos de Helene (1992), a maior parte das manifestações patológicas tem origem nas etapas de projeto conforme é ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Origem das manifestações patológicas em relação aos processos da construção civil



Fonte: Helene (1992, p.22).

Dessa forma, observa-se a necessidade de investir preferencialmente na qualidade e detalhamento durante a etapa de projetos, objetivando menores equívocos e decisões incoerentes durante a execução da obra.

Um diagnóstico adequado do problema deve indicar em que etapa do processo construtivo teve origem o fenômeno [...]. Cabe ressaltar que a identificação da origem do problema permite também identificar, para fins judiciais, quem cometeu a falha. Assim, se o problema teve origem na fase de projeto, o projetista falhou; quando a origem está na qualidade do material, o fabricante errou; se na etapa de execução, trata-se de falha na mão-de-obra e a fiscalização ou a construtora foram omissos; se na etapa de uso, a falha é da operação e manutenção (HELENE, 1992, p.21).

A identificação das origens das manifestações patológicas permite detectar o autor da falha⁶, isto é, possibilita detectar a origem do problema, seja ela na fase de projetos (falha do projetista), na qualidade dos materiais (falha do fabricante), no processo construtivo (falha na mão de obra e/ou fiscalização) e ainda no uso (falha na manutenção) (VITÓRIO, 2003).

⁶ “Falha é um evento que acontece quando o valor observado excede os limites aceitáveis. É também definida como o término da habilidade de um item em desempenhar uma determinada função requerida. Esta definição está muito relacionada à definição de vida útil de um item”. (ALEXANDRE, 2008 p.40).

De um modo geral, as patologias não têm sua origem concentrada em fatores isolados, mas sofrem influência de um conjunto de variáveis, que podem ser classificadas de acordo com o processo patológico, com os sintomas, com a causa que gerou o problema ou ainda a etapa do processo produtivo em que ocorrem, além de apontar para falhas também no sistema de controle de qualidade próprio a uma ou mais atividades (OLIVEIRA, 2013, p.25).

Dessa forma, observa-se que as origens das manifestações patológicas não estão relacionadas a um único fator, e sim, a um conjunto de variáveis, que podem ser classificadas de acordo com a sua origem, sendo de suma importância um maior controle na qualidade de cada etapa, visando minimizar a diminuição de problemas patológicos.

No controle da qualidade, observa-se a necessidade em administrar, com excelência cada fase da construção, garantindo a satisfação do cliente e/ou profissionais envolvidos, afinal, a qualidade da obra, depende essencialmente da qualidade de execução de cada etapa.

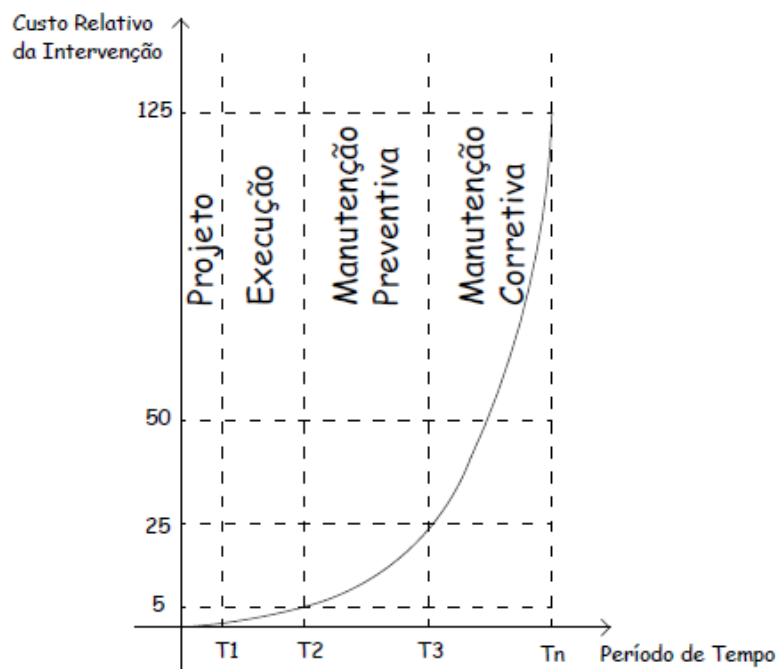
2.2.1.1 Falha de projeto

Dentre as diferentes formas e origens das falhas estão as falhas de projeto, as quais compreendem as operações no processo construtivo que foram mal executadas, ou ainda não foram seguidos os métodos de construção, sejam por falta de detalhamento, omissões ou equívocos.

De maneira geral, as dificuldades técnicas e o custo para solucionar um problema patológico originado de uma falha de projeto são diretamente proporcionais à “antiguidade da falha”, ou seja, quanto mais cedo, nesta etapa da construção civil, a falha tenha ocorrido. Uma falha no estudo preliminar, por exemplo, gera um problema cuja solução é muito mais complexa e onerosa do que uma falha que venha a ocorrer na fase de anteprojeto. (SOUZA, 1998 p. 24).

Dessa forma, observa-se que o custo da intervenção na obra com o intuito de garantir a qualidade cresce exponencialmente quanto mais tarde for à ação, onde a evolução do custo pode ser comparada como uma progressão geométrica de razão 5, conhecida por *Lei dos 5*, ou ainda *Regra de Sitter* conforme é demonstrado no Figura 9.

Figura 9 - Evolução dos custos em virtude da fase de intervenção *Lei de Sitter*



Fonte: Helene (1992, p.24).

Importante salientar que as falhas de projeto que por ventura forem observadas no processo de construção, podem sofrer alterações, correções ou melhorias para que possam ser corrigidas a tempo. Neste caso, estamos falando de prévia observação no projeto para que futuras manifestações patológicas sejam evitadas.

Um dos maiores problemas relacionados às falhas de projeto estão na deficiência de planejamento concomitante a falta de dados e informações, onde as possíveis falhas podem ocorrer durante o estudo preliminar da edificação, na execução do anteprojeto, ou ainda durante a elaboração do projeto executivo (OLIVEIRA, 2013).

Esta é umas das fases mais importantes para execução de uma edificação, tendo em vista que nesta etapa são tomadas decisões de maior repercussão na qualidade do empreendimento. Em virtude desse fato, é imprescindível um maior cuidado em sua elaboração, além da exigência na escolha de um profissional qualificado, o que tem despertado preocupação no Brasil.

Alvo de grande preocupação nos países desenvolvidos, o projeto é responsável por grande parte dos problemas patológicos na construção civil. No Brasil, a realidade dos projetos, de uma forma geral, é diferente, não sendo dada à mesma importância que em outros países (*Id ibid*, p.26-27).

Além da importância de um profissional qualificado, é fundamental a compatibilização entre os projetos para o melhor desempenho da edificação, tal como, a melhor satisfação dos envolvidos.

2.2.1.2 Falha na execução

Com relação às falhas de execução ou construção, essas, são as manifestações patológicas que são originadas pela falta de controle dos serviços, seja por falta de observância da fiscalização na execução, omissão nos detalhamentos previstos no projeto, soluções improvisadas, pouca afinidade entre o grupo ou falta de cumprimento de norma técnica.

Nesta atividade, devem ser tomados todos os cuidados necessários ao bom andamento da construção, com a indispensável caracterização da obra, individualizada pela programação de atividades, alocação de mão-de-obra (sic), definição do 'lay-out' do canteiro e previsão de compra dos materiais (SOUZA, 1998, p.25)

Nota-se uma grande preocupação no cuidado necessário na execução de uma edificação, tendo em vista que durante a execução ocorrem falhas de naturezas diversas, como a falta de motivação, a não capacitação profissional de mão de obra e a ausência do controle de qualidade aliadas as irresponsabilidades técnicas.

Iniciada a construção, podem ocorrer falhas das mais diversas naturezas, associadas a causas tão diversas como falta de condições locais de trabalho (cuidados e motivação), não capacitação profissional da mão-de-obra (sic), inexistência de controle de qualidade de execução, má qualidade de materiais e componentes, irresponsabilidade técnica e até mesmo sabotagem (OLIVEIRA, 2013, p.30).

As falhas recorrentes da etapa de execução estão diretamente relacionadas ao processo de produção, que na maioria das vezes visando um melhor rendimento econômico, são contratados profissionais menos qualificados sem qualquer capacitação para exercer tal função.

2.2.1.3 Falha nos materiais

Quanto às falhas nos materiais, essas estão diretamente ligadas às matérias primas do processo de construção as quais são observadas e que não estão relacionadas com as fases de execução ou de projeto.

É necessário um controle de qualidade nas etapas de seleção, aquisição, recebimento e aplicação dos materiais, pois muitas manifestações patológicas estão relacionadas à falta de qualidade dos materiais.

São muito comuns problemas patológicos originados na falta de qualidade dos materiais e componentes, tais como a durabilidade menor que a especificada, a falta de rigor dimensional e a baixa resistência mecânica (OLIVEIRA, 2013, p.28).

A escolha do material deve estar em concordância com o projeto, objetivando atender as necessidades dos usuários além de garantir a manutenção de suas propriedades. É importante ressaltar também que a escolha do material não pode estar associada ao seu baixo custo, uma vez que, produtos com baixo custo podem apresentar uma qualidade inferior (*Id ibid*).

2.2.1.4 Falha na manutenção

As falhas de manutenção ou ainda falhas de uso, são aquelas decorrentes da falta de manutenção ou prevenção que garantem um desempenho satisfatório da obra ao longo do tempo, ou seja, é a falta da ação para conservação da construção.

As principais causas relacionadas a manutenção e/ou utilização são a falta de programas de manutenções adequados, sobrecargas não previstas em projeto, danificação dos elementos estruturais, corrosão química e ataques de agentes agressivos (OLIVARI, 2003).

Com relação às falhas na utilização, essas, podem ser evitadas informando o usuário com um manual de uso sobre as limitações de sua construção. O uso inclui atividades de manutenção durante toda vida útil da edificação.

O manual deve conter informações sobre procedimentos recomendáveis para a manutenção da edificação, tais como especificação de procedimentos gerais de manutenção para a edificação como um todo; especificação de um programa de manutenção preventiva de componentes, instalações e equipamentos relacionados à segurança e à salubridade da edificação; identificação de componentes da edificação mais importantes em relação à frequência [sic] ou aos riscos decorrentes da falta de manutenção e à recomendação da obrigatória revisão do manual de operação uso e manutenção. (OLIVEIRA, 2013, p. 33).

Observa-se que a maioria das manifestações patológicas nessa fase está relacionada a negligência dos usuários na falta de manutenção preventiva⁷, não dando a

⁷ “Toda medida tomada com antecedência e previsão, durante o período de uso e manutenção da estrutura [...]” (HELENE, 1992, p.25).

devida importância ao manual de uso, associadas à má utilização, o que poderiam ser evitadas.

2.2.2 Fissuras na alvenaria

Conforme previamente discutido sobre o tema, as fissuras carecem de uma atenção especial já que estão intimamente ligadas às manifestações patológicas na alvenaria estrutural que são comumente apresentadas.

Segundo Vitório (2003) o fissuramento pode ser classificado de acordo com sua abertura, onde as fissuras são aberturas normalmente em forma de linhas com espessura de até 0,5mm, as trincas são identificadas por apresentar uma abertura de 0,5mm a 1,00mm, as rachaduras de 1,00mm até 1,5mm, e por último as fendas, que apresentam espessuras superiores a 1,5mm.

As fissuras ainda podem ser classificadas de acordo com sua direção, podendo se desenvolver na horizontal, vertical, diagonal, ou a combinação delas. A relação da direção pode identificar a deficiência nos esforços envolvidos bem como a resistência dos componentes.

Quando a resistência à tração da unidade for inferior à resistência a tração da argamassa a fissura ocorrerá de forma retilínea, caso contrário ocorrerá de forma escalonada. Essa forma pode ainda sofrer influência de outros fatores como rigidez relativa das juntas com relação às unidades, restrições da parede, existência de aberturas ou outros pontos frágeis e a causa da fissura (SAMPAIO, 2010, p.18).

Ainda com relação à direção das fissuras existentes, Thomaz (1989) acrescenta que as fissuras nas direções verticais ocorrem, principalmente, em virtude da deformação transversal da argamassa tal como a flexão das unidades existentes. Já as fissuras horizontais podem ser ocasionadas na maioria das vezes, por esforços de compressão.

Os prédios construídos em alvenaria estrutural são obras rígidas, as quais têm como características a baixa resistência à flexão, tração e ao cisalhamento, deste modo, não são raras as oportunidades em que tais obras apresentem fissuras quando da ocorrência de pequenas deformações.

As fissuras podem ser causadas por diversos fatores, tais como: baixo desempenho às solicitações de tração, flexão e cisalhamento apresentado pelos componentes da alvenaria, retração da argamassa, diferenças entre as propriedades (resistência mecânica, módulo de deformação longitudinal, coeficiente de Poisson, dilatação térmica, etc.) dos materiais constituintes, recalque de fundação, etc (SAMPAIO, 2010, p17).

Tal deficiência com relação às tensões de tração, flexão e cisalhamento se dá em virtude de a alvenaria estrutural apresentar um bom comportamento quando submetida a esforços de compressão, porém não apresenta um bom desempenho as tensões anteriormente mencionadas.

As manifestações patológicas do tipo fissuras requerem uma atenção especial, tendo em vista o fato de demonstrarem um aviso de eventuais problemas que podem ser identificadas por um profissional experiente além da possibilidade de ser diagnosticado de acordo com sua origem, mecanismo de ocorrência e possíveis consequências.

Dentre inúmeros problemas patológicos que afetam os edifícios, sejam eles residenciais, comerciais ou institucionais, particularmente importante é o problema das trincas, devido a três aspectos fundamentais: o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica etc.), e o constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre seus usuários (THOMAZ, 1989, p15).

Corroborando com o autor supracitado, Duarte (1998) destaca que as fissuras são motivos de preocupações para os leigos, aonde as exigências dos usuários vêm aumentando em função dos novos paradigmas impostos como qualidade e satisfação dos clientes.

Contudo, é importante salientar que a caracterização da fissura em grau de deficiência da estrutura, depende diretamente da origem e magnitude da fissuração existente, auxiliando na identificação de um tratamento adequado para recuperação da alvenaria.

2.2.2.1 Fissuras por recalque de fundação

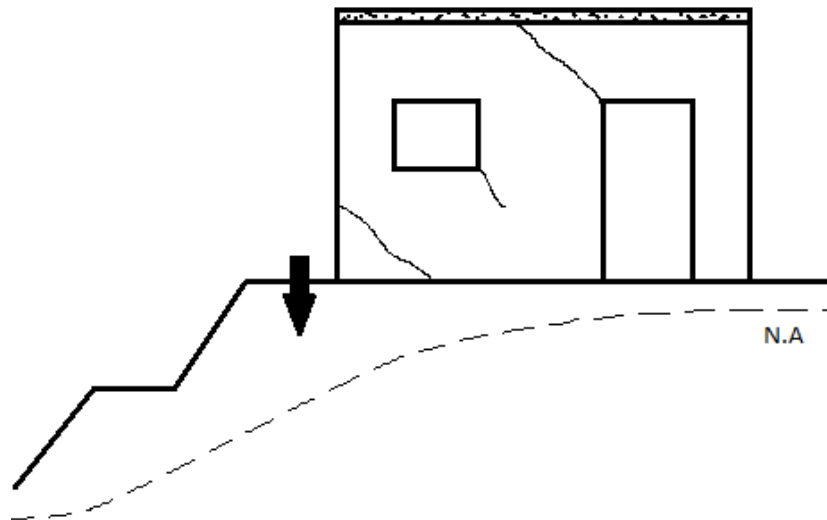
A fundação tem como finalidade transmitir a carga da edificação para o solo. As fissuras por recalque de fundação ocorrem devido à fundação sofrer movimentações no plano vertical consequentemente influenciando na estabilidade da estrutura. As fissuras ocorrem devido às aberturas de portas e janelas na alvenaria estrutural, onde transmitem diferentes esforços ao solo.

Estes recalques podem ser provenientes de falhas de projeto, rebaixamento do lençol freático, camadas de solo com resistências diferentes ao longo da edificação, consolidação diferenciada de aterros, influência de edificações vizinhas, entre outros motivos (CAPORRINO, 2015, p.64).

O comportamento das fundações no caso de obras em alvenaria estrutural está diretamente ligado à formação de fissuras. Há ainda os recalques diferenciais responsáveis por fissuras onde normalmente os causadores são: falha de projeto, rebaixamento de lençol freático (Figura 10), falta de homogeneidade do solo ao longo de onde se assenta a edificação

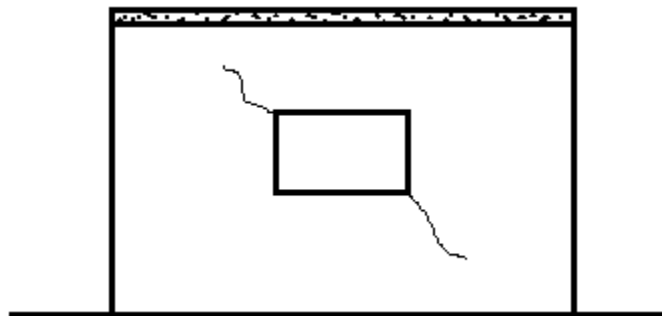
(Figura 11), consolidações diferenciadas de aterros (Figura 12), influência das fundações de construções vizinhas (Figura 13) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 1990).

Figura 10 - Fissura desenvolvida por recalque diferenciado devido ao rebaixamento do lençol freático



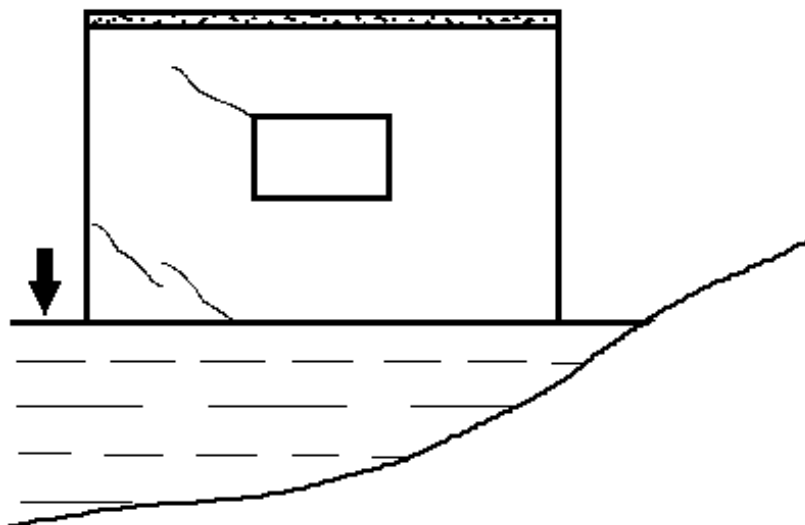
Fonte: da autora (2017).

Figura 11 - Fissura desenvolvida predominantemente na diagonal a partir do vértice das aberturas



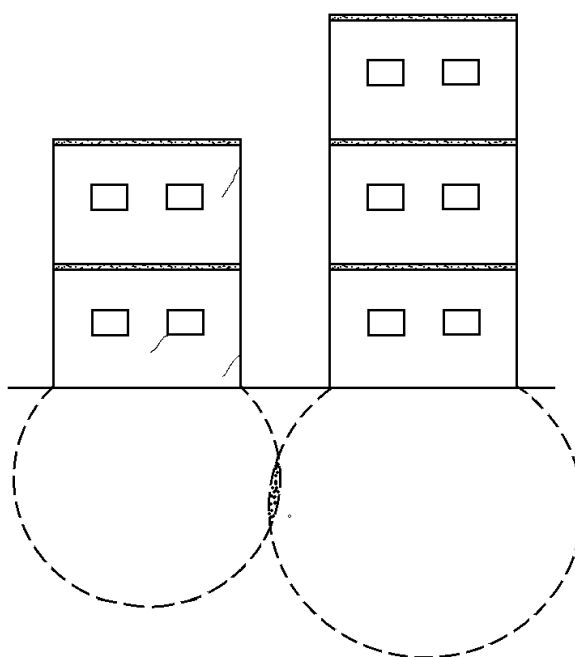
Fonte: da autora (2017).

Figura 12 - Fissura provocada por recalque diferencial, em virtude de consolidações distintas do aterro



Fonte: da autora (2017).

Figura 13 - Fissura provocada por recalque diferenciado na edificação menor em virtude da interferência no bulbo de tensões



Fonte: da autora (2017).

Em virtude de o solo ser constituído por partículas sólidas, materiais orgânicos, água e ar, quando submetido a cargas externas, promove a deformação. Quando essas deformações não são iguais ao longo do plano de fundação, desenvolvem grandes tensões que são introduzidas na estrutura, fomentando o surgimento de fissuras (THOMAZ, 1989).

A tarefa de fazer uma estimativa dos diferentes e possíveis recalques na construção não é um trabalho fácil. Ainda na fase de projeto o recalque diferencial pode ser

estimado como uma fração do recalque total, pois, as tensões que são transmitidas ao solo são as mais diferenciadas possíveis, e o solo pode sofrer alterações.

De maneira geral, as fissuras provocadas por recalques diferenciados são inclinadas, confundindo-se às vezes com as fissuras provocadas por deflexão de componentes estruturais. Em relação às primeiras contudo, apresentam aberturas geralmente maiores, “deitando-se” em direção ao ponto onde ocorreu o maior recalque. Outra característica das fissuras provocadas por recalque é a presença de esmagamentos localizados, em forma de escamas, dando indícios das tensões de cisalhamento que as provocaram; além disso, quando os recalques são acentuados, observa-se nitidamente uma variação na abertura da fissura (*Id ibid*, 1989, p.94).

As fissuras originadas pelo recalque tendem a se apresentar mais próximo ao térreo, mas conforme a intensidade do recalque essas fissuras podem aparecer nos demais andares com igual tamanho que dos andares inferiores (NICHELE, 2014). Segundo Silva (2007), as fissuras provenientes de recalque de fundação apresentam inclinações próximas à 45°.

Ainda, segundo Thomaz (1989), as fissuras podem se manifestar em lajes, por recalques diferenciados das fundações ou por deformação da estrutura devido a solicitações de torção, onde, as mesmas, desenvolvem-se inclinadas em relação aos bordos da laje conforme ilustrado na Figura 14.

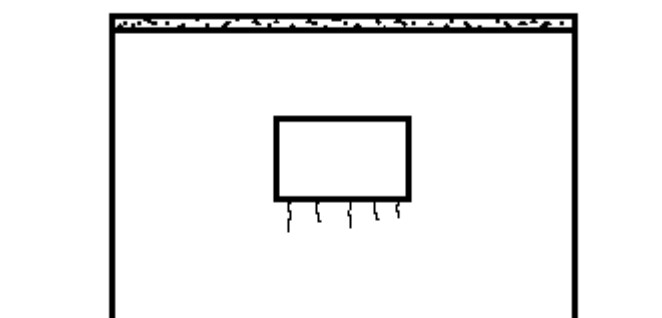
Figura 14 - Fissura devido à torção da laje



Fonte: da autora (2017).

Em fundações extremamente flexíveis, quando submetidas a carregamentos desbalanceados há grande probabilidade do surgimento de fissuras nas orientações verticais principalmente abaixo de trechos com aberturas conforme é ilustrado na Figura 15.

Figura 15 - Fissura desenvolvida predominantemente na orientação vertical abaixo de aberturas



Fonte: da autora (2017).

É importante salientar que as aberturas das fissuras provocadas por recalque de fundação, são proporcionalmente ligadas à sua intensidade, onde a estruturação do edifício depende diretamente da relação entre a abertura da fissura existente e a extensão do problema (THOMAZ, 1989).

2.2.2.2 Fissuras por reações químicas

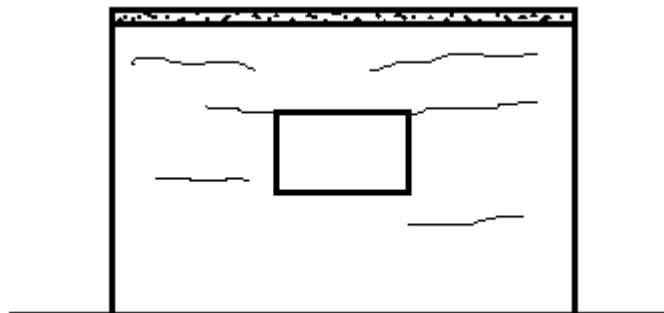
Os materiais de construção podem apresentar alterações químicas indesejáveis que potencializam o surgimento de manifestações patológicas do tipo fissuras (THOMAZ, 1989). As reações químicas, principalmente com a presença de umidade, podem fomentar a hidratação dos sais presentes que tendem a aumentar seu volume provocando fissuras na alvenaria.

Os materiais de construção devem ser estáveis quimicamente ao longo do tempo principalmente quando em contato com a água. Todavia, com frequência (sic.), contém excessos de sais solúveis ou reativos por falta de qualidade no processo de fabricação. Quando em presença de umidade, estes sais podem sofrer reações expansivas durante o processo de cristalização com aumento de volume provocando fissuração nas paredes (DUARTE, 1998, p.27)

A hidratação retardada de cales pode apresentar um teor de óxidos livres de cal e magnésio, que estarão suscetíveis à hidratação quando a presença de água, dessa forma, quando o composto é umedecido durante sua vida útil, resultará em sua hidratação, aumentando consequentemente seu volume. Tal expansão, dependendo da intensidade poderá ocasionar fissuras na edificação (THOMAZ, 1989).

Em argamassas de assentamento as fissuras manifestam-se normalmente próximas ao topo ou rodapé da parede, na orientação horizontal em virtude da expansão da argamassa acompanhando a junta de assentamento conforme ilustrado na Figura 16, dessa forma pode-se verificar que as fissuras causadas por reações químicas têm maior predominância na direção horizontal em virtude da maior quantidade de argamassa presente.

Figura 16 - Fissuras horizontais no revestimento proveniente da expansão da argamassa de assentamento



Fonte: da autora (2017).

2.2.2.3 Fissuras por movimentações higroscópicas

As mudanças higroscópicas são responsáveis por grande parte das fissuras em alvenaria estrutural. Isso ocorre em virtude da expansão ou retração dos materiais porosos quando submetidos ao aumento ou diminuição do teor de umidade respectivamente.

A quantidade de água absorvida por um material de construção depende de dois fatores: porosidade e capilaridade. O fator mais importante que rege a variação do teor de umidade dos materiais é a capilaridade. Na secagem de materiais porosos, a capilaridade provoca o aparecimento de forças de sucção, responsáveis pela condução de água até a superfície do componente, onde ela será posteriormente evaporada (THOMAZ, 1989, p.34).

Dessa forma, verifica-se que a variação de água causa deformações nos materiais constituintes da alvenaria, resultando no surgimento de fissuras, uma vez que as lajes apoiadas em paredes produzem esforços de flexão lateral.

Ainda, pode-se afirmar que a força de sucção provocada pela capilaridade, é proporcionalmente inversa à espessura dos poros, dessa forma, quanto menor a abertura dos poros, maior será o efeito de sucção (*Id ibid*).

As fissuras causadas por movimentações higroscópicas tendem a se manifestar com mais frequência e intensidade em regiões como cantos descobertos, base de paredes e platibandas em virtude a maior incidência no teor de umidade (SAMPAIO, 2010).

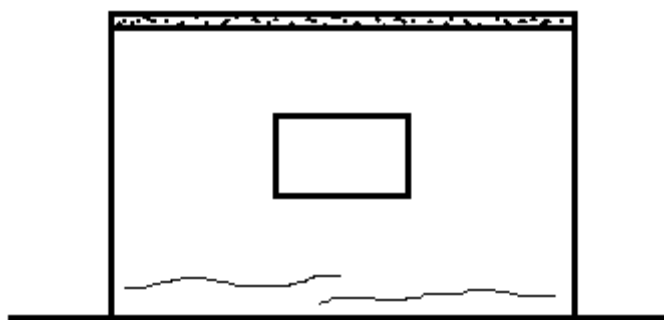
Segundo estudos apresentados por Thomaz (1989), a umidade por ter acesso aos materiais basicamente por quatro vias distintas, sendo elas:

- Umidade resultante da produção dos componentes: alguns materiais constituídos a base de ligantes hidráulicos requerem em sua fabricação uma maior quantidade de água para que ocorram as reações químicas de hidratação.

- Umidade proveniente da execução de obra: A água em excesso utilizada para umedecer os componentes no processo de assentamento pode provocar a expansão dos materiais.
- Umidade do ar ou proveniente de fenômenos meteorológicos: os materiais absorvem água da chuva ou também a umidade presente no ar, mesmo antes da execução, e durante toda vida útil da obra.
- Umidade do solo: A deficiência na impermeabilização poderá resultar na ascensão da água presente no solo por capilaridade.

As fissuras na base da alvenaria causadas pela movimentação higroscópica normalmente se desenvolvem na direção horizontal (Figura 17) e principalmente nas juntas entre as primeiras e segundas fiadas (CAPORRINO, 2015).

Figura 17 - Fissura na horizontal na base da alvenaria



Fonte: da autora (2017).

2.2.2.4 Fissuras por variação de temperatura

Tanto as propriedades físicas dos materiais quanto as diferentes e possíveis variações de temperatura são causas que estão relacionadas com as movimentações térmicas. Os elementos e componentes empregados em uma edificação restringem as movimentações térmicas e resultam no aparecimento de tensões.

As movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as propriedades físicas do mesmo e com a intensidade da variação da temperatura; a magnitude das tensões desenvolvidas é função da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos a esta movimentação e das propriedades elásticas do material (THOMAZ, 1989, p.19).

Deste modo, com as diferentes intensidades de movimentação e os limites de restrições impostos pelos vínculos das propriedades elásticas dos materiais podem resultar no aparecimento de fissuras.

A dilatação e contração dos materiais de construção são resultado das variações da temperatura. Paredes de fachadas e lajes de cobertura que são expostas são aquecidas durante o dia e resfriadas durante a noite, o que ocasiona deformações na estrutura.

Devido à variação de temperatura, as fissuras horizontais decorrentes de movimentações térmicas são mais comuns em lajes de coberturas. 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 (SAMPALIO, 2010, p.24).

Dentre as diferentes manifestações patológicas resultantes das movimentações relacionadas à variação de temperatura, a incidência de fissuras horizontais é comum principalmente próxima a lajes de cobertura e paredes externas (Figura 18), fato diretamente ligado a sua maior exposição ao sol e consequente maior variação de temperatura. Contudo, mesmo lajes sombreadas por telhados podem ocorrer o aparecimento de fissuras.

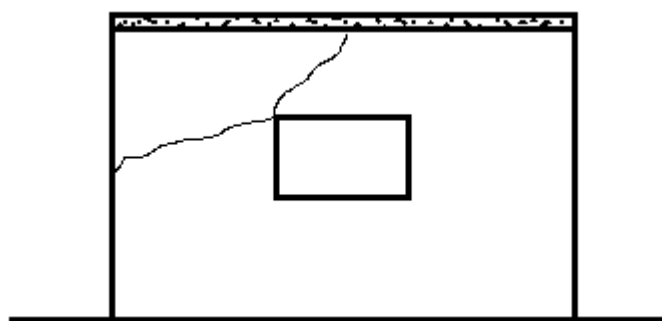
Figura 18 - Fissura presente na região superior da parede, normalmente apresentando um traçado bem definido



Fonte: da autora (2017).

A deformação provocada pela variação de temperatura introduz tensões de tração e cisalhamento nas paredes, desenvolvendo trincas nas mesmas, normalmente perpendiculares às tensões de tração. É de suma importância salientar que em função das dimensões da laje e das propriedades dos materiais constituintes da parede, além da aderência adequada entre a parede e a laje, quando há presença de aberturas, poderão se desenvolver fissuras inclinadas próximas ao topo da parede conforme ilustrado na Figura 19 (THOMAZ, 1989).

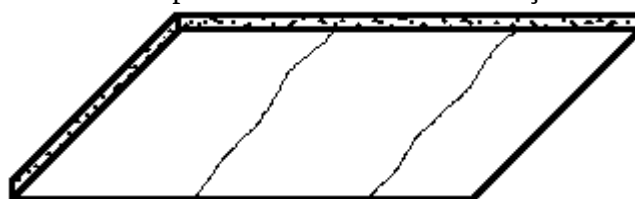
Figura 19 - Fissura de cisalhamento causada por expansão térmica da laje



Fonte: da autora (2017).

Ainda, quando submetidas a variações de temperatura, as lajes apresentam deformações (dilatação e contração) que podem favorecer o surgimento de fissuras longitudinais (Figura 20) nas regiões de encontro entre as vigotas e os componentes cerâmicos.

Figura 20 - Fissuras provenientes da movimentação térmica na laje



Fonte: da autora (2017).

2.2.2.5 Fissuras por retração

A retração pode ser definida como um fenômeno físico onde os materiais cimentícios, os quais em seu estado inicial são plásticos, tem seu volume reduzido ocasionado pelas condições de umidade do sistema e a evolução da matriz do cimento.

Segundo Duarte (1998), “A maior parcela da retração é causada pela perda d’água que não está quimicamente associada no interior do concreto. Esta perda d’água provoca uma contração dos elementos de concreto do prédio não acompanhada pelas paredes de alvenaria”.

Dessa forma, pode-se verificar que a perda de água resulta na deformação dos compostos, fomentando o surgimento de fissuras na alvenaria, em virtude da retração dos materiais constituintes.

Para Thomaz (1989), há três formas de retração com produtos preparados com cimento:

- Retração química: quando ocorre a redução do volume em virtude da reação química entre o cimento e a água.

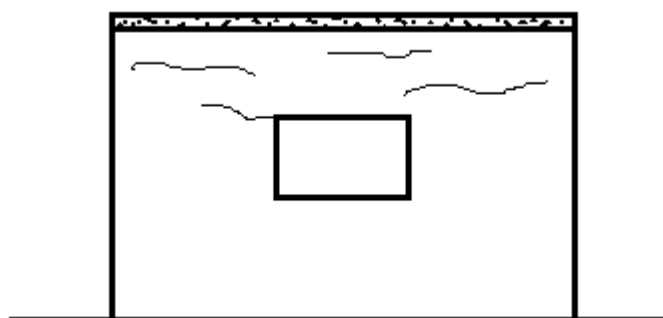
- Retração de secagem: quando ocorre a evaporação da água excedente utilizada na produção de argamassa ou concreto, resultando na redução do volume.
- Retração por carbonatação: redução do volume ocasionada pela reação de hidratação do cimento com o gás carbônico presente no ar.

A incidência de fissuras por retração em paredes com revestimento de argamassa é a mais comum, causadas por retração da laje.

Essa retração pode causar fissuração devido à rotação nas fiadas de blocos próximos a laje causada por seu encurtamento. Por esse motivo, a configuração mais comum de fissuras causadas por retração são as fissuras horizontais que se localizam logo abaixo das lajes e em cantos superiores dos caixilhos. (SAMPAIO, 2010, p.24).

Dessa forma, pode-se verificar que as fissuras se desenvolvem frequentemente na direção horizontal próxima as lajes acima das aberturas conforme ilustrado na Figura 21 em virtude da retração excessiva da laje.

Figura 21 - Fissura desenvolvida na horizontal, normalmente acima das aberturas, causada pela retração



Fonte: da autora (2017).

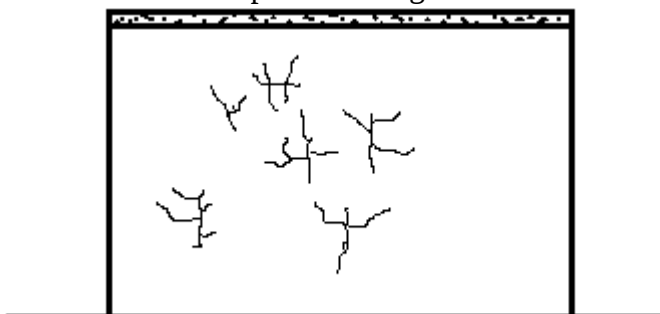
Dentre os fatores influenciadores no aparecimento desse tipo de fissuras estão o consumo de aglomerante, porcentagem de finos na mistura e teor de água de amassamento. Contudo, há ainda a relação com a má aderência entre a argamassa e a base, sua espessura, o tempo de aplicação entre uma e outra, rápida perda de água durante o endurecimento devido ao vento ou insolação (*Id ibid*, 2010).

Ainda com relação à retração da argamassa de revestimento, Thomaz (1989, p.115) acrescenta que “As fissuras desenvolvidas por retração das argamassas de revestimento apresentam distribuição uniforme, com linhas mapeadas que se cruzam formando ângulos bastante próximos de 90°.”.

Observa-se que a fissuração ocasionada pela retração da argamassa de revestimento apresenta fissuras de formas variadas (Figura 22) que se distribuem por toda

superfície com angulação próxima a 90° , é importante salientar também, que quando as fissuras se cruzam em ângulos diferentes ao mencionado, alguma fissura em questão não está relacionada à retração.

Figura 22 - Fissuras mapeadas na argamassa de revestimento



Fonte: da autora (2017).

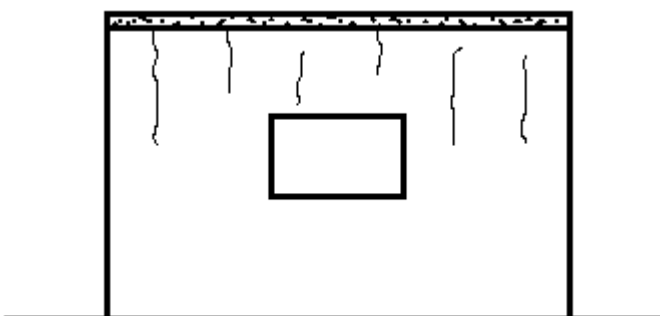
2.2.2.6 Fissuras por carregamento excessivo

As fissuras por carregamento excessivo, como o próprio nome diz, são decorrentes de compressão excessiva, geralmente vertical. Sempre que ocorrer a aplicação de uma carga vertical, deve-se tomar o cuidado de distribuir os esforços através de coxins e outros elementos (SAMPAIO, 2010).

O mecanismo de ruptura de paredes de alvenaria solicitadas por carregamentos verticais de compressão, consiste no surgimento de fissuras verticais decorrentes de esforços transversais de tração induzidos nos tijolos pelo atrito da superfície da junta de argamassa geralmente se deforma mais do que o tijolo, tendendo a expandir lateralmente e transmitindo tração lateral aos tijolos. Estes esforços laterais de tração são os responsáveis pelas fissuras verticais (DUARTE, 1998, p. 12).

Observa-se que as fissuras provenientes de esforços transversais sob a ação das tensões de compressão, desenvolvem-se predominantemente nas orientações verticais, na região superior da alvenaria conforme ilustrado na Figura 23.

Figura 23 - Fissuração na alvenaria proveniente da sobrecarga vertical

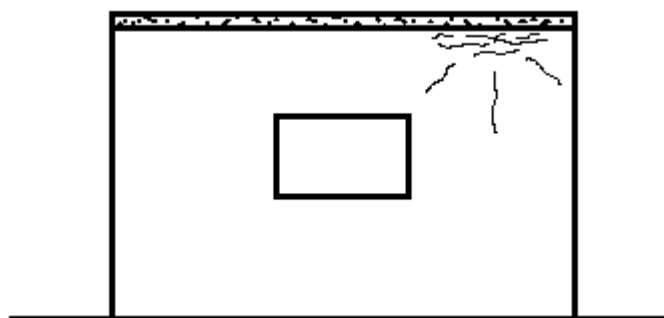


Fonte: da autora (2017).

Quando os componentes da alvenaria são submetidos a carregamentos excessivos localizados, ocorre o esmagamento da seção ou ainda o surgimento de fissuras inclinadas em direção ao ponto de aplicação da carga (Figura 24).

A atuação de sobrecargas localizadas (concentradas) também pode provocar a ruptura dos componentes da alvenaria na região de aplicação da carga e/ou o aparecimento de fissuras inclinadas a partir do ponto de aplicação da carga; em função da resistência à compressão dos componentes de alvenaria é que poderá predominar uma ou outra das anomalias citadas (THOMAZ, 1989, p.64).

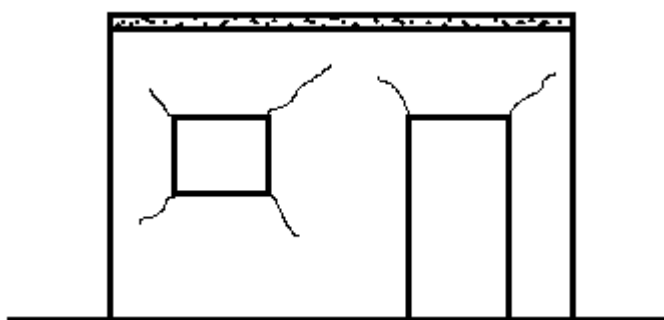
Figura 24- Ruptura sob o ponto de aplicação da carga e propagação de fissuras



Fonte: da autora (2017).

Outro fato a ser destacado em relação a fissuras por sobrecarga é quanto à presença de aberturas de portas e janelas nas paredes estruturais, locais em que há vértices e que são pontos onde se aplicam tensões, neste caso, as fissuras desenvolvem-se na diagonal (Figura 25).

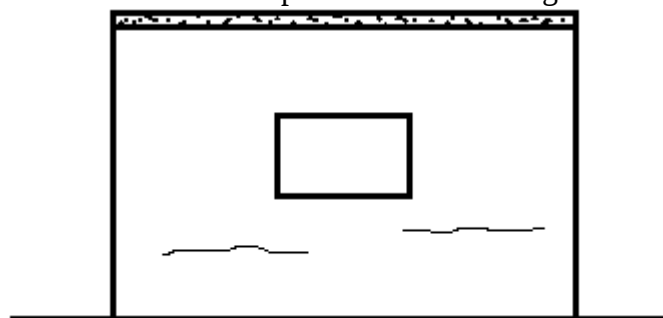
Figura 25 - Fissura nos cantos das aberturas provenientes de sobrecarga



Fonte: da autora (2017).

Ainda, podem surgir fissuras na orientação horizontal (Figura 26) da alvenaria provenientes de sobrecarga, segundo estudos de Thomaz (1989, p. 64) “[...] no caso de alvenarias constituídas por blocos cerâmicos estruturais, com furos dispostos verticalmente, a deformação transversal da argamassa de assentamento poderá provocar a ruptura por tração de nervuras internas dos blocos [...]”.

Figura 26 - Fissura horizontal proveniente de carregamento excessivo



Fonte: da autora (2017).

Contudo, é de fundamental importância salientar que a ruptura é um mecanismo particularmente perigoso quando ocorre de forma explosiva, uma vez que, não fornece indícios prévios de perigo, conduzindo ao colapso progressivo de seções da edificação (DUARTE, 1998).

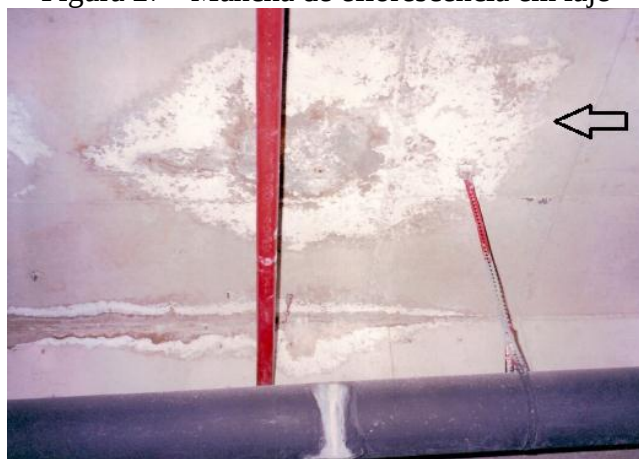
2.2.3 Manchas de umidade na alvenaria estrutural

O surgimento de manchas decorrentes de umidade é motivo de desconforto e descontentamento além da degradação da edificação que ocorre de forma bastante rápida e que pode resultar em corrosões com alto grau de complexidade.

As principais manifestações patológicas nas construções relacionadas à umidade são: mancha de umidade, bolor, corrosão, fungos, algas, líquens, eflorescências, deslocamentos de revestimentos, friabilidade das argamassas com propriedades cimentícias, fissuras e mudança de coloração dos revestimentos (BAUER, 2005).

No que se referem às eflorescências, estas são o depósito salino na superfície de alvenarias, resultado das intempéries do tempo a que as edificações são expostas. Tal fenômeno pode ocorrer em qualquer elemento da edificação podendo trazer apenas modificações estéticas ou manifestações mais agressivas. No primeiro momento ela se deposita na superfície dos materiais, alterando sua aparência. No segundo momento, pode causar uma degradação profunda. Tais manchas são caracterizadas pela coloração esbranquiçada (Figura 27) sobre os materiais (SOUZA, 2008, p.41).

Figura 27 - Mancha de eflorescência em laje



Fonte: Alves (2009, p.59).

Quanto às origens das manchas provenientes da umidade nas construções constata-se as seguintes: as resultantes do processo de construção, por capilaridade, chuva, vazamentos em redes hidráulicas, condensação. (SOUZA, 2008). Dentre as formas mais comuns de sua ocorrência, estão as originadas da atmosfera, sendo a água provinda da chuva e as absorvidas do solo (Figura 28) (JULIANI, 2015).

Figura 28 - Mancha de umidade proveniente da umidade do solo



Fonte: Antunes (2011, p.97).

No que tange a umidade proveniente do processo de execução da construção é aquela necessária para a obra, ou seja, ela desaparece depois de algum tempo (aproximadamente seis meses). Elas se encontram dentro dos poros dos materiais, como nos casos da utilização da água no próprio concreto, argamassas, pintura, etc (VERÇOZA, 1991).

Há ainda uma série de mecanismos que são causadores da incidência de umidade nos materiais de construção, sendo os mais recorrentes: 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 casos de absorção capilar por infiltração ou fluxo de água, a umidade chega até os materiais na forma líquida e nos demais casos descritos a absorção acontece na forma gasosa (BAUER, 2005).

Com relação à umidade proveniente por capilaridade, esta é decorrente da umidade do solo úmido e que é absorvida pelos materiais na construção. Também podem ocorrer por conta de materiais que apresentem canais capilares, os quais servem de caminhos para a água atingir o interior das edificações. A título de exemplo podem ser destacados os blocos cerâmicos, concreto, argamassas, madeiras, etc (SOUZA, 2008).

Quando das ocasiões em que há o contato da água da chuva com as edificações, ela penetra por pressão hidrostática e percolação. O que normalmente ocorre é a penetração desta água por conta de goteiras em telhados e calhas ou a vedação das esquadrias serem mal executadas. Há casos ainda em que a água atravessa os terraços e paredes por percolação, deste modo, resulta no aparecimento de manchas em peças e paredes de forma geral (JULIANI, 2015).

O teor de umidade pode provocar movimentações irreversíveis e reversíveis, sendo elas:

As irreversíveis são aquelas que acontecem logo após a fabricação do material e se originam pela perda ou ganho de água, de modo a chegar à umidade higroscópica de equilíbrio. As reversíveis ocorrem por mudanças do teor de umidade do material e ficam delimitadas a um determinado intervalo de tempo (SOUZA, 2008 apud JULIANI, 2015, p. 38).

Em relação ao vazamento das redes de água e esgoto, sua identificação e correção se tornam tarefa difícil. Isso está relacionado ao fato desses vazamentos estarem cobertos pela construção e quando constatados através das manchas, acabam por causar transtornos para o bom andamento da obra devido às interrupções para correção.

As formas de identificação das manchas provenientes de umidade são geralmente a constatação visível da manifestação patológica na superfície dos materiais, sendo uma das formas, o desenvolvimento de microrganismos que pertencem ao grupo dos fungos.

O termo “bolor” ou “mofo” é entendido como a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, citando-se inclusive as argamassas inorgânicas (SHIRAKAWA *et al.*, 1995, *apud* ANTUNES, 2011, p. 101).

A característica marcante do aparecimento de regiões em que a umidade resultou em bolor são manchas escuras voltadas à tonalidade preta, marrom ou verde, conforme é ilustrado na figura 29, podendo ainda apresentar colorações claras, esbranquiçadas ou amarelas (SILVA, 2007).

Figura 29 - Mancha de bolor na laje da alvenaria



Fonte: Antunes (2011, p.102).

Dessa forma, observa-se que as diversas formas de absorção de umidade pelos materiais constituintes da alvenaria estrutural podem ser causadoras de manchas nas paredes, lajes e demais locais da obra e que visivelmente podem ser identificadas. Tal manifestação pode ocorrer a qualquer fase da obra, ou ainda após a conclusão da mesma.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste item serão apresentados o tipo de pesquisa, tal como a definição do referencial teórico, identificação do problema e diagnósticos, e análise dos dados e resultados que suscitaram a elaboração da pesquisa.

3.1 TIPO DE PESQUISA

A investigação realizada caracterizou-se como estudo de caso, bibliográfico e, por isso, de abordagem qualitativa e de nível exploratório. Os estudos de caso, permitem ao investigador elaborar e determinar o isolamento do objeto de estudo em forma de esferas de essência. No caso em questão *manifestações patológicas em edificações de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos*.

O estudo de caso requer do pesquisador uma preocupação com o planejamento do estudo para que a fidedignidade dos resultados seja alcançada.

Em outras palavras, o estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange todo o tratamento da lógica do planejamento, das técnicas de coleta de dados e das abordagens específicas à análise dos mesmos. (YIN, 2005, p. 33).

Simultaneamente, o cuidado com a análise dos dados obtidos, sempre cotejados com os objetivos operacionais previamente determinados e com o referencial teórico adotado para o estudo.

O nível exploratório é requerido quando não é verificado, pelo pesquisador, conhecimentos e competência de maior profundidade. Dessa forma, *explorar* é a manifestação adequada para evidenciação do problema investigado.

A abordagem qualitativa permite ao pesquisador, além de controle absoluto sobre a pesquisa em sua trajetória, inclusive com a possibilidade de rever, reordenar e reestabelecer metas previamente ordenadas, manifestar sua percepção acerca do objeto de estudo e dos resultados gradativamente vislumbrados.

Inobstante o exposto, a pesquisa teórica é condição fundamental para a efetiva construção de conhecimento. Ao mesmo tempo, permite ao investigador a adoção de quadros de referência que lhe permitirão a materialização do *estado da arte* em sua condição de pesquisador.

[...] orientada para a (re)construção de teorias, quadros de referência, condições explicativas da realidade, polêmicas e discussões pertinentes. É certamente condição de competência e sobretudo de formação básica propedêutica atualizar-se

teoricamente, e sobretudo produzir teoricamente, para compartilhar a vanguarda do conhecimento, nas suas várias codificações vigentes e paradigmas específicos (DEMO, 2012, p. 38).

Esses elementos possibilitam a permanência na vanguarda do conhecimento específico determinado para o estudo. No entanto, cabe lembrar que, a manifestação da pluralidade teórica sobre determinado assunto, garante imparcialidade ao pesquisador e fidedignidade aos resultados em construção.

3.2 DEFINIÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

A busca de informações para melhor ilustrar um tema proposto é tarefa de profunda análise e cuidado, pois o referencial teórico é base para toda a pesquisa, ela servirá como subsídio e esclarecerá com maior clareza ao leitor de onde e para onde a pesquisa será direcionada. Lopes (1990, p.11) ressalta sua importância “a partir do referencial teórico, e com o apoio em métodos e técnicas de pesquisa, a atividade científica não só se organiza como também alcança seus objetivos.”.

Contudo, a escolha de um autor é feita com base em uma análise de conjuntura associada à contemporaneidade dos estudos dos autores, ou seja, busca-se, dentre diversos autores que discorrem sobre o mesmo tema, aquele que aprofundou seus estudos e elaborou uma proposta conforme as necessidades, influências e métodos da atualidade.

Diante da forma de escolha dos autores, realizou-se uma busca em livros, artigos, dissertações, revistas e diferentes publicações, onde contavam com referências consagradas na área da engenharia civil sempre associadas à atualidade.

3.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E DIAGNÓSTICOS

A pesquisa em questão fundamenta-se, principalmente na investigação das manifestações patológicas mais incidentes em edificações de alvenaria estrutural construídas com blocos cerâmicos.

A identificação do problema é realizada primeiramente pelo proprietário da unidade habitacional, que observando qualquer anormalidade, entra em contato com a equipe técnica responsável pela garantia. Obtendo acesso aos dados de assistência técnica, a autora identifica às manifestações patológicas com maiores incidências, pelo método de observação direta, levantamentos fotográficos, investigando, desta forma, as causas, mecanismos de

ocorrências e origens destas. Possibilitando, assim, correlacioná-las com os problemas patológicos identificados por meio da pesquisa bibliográfica apresentada no capítulo 2.

3.4 OS EMPREENDIMENTOS EXPLORADOS

O propósito da empresa construtora é atender a grande demanda de residências populares enquadradas no programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal, para famílias de renda média baixa. Os resultados, desde sua implantação, foram os melhores possíveis no município de Tubarão, fato que levou a empresa a prosseguir atendendo este segmento.

A empresa busca sempre a qualidade ao oferecer seus serviços, onde a mesma recebeu o Selo do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e a certificação ISO 9001.

O selo é fundamental para as empresas construtoras aprovarem projetos junto à Caixa Econômica Federal para participarem do programa Minha Casa, Minha Vida e necessário também para diversas linhas de financiamentos junto à Caixa Econômica Federal e outras instituições de crédito privadas.

A certificação ISO 9001 é um padrão internacionalmente reconhecido de gestão de qualidade, que exige que a empresa cumpra requisitos e use ferramentas voltadas para a satisfação da qualidade assegurando que seus serviços atendam à expectativa do consumidor.

Até o presente momento já foram lançados e entregues sete condomínios, todos comercializados durante o período de construção, e face aos bons resultados, foram lançados outros três empreendimentos, estando dois deles na fase final.

A pesquisa em questão foi elaborada com base nos problemas encontrados em cinco condomínios investigados. Estes serão identificados como empreendimento A, B, C, D e E para preservação do nome da empresa tal como dos condôminos. Todas as manifestações patológicas que serão catalogadas e discutidas já foram reparadas e finalizadas.

4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão expostos os resultados obtidos no levantamento das manifestações patológicas mais incidentes em edificações de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.

A análise dos dados foi elaborada de forma sistemática, buscando-se identificar a causa, o mecanismo de ocorrência e a origem das manifestações analisando as eventuais falhas no projeto do empreendimento, no planejamento, nos materiais utilizados, observando as técnicas de execução da mesma empreiteira em outras edificações⁸, além da constatação da ausência ou deficiência de manutenção preventiva de responsabilidade dos proprietários das unidades habitacionais. Podendo-se assim, proferir um diagnóstico para cada problema patológico em questão.

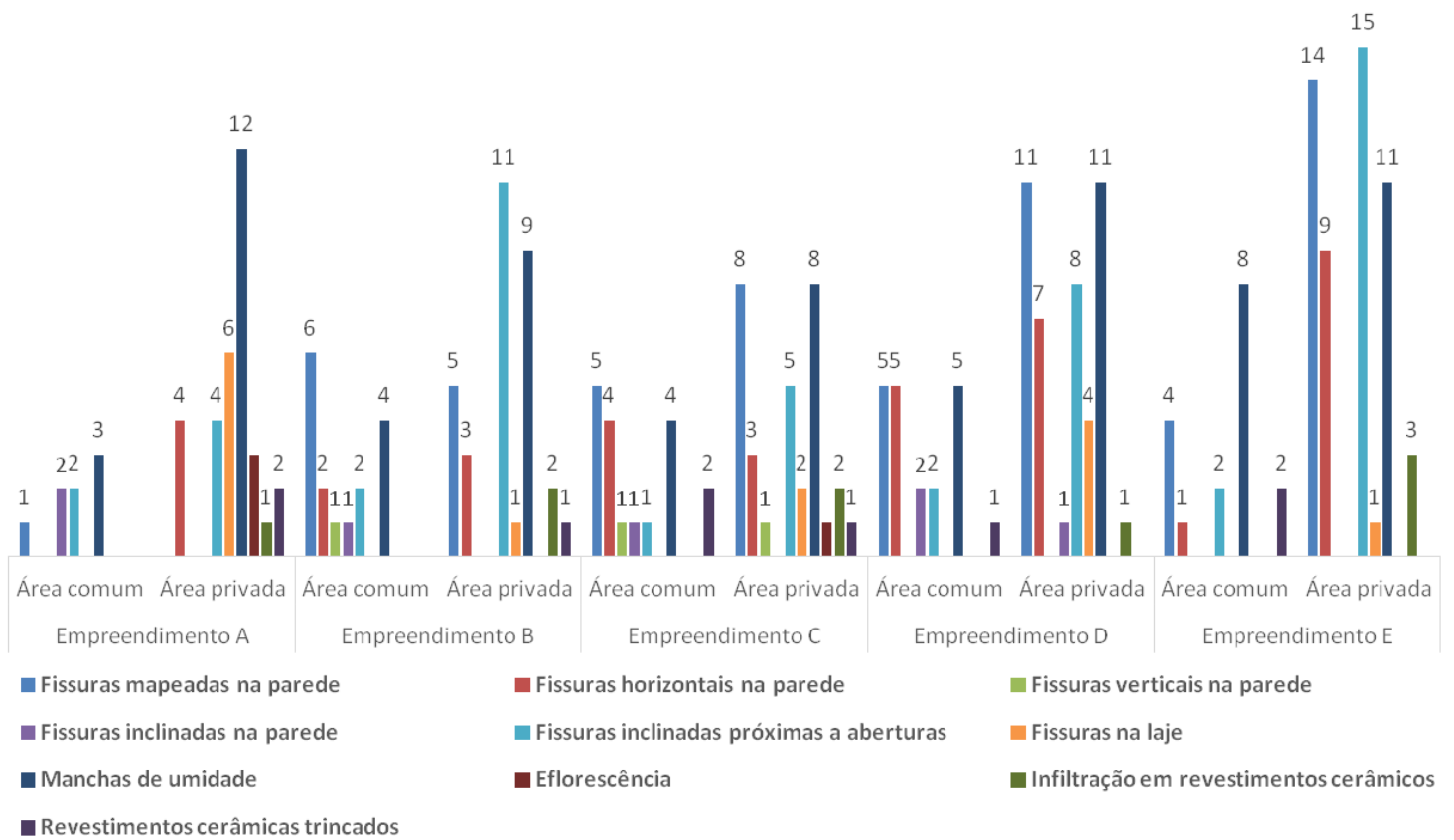
No gráfico da figura 30, serão apresentados o resumo das manifestações patológicas encontradas nos empreendimentos A, B, C, D e E, onde os números indicados retratam as assistências⁹ técnicas solicitadas.

Por conseguinte, foram catalogados os problemas patológicos destacados em função do grau de incidência, constatando, desta forma, sua potencial relevância, propondo, após a constatação do diagnóstico das manifestações patológicas, recomendações corretivas. Com o diagnóstico correto da manifestação pretende-se minimizar ou até mesmo evitar o surgimento das mesmas em novas edificações. Fornecendo, sobremaneira, acervo para prevenção, ainda na fase de planejamento de edificações futuras que façam uso deste método construtivo.

⁸ Optou-se por investigar edificações, em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, ainda em fase construtiva, sob responsabilidade da mesma empreiteira, com o objetivo de identificar os métodos construtivos empregados. Possibilitando, desta forma, a inferência quanto às causas dos problemas patológicos manifestados nas edificações objetos de estudo desta pesquisa terem relação com o método construtivo empregado.

⁹ “A área de assistência técnica é responsável pelo atendimento aos clientes na pós-entrega dos empreendimentos, até o prazo final da garantia, 5 anos. Após o habite-se, a obra permanece durante três meses em um período de revisão ou de acordo com a determinação da Diretoria de Operações, no qual o responsável pela obra deverá atender aos proprietários com presteza, sanando os problemas de vistorias das unidades autônomas, e corrigindo as falhas construtivas que forem identificadas.” (OLIVEIRA, 2013, p.14).

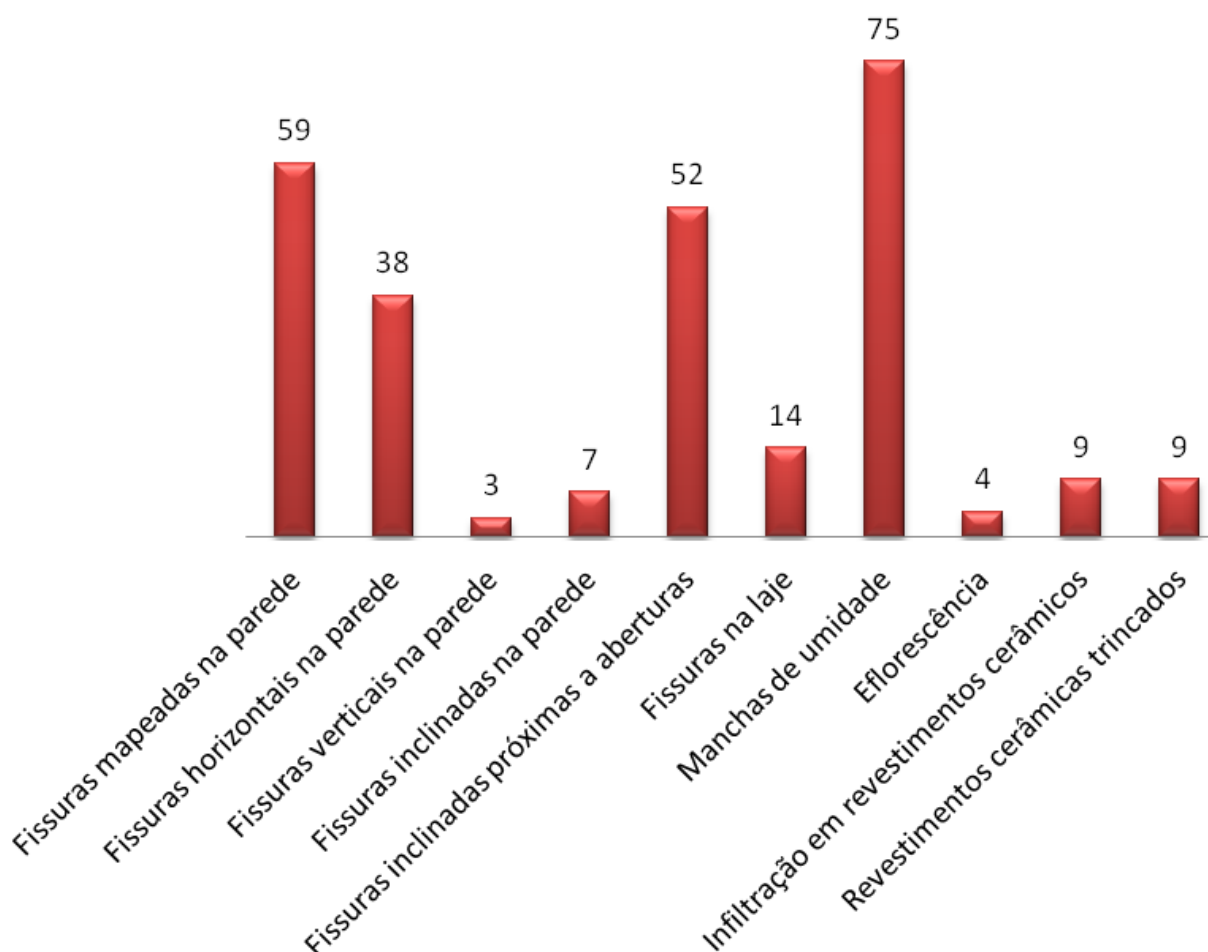
Figura 30 – Número de manifestações patológicas ocorridas em cada empreendimento



Fonte: da autora (2017).

No gráfico da figura 31, serão apresentados os resultados das quantidades de manifestações dos problemas patológicos ocorrentes, sem que se faça a discriminação quanto ao empreendimento explorado, para melhor identificação das manifestações mais incidentes.

Figura 31 - Quantidades de manifestações patológicas ocorridas



Fonte: da autora (2017).

4.1 ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES MAIS INCIDENTES

Com o intuito de diagnosticar os problemas patológicos mais incidentes, primeiramente seguiu-se a concepção de conhecer a principal causa e, por conseguinte buscar a origem do referido sintoma. Muitas vezes uma manifestação patológica possui mais de uma causa, e na presente pesquisa optou-se por identificar e diagnosticar as causas principais.

As imagens serão apresentadas em função do tipo de problema patológico, que de acordo com o gráfico da figura 31, pode-se observar que os problemas mais incidentes são catalogados seguindo a respectiva ordem: Manchas de umidade, fissuras mapeadas na parede,

fissuras inclinadas próximas a aberturas, fissuras horizontais na parede, e por fim, as fissuras na laje.

Para definir a origem dos problemas patológicos ocorridos relacionados a erros de projeto, se faz necessário o estudo da etapa de projeto, onde, a pesquisa, segue o princípio de que deve existir o projeto completo¹⁰ para ser considerado um projeto de qualidade. Dessa forma, será considerada falha de projeto toda falta de especificação de produtos que serão utilizados na obra ou inexistência de detalhes que demonstrem como deverá se executar corretamente os serviços.

Para artigo de informação, cabe ressaltar que os projetos foram disponibilizados apenas para o estudo de caso, restringindo, sobremaneira, sua exposição neste trabalho.

Os problemas patológicos serão classificados conforme a possível causa, origem, mecanismo de ocorrência, reparo e observações pertinentes, quando necessário.

4.1.1 Análise das manifestações patológicas de manchas de umidade

As manifestações patológicas indicadas nas figuras de 32 a 37 foram selecionadas de acordo com as causas e origens das mesmas. Embora o estudo apresente 75 assistências técnicas relacionadas às manchas de umidades, prevalece o mesmo reparo para a maioria, compondo dessa forma, a investigação em questão.

Figura 32 - Infiltração e destacamento de tinta ocasionados por fissura estrutural na fachada



Fonte: da autora (2017).

¹⁰ Entende-se por projeto completo, um projeto que traz todas as especificações necessárias de forma correta e sucinta, onde as informações se apresentam de forma clara, sem a possibilidade de serem tomadas decisões no canteiro de obra, seguindo sempre as boas práticas de bem construir e bem projetar.

Possível causa: As fissuras presentes na fachada corromperam a impermeabilização.

Origem: Projeto – Ausência de especificações do emprego de um impermeabilizante flexível.

Mecanismo de ocorrência: Infiltração de água na parede interna, devido à presença de fissura estrutural na fachada externa.

Reparo: Para reparo interno, recomenda-se a remoção e restauração da camada de reboco afetada, tal como, a renovação da pintura. Para reparo externo, recomenda-se como técnica para tratamento de fissuras, a utilização de produtos com o intuito de selar as trincas e posteriormente pintura.

Figura 33 – Infiltração de água ocasionada por problemas na cobertura



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Telhas quebradas e consequentemente falha na cobertura.

Origem: Uso.

Mecanismo de ocorrência: A quebra de telhas por intempéries corrompeu a impermeabilização fomentando a infiltração de água na laje de cobertura e posteriormente nas paredes conforme ilustrado na Figura 33.

Reparo: Após realizar a troca das telhas quebradas e verificar o comprometimento da cobertura, para reparo interno, recomenda-se a remoção do revestimento afetado e restauração da camada de reboco afetada, tal como, a renovação da pintura.

Figura 34 - Infiltração, destacamento de tinta e eflorescência ocasionadas por falta de impermeabilização



Fonte: da autora (2017).

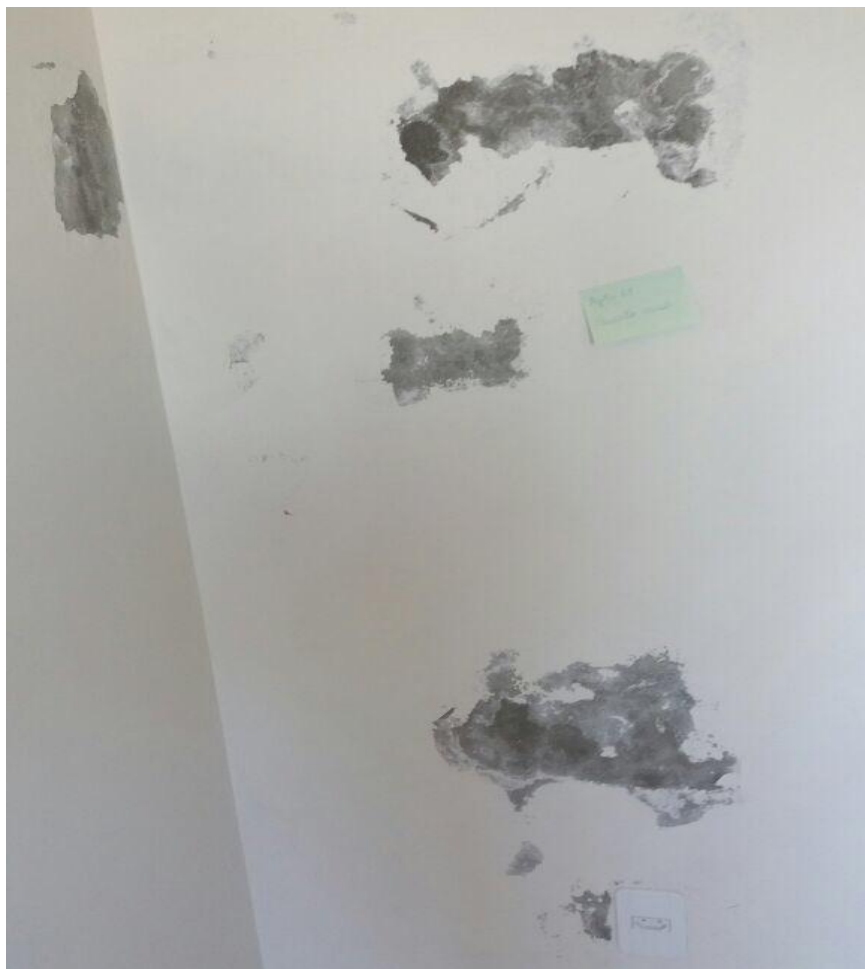
Possível causa: Falta de impermeabilização.

Origem: Projeto - Ausência de especificações de impermeabilização.

Mecanismo de ocorrência: A existência de teor de sais solúveis nos materiais ou componentes da alvenaria aliada à presença de água e pressão hidrostática necessária fomentando que a solução migre para a superfície.

Reparo: A remoção das eflorescências poderá ser realizada após a eliminação da causa da infiltração de água e secagem do revestimento, sendo então procedida escovação da superfície e reparo de eventual região com pulverulência. Após o processo, deve-se executar a restauração da camada de reboco afetada, tal como, a renovação da pintura.

Figura 35 - Infiltração e destacamento de tinta ocasionados por falta de impermeabilização na fachada



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Falta de impermeabilização.

Origem: Projeto - Ausência de especificações de impermeabilização.

Mecanismo de ocorrência: Infiltração de água na parede devida a falha na impermeabilização e presença de micro-fissuras.

Reparo: Para reparo interno, recomenda-se a remoção e restauração da camada de reboco afetada, e a renovação da pintura. Para reparo externo, recomenda-se como metodologia para tratamento de fissuras, a utilização de produtos com o intuito de selar as trincas e por conseguinte a restauração da impermeabilização e posteriormente pintura.

Observações pertinentes: A manifestação patológica identificada na figura 35 está diretamente relacionada à deficiência na impermeabilização do empreendimento. Este problema surgiu na maioria dos apartamentos logo após a entrega do residencial, onde após estudos, identificou-se a falha no produto utilizado na impermeabilização, que associado à micro-fissuras, originaram as manifestações patológicas em questão.

Figura 36 - Infiltração, destacamento de tinta e mancha de bolor ocasionados por mau uso



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Instalação do dreno do ar-condicionado no duto de ventilação.

Origem: Uso e planejamento.

Mecanismo de ocorrência: Proliferação de micro-organismos no revestimento devido à infiltração de água.

Reparo: Para solucionar o problema, recomenda-se a adequação do ar condicionado fora do duto de ventilação. Para reparo na parede com a manifestação patológica, recomenda-se a remoção e restauração da camada de reboco afetada, tal como a renovação da pintura.

Observações pertinentes: A parede com a manifestação patológica identificada na figura 36 divide o quarto de casal do apartamento em questão com o duto de ventilação do empreendimento. Observou-se o mau uso do duto, com a inserção do dreno do ar-condicionado, dessa forma, toda água permanecia na laje do chão do duto, a qual não apresenta nenhum tipo de impermeabilização, vista que, a mesma não apresenta essa função. A origem da manifestação está relacionada ao planejamento em virtude das informações necessárias quanto ao uso do duto não estarem dispostas no manual do proprietário.

Figura 37 - Mancha escura ocasionada pela falha na inclinação do peitoril



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Falta de inclinação do peitoril associado à falta de estanqueidade na interface alvenaria/esquadria.

Origem: Projeto - Ausência de especificações quanto a inclinação utilizada para assentamento do peitoril.

Mecanismo de ocorrência: Proliferação de micro-organismos no revestimento devido à infiltração de água. A forma como a água escoar pela parte externa da janela, associada à falta ou ausência de inclinação do peitoril para a direção externa à fachada, gera o acúmulo de água da chuva na região do peitoril. A remoção da mancha de bolor poderá ser realizada após a eliminação da causa da infiltração de água e secagem do revestimento, sendo então procedida escovação da superfície. Após o processo, deve-se executar a restauração da camada de reboco afetada, tal como, a renovação da pintura.

4.1.2 Análise das manifestações patológicas de fissuras mapeadas na parede

As manifestações patológicas exibidas nas figuras 38 e 39 foram selecionadas de acordo com as causas e origens das mesmas. Embora o estudo apresente 59 ocorrências relacionadas às fissuras mapeadas, prevalecem apenas duas causas, compondo sobremaneira esta investigação.

Figura 38 - Fissura mapeada ocasionada pela falta de manutenção preventiva



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Falta de manutenção de pintura.

Origem: Uso.

Mecanismo de ocorrência: O fissuramento foi decorrente de esforços internos no reboco, provocados pela variação com a umidificação pela precipitação e retração após a secagem, bem como pelas variações bruscas de temperaturas sucessivas, desenvolvendo a fadiga dos materiais constituintes.

Reparo: Como reparo, recomenda-se a renovação do revestimento e, por conseguinte a renovação da pintura.

Observações pertinentes: A origem da presente manifestação patológica está relacionada ao uso em virtude da ausência de manutenção preventiva, visto que, o empreendimento obteve o a habite-se no ano de 2012, e não foi realizada nenhuma manutenção nesse período, visto que, as informações acerca da manutenção estavam previstas no manual do proprietário.

Figura 39 - Fissura mapeada proveniente da retração da argamassa de revestimento



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Retração da argamassa de revestimento, devido à falta de controle durante a execução deste componente da vedação.

Origem: Execução.

Mecanismo de ocorrência: A retração da argamassa de revestimento pode acontecer pelo fenômeno de retração próprio dos materiais cimentícios, ou também pela perda de água por vaporização ou sucção da base, provocando a contração volumétrica, fomentando o surgimento de fissuras mapeadas.

Reparo: Como reparo, recomenda-se a renovação do revestimento e, por conseguinte a renovação da pintura.

4.1.3 Análise das manifestações patológicas de fissuras inclinadas próximas as aberturas

As manifestações patológicas identificadas nas figuras 40 e 41 foram selecionadas de acordo com as causas e origens das mesmas, logo, embora o estudo apresente 52

ocorrências relacionadas às fissuras inclinadas próximas a aberturas, prevalecem apenas duas causas, compondo dessa forma, o estudo de caso.

Figura 40 - Fissura inclinada devido à ineficiência de contraverga



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Ineficiência de contravergas.

Origem: Projeto – Em projeto a dimensão da verga e contraverga é de transpasse de 30 cm para cada lado do vão, contrariando os estudos apresentados, onde o mínimo a ser utilizado é 40 cm para cada lado.

Mecanismo de ocorrência: A inexistência ou ineficiência de contravergas é incapaz de absorver as tensões nos vértices em função da ação de forças isostáticas concentradas nos cantos inferiores da janela, ocasionando dessa forma, fissuras inclinadas.

Reparo: Após o monitoramento da estabilidade da fissura, tal como a verificação do comprometimento da estrutura, utiliza-se como técnica para reparo de fissuras, a inserção de telas metálicas galvanizadas sobre as fissuras. Onde primeiramente, retira-se o revestimento da parede e, posteriormente, fixa-se a tela na região. Por conseguinte, deve-se executar o chapisco e o reboco finalizando com o processo de pintura.

Figura 41 - Fissura inclinada no entorno da abertura em direção à laje



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Cargas verticais concentradas.

Origem: Projeto.

Mecanismo de ocorrência: A atuação de carga vertical concentrada, onde, com a presença de aberturas, existe maior concentração de tensões, originando fissuras inclinadas a partir da base da aplicação da carga vertical e dos vértices da abertura.

Reparo: Após o monitoramento da estabilidade da fissura, tal como a verificação do comprometimento da estrutura, utiliza-se como técnica para reparo de fissuras, a inserção de telas metálicas galvanizadas sobre as fissuras. Onde primeiramente, retira-se o revestimento da parede e, posteriormente, fixa-se a tela na região. Por conseguinte, deve-se executar o chapisco e o reboco finalizando com o processo de pintura.

4.1.4 Análise das manifestações patológicas de fissuras horizontais na parede

As manifestações patológicas exibidas nas figuras de 42 e 43 foram selecionadas de acordo com as causas e origens das mesmas, logo, embora o estudo apresente 38 ocorrências relacionadas às fissuras horizontais em paredes, prevalece o mesmo reparo para a maioria, compondo dessa forma, o estudo de caso.

Figura 42 - Fissura horizontal próxima ao topo da parede



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Dilatação térmica da laje de cobertura.

Origem: Projeto.

Mecanismo de ocorrência: A figura 42 apresenta uma manifestação patológica ocorrida no quarto de casal do último pavimento, neste caso, a laje de cobertura está mais exposta às mudanças térmicas do que as paredes, ocasionando, movimentos diferenciados, intensificados ainda pelos diferentes coeficientes de expansão térmica da laje e da alvenaria.

Reparo: Como metodologia para reparo de fissuras, Sampaio (2010) indica a inserção de telas metálicas galvanizadas sobre as fissuras. Onde primeiramente, retira-se o revestimento da parede e, posteriormente, fixa-se a tela na região. Por conseguinte, deve-se executar o chapisco e o reboco finalizando com o processo de pintura.

Figura 43 - Fissura horizontal próxima ao rodapé



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Expansão de argamassa de assentamento por reação química.

Origem: Execução.

Mecanismo de ocorrência: A expansão da argamassa se dá em virtude da presença de umidade, onde os sais sofrem reações expansivas durante o processo de cristalização, que com aumento do volume, fomentam o surgimento de fissuras que acompanham a junta de assentamento.

Reparo: Como técnica para reparo de fissuras, Sampaio (2010) indica a inserção de telas sobre as fissuras. Onde primeiramente, retira-se o revestimento da parede e, posteriormente, fixa-se a tela na região. Por conseguinte, deve-se executar o chapisco e o reboco finalizando com o processo de pintura.

4.1.5 Análise das manifestações patológicas de fissuras na laje.

As manifestações patológicas exibidas nas figuras de 44 a 46 foram selecionadas de acordo com as causas e origens das mesmas, logo, embora o estudo apresente 14 ocorrências relacionadas à presença de fissuras na laje, prevalecem apenas três reparos, compondo dessa forma, o estudo de caso.

Figura 44 - Fissura inclinada devido à torção da laje



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Torção da laje.

Origem: Projeto – Falha no dimensionamento da fundação – edificação de 6 pavimentos estacoados, porém apresentaram deformações excessivas nas lajes. Por ser um sistema monolítico (alvenaria estrutural) associa-se esta fissura por deformação da fundação. Uma vez que a região onde a edificação está localizada é predominante de solo mole.

Mecanismo de ocorrência: Devido a recalques diferenciados ou deformabilidade da estrutura, a laje pode ser submetida a solicitações de torção, originando fissuras inclinadas em relação às bordas.

Reparo: Após o monitoramento da estabilidade da fissura, utiliza-se como técnica para reparo de fissuras, a inserção de telas sobre as fissuras. Onde primeiramente, retira-se o revestimento e, posteriormente, fixa-se a tela na região. Por conseguinte, deve-se executar o chapisco e o reboco finalizando com o processo de pintura.

Observações pertinentes: A anomalia em questão ocorreu em sete lajes diferentes do mesmo empreendimento, manifestando-se variadamente nas lajes do 1º ao 6º pavimento.

Figura 45 - Fissura inclinada devido à tração da laje



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Tração da laje.

Origem: Projeto – Falha no dimensionamento da fundação – edificação de 4 pavimentos sem estaqueamento. Por ser um sistema monolítico (alvenaria estrutural) associa-se esta fissura por deformação da fundação. Uma vez que a região onde a edificação está localizada é predominante de solo mole.

Mecanismo de ocorrência: Devido a recalques diferenciados ou deformabilidade da estrutura, a laje pode ser submetida a solicitações de tração, originando fissuras conforme ilustrada na Figura 45.

Reparo: Após o monitoramento da estabilidade da fissura, utiliza-se como técnica para reparo de fissuras, a inserção de telas sobre as fissuras. Onde primeiramente, retira-se o revestimento e, posteriormente, fixa-se a tela na região. Por conseguinte, deve-se executar o chapisco e o reboco finalizando com o processo de pintura.

Figura 46 – Fissura longitudinal na laje de cobertura



Fonte: da autora (2017).

Possível causa: Movimentação térmica da laje.

Origem: Projeto.

Mecanismo de ocorrência: Sob ação das temperaturas em coberturas, as lajes apresentam dilatações e contrações que fomentam a origem de fissuras. Como a laje em questão, é constituída por vigotas pré-moldadas de concreto e componentes cerâmicos, também conhecidos como tabelas, observa-se a fissuração nas regiões de encontro entre as vigotas e os componentes cerâmicos.

Reparo: Após o monitoramento da estabilidade da fissura, utiliza-se como técnica para reparo de fissuras, a inserção de telas sobre as fissuras. Onde primeiramente, retira-se o revestimento e, posteriormente, fixa-se a tela na região. Por conseguinte, deve-se executar o chapisco e o reboco finalizando com o processo de pintura.

Observações pertinentes: A possível causa da presente manifestação patológica está relacionada à movimentação térmica da laje, pois a mesma trata-se de uma laje de cobertura.

4.2 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

As manifestações patológicas ocorridas foram selecionadas em um primeiro momento conforme a possível origem, onde foram apresentadas figuras isoladas para cada causa apontada, representando o conjunto semelhante, visando à simplificação e a minimização de informações repetitivas.

Os dados foram expostos em gráficos de acordo com o tipo de manifestação patológica.

Com relação às anomalias do tipo mancha de umidade, a identificação da origem dos problemas possibilitou verificar a predominância em falhas no projeto, onde a ausência de detalhes construtivos tal como a falta de especificações de materiais, potencializaram o surgimento das manifestações apresentadas, conforme ilustrado no gráfico da Figura 47.

Figura 47 - Origens das manifestações patológicas de mancha de umidade

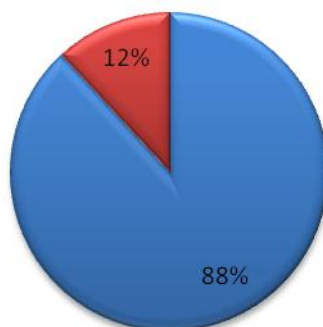


Fonte: da autora (2017).

Quanto à presença de fissuras mapeadas em paredes de alvenaria estrutural, verificou-se como origem predominante, erros ou ausência de fiscalização durante o processo construtivo (Figura 48).

Figura 48 - Origens das manifestações patológicas de fissuras mapeadas

■ Execução ■ Uso ■ Planejamento ■ Projetos ■ Materiais

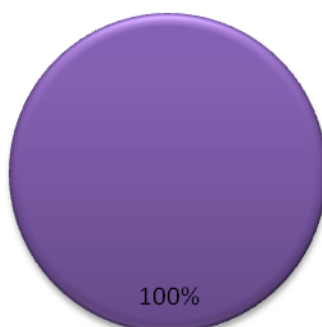


Fonte: da autora (2017).

Com relação às fissuras inclinadas a partir dos vértices de aberturas, constatou-se que todas as manifestações ocorridas foram ocasionadas por erro de projeto (Figura 49), onde o dimensionamento de vergas e contra vergas apresentou-se de forma insuficiente.

Figura 49 - Origem das manifestações patológicas de fissuras inclinadas próximas a aberturas

■ Execução ■ Uso ■ Planejamento ■ Projetos ■ Materiais

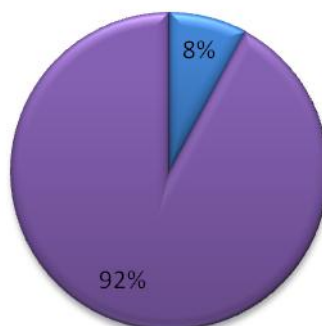


Fonte: da autora (2017).

Quanto às manifestações de fissuras horizontais, estas, foram ocasionadas principalmente por erros de projeto conforme ilustrado no gráfico da Figura 50, devido à ausência de mecanismos que possibilitam à dilatação térmica dos componentes estruturais.

Figura 50 - Origens das manifestações patológicas de fissuras horizontais

■ Execução ■ Uso ■ Planejamento ■ Projetos ■ Materiais



Fonte: da autora (2017).

As fissuras manifestadas em lajes apresentaram como origem exclusiva, as falhas provenientes de erros de dimensionamento no projeto (Figura 51). A possível origem está associada à falha no projeto de fundação, uma vez que, a maior parte das anomalias ocorridas se manifestaram na mesma prumada. Porém, para um diagnóstico mais preciso, há a necessidade de um estudo aprofundado nos cálculos executados para a fundação, tal como um laudo de sondagem, além do conhecimento minucioso do processo em que foi executado.

Figura 51 - Origem das manifestações patológicas de fissuras em lajes

■ Execução ■ Uso ■ Planejamento ■ Projetos ■ Materiais

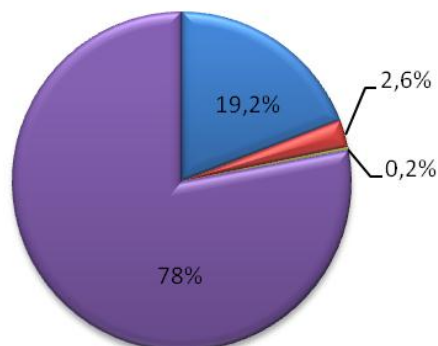


Fonte: da autora (2017).

Dessa forma, os cinco gráficos apresentados, foram vinculados (Figura 52) objetivando um diagnóstico mais preciso quanto à relevância de cada origem das manifestações patológicas encontradas.

Figura 52 - Origem das manifestações patológicas em alvenaria estrutural

■ Execução ■ Uso ■ Planejamento ■ Projetos ■ Materiais



Fonte: da autora (2017).

Correlacionando o gráfico da Figura 52, com o gráfico apresentado por Helene (1992) na Figura 8, observa-se que, independente do método de execução ser em alvenaria estrutural, a predominância ainda persiste estando as origens das manifestações patológicas diretamente relacionada a falhas nas etapas de projeto e execução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta da investigação apresentada buscou fornecer dados que subsidiassem a melhoria na qualidade das edificações construídas em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.

A revisão bibliográfica foi de fundamental importância para o desenvolvimento da pesquisa em questão, nas quais foram encontradas diversas fontes com manifestações patológicas semelhantes às deste levantamento, o que contribuiu para diagnosticar os problemas encontrados.

Dessa forma, os objetivos desta investigação foram alcançados com o levantamento das manifestações patológicas mais incidentes, resultando na investigação das origens, causas e mecanismos de ocorrência das mesmas com o intuito de minimizar, ou até mesmo evitar, o surgimento de problemas patológicos em futuras edificações. Foram apresentadas também, quando necessário, algumas informações pertinentes acerca da manifestação em questão, e o reparo indicado para cada anomalia catalogada.

Conforme a pesquisa desenvolvida, destacam-se os problemas patológicos de maior incidência, anomalias do tipo fissuras, de diversas origens, e manchas de umidade. Cabe ressaltar, que o reparo para as fissuras ocorridas só deverá seguir as recomendações apresentadas após o diagnóstico correto, além do pleno conhecimento da implicação das fissuras no comportamento do edifício.

Ainda, foi adotado apenas um reparo para cada anomalia em função de fatores técnicos e econômicos, porém, pode haver mais de uma solução e procedimentos de correção cabíveis para os referidos problemas.

As informações obtidas através dos moradores e de profissionais envolvidos corroboraram na identificação de alguns problemas que ocorreram durante a execução da obra, na elaboração dos projetos e na manutenção do empreendimento, sendo possível correlaciona-los as causas e origens das manifestações patológicas.

Durante a análise dos projetos foram observadas inúmeras falhas que ocasionaram grande parte das manifestações catalogadas. Corroborando com o resultado da investigação em questão, Caporrino (2015, p.21) afirma que “Um projeto com o detalhamento adequado é o ponto de partida para uma boa execução evitando anomalias futuras.”.

Dentre as falhas ocorridas, constata-se a ausência de pontos de graute em locais necessários, vergas e contravergas mal dimensionadas, falta de detalhes construtivos tal como de especificações de materiais.

Observa-se dessa forma, que apesar da empresa ser certificada pelo PBQP-H, os problemas relacionados ao controle da qualidade durante as etapas de projetos e execução ainda persistem. Porém, pode-se constatar que as maiores falhas relacionados à falha de projeto, poderão ser avaliados com maior cautela, mediante a adoção de ações necessárias, visando a maior qualidade e consequentemente à minimização de problemas patológicos.

Contudo, a análise das origens dos problemas patológicos é de suma importância para a retroalimentação do processo de produção do setor da construção civil, onde o controle no sistema de qualidade serve como parâmetro para a redução ou até mesmo impossibilitar o surgimento de anomalias no pós-ocupação.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, I. F.. **Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: Análise da relação causa efeito**. 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- ALVES, J. R.. **Levantamento das manifestações patológicas em fundações e estruturas nas edificações, com até dez anos de idade, executadas no estado de Goiás**. 2009. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/677/1/Dissertacao_Jader%20Rodrigues%20Alves_2009.pdf> . Acesso em: 04 Abril 2017
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **C 90**. In: Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia, 2011.
- ANTUNES, E. G. P.. **Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina**. 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95650/296097.pdf>>. Acesso em: 25 abril 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual técnico de alvenaria**. São Paulo: ABCI; Projeto; PW, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10837**: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos de concreto. Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2**: Componentes Cerâmicos / Parte 2: Blocos Cerâmicos Para Alvenaria Estrutural – Terminologia e Requisitos. Primeira Edição. Rio de Janeiro, 2005. 11 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- BALDAUF, A. S. F.. **Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4885/000416640.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 maio 2017.
- BAUER, R. J. F.. Patologias em Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto. **Revista Prisma**. Caderno Técnico Alvenaria Estrutural CT5. Artigo Técnico. p. 33-38. 2005. Disponível em: <http://www.revistaprisma.com.br/caderno/CT5_Prisma_20.pdf>. Acesso em: 22 maio 2017.
- CAMACHO, J. S.. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. PINI, 2006. Disponível em: <<http://poteng.com.br/media/a2e1fe6a38486307ffff813ffffd524.pdf>> acesso em: 01/04/2017.
- CAPORRINO, C. F.. **Patologia das anomalias em alvenarias e revestimentos argamassados**. São Paulo. PINI. 2015.
- CAPOZZI, S.. Trabalho em conjunto. **Revista Técnica**. São Paulo, n. 34, p. 38-41, maio/jun., 1998.

CASTRO, M.. **Materiais naturais e artificiais**. 2010. Disponível em: <http://moemacastro.weebly.com/uploads/5/7/9/8/57985191/cap_6_materiais_ceramicos_r02.pdf>. Acesso em: 13 maio 2017.

CERAMICA GUAREZI. **Cerâmica e artefatos de cimento**. 2017. Disponível em: <http://www.ceramicaguarezi.com.br/img/banners/lancamento_2.jpg>. Acesso em: 25 maio 2017.

CORTESÃO, J.. **Materiais cerâmicos**. 2013. Disponível em: <<https://engenharia-civil-virtual.blogspot.com.br/2013/08/materiais-ceramicos.html>>. Acesso em: 13 maio 2017.

DEMO, P.. **Pesquisa e construção de conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2012.

DUARTE, R. B.. **Fissuras em Alvenarias: Causas Principais, Medidas Preventivas e Técnicas de recuperação**. CIENTEC. (Boletim Técnico; 25). 45p. 1998.

FELICIANO, F. M. H.; FERREIRA, L. T. S.; FERREIRA, K. I. I.. Alvenaria estrutural através de uma analogia com o concreto armado. **Anais do 51º Congresso Brasileiro do Concreto**. Curitiba, PR. 2009.

FIESS, J. R. F.; OLIVEIRA, L.A.; BIANCHI, A. C. THOMAZ, E.. Causas da ocorrência de manifestações patológicas em conjuntos habitacionais do estado de São Paulo. In: **Conferência latino-americana de construção sustentável; encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**. São Paulo, 2004.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estrutura de concreto**. 2ª Ed. São Paulo. PINI. 1992.

HENDRY, A. W.; SINHA, B. P.; DAVIES, S. R. (Ed.). **Design of masonry structures**. CRC Press, 2003. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=pskXgZ5YZw4C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Design+of+masonry+structures&ots=h-knAw1Avg&sig=UsxywQb16XfkhBgp-vFDoeXHoBM#v=onepage&q=Design%20of%20masonry%20structures&f=false>>. Acesso em: 25 abril 2017.

IPORÃ BLOCOS. **Iporã blocos de concreto**. 2017. Disponível em: <<http://www.iporablocos.com.br/bloco-concreto>>. Acesso em: 25 maio 2017.

JULIANI, M. A.. **Análise de manifestações patológicas em condomínio construído com alvenaria estrutural: estudo de caso**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/157055>>. Acesso em: 22 maio 2017.

KALIL, S. M. B.. **Alvenaria estrutural**. PUCRS 2005 Disponível em: <http://www.feng.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Estruturas_de_Madeira/Alvenaria.pdf>. Acesso em: 01 abril 2017.

LEITE, R. C. C. F.. **Os avanços e limitações da regulamentação da fundiária de interesse social à luz da lei nº 11.977/2009 a experiência de Goiânia**. 2014. Disponível em: <<http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/bitstream/tede/2821/1/ROSANA%20CARVALHO%20CARDOSO%20FERREIRA%20LEITE.pdf>>. Acesso em: 05 Abril 2017.

LOPES, M. V.. **Pesquisa em comunicação**. Edições Loyola, 1990. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=4kzjkhe2H6UC&printsec=frontcover&dq=Pesquisa+em+comunica%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiGuMyjiLfUAhUFPJAKHSFvAYUQ6AEIzAA#v=onepage&q=Pesquisa%20em%20comunica%C3%A7%C3%A3o&f=false>>. Acesso em: 01 Junho 2017.

- MAMEDE, F. C.. **Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/2001ME_FabianaMamede%20(2).pdf>. Acesso em: 28 abril 2017.
- MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.
- MEDEIROS, J. S. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto**: produção de componentes e parâmetros de projeto. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP.
- MITIDIERI FILHO, C. V.. Qualidade e desempenho na construção Civil. In: ISAIA, G. C.. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. Cap. 2. p. 37-74.
- NICHELE, B. P.. **Alvenaria estrutural de blocos cerâmicos**: controle na execução para evitar manifestações patológicas. 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/110095>>. Acesso em: 13 maio 2017.
- OLIVARI, G.. **Patologia em edificações**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2003. Disponível em: <<http://www.academia.edu/download/37900509/civil-01.pdf>>. Acesso em: 15 Abril 2017.
- OLIVEIRA, D. F.. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2017.
- PENTEADO, A. F.. **Gestão da produção do sistema construtivo em alvenaria estrutural**. 2003. Disponível em <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258623>>. Acesso em: 28 abril 2017.
- RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. PINI, 2003. Disponível em:<<http://poteng.com.br/media/a2e1fe6a38486307ffff813fffffd524.pdf>>. Acesso em: 28 abril 2017.
- RICHTER, C.. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise de confiabilidade e da conformidade**. 2007. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/12146>>. Acesso em: 25 Abril 2017.
- ROÇA, G. B.. **Análise das manifestações patológicas de uma edificação residencial**: estudo de caso. 2014. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3852>>. Acesso em: 10 Abril 2017,
- SABBATINI, F. H.. **Alvenaria Estrutural**: Materiais, Execução e Controle Tecnológico. Requisitos e Critérios Mínimos a Serem Atendidos para Solicitação de Financiamento de Edifícios em Alvenaria Estrutural junto à Caixa Econômica Federal. Caixa Econômica Federal – Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano. Brasília, DF, 2002. 37 p.
- SAMPAIO, M. B.. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural**. 2010. Dissertação (Mestrado em Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/2010ME_MarlianeBritoSampaio%20(3).pdf >. Acesso em: 20 março 2017

SCHANKOSKI, R. A.. **Influência do tipo de argamassa nas propriedades mecânicas de alvenarias estruturais de blocos de concreto de alta resistência**. Florianópolis, 2012. 207 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/100999/309488.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 abril 2017.

SILVA, A. F.. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados. Estudo de caso em edifícios em Florianópolis**. 2007. 192 p. 2007. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89871>>. Acesso em: 25 abril 2017.

SOUZA, M. F.. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Monografia UFMG. 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>> acesso em: 14 maio 2017.

SOUZA, Vicente Custódio. **Patologia e reforços de estruturas de concreto**. São Paulo. PINI. 1998.

THOMAZ, E.. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo. PINI. 1989.

VITÓRIO, A. Fundamentos da Patologia das Estruturas nas Perícias de Engenharia. **Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia, Recife**, 2003. Disponível em: <http://www.vitorioemelo.com.br/publicacoes/Fundamentos_Patologia_Estruturas_Pericias_Engenharia.pdf>. Acesso em: 15 abril 2017.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.