

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Aniel de Melo Dias

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES EM ALVENARIA
ESTRUTURAL NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

BELO HORIZONTE

2018

ANIEL DE MELO DIAS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES EM ALVENARIA
ESTRUTURAL NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil do
Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Engenharia
Civil.**

Orientador: Prof. Dr. Flávio Antônio dos Santos

Coorientadora: Profa. Dra. Flávia Spitale Jacques Poggiali

BELO HORIZONTE

2018

D541m Dias, Aniel de Melo
Manifestações patológicas em edificações em alvenaria estrutural no município de Belo Horizonte. / Aniel de Melo Dias. -- Belo Horizonte, 2018.
xiii, 91 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. 2018.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Antônio dos Santos

Bibliografia

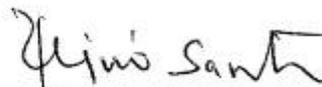
1. Alvenaria Estrutural. 2. Engenharia Diagnóstica. 3. Análise Estrutural (Engenharia). I. Santos, Flávio Antônio dos. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título

CDD 693.1

ANIEL DE MELO DIAS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES EM
ALVENARIA ESTRUTURAL NO MUNICÍPIO DE BELO
HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do CEFET-MG como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil



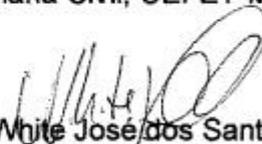
Prof. Dr. Flávio Antônio dos Santos
Orientador

Departamento de Engenharia Civil, CEFET-MG



Prof. Dr. Flávia Spitali Jacques Poggiali
Coorientador(a)

Departamento de Engenharia Civil, CEFET-MG



Prof. Dr. White José dos Santos
Examinador Externo

Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, UFMG



Prof. Dr. Péter Ludvig
Examinador

Departamento de Engenharia Civil, CEFET-MG

Belo Horizonte, 9 de fevereiro de 2018

Dedico este trabalho a meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram de alguma forma à realização deste trabalho.

Aos meus familiares, que mesmo distantes, incentivaram o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus orientadores, Professora Doutora Flávia Spitale Jacques Poggiali e Professor Doutor Flávio Antônio dos Santos, pela atenção e tempo disponibilizados, pela confiança, pelas correções e sugestões, que colaboraram para o sucesso do trabalho.

Ao Professores Doutor Rogério Cabral de Azevedo, pelo apoio e incentivo a pesquisa. Também ao Professor Doutor Péter Ludvig pelos conhecimentos transmitidos a mim durante o curso e por ter aceitado participar da banca desse trabalho.

Ao meu pai, Luiz Francisco Dias, pelas leituras, revisões, e sugestões de construção do texto no ponto de vista da língua portuguesa, além do apoio e paciência.

A minha mãe, Kaydja Socorro Ribeiro de Melo, pelo apoio e incentivo em todas as etapas que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

A Amanda Carolina Resende de Moura, pelo carinho, paciência, e apoio, responsáveis pela tranquilidade para desenvolver esse trabalho.

Aos profissionais do CEFET MG que possibilitaram o desenvolvimento da pesquisa na instituição.

Aos profissionais da CAIXA ECONÔMICA FEDERAL que possibilitaram a consulta de projetos para a pesquisa.

A CAPES pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.

Muito obrigado.

*“Faça o melhor na condição que você tem, enquanto
você não tem condições melhores para fazer melhor
ainda”*

(Mário Sérgio Cortella)

RESUMO

A indústria da construção civil é um dos setores que mais empregam no Brasil e tem uma participação significativa no Produto Interno Bruto (PIB) do país. Um dos motivos dessa participação pode ser associado aos incentivos financeiros do Governo Federal, através de créditos imobiliários. As obras que utilizam a alvenaria estrutural representam a maior parte dos financiamentos do plano de crédito imobiliário da Caixa Econômica Federal. Esse sistema se apresenta como uma alternativa para conclusão de obras com custos reduzidos, com maiores possibilidades de lucro para as construtoras. Porém, para obter um resultado satisfatório, garantindo a qualidade das edificações, é necessário o controle eficaz dos componentes e da execução das obras, seguindo um projeto bem elaborado. O descumprimento das normas em cada uma dessas etapas pode provocar o surgimento de manifestações patológicas, comprometendo o desempenho esperado do empreendimento e diminuindo sua vida útil. Nesse contexto, o trabalho estudou essas manifestações nas edificações em alvenaria estrutural localizadas no Município de Belo Horizonte. Através de inspeções prediais, foram identificados os principais problemas construtivos e suas possíveis causas, com o objetivo de propor ações futuras que evitem esses tipos de manifestações patológicas. Foi possível observar que a falta de um planejamento adequado foi um dos principais fatores que contribuiu para o surgimento desses problemas. Apesar de não apresentarem risco imediato às estruturas das edificações, esses problemas causam desconforto e desconfiança aos moradores e podem acarretar consequências mais graves durante a vida útil dos empreendimentos.

Palavras-Chave: alvenaria estrutural, manifestações patológicas, inspeção predial.

ABSTRACT

The construction industry is one of the sectors that employ in Brazil and has a significant share in the Gross Domestic Product (GDP). One of the reasons for this participation may be linked to financial incentives from the Federal Government, through mortgage loans. The works that use structural masonry represent most of the financing of the mortgage plan Caixa Economica Federal. This system is presented as an alternative to completion of works with reduced costs, with higher profit possibilities for builders. However, to get a satisfactory result, ensuring the quality of the buildings, it is necessary to the effective control of the components and the execution of the works, following a well-designed project. Failure to comply with the standards in each of these steps may cause the appearance of pathological manifestations, compromising the expected performance of the enterprise and reducing its useful life. In this context, student work of these manifestations in buildings in structural masonry located in Belo Horizonte city. Through building inspections, the main constructive problems and their next causes were identified, with the purpose of proposing future actions that avoid these types of pathological manifestations. It was possible to observe that the lack of adequate planning was one of the main factors that contributed to the emergence of these problems. Although not posing an immediate risk to building structures, these problems cause discomfort and mistrust to the residents and may have more serious consequences during building's service life.

Key-Words: structural mansory, pathological manifestations, building inspection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Complexo mortuário de Zoser, Saqqara, Egito.	5
Figura 2 - Palácio do rei Nabucodonosor da Babilônia.	5
Figura 3 - Templo Atena Nice, Acrópole de Atenas, Grécia.	6
Figura 4 - Aula Palatina na cidade de Trier, Alemanha.	7
Figura 5 - Edifício de 4 pavimentos no Central Parque Lapa, São Paulo/SP.	7
Figura 6 - Edifícios de 12 pavimentos no Central Parque Lapa, São Paulo/SP.	8
Figura 7 - Blocos cerâmicos de paredes vazadas, maciças e perfurados.	10
Figura 8 - Exemplo de blocos de concreto.	12
Figura 9 - Fissuras oriundas do rompimento da argamassa.	16
Figura 10 - Fissuras oriundas do rompimento do bloco.	16
Figura 11 - Fissuração no canto da obra.	17
Figura 12 - Fissuração próxima à base.	18
Figura 13 - Fissuras sob laje de cobertura.	19
Figura 14 - Fissuras horizontais na alvenaria devido à sobrecarga.	20
Figura 15 - Fissuras verticais em paredes com cargas uniformemente distribuídas.	20
Figura 16 - Fissuras oriundas de cargas concentradas.	21
Figura 17 - Fissuras nas aberturas.	22
Figura 18 - Vergas e contra-vergas.	22
Figura 19 - Fissuras causadas por recalque diferencial.	23
Figura 20 - Fissuração por recalque provocado por fundação vizinha.	24
Figura 21 - Fissuras verticais causadas por recalques nas fundações.	24
Figura 22 - Fissuras provocadas por recalques de amplitude central.	25
Figura 23 - Fissuras causadas por retração por secagem.	26
Figura 24 - Fissuras horizontais na argamassa de revestimento.	27
Figura 25 - Fissuras causadas por ataque de sulfato.	27
Figura 26 - Eflorescência em apartamento de cobertura.	28
Figura 27 - Deslocamento dos revestimentos com a temperatura.	31
Figura 28 - Engenharia diagnóstica em edificações.	32
Figura 29 - Residencial A.	37
Figura 30 - Fissuras horizontais nas fachadas do Residencial A.	39
Figura 31 - Fissuras diagonais na fachada do Residencial A.	39
Figura 32 - Fissuras na parte inferior das edificações do Residencial A.	40
Figura 33 - Fissuras nos passeios do Residencial A.	40
Figura 34 - Tubulações em uma edificação do Residencial A.	41
Figura 35 - Tubulações externas de uma edificação do Residencial A.	42
Figura 36 - Manchas nos corredores em edifício do Residencial A.	42
Figura 37 - Fissura entre as portas dos apartamentos (Residencial A).	43
Figura 38 - Fissuras nas janelas (Residencial A).	44
Figura 39 - Manchas próximas às fissuras (Residencial A).	44
Figura 40 - Fissuras no teto (Residencial A).	45
Figura 41 - Deslocamento de revestimentos (Residencial A).	45
Figura 42 - Acabamento mal realizado (Residencial A).	46
Figura 43 - Residencial B.	47
Figura 44 - Fissuras horizontais nas fachadas do Residencial B.	48
Figura 45 - Furos provenientes da instalação de antenas (Residencial B).	49

Figura 46 – Aparelhos de ar-condicionado (Residencial B).....	49
Figura 47 - Fissuras na parte inferior da edificação do Residencial B.	50
Figura 48 - Caixa d'água inferior (Residencial B).....	50
Figura 49 – Tubulações externas (Residencial B).	51
Figura 50 - Janelas dos corredores (Residencial B).	52
Figura 51 - Fissuras entre as portas (Residencial B).	52
Figura 52 - Vazamento de água da caixa superior (corredor de edifício do Residencial B).	53
Figura 53 – Fissuras e manchas nas janelas (Residencial B).	53
Figura 54 - Manchas no teto próximas ao banheiro (Residencial B).	54
Figura 55 - Rasgos na alvenaria (Residencial B).....	54
Figura 56 - Acabamento das portas (Residencial B).....	55
Figura 57 - Aberturas nos corredores (Residencial B).	55
Figura 58 - Residencial C.....	56
Figura 59 - Descontinuidade em parede do bloco 3 (Residencial C).....	58
Figura 60 - Fissuras inferiores nos blocos 3 e 4 (Residencial C).....	58
Figura 61 - Tubulações externas (Residencial C).....	59
Figura 62 - Areia de obra acumulada (Residencial C).	60
Figura 63 - Manchas e fissuras em janelas dos corredores (Residencial C).	60
Figura 64 – Acendedores dos corredores (Residencial C).....	61
Figura 65 - Fissuras acima das portas (Residencial C).....	61
Figura 66 - Deslocamento de revestimento (Residencial C).	62
Figura 67 - Fissuras em janelas (Residencial C).	62
Figura 68 - Fissuras no teto (Residencial C).....	63
Figura 69 - Fissuras em cantos de paredes (Residencial C).....	63
Figura 70 - Box dos banheiros (Residencial C).....	64
Figura 71 - Frequência dos problemas nas edificações.....	71
Figura 72 - Problemas encontrados nos apartamentos.....	74
Figura 73 - Frequência de deslocamento de revestimentos.....	77
Figura 74 - Frequência das fissuras em janelas.	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais.	11
Tabela 2 - Dimensões padronizadas de blocos de concreto.	12
Tabela 3 - Composições das eflorescências em alvenaria estrutural.	29
Tabela 4 - Classificação do nível da inspeção predial.	33
Tabela 5 - Classificação de acordo com os objetivos da pesquisa.	34
Tabela 6 - Informações gerais.	65
Tabela 7 - Informações sobre blocos estruturais.	66
Tabela 8 - Informações sobre espessuras de juntas.	66
Tabela 9 - Informações sobre vergas e contra-vergas.	67
Tabela 10 - Informações sobre cintas de amarração.	67
Tabela 11 - Informações sobre Chapisco e emboço/reboco.	68
Tabela 12 - Informações sobre Shafts.	68
Tabela 13 - Informações sobre projeto de lajes de cobertura.	69
Tabela 14 - Informações sobre impermeabilizações.	69
Tabela 15 - Problemas nas edificações.	70
Tabela 16 - Problemas nos apartamentos.	75
Tabela 17 - Problemas de deslocamento de revestimentos.	76
Tabela 18 - Fissuras em janelas (área de serviço e banheiro).	78
Tabela 19 - Fissuras em janelas (quartos e sala).	79
Tabela 20 - Manchas de infiltrações nas fissuras das janelas.	81
Tabela 21 – Frequência das manchas de infiltrações nas janelas.	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBAPE – Instituto Nacional de Avaliações e Perícias de Engenharia

PIB – Produto Interno Bruto

PMOC – Plano de Manutenção e Operação e Controle

PAR – Programa de Arrendamento Residencial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. <i>Pergunta de pesquisa e objetivos</i>	2
1.1.1. Pergunta da Pesquisa	2
1.1.2. Objetivo Geral	2
1.2.3. Objetivos Específicos	2
1.2. <i>Justificativa e Relevância</i>	3
1.3. <i>Restrições e Limitações da Pesquisa</i>	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1. <i>Alvenaria estrutural</i>	4
2.1.1. Histórico.....	4
2.1.2. Vantagens e desvantagens das construções em alvenaria estrutural	9
2.1.3. Materiais mais utilizados na alvenaria estrutural.....	10
2.1.3.1. Blocos cerâmicos.....	10
2.1.3.2. Blocos de concreto	11
2.1.3.3. Argamassas	12
2.1.3.3. Graute	13
2.1.3.4. Armaduras.....	13
2.1.4. Instalações hidro sanitárias e elétricas	14
2.1.5. Fundações	14
2.1.6. Tipos de alvenarias estruturais.....	14
2.2. <i>Manifestações patológicas em alvenaria estrutural</i>	15
2.2.1. Patologia das construções	15
2.2.2. Principais defeitos em alvenaria estrutural.....	15
2.2.2.1. Variações de umidade	16
2.2.2.2. Variações de temperatura.....	18
2.2.2.3. Sobrecargas	19
2.2.2.4. Recalques nas fundações.....	23
2.2.2.5. Retração.....	25
2.2.2.6. Reações químicas de materiais de construção	26
2.2.2.7. Eflorescências	28
2.2.2.8. Infiltrações	30
2.2.2.9. Deslocamento de revestimentos	31
2.3. <i>Engenharia diagnóstica</i>	31
2.3.1. Vistoria.....	32
2.3.2. Inspeção predial.....	32
3. METODOLOGIA.....	34
3.1. <i>Enquadramento Metodológico</i>	34
3.2. <i>Método</i>	34
3.2.1. Seleção das edificações.....	35
3.2.2. Análise da documentação	36
3.2.3. Vistorias nos edifícios.....	36
3.2.3. Estudo e análise das manifestações.....	36

4. ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO E VISTORIAS NOS EMPREENDIMENTOS ..	37
4.1. <i>Residencial A</i>	37
4.1.1. Memorial descritivo e projetos	38
4.1.2. Vistoria.....	38
4.2. <i>Residencial B</i>	46
4.2.1. Memorial descritivo e projetos	47
4.2.2. Vistoria.....	48
4.3. <i>Residencial C</i>	56
4.3.1. Memorial descritivo e projetos	56
4.3.2. Vistoria.....	57
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	65
5.1. <i>Análise da documentação</i>	65
5.1.1. Tipos de blocos	65
5.1.2. Espessura das juntas	66
5.1.3. Vergas e contra-vergas	66
5.1.4. Cintas de amarração	67
5.1.5. Espessura das paredes.....	67
5.1.6. Chapisco e emboço/reboco	67
5.1.7. Shafts	68
5.1.8. Projeto de laje de cobertura	68
5.1.9. Tamanho dos vãos.....	69
5.1.10. Impermeabilizações	69
5.2. <i>Problemas nas edificações</i>	70
5.2.1. Fissuras nas fachadas	71
5.2.2. Fissuras na parte inferior dos edifícios	71
5.2.3. Tubulações externas expostas	72
5.2.4. Manchas de infiltrações nos corredores.....	72
5.2.5. Fissuras entre portas.....	72
5.2.6. Furos provenientes de antenas e fiações	73
5.3. <i>Problemas nos apartamentos</i>	73
5.3.1. Deslocamento de revestimentos.....	75
5.3.2. Fissuras no teto	77
5.3.3. Fissuras em janelas	77
5.3.4. Manchas de infiltrações nas fissuras das janelas.....	80
5.3.5. Caimento do piso do banheiro.....	82
6. CONCLUSÃO.....	83
7. REFERÊNCIAS	85
Apêndice A – Lista de Verificação da Edificação.....	89
Apêndice B – Lista de Verificação de Apartamentos.....	90
Apêndice C – Formulário de análise da manifestação.....	91

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem uma grande participação no Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, com 8,5%, contribuindo para o crescimento do país nos últimos anos (PIRES, 2014). De acordo com dados do IBGE (2010), mais de 2 milhões e 300 mil trabalhadores brasileiros eram empregados pelo setor em mais de 70 mil empresas em 2010. Já em 2014, o setor empregava quase 3 milhões de pessoas e possuía quase 120 mil empresas ativas.

O setor da construção civil engloba obras de diferentes sistemas construtivos como o concreto armado e a alvenaria estrutural. Antes de se firmar no mercado brasileiro, a alvenaria estrutural era considerada uma solução de qualidade duvidosa, de obras populares e poucas variações arquitetônicas. Porém, representa uma aplicação econômica, sendo responsável pelo uso desse sistema na maioria das obras financiadas pela Caixa Econômica Federal (NAKAMURA, 2003). Segundo Cortés (2016), essa instituição investiu trinta e oito bilhões em crédito imobiliário, proporcionando condições favoráveis para o setor da construção civil e incentivando seu crescimento.

A alvenaria estrutural, em geral, é o mais competitivo do que os outros sistemas no aspecto econômico em prédios de até doze pavimentos, dentre os mais utilizados no Brasil. A grande vantagem do sistema é a quantidade baixa de mão de obra e a facilidade do trabalho dos pedreiros. Além disso, na região de Belo Horizonte/MG existe uma quantidade de fornecedores de blocos suficientes para atender o mercado local e laboratórios particulares e instituições de ensino capacitados para o ensaio desses blocos (CARVALHO, 2010).

Apesar das condições favoráveis comentadas, é necessária uma série de cuidados no desenvolvimento do empreendimento. Thomaz (2000) afirma que esses devem ser mais rigorosos na construção do projeto e na execução da obra, já que são essenciais para evitar o surgimento de manifestações patológicas e garantir a qualidade das construções em alvenaria estrutural.

Para manter a qualidade de uma edificação, é necessário que sejam realizadas inspeções. O objetivo das inspeções prediais é o de encontrar as falhas de uso, operação e manutenção que baixam o desempenho do empreendimento e

também o de analisar anomalias, permitindo determinar suas causas e origens (GOMIDE, 2006).

Nesse contexto, esse trabalho estudou as manifestações patológicas com maiores índices de ocorrência no município de Belo Horizonte. Para isso, foram realizadas inspeções prediais em edifícios na região para identificar esses problemas, analisá-los, e propor alternativas de prevenção para que o problema seja evitado ou minimizado em obras futuras, visando diminuir as manutenções e melhorar a qualidade do empreendimento.

1.1. Pergunta de pesquisa e objetivos

1.1.1. Pergunta da Pesquisa

Para a construção de edificações em alvenaria estrutural de alta qualidade, são necessários cuidados em projetos, execução, manutenção e uso dos empreendimentos. Através da identificação das manifestações patológicas mais frequentes nessas edificações, é possível evitar erros nessas fases da vida útil dos edifícios, enfatizando as resoluções desses problemas.

Com isso, surgiu a seguinte questão de pesquisa:

- Quais as manifestações patológicas mais frequentes nas edificações em alvenaria estrutural construídas no município de Belo Horizonte e quais precauções podem ser tomadas para evitá-las?

1.1.2. Objetivo Geral

O objetivo principal desse trabalho foi avaliar as manifestações patológicas em edificações construídas em alvenaria estrutural localizadas no município de Belo Horizonte, através de inspeções prediais.

1.2.3. Objetivos Específicos

- Selecionar edificações construídas em alvenaria estrutural que apresentem manifestações patológicas;

- Realizar vistorias nas edificações para coleta de informações e registro das falhas e anomalias;
- Listar e quantificar os problemas mais frequentes encontrados nas edificações inspecionadas;
- Analisar as principais manifestações encontradas nas edificações, buscando suas possíveis causas, de acordo com o que foi estudado;
- Apresentar as precauções para evitar tais manifestações, baseadas na análise de suas possíveis causas.

1.2. Justificativa e Relevância

Através da identificação dos erros mais frequentes, a comunidade acadêmica tem a possibilidade de estudar novos processos de construção, mais aplicáveis, mais baratos e com tecnologias mais avançadas, que evitem o surgimento de problemas construtivos, e que os solucionem caso eles apareçam.

O mercado da construção civil que investe em empreendimentos que utilizam a alvenaria estrutural também pode se beneficiar dessa pesquisa. Evitando os erros e, conseqüentemente, diminuindo as chances do aparecimento de manifestações patológicas, as edificações podem ser construídas com maior qualidade.

A elevação da qualidade dos edifícios construídos em alvenaria estrutural gera uma maior confiabilidade dos usuários que ainda têm preconceito em relação a esse sistema produtivo. A maior aquisição desses edifícios irá alavancar o crescimento da implantação desse sistema construtivo e de maiores estudos que visam otimizar os processos desse tipo de construção.

1.3. Restrições e Limitações da Pesquisa

Os estudos foram realizados em prédios de alvenaria estrutural, excluindo, assim, edifícios de concreto armado. Este trabalho de pesquisa não teve o objetivo de estudar o tratamento das manifestações patológicas encontradas e se restringiu ao estudo apenas às precauções que poderiam ser tomadas para evitar tais problemas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Alvenaria estrutural

2.1.1. Histórico

O homem utilizava, em suas primeiras habitações, o que a natureza lhe proporcionava. Além de não exigirem grandes intervenções, as grutas e cavernas protegiam os humanos das forças da natureza e dos animais selvagens, requisitos suficientes para serem bons abrigos. Com a evolução do homem, naturalmente começaram as construções de habitações com maior conforto e de templos para cultuar seus deuses (FLETCHER, 1931).

A história da engenharia civil se inicia com a construção de alvenaria (NARENDRA, 2010). De acordo com MacDonald (1997), as construções de edifícios em alvenaria foram realizadas desde os primórdios, e existem monumentos com essa técnica em praticamente todos os estilos da arquitetura.

A escolha do material utilizado nas construções em alvenaria dependia da sua disponibilidade. As civilizações situadas próximas a montanhas utilizavam a pedra, material mais antigo utilizado em construção, responsável pela técnica de alvenaria a seco, constituída pelo empilhamento de pedras sem a utilização de qualquer aglomerante (DRYSDALE, 1994; NARENDRA, 2010). Os egípcios construíram grandes construções de pedra no vale do rio Nilo. Já em planícies fluviais, os tijolos eram os mais utilizados. Na Mesopotâmia, entre os rios Tigres e Eufrates, as edificações eram feitas de tijolos de barro (DRYSDALE, 1994).

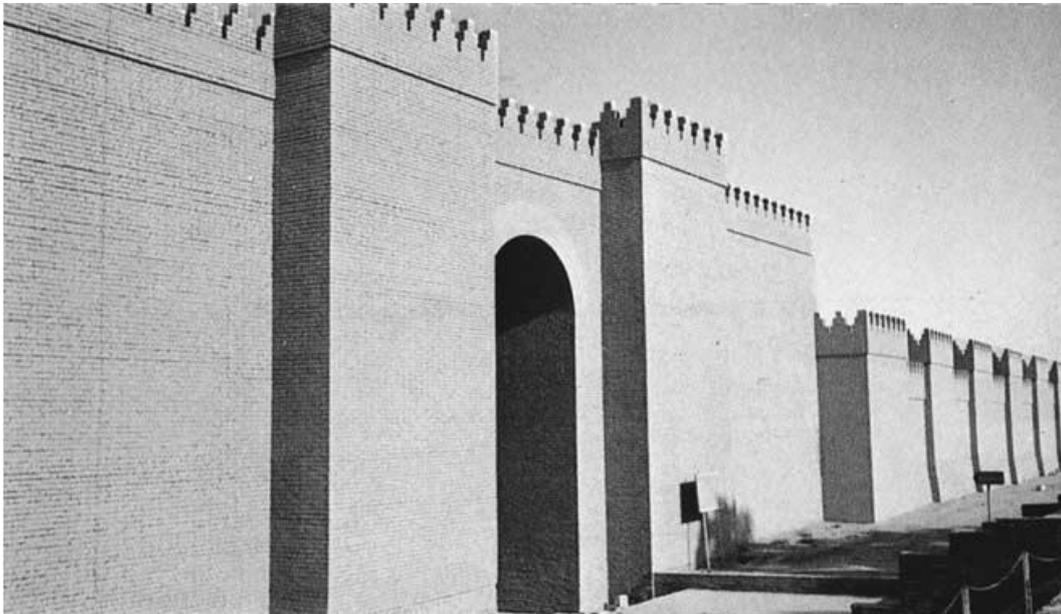
A Figura 1 mostra um exemplo de uma construção feita com pedras, concluída na década de 2700 a.C. pelo rei egípcio Zoser, na cidade de Saqqara, no Egito. A Figura 2 é um exemplo de uma construção feita com tijolos, palácio do rei Nabucodonosor, na Babilônia, em 600 a.C.

Figura 1- Complexo mortuário de Zoser, Saqqara, Egito.



Fonte: CHING (2010).

Figura 2 - Palácio do rei Nabucodonosor da Babilônia.



Fonte: HENDRY (2010).

Na Grécia, foram utilizadas as mesmas técnicas do Egito, porém as construções eram mais robustas. Já as técnicas romanas apresentaram maior sofisticação, com edificações para quase todos os fins. Os romanos utilizaram pedras, tijolos, cimento pozolânico de cinzas vulcânicas, areia e cal (HENDRY, 2010).

A Figura 3 mostra o templo de Atena Nice, construído em homenagem à deusa grega Atena, localizado na Acrópole de Atenas, na Grécia, em 425 a.C, construída com pedras. A Figura 4 é um exemplo da arquitetura romana, e se refere ao Aula Palatina, construída em 300 d.C. para abrigar o imperador romano na cidade de Trier, na Alemanha, também construída com pedras.

Figura 3 - Templo Atena Nice, Acrópole de Atenas, Grécia.



Fonte: CHING (2010).

Figura 4 - Aula Palatina na cidade de Trier, Alemanha.



Fonte: HENDRY (2010).

No Brasil, existem evidências de que o sistema de construção em alvenaria estrutural é utilizado desde o século XVI, trazidos pelos portugueses (CORRÊA; RAMALHO, 2003; PARKESIAN, 2012). Porém, as edificações mais modernas, utilizando blocos de concreto, foram construídas a partir de 1966, em São Paulo (CORRÊA; RAMALHO, 2003). A Figura 5 mostra um edifício de 4 pavimentos construído em São Paulo no ano de 1966, e a Figura 6 mostra edifícios de 12 pavimentos construídos na mesma cidade, no ano de 1972, utilizando blocos de concreto.

Figura 5 - Edifício de 4 pavimentos no Central Parque Lapa, São Paulo/SP.



Fonte: CORRÊA; RAMALHO (2003).

Figura 6 - Edifícios de 12 pavimentos no Central Parque Lapa, São Paulo/SP.



Fonte: CORRÊA; RAMALHO (2003).

Na década de 1970, com o aumento da utilização da alvenaria estrutural, foram feitos os primeiros ensaios pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) com paredes de alvenaria. Porém, na década de 1980, com a parceria de universidades e empresas privadas, ocorreu um grande avanço dos métodos de construção em alvenaria estrutural. Essa parceria promoveu um estudo aprofundado sobre o sistema construtivo, o que resultou no surgimento de novas ferramentas e equipamentos mais modernos, melhorando os processos de produção de edifícios em alvenaria estrutural (PARKESIAN, 2014).

No início da década de 1990, o projeto Girassol, desenvolvido pela Construtora Encol S.A., foi responsável pela construção de edifícios de 3 ou 4 pavimentos, com apartamentos de 2 ou 3 quartos, para a população de média e baixa renda. Esse projeto foi o marco de uma nova etapa de desenvolvimento da alvenaria estrutural no Brasil (SANTOS, 2001).

Devido à evolução do sistema construtivo, prédios altos com apartamentos amplos para a população de maior renda, construídos em alvenaria estrutural, no Brasil, revela que a alvenaria estrutural é utilizada não apenas em construções populares (CAPUZZO NETO, 2000).

A alvenaria estrutural obteve um desenvolvimento expressivo nas décadas de 1980 e 1990 devido aos trabalhos de pesquisa realizados, tornando-se o sistema mais utilizado e de maior aceitação pelo usuário em países como Inglaterra, Austrália, Alemanha e Estados Unidos (ROMAN, 1999).

No Brasil, o sistema construtivo é implantado por uma quantidade significativa de construtoras, atingindo centenas de milhares de edificações, devido à vantagem econômica em relação ao concreto armado, podendo chegar a 25% em edifícios de até 4 pavimentos (PARKESIAN, 2014).

2.1.2. Vantagens e desvantagens das construções em alvenaria estrutural

As vantagens das construções em alvenaria estrutural são a resistência mecânica, a durabilidade, o baixo custo, a estética, a flexibilidade do projeto, a resistência ao fogo e o desempenho acústico e térmico (MACDONALD, 1997). Além dessas vantagens, Curtin (2008) cita a rapidez de montagem, reparação e manutenção, facilidade de combinação com outros materiais, disponibilidade de mão de obra e recursos naturais e a reciclagem dos materiais.

Hendry (2010) aponta duas grandes vantagens da alvenaria estrutural. Primeiramente, o elemento parede que constitui a alvenaria é capaz de desempenhar várias funções, tornando a construção simplificada e econômica. A segunda grande vantagem é a durabilidade dos materiais utilizados na construção, que torna a estrutura menos propícia a manifestações patológicas e, portanto, necessita de pouca manutenção.

Segundo Roman (1999), a execução do projeto, o baixo custo e a facilidade de aprendizagem da mão de obra são as principais vantagens da alvenaria estrutural em relação aos processos construtivos tradicionais, após a etapa de implantação.

As desvantagens da alvenaria estrutural são a falta de cultura na utilização do processo construtivo, problemas com detalhes de projeto, fundações, grandes vãos, juntas de controle e questões de segurança (CURTIN, 2008). Segundo Macdonald (1997), a principal desvantagem da alvenaria estrutural é a baixa resistência da estrutura à tração.

Roman (1999) afirma que as paredes estruturais ficam impossibilitadas de serem modificadas. Em projetos maiores, com grandes vãos, por exemplo, o custo pode ser elevado e economicamente inviável.

2.1.3. Materiais mais utilizados na alvenaria estrutural

Os materiais utilizados na construção em alvenaria estrutural são os blocos estruturais, argamassas, graute, armaduras, telas e outros materiais. Os blocos mais comuns disponíveis são os de cerâmica e de concreto (PARSEKIAN, 2012).

2.1.3.1. Blocos cerâmicos

Os blocos cerâmicos são compostos de argila superficial. A grande quantidade desse material em várias partes do mundo faz com que esse tipo de bloco seja viável economicamente. Aliado a esse aspecto, a durabilidade desse material, a boa aparência e a baixa necessidade de manutenção, contribui para a escolha do bloco cerâmico nas construções atuais (PARSEKIAN, 2012).

Os tipos de blocos cerâmicos utilizados em alvenaria estrutural são: de paredes vazadas, de paredes maciças e perfurados, mostrados, respectivamente, na Figura 7. Os blocos cerâmicos destinados a construções de alvenaria estrutural necessitam ter uma resistência característica mínima de 4,5 MPa. (ABNT NBR 15270-2:2017).

Figura 7 - Blocos cerâmicos de paredes vazadas, maciças e perfurados.



Fonte: Adaptado de Correa (2003).

Em relação as dimensões dos blocos, a NBR 15270-2 (2017) padroniza diferentes valores para as larguras, alturas e comprimentos das unidades, como apresentado na Tabela 1.

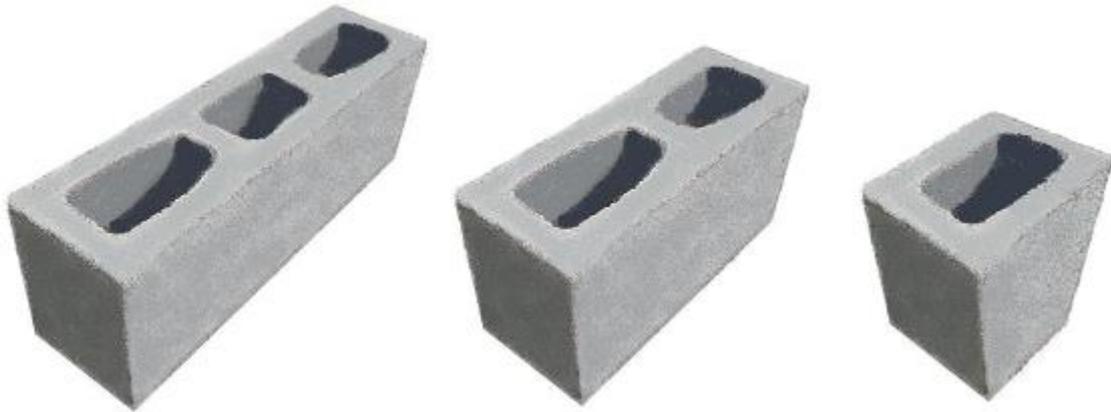
Tabela 1 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais.

Dimensões L x H x C	Dimensões de fabricação (cm)					
	Módulo dimensional M = 10 cm	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)		
				Bloco principal	Meio Bloco	Amarração (L) / Amarração (T)
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M	11,5	19	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (3)M	11,5	19	29	14	26,5	41,5
(5/4)M x (2)M x (4)M	11,5	19	39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14	19	29	14	-	44
(3/2)M x (2)M x (4)M	14	19	39	19	34	54
(2)M x (2)M x (3)M	19	19	29	14	34	49
(2)M x (2)M x (4)M	19	19	39	19	-	59

Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2005).

2.1.3.2. Blocos de concreto

Os blocos de concreto são constituídos de cimento Portland, agregados graúdos e agregados miúdos e água. Podem ser fabricados em indústrias de blocos, obedecendo aos requisitos necessários quanto aos equipamentos e métodos. É imprescindível a obtenção de um controle tecnológico rigoroso das matérias primas utilizadas (COÊLHO, 1998). A Figura 8 mostra um exemplo de blocos de concreto.

Figura 8 - Exemplo de blocos de concreto.

Fonte: Adaptado de Roman (1999).

Usualmente, os blocos de concreto são vazados e de paredes maciças. A NBR 6136 (2016) padroniza 2 tamanhos desses blocos: 15 cm (M-15) e 20 cm (M-20) de largura. A Tabela 2 mostra a padronização estabelecida pela NBR 6136 (2016) para os blocos de concreto. A mesma norma também estabelece que os blocos de concreto para alvenaria estrutural tenham uma resistência característica mínima de 4,5 MPa.

Tabela 2 - Dimensões padronizadas de blocos de concreto.

Dimensões nominais (cm)	Designação	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)
20 x 20 x 40	M-20	190	190	390
20 x 20 x 20	M-20	190	190	190
15 x 20 x 40	M-15	140	190	390
15 x 20 x 20	M-15	140	190	190

Fonte: ABNT NBR 6136 (2016) (adaptado).

2.1.3.3. Argamassas

Argamassa é uma mistura homogênea de aglomerantes, agregados miúdos e água, podendo conter aditivos. As argamassas têm propriedades de aderência e endurecimento e podem ser industrializadas ou dosadas em obra (ABNT NBR 13281:2005). Segundo Coêlho (1998), a argamassa é o componente que tem como função unir os blocos. Sua qualidade é uma das principais responsáveis pela resistência da estrutura, estanqueidade nas juntas dos blocos e aderência dos elementos.

A resistência à compressão da argamassa, que é um fator que contribui para a resistência da parede, precisa passar por um controle e deve apresentar valores mínimos determinados pelo projeto estrutural. Porém, o aspecto mais importante é a trabalhabilidade do material. A obtenção de uma argamassa com boa trabalhabilidade tem como consequência uma boa aderência entre os blocos e a argamassa, contribuindo para a durabilidade da construção (PARSEKIAN, 2012).

Além da resistência da argamassa, a espessura do material nas juntas horizontais necessita apresentar pequenas variações, com valores próximos ao estabelecido pelo projeto. Espessuras pequenas podem permitir o contato entre os blocos, provocando uma concentração de tensões. Juntas maiores provocam a diminuição do confinamento da argamassa. Nas duas situações, a resistência da parede pode ser prejudicada (CORRÊA; RAMALHO, 2003). De acordo com Lima (2009), juntas espessas podem causar uma redução de 5% na carga admissível de uma parede em alvenaria estrutural.

2.1.3.3. Graute

O graute pode ser utilizado na alvenaria estrutural com dois objetivos: aumentar a resistência à compressão da alvenaria e ajudar a combater as tensões de tração que atuam na estrutura. Para isso, o material, que é composto por um concreto fluido de agregados com pequenas dimensões, é lançado nos vazios dos blocos, aumentando a área da seção transversal das unidades e envolvendo as armaduras posicionadas no interior dos blocos (CORRÊA; RAMALHO, 2003).

2.1.3.4. Armaduras

As armaduras utilizadas na alvenaria estrutural são as mesmas do concreto armado e possuem três funções principais: combater esforços de tração e cisalhamento, aumentar a resistência de cargas centradas e aumentar a ductilidade em ações excepcionais. Os dois tipos de armaduras mais comuns são as barras de aço (CA50) e armaduras de juntas (fios soldados e galvanizados) (PARSEKIAN, 2012).

2.1.4. Instalações hidro sanitárias e elétricas

As instalações hidráulicas e elétricas devem ser feitas sem quebra de paredes, sendo que as tubulações e eletrodutos passem pelo interior dos blocos. Nos locais de caixas e quadros de luz devem ser utilizados blocos especiais. Não é recomendado fazer cortes horizontais nas alvenarias, já que é possível instalar os componentes nos pisos, no forro ou nas canaletas preenchidas com graute (COELHO, 1988). Segundo Lima (2009), o corte em alvenaria estrutural é um defeito construtivo que pode levar a uma redução de 18% da carga admissível de uma parede.

2.1.5. Fundações

A fundação mais empregada em edifícios de alvenaria estrutural é a sapata corrida. Quando o solo não apresenta baixa resistência, esse tipo de fundação é mais simples e mais econômico (CURTIN, 2008; DRYSDALE, 1994).

Porém, em empreendimentos onde o primeiro pavimento é projetado em concreto armado, para uma garagem, por exemplo, é comum a utilização de tipos de fundações usadas em estruturas convencionais (PARSEKIAN, 2012).

2.1.6. Tipos de alvenarias estruturais

Em alvenaria estrutural não existem pilares e vigas e as paredes tem a função de suportar as cargas. Existem três tipos de alvenaria estrutural: alvenaria não armada, alvenaria armada ou parcialmente armada e alvenaria protendida. Na alvenaria não armada não há a utilização de graute e de armaduras como reforço estrutural. Já a alvenaria armada ou parcialmente armada, devido à necessidade de suportar maiores cargas, é reforçada com armaduras passivas e graute dentro dos vazios dos blocos, aumentando a resistência da estrutura aos esforços solicitados. Na alvenaria protendida também são utilizadas armaduras, porém essas são pré-tensionadas, comprimindo a alvenaria e aumentando a resistência a esforços laterais. Esse tipo é pouco utilizado por exigir mão de obra especializada e apresentar alto custo (TAUIL, 2010).

2.2. Manifestações patológicas em alvenaria estrutural

2.2.1. Patologia das construções

De acordo com Thomaz (1990), patologia das construções é uma ciência que estuda os defeitos que ocorrem nas edificações. Através do diagnóstico das causas, dos defeitos e dos mecanismos de deterioração, podem ser estabelecidos planos de prevenção e projetos de recuperação.

A patologia das construções está atrelada à qualidade. Porém, a preocupação com o emprego de sistemas de qualidade nas construções não é suficiente para que haja uma diminuição significativa de manifestações patológicas. Além das fiscalizações na execução das obras, a edificação precisa passar por manutenções preventivas para atingir a vida útil a qual foi projetada (CÁNOVAS, 1988).

2.2.2. Principais defeitos em alvenaria estrutural

Apesar da durabilidade da alvenaria estrutural e da necessidade de pouca manutenção, os defeitos podem aparecer em forma de fissuras e penetração de água. Esses defeitos podem ser causados por deficiências no projeto, na execução e na má utilização da edificação, podendo ter consequências graves para a estrutura (HENDRY, 2010).

Thomaz (1989) classifica seis tipos de trincas quanto às causas de suas ocorrências: variações de umidade e temperatura, sobrecargas, recalques nas fundações, retração e reações químicas de materiais de construção. Em alvenarias, as trincas podem surgir e se propagar em duas formas diferentes: quando a resistência à tração do bloco é superior à resistência à tração da argamassa (Figura 9) ou quando a resistência à tração da argamassa é superior à resistência a tração do bloco (Figura 10).

Figura 9 - Fissuras oriundas do rompimento da argamassa.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1989).

Figura 10 - Fissuras oriundas do rompimento do bloco.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1989).

Além das fissuras, Thomaz (1990) destaca, também, as eflorescências, infiltrações e o deslocamento de revestimentos, como problemas frequentes encontrados em alvenarias estruturais.

2.2.2.1. Variações de umidade

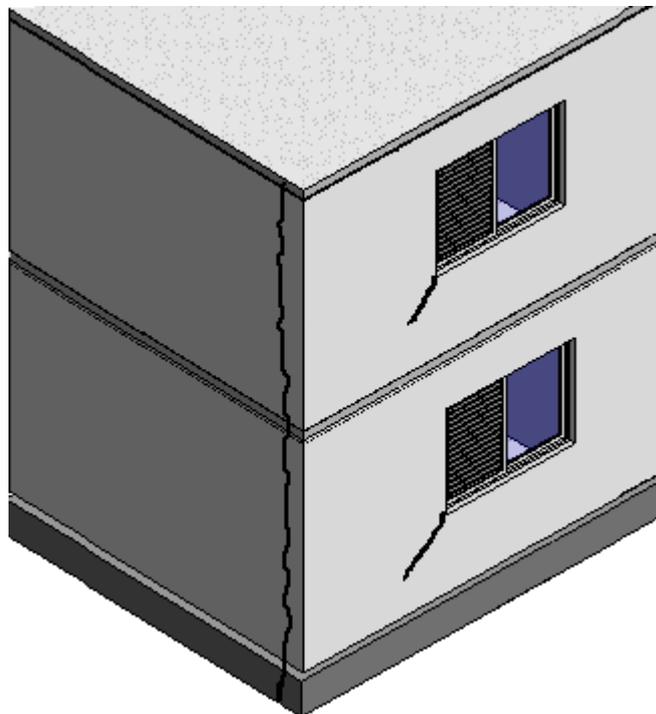
A umidade é um dos principais fatores responsáveis pelo aparecimento de problemas nas estruturas e pode comprometer a durabilidade das edificações. A presença de água favorece as reações químicas e o surgimento de fungos e

bactérias, acelerando o processo de deterioração das estruturas (SOUZA; RIPPER, 1998).

O aumento e a diminuição da umidade nos materiais de construção causam a expansão e a contração dos elementos que compõem a alvenaria. Essa variação pode provocar fissuras nas edificações. Os materiais absorvem umidade diante de fatores resultantes da produção dos componentes, através da execução da obra, umidade do ar, chuva, neve e umidade do solo (THOMAZ, 1989).

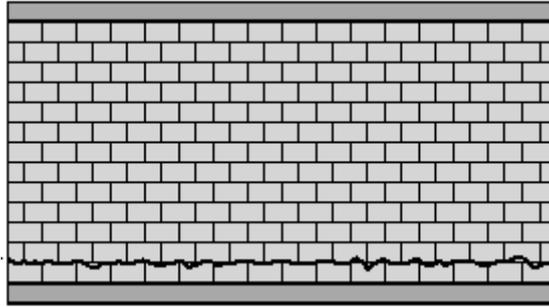
Segundo Thomaz (1990), as fissurações mais comuns em alvenaria estrutural causadas pelas movimentações higroscópicas são: fissuras verticais no canto da obra (Figura 11) e fissuras horizontais na base (Figura 12). A primeira ocorre com mais frequência em paredes longas com ausência de juntas de controle. As juntas diminuem as tensões que surgem com as variações dimensionais provocadas pela umidade. Já a segunda é devida à presença da umidade do solo que infiltra na alvenaria com ausência ou ineficiência da impermeabilização das fundações.

Figura 11 - Fissuração no canto da obra.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1989).

Figura 12 - Fissuração próxima à base.



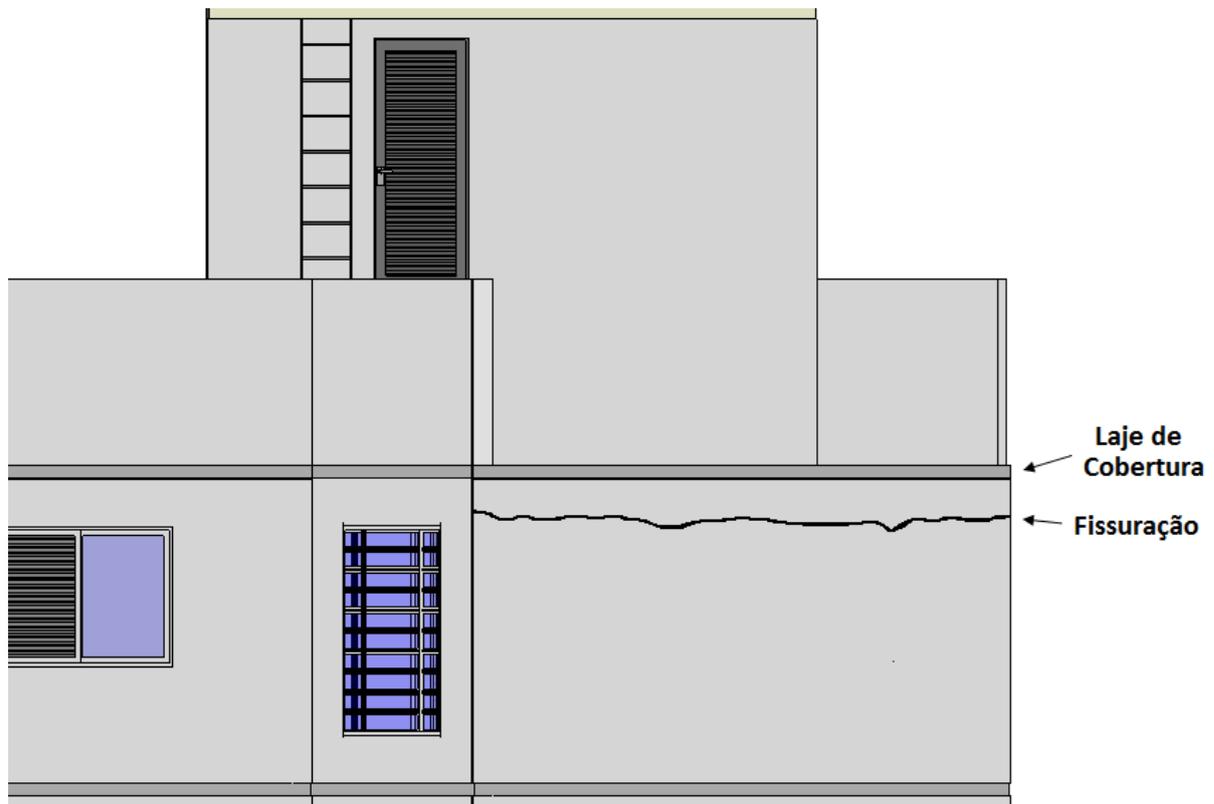
Fonte: Adaptado de Thomaz (1989).

2.2.2.2. Variações de temperatura

As variações de temperatura, assim como as variações de umidade, também repercutem contração e dilatação nos materiais de construção que compõem a alvenaria e provocam tensões capazes de danificar os elementos. Essas variações, diárias ou sazonais, causam diferentes reações nos materiais, que dependem de suas propriedades físicas e da intensidade da variação (THOMAZ, 1989).

As trincas causadas pelas movimentações térmicas são semelhantes às que surgem devido às movimentações higroscópicas. Porém, as fissuras mais comuns oriundas de movimentações térmicas ocorrem próximas às lajes de cobertura, como ilustrada na Figura 13 (CORRÊA; RAMALHO, 2013; THOMAZ, 1990).

Figura 13 - Fissuras sob laje de cobertura.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1989).

As fissuras abaixo da laje de cobertura podem não apresentar riscos à segurança da estrutura, porém são inadmissíveis em relação à utilização de uma edificação. Já que a cobertura está mais exposta à radiação e, portanto, mais propícia à variação de temperatura, para minimizar os efeitos e prevenir as fissuras, é necessária a proteção do elemento. A solução mais simples é a utilização de telhados que diminuam a incidência da radiação nas lajes (CORRÊA; RAMALHO, 2013).

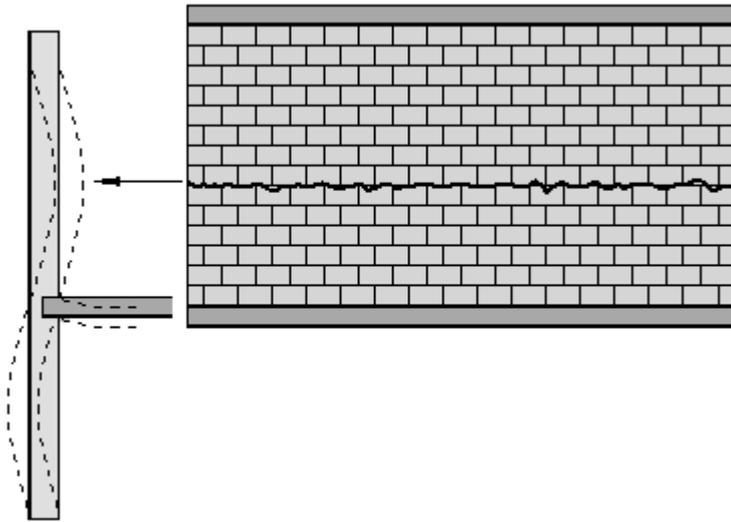
Entretanto, Bauer (2007) afirma que essas fissuras podem ser evitadas com a utilização de um cintamento de rigidez elevada ou a implantação de um sistema de apoio deslizante, no qual desvincula a laje da alvenaria com a utilização de elementos flexíveis como mantas de impermeabilização.

2.2.2.3. Sobrecargas

As fissuras típicas causadas por carregamento excessivo sob as paredes de alvenaria estrutural podem ser horizontais (menos frequentes) ou verticais (mais

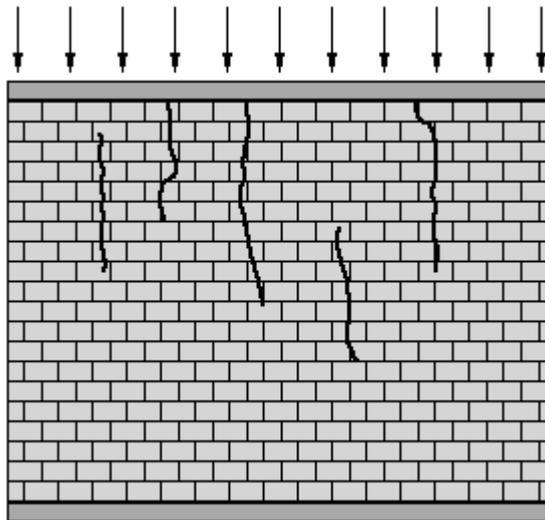
frequentes). As trincas horizontais (Figura 14) ocorrem devido a dois fatores: ruptura da argamassa/componentes de alvenaria ou de solicitações de flexo-compressão da parede. As fissuras verticais ocorrem, geralmente, em paredes com carregamentos verticais uniformemente distribuídos, como ilustradas na Figura 15 (THOMAZ, 1989).

Figura 14 - Fissuras horizontais na alvenaria devido à sobrecarga.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1990).

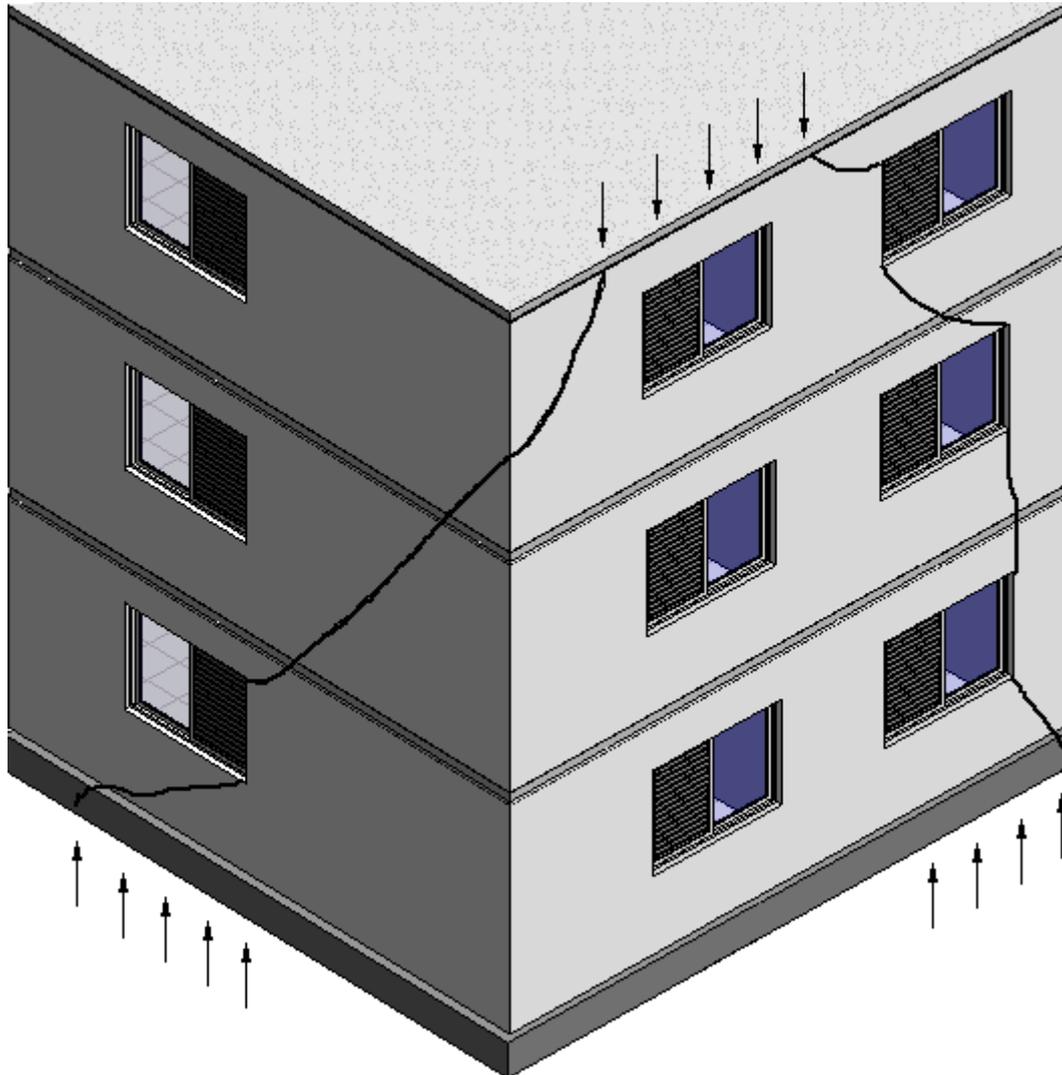
Figura 15 - Fissuras verticais em paredes com cargas uniformemente distribuídas.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1990).

Quando não existe uma distribuição uniforme das cargas, as trincas podem ocorrer devido aos esmagamentos localizados em pontos de transmissão, podendo atingir toda a estrutura, como mostra a Figura 16 (BAUER, 2007).

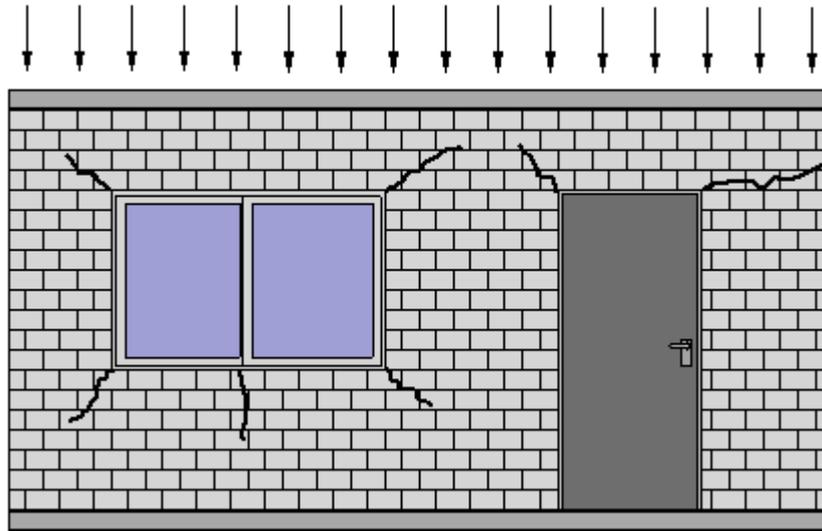
Figura 16 - Fissuras oriundas de cargas concentradas.



Fonte: Adaptado de Bauer (2007).

Bauer (2007) e Thomaz (1990) destacam, também, que as fissuras mais comuns causadas por sobrecargas são encontradas em vãos de portas e janelas, provenientes das tensões que se concentram no contorno dos vãos, desenvolvendo-se a partir dos vértices das aberturas (Figura 17).

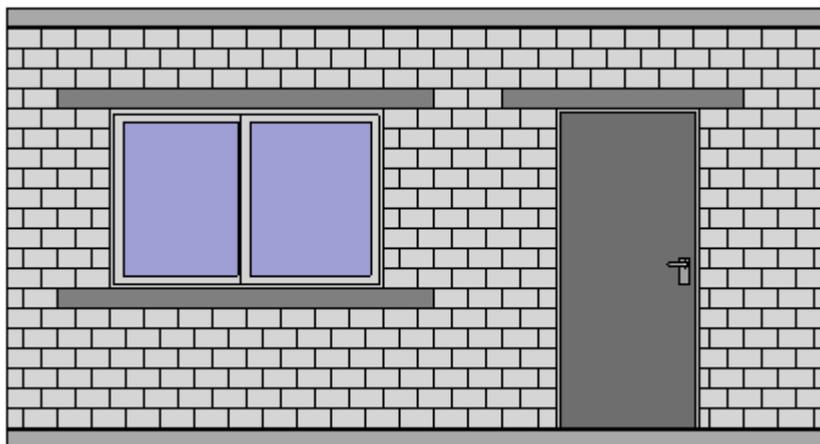
Figura 17 - Fissuras nas aberturas.



Fonte: Adaptado de Bauer (2007).

Para evitar o aparecimento das fissuras em vãos de portas e janelas, é necessária a utilização de vergas e contra-vergas com transpasse de no mínimo quarenta centímetros para cada lado do vão (Figura 18). As vergas e contra-vergas são capazes de absorver as tensões concentradas nos contornos dos vãos (THOMAZ; HELENE, 2000).

Figura 18 - Vergas e contra-vergas.

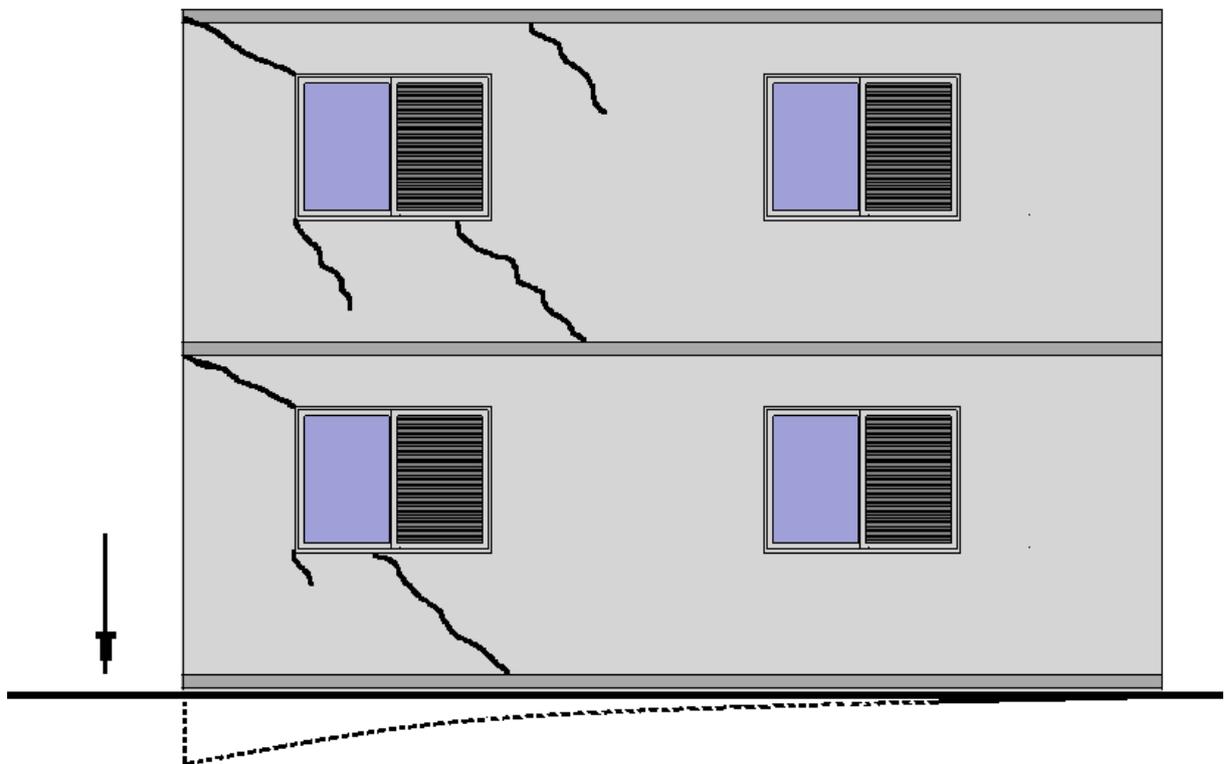


Fonte: Adaptado de Thomaz (2000).

2.2.2.4. Recalques nas fundações

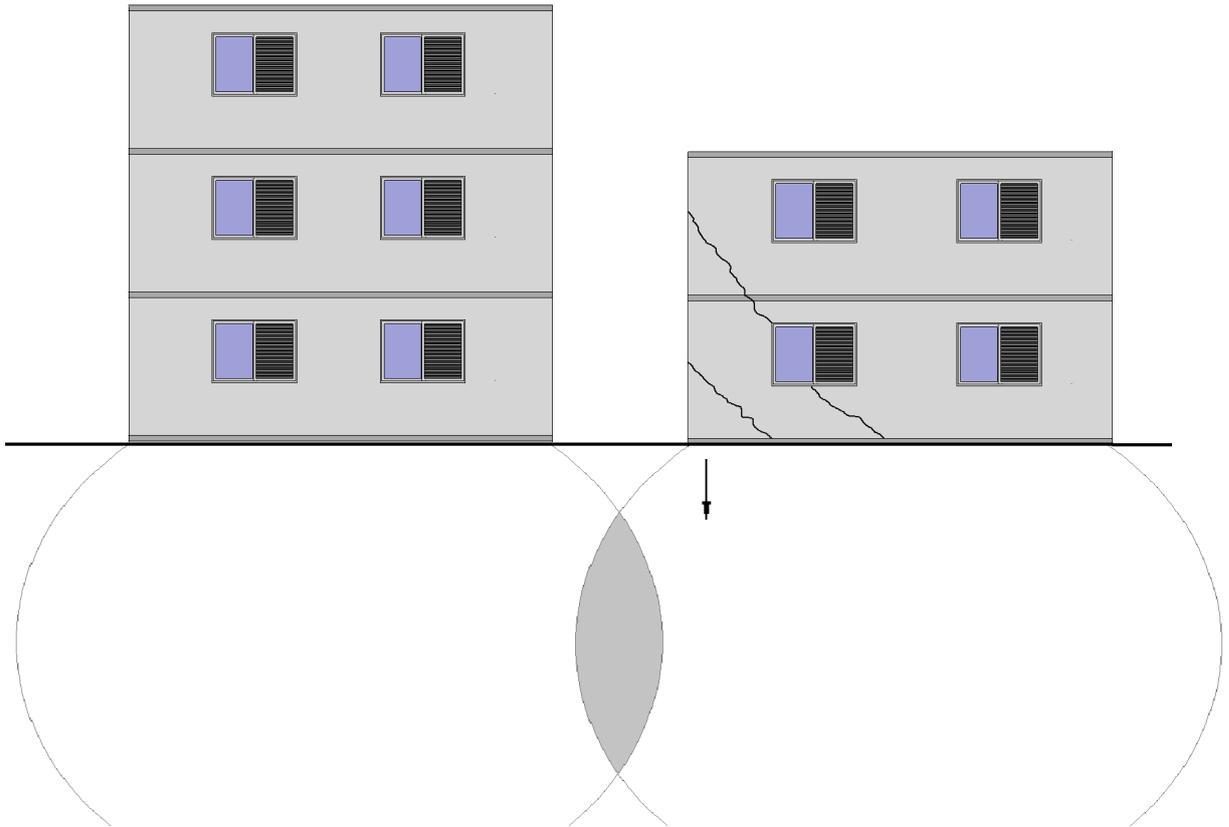
A formação de fissuras causadas pelos recalques diferenciais nas fundações são um dos responsáveis pela queda de desempenho das alvenarias. Esses recalques ocorrem por vários motivos como: falhas de projeto, falta de homogeneidade do solo, rebaixamento do lençol freático e influência de fundações vizinhas. As fissuras provocadas por recalques diferenciais se apresentam inclinadas, como ilustradas nas Figuras 19 e 20 (THOMAZ, 1990).

Figura 19 - Fissuras causadas por recalque diferencial.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1990).

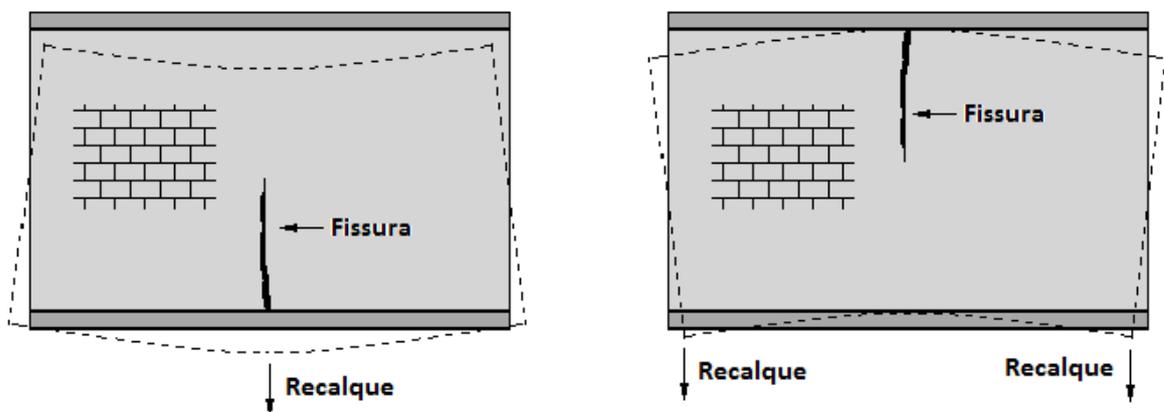
Figura 20 - Fissuração por recalque provocado por fundação vizinha.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1990).

As fissuras verticais provocadas por recalques ocorrem devido à deformação da viga de fundação e podem se apresentar na parte inferior ou superior das paredes de alvenaria estrutural, como ilustradas na Figura 21 (GRIMM, 1988).

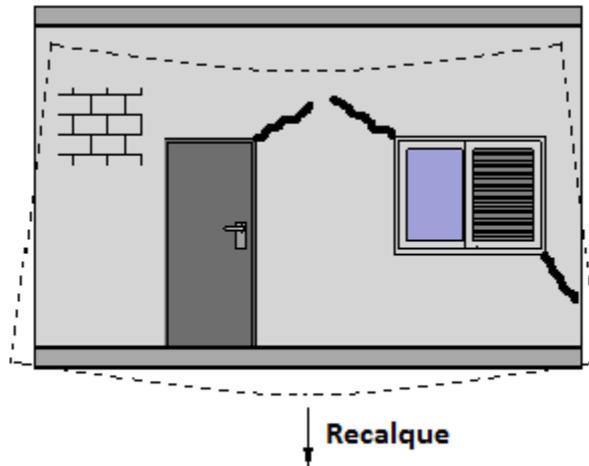
Figura 21 - Fissuras verticais causadas por recalques nas fundações.



Fonte: Adaptado de Grimm (1988).

Ainda segundo Grimm (1988), quando existem vãos nas paredes, esses recalques provocam trincas inclinadas. A Figura 22 mostra esse tipo de fissura em um recalque com maior amplitude no centro da parede.

Figura 22 - Fissuras provocadas por recalques de amplitude central.



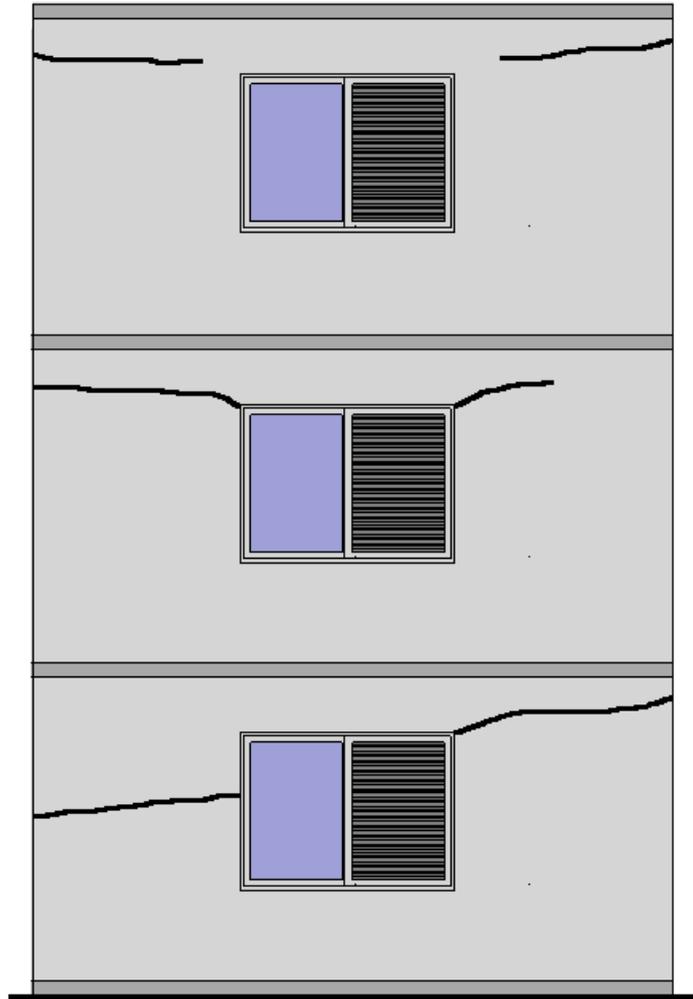
Fonte: Adaptado de Grimm (1988).

2.2.2.5. Retração

A retração é o fenômeno que causa deformações na pasta de cimento, argamassas e concretos. Essas deformações têm sua origem na diminuição de volume do material cimentício principalmente devido à perda de água (ISAIA, 2011).

Em edificações em alvenaria estrutural, a retração por secagem de grandes lajes de concreto armado, quando expostas a fortes insolações, podem provocar fissuras, não apenas nas lajes de cobertura, mas, também, em lajes de pavimentos inferiores, como é visto na Figura 23 (BAUER, 2007; THOMAZ, 1990).

Figura 23 - Fissuras causadas por retração por secagem.



Fonte: Adaptado de Bauer (2007).

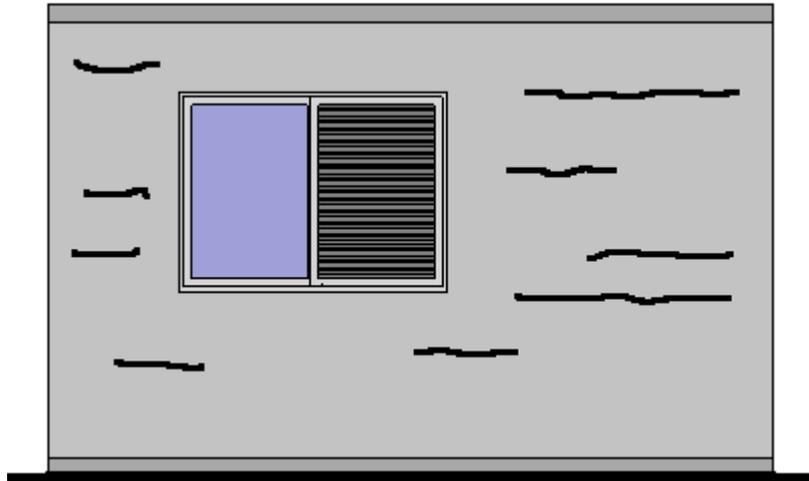
2.2.2.6. Reações químicas de materiais de construção

Nos materiais cimentícios, agentes agressivos em contato com constituintes da pasta de cimento podem provocar reações químicas capazes de causar variações de volume nesses materiais e, conseqüentemente, danificar os elementos construtivos formados, principalmente, por concretos e argamassas (MEHTA, 2008).

Thomaz (1989) destaca a hidratação retardada da cal e ataque por sulfatos como as reações químicas mais comuns que provocam, diretamente, fissuras em alvenarias. A primeira, quando ocorrem em argamassas de assentamento, estimula a expansão do material e, conseqüentemente, gera tensões e força o aparecimento de fissuras horizontais na argamassa de revestimento (Figura 24). Na segunda, a presença de sulfatos e água, em contato com o aluminato tricálcico, constituinte do

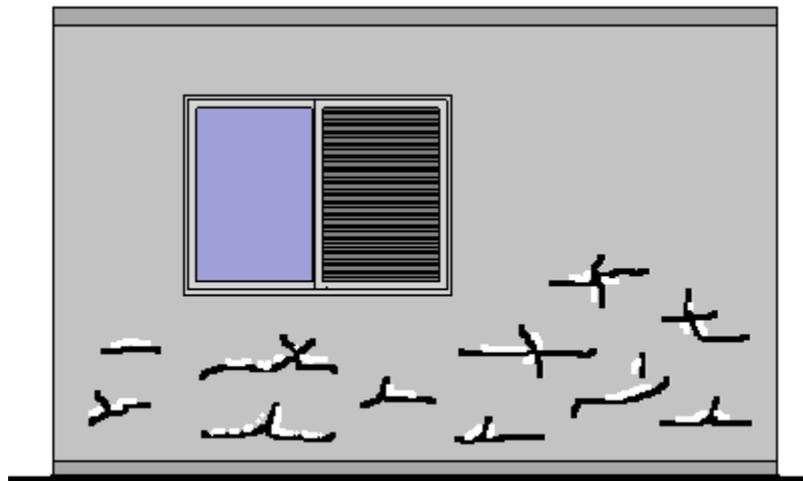
cimento, resulta em sulfoaluminato tricálcico ou etringita, materiais de grande expansão. Essa variação de volume, assim como na primeira reação, também gera tensões e provoca fissuras na argamassa de revestimento, com direções que acompanham as juntas de assentamento horizontais e verticais e aparecem geralmente acompanhadas de eflorescências (Figura 25).

Figura 24 - Fissuras horizontais na argamassa de revestimento.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1990).

Figura 25 - Fissuras causadas por ataque de sulfato.



Fonte: Adaptado de Thomaz (1990).

2.2.2.7. Eflorescências

A passagem de água pelos elementos da construção provoca a dissolução e carreamento de componentes dos materiais cimentícios para a superfície da alvenaria. Esses compostos são expostos ao contato com o CO_2 , possibilitando a ocorrência de carbonatação. Essa reação tem como resultado as eflorescências (MEHTA, 2008). A Figura 26 mostra o fenômeno encontrado durante uma vistoria em um apartamento de cobertura na cidade de Belo Horizonte.

Alvenarias e peças de concreto estão sujeitas ao fenômeno da eflorescência. A natureza dos componentes dos materiais utilizados na construção é variada e as reações dependem da umidade e da temperatura (THOMAZ, 1990). A Tabela 3 mostra alguns sais que podem ser encontrados em alvenarias.

Figura 26 - Eflorescência em apartamento de cobertura.



Fonte: Dias (2016).

Tabela 3 - Composições das eflorescências em alvenaria estrutural.

Composição Química	Fórmula Química	Solubilidade em água	Fonte Provável
Carbonato de cálcio	CaCO ₃	Pouco solúvel	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa ou concreto
Carbonato de magnésio	MgCO ₃	Pouco solúvel	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa de cal
Carbonato de potássio	K ₂ CO ₃	Muito solúvel	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos do cimento com elevado teor de cálcio
Carbonato de sódio	Na ₂ CO ₃	Muito solúvel	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos do cimento com elevado teor de cálcio
Hidróxido de cálcio	Ca(OH) ₂	Solúvel	Cal liberado na hidratação do cimento
Sulfato de cálcio dihidratado	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Parcialmente solúvel	Hidratação do sulfato de cálcio de componentes cerâmicos
Sulfato de magnésio	MgSO ₄	Solúvel	Componentes cerâmicos e/ou água de amassamento
Sulfato de cálcio	CaSO ₄	Parcialmente solúvel	Componentes cerâmicos e/ou água de amassamento
Sulfato de potássio	K ₂ SO ₄	Parcialmente solúvel	Agregados contaminados, água contaminada ou reação entre constituintes do cimento e constituintes da cerâmica
Sulfato de sódio	Na ₂ SO ₄	Parcialmente solúvel	Água de amassamento
Cloreto de cálcio	CaCl ₂	Parcialmente solúvel	Água de amassamento
Cloreto de magnésio	MgCl ₂	Parcialmente solúvel	Água de amassamento
Nitrato de potássio	KNO ₃	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado por sais solúveis
Nitrato de sódio	NaNO ₃	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado por sais solúveis
Nitrato de amônia	NH ₄ NO ₃	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado por sais solúveis

Fonte: Thomaz (1990).

Devido à necessidade da presença da água para a ocorrência das eflorescências, a correção e a prevenção desse problema consistem na eliminação da umidade nas alvenarias (VERÇOZA, 1991).

2.2.2.8. Infiltrações

Os problemas causados pela umidade são os mais decorrentes nas construções. Apesar de serem problemas comuns, não é fácil descobrir suas origens, e suas consequências podem ser graves (THOMAZ, 1990; VERÇOZA, 1991; BAUER, 2007). A presença de umidade nas alvenarias pode ser classificada segundo suas origens, de acordo com Thomaz (1990) e Verçoza (1991), como:

- na água utilizada na obra;
- na água presente no solo;
- na água de chuva;
- na água de vazamentos;
- na água de condensação.

Nas paredes de alvenaria, Thomaz (1990) destaca que as penetrações de água, principalmente, ocorrem:

- através dos componentes de alvenaria;
- através das juntas de assentamento;
- em regiões de caixilhos;
- através de fissuras;
- proveniente do solo.

As infiltrações de água têm sua intensidade alterada de acordo com as condições externas como as ações do vento (pressão), a intensidade e direção das chuvas e a exposição da alvenaria a intempéries. As condições da própria parede de alvenaria, como a quantidade e espessura das suas fissuras, também é um fator a ser considerado (BAUER, 2007).

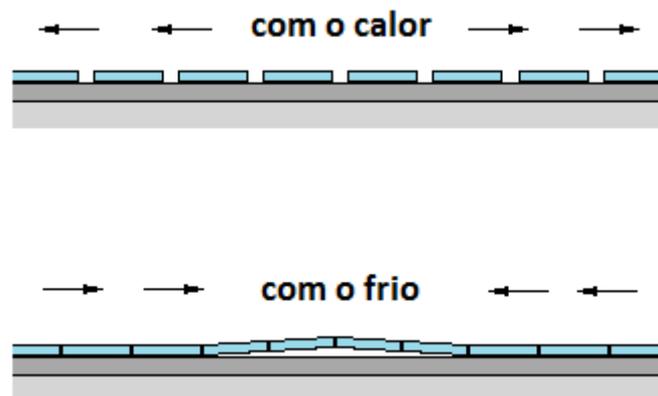
Para combater os problemas causados pelas infiltrações oriundos da execução da obra, é necessário que os profissionais envolvidos na construção

exercem suas funções com cuidado e da forma correta. A economia dos custos na implantação das impermeabilizações que protegem os elementos construtivos da umidade pode gerar gastos elevados para prevenir os problemas futuros (RIPPER, 1996).

2.2.2.9. Deslocamento de revestimentos

Problema bastante comum nas edificações, o deslocamento de revestimentos cerâmicos e azulejos ocorre, na maioria dos casos, devido à diferença de coeficiente de dilatação, que provoca deformações diferentes nos materiais. O concreto, por exemplo, muda de volume mais rapidamente que o revestimento, causando aproximação e atrito entre as peças cerâmicas, como mostra a Figura 27 (VERÇOZA, 1991).

Figura 27 - Deslocamento dos revestimentos com a temperatura.



Fonte: Adaptado de Verçoza (1991).

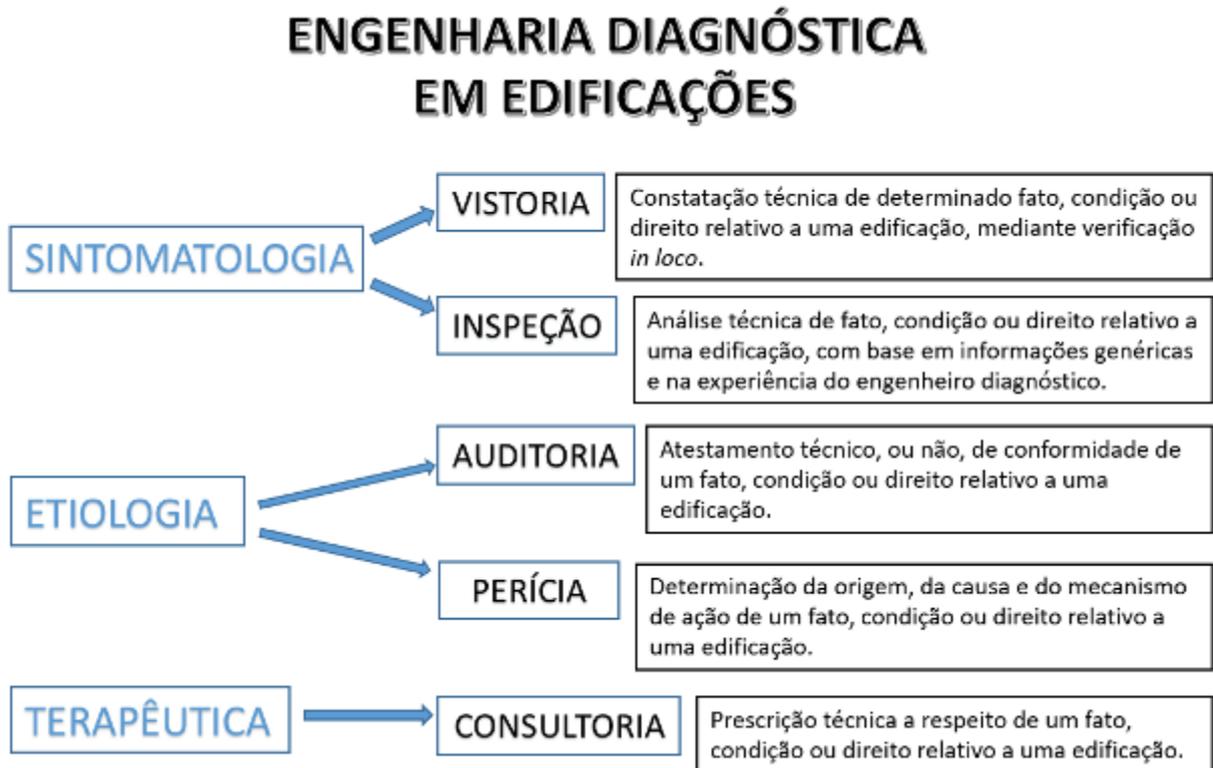
Thomaz (1990) cita, porém, três causas mais significativas responsáveis pelo deslocamento de revestimentos em argamassadas: dosagem inadequada de aglomerantes na mistura, espessura elevada dos revestimentos e excessiva retração da argamassa.

2.3. Engenharia diagnóstica

A engenharia diagnóstica em edificações é a responsável pelo estudo das condições de uso e manutenção de uma edificação, com objetivo de entender as causas dos problemas construtivos e manter o desempenho do empreendimento. Dentre as ferramentas desse estudo, destacam-se a vistoria, inspeção, auditoria,

perícia e consultoria (GOMIDE, 2014). Essas ferramentas podem ser divididas e conceituadas de acordo com a Figura 28.

Figura 28 - Engenharia diagnóstica em edificações.



Fonte: Adaptado de Gomide (2014).

2.3.1. Vistoria

A vistoria é uma ferramenta importante para o registro *in loco* dos problemas contidos na edificação. Essa permite um estudo apropriado da situação do empreendimento, fornecendo informações importantes para determinação das causas e origens das anomalias e falhas (BURIN, 2009).

2.3.2. Inspeção predial

Apesar dessas cinco ferramentas (vistoria, inspeção, auditoria, perícia e consultoria) estarem separadas conceitualmente, o termo “inspeção predial” é usado como uma atividade que utiliza todas essas ferramentas (GOMIDE, 2014).

Inspeção predial é uma análise técnica de uma edificação que identifica suas falhas e anomalias, bem como suas causas, com o objetivo de orientar os

procedimentos de manutenção e, assim, melhorar o desempenho e garantir a durabilidade do empreendimento (GOMIDE, 2006; GOMIDE, 2014).

Em geral, as inspeções em alvenaria são baseadas em observações visuais, que permitem identificar as principais formas de degradação dos materiais, já que as manifestações se apresentam inicialmente na superfície (BERTOLINI, 2010).

A Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012) classifica a inspeção em três níveis, de acordo com a complexidade do sistema construtivo e do tipo de prédio, definidos na Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação do nível da inspeção predial.

Classificação dos níveis da inspeção predial		
Nível	Tipo de edificação	Equipe
1	Edificações simples (até 3 pavimentos)	Sem necessidade de equipe multidisciplinar
2	Edifícios multifamiliares e comerciais	Geralmente com equipe multidisciplinar
3	Edificações complexas	Sempre com equipe multidisciplinar

Fonte: IBAPE/SP (2012).

3. METODOLOGIA

3.1. Enquadramento Metodológico

Esta atividade de pesquisa pode ser considerada aplicada, do ponto de vista da sua natureza, já que é um estudo restrito a objetos situados em uma área delimitada com características semelhantes.

Em relação à forma de abordagem do problema, ela pode ser classificada tanto como quantitativa como qualitativa. A primeira pode ser justificada por apresentar números relativos às quantidades de tipos de manifestações patológicas encontradas nos edifícios. Já a segunda é explicada por conter um estudo interpretativo das causas e origens dessas manifestações, baseadas nas evidências documentais e das vistorias.

Do ponto de vista dos objetivos, essa pesquisa apresenta características exploratória, descritiva e explicativa, justificadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação de acordo com os objetivos da pesquisa.

Tipo de Pesquisa	Características
Exploratória	Explora e investiga casos de falhas em edificações, envolvendo levantamento de documentos e constando fatos.
Descritiva	Descreve as características das anomalias encontradas para melhor compreensão do fato.
Explicativa	Identifica os fatores que causaram as manifestações patológicas presentes nas edificações.

Fonte: Próprio autor.

Enfim, em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa é melhor enquadrada em estudo de caso, já que estuda detalhes específicos em determinadas edificações, com o objetivo de ampliar e detalhar os conhecimentos sobre suas manifestações patológicas.

3.2. Método

A Associação Brasileira de Normas Técnicas não possui uma norma específica para inspeções prediais. Porém, o Instituto Nacional de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) possui uma “Norma de Inspeção Predial Nacional”

que tem como objetivo orientar os profissionais sobre os procedimentos para a realização de uma inspeção predial. Foi utilizada parte do método apresentado nessa norma, adaptada para os objetivos da pesquisa, a qual consiste na verificação e análise da documentação, obtenção de informações e na vistoria.

A verificação e análise da documentação consiste na consulta ao memorial descritivo, aos projetos, aos manuais de uso, operação e manutenção e outros documentos que auxiliem no diagnóstico dos problemas que podem surgir nos empreendimentos. A obtenção de informações é uma consulta feita com síndicos e moradores, que utilizam os edifícios e tem mais conhecimento dos problemas que surgem no local. E a vistoria consiste na verificação em in loco dos problemas indicados e encontrados pelo profissional.

Para cumprir com a orientação da norma do IBAPE, a pesquisa foi dividida em 4 fases:

- Seleção das edificações;
- Análise da documentação;
- Vistorias nos edifícios;
- Estudo e análise das manifestações encontradas nos edifícios.

3.2.1. Seleção das edificações

A escolha dos objetos de estudo da pesquisa foi realizada junto à Caixa Econômica Federal. Foram selecionadas pela instituição, empreendimentos financiados por ela, construídos em alvenaria estrutural, pertencentes ao faixa 1 do programa “Minha casa minha vida”. Foram selecionadas construções finalizadas nos últimos 5 anos. Dentre essas construções, foram escolhidas 3 que o setor social da instituição julgou como empreendimentos possíveis de serem vistoriados, considerando sua relação com os síndicos, já que estes teriam que autorizar e acompanhar as vistorias.

3.2.2. Análise da documentação

A Caixa Econômica Federal disponibilizou para consulta, na própria instituição, o processo de financiamento dos empreendimentos selecionados. Dos documentos contidos nos processos, foram consultados os memoriais descritivos, e os projetos arquitetônico, hidráulico e elétrico, elaborados pelas construtoras responsáveis pelos empreendimentos. Não foram encontrados os projetos estruturais de superestrutura. Essa consulta teve como objetivo captar informações importantes para tentar obter um diagnóstico para as manifestações encontradas nos empreendimentos vistoriados.

Para organizar as informações, foram observados e registrados: tipos de blocos utilizados, espessuras das juntas, vergas e contra-vergas, cintas de amarração, espessura das paredes, chapisco e emboço/reboco, shafts, projeto específico para laje de cobertura, tamanho dos vãos e impermeabilizações. Essas informações foram anotadas e não foi autorizado o registro fotográfico e cópias de nenhum dos documentos.

3.2.3. Vistorias nos edifícios

Para encontrar as falhas e anomalias nos edifícios, foram feitas vistorias acompanhadas pelos síndicos dos edifícios. Antes das vistorias, os moradores consultados para que a visita fosse realizada também dentro dos apartamentos. Os apartamentos foram vistoriados de acordo com o interesse e a disponibilidade dos moradores. Para auxiliar no registro de problemas encontrados na parte externa, foi utilizada a lista de verificação das edificações (Apêndice A) e para os apartamentos, a lista de verificação dos apartamentos (Apêndice B).

As vistorias foram acompanhadas pelos síndicos, que indicaram os problemas percebidos por eles e pelos moradores. Foram feitos registros fotográficos e anotações dos locais de onde foram encontradas as manifestações patológicas.

3.2.3. Estudo e análise das manifestações

Após o recolhimento dos documentos e registro dos problemas encontrados, foi realizada a análise dos problemas com o auxílio das anotações sobre a

documentação, as informações dos usuários e as vistorias. Essa análise indicou as possíveis causas, as origens e quais os cuidados que poderiam ser tomados para evitar essas manifestações. Um formulário foi elaborado e utilizado para auxiliar e registrar a análise (Apêndice C).

Por fim, foram contabilizadas e listadas as manifestações patológicas mais encontradas e constatadas durante as inspeções.

4. ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO E VISTORIAS NOS EMPREENDIMENTOS

4.1. Residencial A

O Residencial A (Figura 29) está situado na região leste de Belo Horizonte, com 1.513,55 m² de área construída. Possui duas edificações. Uma delas (bloco 1) possui 5 pavimentos com 20 unidades e a outra (bloco 2) 4 pavimentos com 8 unidades, totalizando 28 unidades habitacionais. As unidades têm o tamanho padrão de 45 m² com 2 dormitórios, sala, cozinha e banheiro. A obra foi entregue aos moradores em janeiro de 2016, e se encontra, portanto, com 18 meses de ocupação até a data da vistoria. A responsável pela obra é uma construtora de pequeno porte.

Figura 29 - Residencial A.



Fonte: Próprio autor.

4.1.1. Memorial descritivo e projetos

Foram indicados no memorial descritivo para utilização nas edificações, blocos cerâmicos de 4,5 MPa (39x19x14cm). A espessura das juntas não foi informada. Foram planejadas contra-vergas nas janelas com canaletas “u” e transpasse de 30 cm e vergas pré-moldadas nas portas com transpasse de 20 cm. Também foram planejadas cintas de amarração em cada andar na alvenaria externa, sem especificar como seriam executadas.

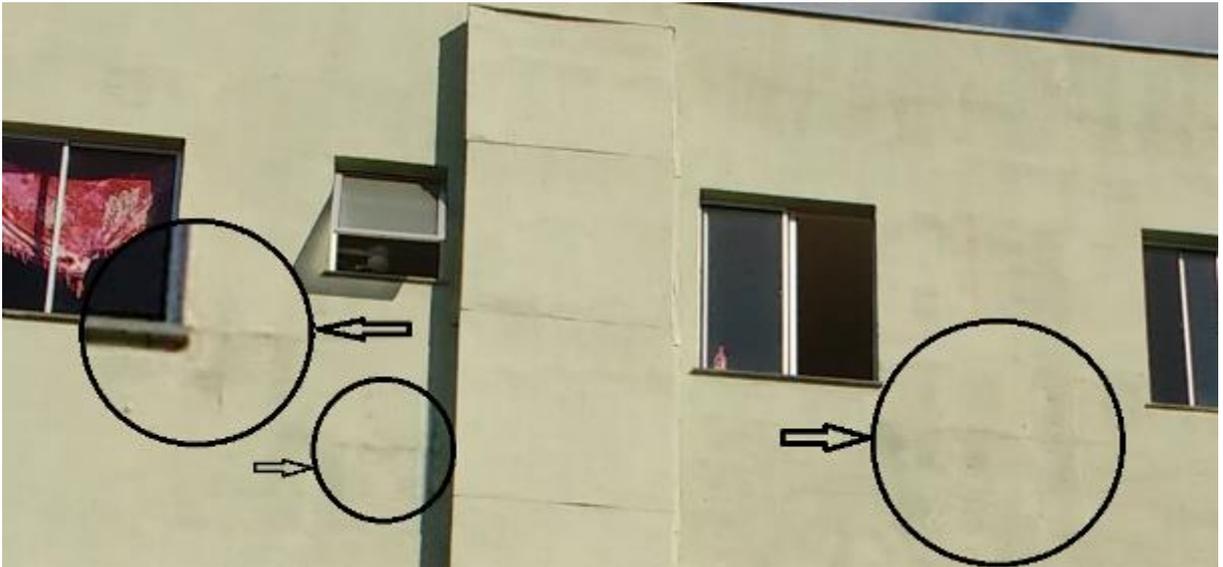
Em relação aos vãos e as paredes, ambas apresentaram valores padrões. Os tamanhos dos vãos não ultrapassaram 4 m. As paredes apresentaram espessuras mínimas de 15 cm, contudo, não foram especificados e nem citados o chapisco, o emboço ou massa paulista.

Os shafts dos edifícios foram representados na parte externa da edificação, porém, eles não são localizados no desenho das fachadas e nos cortes dos edifícios. Para a cobertura, foi especificada uma faixa de isopor de alta densidade juntamente com uma lona para apoio da última laje, para garantir que a laje trabalhe solta. Não foram especificadas impermeabilizações no memorial descritivo.

4.1.2. Vistoria

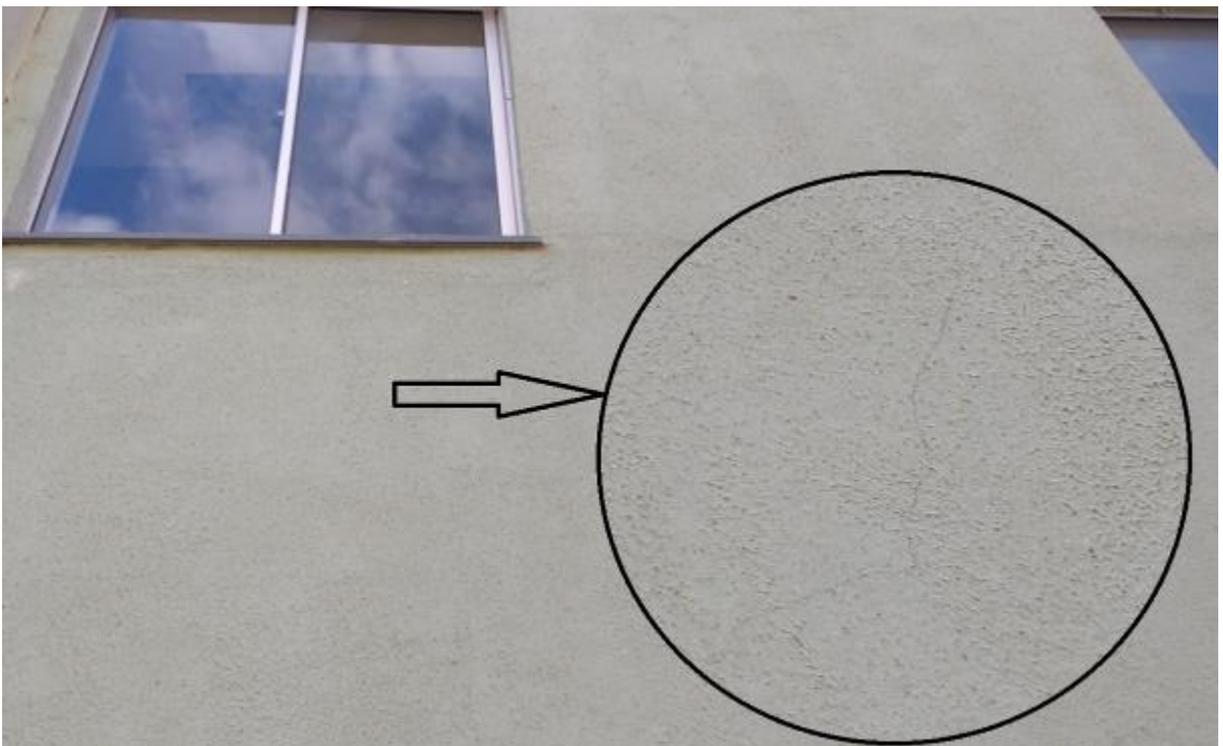
Foram vistoriados, além da parte externa e corredores, 10 apartamentos, sendo 8 no bloco 1 e 2 no bloco 2. Nas fachadas dos edifícios foram encontradas fissuras horizontais nos vãos e no meio das alvenarias (Figura 30) e fissuras diagonais nas alvenarias (Figura 31). Na parte externa também foram encontradas fissuras na parte inferior das edificações (Figura 32) e fissuras no passeio em volta das edificações (Figura 33).

Figura 30 - Fissuras horizontais nas fachadas do Residencial A.



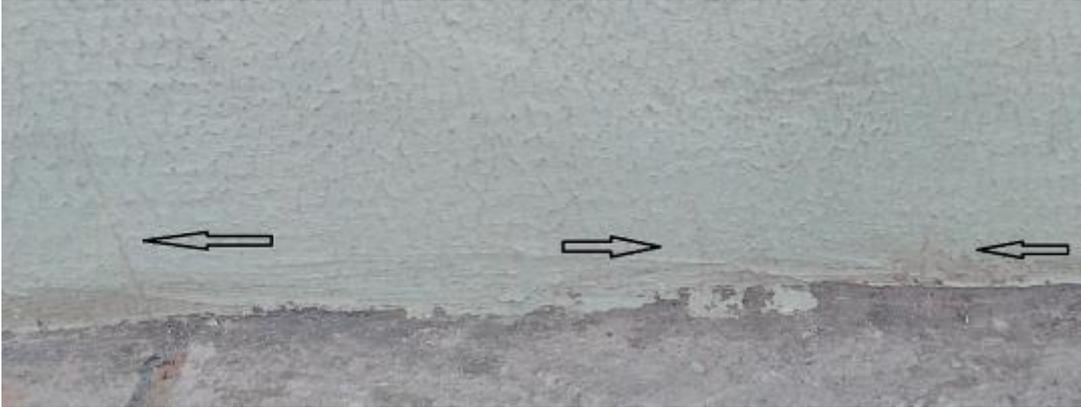
Fonte: Próprio autor.

Figura 31 - Fissuras diagonais na fachada do Residencial A.



Fonte: Próprio autor.

Figura 32 - Fissuras na parte inferior das edificações do Residencial A.



Fonte: Próprio autor.

Figura 33 - Fissuras nos passeios do Residencial A.



Fonte: Próprio autor.

Além das fissuras, foi informado pela síndica que ocorreram problemas de vazamento de água nas tubulações da Figura 34.

Figura 34 – Tubulações em uma edificação do Residencial A.



Fonte: Próprio autor.

As tubulações, que eram previstos em shafts, foram identificados na parte externa da edificação, escondidos apenas com uma chapa metálica dobrada e pintada com a mesma cor da edificação (Figura 35).

Figura 35 - Tubulações externas de uma edificação do Residencial A.



Fonte: Próprio autor.

Nos corredores, foram encontradas manchas próximas das janelas (Figura 36) e fissuras entre as portas dos apartamentos (Figura 37).

Figura 36 - Manchas nos corredores em edifício do Residencial A.



Fonte: Próprio autor.

Figura 37 - Fissura entre as portas dos apartamentos (Residencial A).



Fonte: Próprio autor.

Nos apartamentos, foram identificados e informados pelos moradores problemas como: fissuras nas janelas (Figura 38), manchas próximas às fissuras (Figura 39), fissuras no teto (Figura 40), deslocamento de revestimentos (Figura 41) e acabamento de assentamento de cerâmica (a esquerda da Figura 42) e instalação de janelas (a direita da Figura 42).

Figura 38 - Fissuras nas janelas (Residencial A).



Fonte: Próprio autor.

Figura 39 - Manchas próximas às fissuras (Residencial A).



Fonte: Próprio autor.

Figura 40 - Fissuras no teto (Residencial A).



Fonte: Próprio autor.

Figura 41 - Deslocamento de revestimentos (Residencial A).



Fonte: Próprio autor.

Figura 42 - Acabamento mal realizado (Residencial A).



(a)



(b)

Fonte: Próprio autor.

4.2. Residencial B

O Residencial B (Figura 43) está situado na região sul de Belo Horizonte, com 1.582,45 m² de área construída. Possui duas edificações, ambas com 5 pavimentos. Uma das edificações (bloco 1) possui 20 unidades e a outra (bloco 2) 10 unidades, totalizando 30 unidades habitacionais. As unidades têm o tamanho padrão de 45 m² com 2 dormitórios, sala, cozinha e banheiro. A obra foi entregue aos moradores em dezembro de 2014, e se encontra, portanto, com 29 meses de ocupação até a data da vistoria. A responsável pela obra é uma construtora de pequeno porte.

Figura 43 - Residencial B.



Fonte: Próprio autor.

4.2.1. Memorial descritivo e projetos

Foram indicados no memorial descritivo para utilização nas edificações, blocos de concreto ou cerâmicos de 4,5 MPa de resistência e 14 cm de largura. As juntas verticais e horizontais foram previstas com espessuras de 10 mm, podendo variar de 8 a 13 mm. Foram planejadas vergas e contra-vergas com a largura do bloco. As cintas de amarração são previstas com bloco canaleta, mas não especifica se serão executadas em todos os pavimentos.

Em relação aos vãos das lajes e as paredes, ambas apresentaram valores usuais, similares aos do Residencial A. Também semelhante ao Residencial A, o chapisco, o emboço ou massa paulista não foram especificados.

As instalações hidráulicas e sanitárias foram previstas no memorial descritivo em paredes de vedação. Porém, essas instalações estão desenhadas na parte externa da edificação, apesar de não aparecerem no desenho das fachadas e nos

cortes dos edifícios. Para a cobertura, não foi especificada diferenciação na execução da laje. Não foram especificadas impermeabilizações no memorial descritivo.

4.2.2. Vistoria

Foram vistoriados, além da parte externa e corredores, 6 apartamentos, sendo 3 de cada bloco. Nas fachadas dos edifícios foram encontradas fissuras horizontais nos vãos e no meio das alvenarias (Figura 44) furos provenientes da instalação de antenas (Figura 45) e furos e sobrecargas provenientes da instalação de 2 aparelhos de ar-condicionado (Figura 46).

Figura 44 - Fissuras horizontais nas fachadas do Residencial B.



Fonte: Próprio autor.

Figura 45 - Furos provenientes da instalação de antenas (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

Figura 46 – Aparelhos de ar-condicionado (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

Na parte externa também foram encontradas fissuras na parte inferior das edificações (Figura 47) e fissuras e vazamento na caixa d'água inferior (Figura 48).

Figura 47 - Fissuras na parte inferior da edificação do Residencial B.



Fonte: Próprio autor.

Figura 48 - Caixa d'água inferior (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

As tubulações, que eram previstos em paredes de vedação no memorial descritivo e em shafts nos desenhos, foram identificados na parte externa da edificação, exposto e protegidos apenas com uma pintura com a mesma cor da edificação (Figura 49).

Figura 49 – Tubulações externas (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

Nos corredores, foram encontradas fissuras e manchas nas janelas (Figura 50), fissuras entre as portas dos apartamentos (Figura 51) e manchas provenientes de vazamento da caixa d'água superior (Figura 52).

Figura 50 - Janelas dos corredores (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

Figura 51 - Fissuras entre as portas (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

Figura 52 - Vazamento de água da caixa superior (corredor de edifício do Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

Nos apartamentos, foram identificados e informados pelos moradores problemas como: fissuras e manchas nas janelas (Figura 53), manchas no teto próximas ao banheiro (Figura 54), rasgos na alvenaria (Figura 55), acabamento das portas (Figura 56), janelas e caimento do piso no banheiro.

Figura 53 – Fissuras e manchas nas janelas (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

Figura 54 - Manchas no teto próximas ao banheiro (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

Figura 55 - Rasgos na alvenaria (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

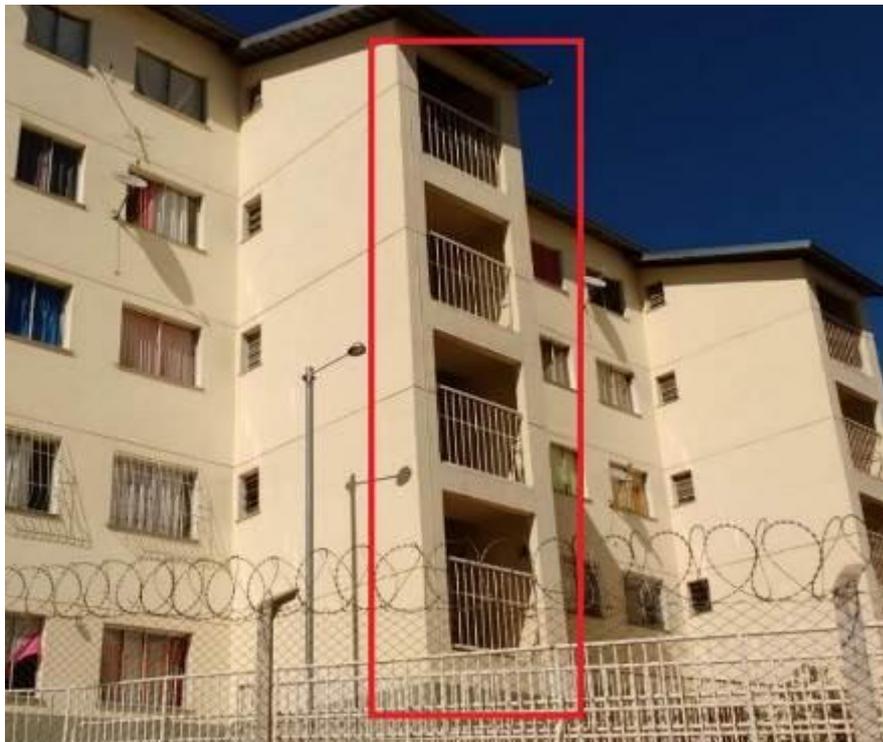
Figura 56 - Acabamento das portas (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

Uma observação importante a ser destacada é a presença de aberturas nos corredores (Figura 57) que não eram previstos em projeto. Segundo os moradores, é de interesse de todos o fechamento destes devido a ocorrência de invasões nos prédios através dessas aberturas.

Figura 57 - Aberturas nos corredores (Residencial B).



Fonte: Próprio autor.

4.3. Residencial C

O Residencial C (Figura 58) está situado na região sul de Belo Horizonte com 3.919,17 m² de área construída. Possui quatro edificações, todas com 5 pavimentos. Dentre elas, 2 edificações possuem 20 unidades cada e 2 possuem 18 unidades cada, totalizando 76 unidades habitacionais. As unidades têm o tamanho padrão de 45 m² com 2 dormitórios, sala, cozinha e banheiro. A obra foi entregue aos moradores em dezembro de 2015, e se encontra, portanto, com 19 meses de ocupação até a data da vistoria. A responsável pela obra é uma construtora de pequeno porte.

Figura 58 - Residencial C.



Fonte: Próprio autor.

4.3.1. Memorial descritivo e projetos

Foram indicados no memorial descritivo para utilização nas edificações, blocos cerâmicos de 4,5 MPa de resistência e 14 cm de largura, indicando a possibilidade de 3 marcas de blocos. As juntas verticais e horizontais foram previstas com espessuras de 15 mm. Foram planejadas vergas com 30 cm de transpasse, porém não foram especificadas e nem citadas as contra-vergas. As cintas de amarração são previstas em todas as alvenarias, na última fiada, porém sem especificação de como serão executadas.

Em relação aos vãos das lajes e às paredes, ambas apresentaram valores padrões, similares aos do Residencial A e ao Residencial B. Já o chapisco e o emboço/reboco são previstos em todas as paredes, porém, não especifica as espessuras.

Não foram previstos shafts nos projetos arquitetônico, porém, o projeto hidrossanitário prevê as tubulações passando na parte interna dos apartamentos (dentro da alvenaria). Assim como no Residencial B, não foi especificada diferenciação na execução da laje de cobertura.

Foram previstos 4 locais para impermeabilizações: vigas e baldrame (pintura asfáltica elastomérica), pisos de banheiro e laje do térreo (pintura asfáltica e cristalizante), paredes do box (pintura asfáltica e cristalizante) e paredes em contato com o solo (pintura asfáltica elastomérica).

4.3.2. Vistoria

Foram vistoriados, além da parte externa e corredores, 14 apartamentos, sendo 3 do bloco 1, 5 no bloco 2, 4 do bloco 3 e 2 no bloco 4. Nas fachadas dos edifícios não foram encontradas fissuras aparentes, mas foi percebida uma descontinuidade de uma parede no bloco 3, próxima a uma das entradas do bloco (Figura 59). Na parte externa, também foram encontradas fissuras verticais na parte inferior dos blocos 3 e 4 (Figura 60).

Figura 59 - Descontinuidade em parede do bloco 3 (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Figura 60 - Fissuras inferiores nos blocos 3 e 4 (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Em relação às tubulações, foi construída uma parede de vedação para a passagem das tubulações hidro sanitárias, mas as tubulações de água que

abastecem as caixas d'água foram instaladas externamente, assim como as tubulações de água de chuva (Figura 61).

Figura 61 - Tubulações externas (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Ainda na parte externa, foi encontrada areia de obra junto a uma das paredes no bloco 2 (Figura 62) que estava sendo armazenada por um morador que estava reformando o apartamento. Este apartamento não pôde ser vistoriado devido ao desinteresse do morador em receber a visita. Esse material pode acumular água e causar danos à pintura e à alvenaria.

Figura 62 - Areia de obra acumulada (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Nos corredores dos edifícios foram encontradas fissuras e manchas de infiltração nas janelas (Figura 63), manchas de infiltrações em acendedores de lâmpadas (Figura 64) e fissuras acima das portas dos apartamentos (Figura 65).

Figura 63 - Manchas e fissuras em janelas dos corredores (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Figura 64 – Acendedores dos corredores (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Figura 65 - Fissuras acima das portas (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Os problemas encontrados e relatados pelos moradores no interior dos apartamentos foram: deslocamentos de revestimentos (Figura 66), fissuras em janelas (Figura 67) fissuras no teto (Figura 68), fissuras em cantos de paredes (Figura 69) e desnível incorreto no banheiro. Para o caimento incorreto do banheiro, a maioria dos moradores instalou box (Figura 70) para a água não seguir para fora do banheiro.

Figura 66 - Deslocamento de revestimento (Residencial C).



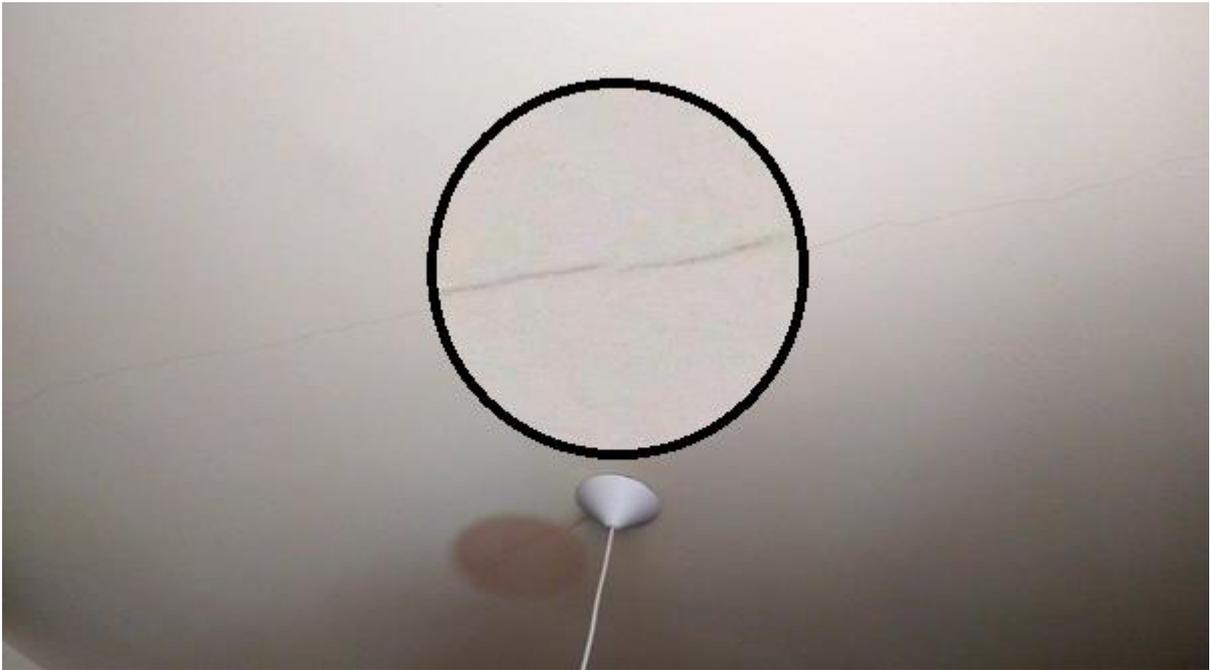
Fonte: Próprio autor.

Figura 67 - Fissuras em janelas (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Figura 68 - Fissuras no teto (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Figura 69 - Fissuras em cantos de paredes (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

Figura 70 - Box dos banheiros (Residencial C).



Fonte: Próprio autor.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os empreendimentos analisados possuem localização, área construída, número de edificações, unidades habitacionais e idades até a data da vistoria, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Informações gerais.

Empreendimento	Informações Gerais				
	Localização	Área construída	Número de edificações	Unidades Habitacionais	Idade
Residencial A	Região Leste de Belo Horizonte	1.513,55 m ²	2	28	18 meses
Residencial B	Região Sul de Belo Horizonte	1.582,45 m ²	2	30	29 meses
Residencial C	Região Sul de Belo Horizonte	3.919,17 m ²	4	76	19 meses

Fonte: Próprio autor.

As documentações dos 3 empreendimentos foram analisadas. As 8 edificações foram vistoriadas. Também foram disponibilizados, pelos moradores, 30 apartamentos dos 134 do total, sendo 10 do Residencial A, 6 do Residencial B e 16 do Residencial C.

5.1. Análise da documentação

Após a obtenção das informações, foram construídas tabelas para análise e comparação das informações dispostas, em cada aspecto.

5.1.1. Tipos de blocos

A Tabela 7 resume as informações disponíveis sobre os blocos estruturais utilizados nas construções dos edifícios nos residenciais. É percebido que no Residencial B não fica definido o tipo de bloco a ser utilizado (cerâmico ou de concreto). Também não são especificadas as dimensões de comprimento e altura dos blocos nos residenciais B e C, como foi definido no Residencial A.

Tabela 7 - Informações sobre blocos estruturais.

Aspecto	Informações disponíveis no memorial descritivo e nos projetos		
	Residencial A	Residencial B	Residencial C
Tipos de blocos utilizados	Blocos cerâmicos de 4,5 MPa (39x19x14cm).	Blocos cerâmicos ou de concreto de 4,5 MPa de resistência e 14 cm de largura.	Blocos cerâmicos de 4,5 MPa de resistência e 14 cm de largura.

Fonte: Próprio autor.

5.1.2. Espessura das juntas

A Tabela 8 resume as informações disponíveis sobre as espessuras das juntas. O Residencial A não informou as espessuras das juntas verticais e horizontais. O Residencial B prevê juntas com espessuras de tamanhos regulares e o Residencial C prevê juntas 50% acima do mínimo previsto na NBR 15270-2 (2017).

Tabela 8 - Informações sobre espessuras de juntas.

Aspecto	Informações disponíveis no memorial descritivo e nos projetos		
	Residencial A	Residencial B	Residencial C
Espessuras das juntas	Não informada.	Juntas verticais e horizontais de 10 mm, podendo variar entre 8 mm a 13 mm.	Juntas verticais e horizontais de 15 mm.

Fonte: Próprio autor.

5.1.3. Vergas e contra-vergas

A Tabela 9 resume as informações disponíveis sobre as contra-vergas. As prescrições para vergas e contra-vergas especificadas nos 3 residenciais foram distintas. O Residencial A prescreveu transpasses de 20 e 30 cm para vergas em portas e contra-vergas em janelas, respectivamente. O Residencial B não indicou o tamanho dos transpasses nem se seriam feitos nas portas e janelas. Já o Residencial C especificou transpasse de 30 cm em vergas, porém não mencionou contra-vergas.

Tabela 9 - Informações sobre vergas e contra-vergas.

Aspecto	Informações disponíveis no memorial descritivo e nos projetos		
	Residencial A	Residencial B	Residencial C
Vergas e contra vergas	Vergas pré-moldadas nas portas com transpasse de 20 cm e contra vergas nas janelas com canaletas “u” e transpasse de 30 cm.	Vergas e contra vergas com a largura do bloco.	Vergas com 30 cm de transpasse e contra vergas não citadas.

Fonte: Próprio autor.

5.1.4. Cintas de amarração

A Tabela 10 resume as informações disponíveis sobre as cintas de amarração. Os residenciais A e C prescreve cintas de amarração em todos os andares, porém não especifica seu tipo e sua forma de execução. Já o Residencial B especifica o tipo, porém não prevê que sejam executadas em todos os pavimentos.

Tabela 10 - Informações sobre cintas de amarração.

Aspecto	Informações disponíveis no memorial descritivo e nos projetos		
	Residencial A	Residencial B	Residencial C
Cintas de amarração	Cintas de amarração em cada andar na alvenaria externa, sem especificar como seriam executadas.	Cintas de amarração previstas com bloco canaleta, mas não especificada sua execução em todos os pavimentos.	Cintas de amarração são previstas em todos as alvenarias, na última fiada, porém sem especificação de como serão executadas.

Fonte: Próprio autor.

5.1.5. Espessura das paredes

De acordo com a NBR 15961-1:2011, as paredes devem ter espessuras mínimas de 14 cm. Todos os residenciais especificaram, em seus memoriais descritivos, paredes com espessuras mínimas de 15 centímetros.

5.1.6. Chapisco e emboço/reboco

Os residenciais A e B não prescreveram sobre chapisco e emboço/reboco. O Residencial C prescreveu para todas as paredes, porém não informou suas espessuras. A Tabela 11 demonstra essas informações.

Tabela 11 - Informações sobre Chapisco e emboço/reboco.

Aspecto	Informações disponíveis no memorial descritivo e nos projetos		
	Residencial A	Residencial B	Residencial C
Chapisco e emboço/reboco	Não informada.	Não informada.	Chapisco e emboço/reboco previstos em todas as paredes, porém, sem especificação de espessuras.

Fonte: Próprio autor.

5.1.7. Shafts

Os shafts foram previstos de diferentes formas nos residenciais. O Residencial A prescreveu shafts na parte externa da edificação, porém não foram representados nos desenhos das fachadas e nos cortes dos edifícios. O Residencial B planejou paredes de vedação, porém as instalações foram desenhadas na parte externa da edificação, mas não aparecem no desenho das fachadas. O Residencial C não prevê shafts no projeto arquitetônico, mas, no projeto hidráulico, as tubulações passam na parte interna dos apartamentos. O resumo dessas informações está demonstrado na Tabela 12.

Tabela 12 - Informações sobre Shafts.

Aspecto	Informações disponíveis no memorial descritivo e nos projetos		
	Residencial A	Residencial B	Residencial C
Shafts	Foram representados na parte externa da edificação, porém, eles não são localizados no desenho das fachadas e nos cortes dos edifícios.	Foram previstas paredes de vedação, porém, as instalações estão desenhadas na parte externa de edificação, apesar de não aparecerem no desenho das fachadas	Shafts não previstos nos projetos arquitetônico, porém há previsão de tubulações hidrossanitárias passando na parte interna dos apartamentos.

Fonte: Próprio autor.

5.1.8. Projeto de laje de cobertura

Apenas o Residencial A apresentou um projeto para laje de cobertura, especificando uma faixa de isopor de alta densidade juntamente com uma lona para apoio da última laje, para que a laje trabalhe solta, como mostra a Tabela 13.

Tabela 13 - Informações sobre projeto de lajes de cobertura.

Aspecto	Informações disponíveis no memorial descritivo e nos projetos		
	Residencial A	Residencial B	Residencial C
Projeto para laje de cobertura	Foi especificada uma faixa de isopor de alta densidade juntamente com uma lona para apoio da última laje, para garantir que a laje trabalhe solta.	Não informado.	Não informado.

Fonte: Próprio autor.

5.1.9. Tamanho dos vãos

Devido às limitações estruturais, é recomendado que os vãos das lajes não apresentem tamanhos superiores a 4 metros (ROMAN, 2002). Todos os residenciais especificaram, em seus projetos, vãos de lajes com tamanhos inferiores a 4 metros.

5.1.10. Impermeabilizações

Apenas o Residencial C apresentou uma prescrição para impermeabilizações. Essas foram previstas em vigas e baldrame, pisos de banheiro e laje do térreo, paredes do box e paredes em contato com o solo, como demonstra a Tabela 14.

Tabela 14 - Informações sobre impermeabilizações.

Aspecto	Informações disponíveis no memorial descritivo e nos projetos		
	Residencial A	Residencial B	Residencial C
Impermeabilizações	Não informadas.	Não informadas.	Foram previstas impermeabilizações em: vigas e baldrame, pisos de banheiro e laje do térreo, paredes do box e paredes em contato com o solo.

Fonte: Próprio autor.

5.2. Problemas nas edificações

Após as vistorias, foi possível detectar os principais problemas nas edificações: fissuras nas fachadas, fissuras verticais na parte inferior das edificações, tubulações externas expostas, manchas de infiltração nos corredores, fissuras entre portas e furos provenientes de antenas e fiações.

Os edifícios do Residencial B foram os mais problemáticos, apresentando todos os problemas citados. Já os edifícios do Residencial C foram os que apresentaram menos problemas. A Tabela 15 demonstra a presença e ausência desses problemas em cada edificação.

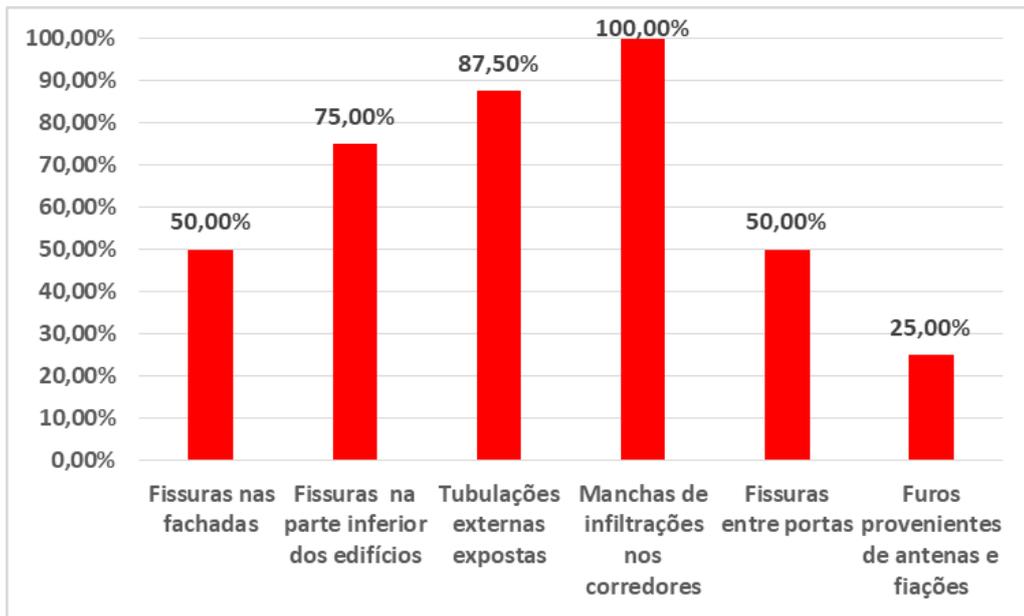
Tabela 15 - Problemas nas edificações.

Empreendimento e Edificações	Problemas encontrados e relatados nas edificações						
	Fissuras nas fachadas	Fissuras na parte inferior dos edifícios	Tubulações externas expostas	Manchas de infiltrações nos corredores	Fissuras entre portas	Furos provenientes de antenas e fiações	
Residencial A	A1	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
	A2	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
Residencial B	B1	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE
	B2	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE
Residencial C	C1	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
	C2	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
	C3	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
	C4	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: Próprio autor.

Com essas informações, foi possível identificar que todas as edificações apresentaram problemas com manchas de infiltrações nos corredores e apenas as edificações do Residencial B apresentaram problemas com furos provenientes de antenas e fiações. O gráfico da Figura 71 demonstra a frequência desses problemas nas edificações.

Figura 71 - Frequência dos problemas nas edificações.



Fonte: Próprio autor.

5.2.1. Fissuras nas fachadas

Foram encontradas fissuras de 3 tipos nas fachadas dos edifícios dos residenciais A e B: fissuras isoladas (horizontais e diagonais), fissuras em cantos inferiores de janelas (horizontais) e próximas das lajes de cobertura (horizontais). As fissuras isoladas tendem a ser problemas com a argamassa de revestimento (THOMAZ, 1989). As fissuras em cantos inferiores de janelas, apesar de não serem diagonais, indicam problemas de ausência ou tamanhos insuficientes de contra vergas (BAUER, 2007), principalmente nos edifícios do Residencial B, já que esse especificou transpasse do tamanho do bloco, inferior ao recomendado por Thomaz (2000). Em relação às fissuras próximas das lajes de cobertura, já era esperado que esse problema fosse encontrado no Residencial B, já que não foram especificados projetos para as lajes de cobertura. Porém, o Residencial A especificou, mas apresentou o problema, indicando uma má execução ou alternativa insuficiente de projeto, diferentemente do Residencial C, que, apesar de não especificar o projeto para a laje de cobertura, não apresentou o problema.

5.2.2. Fissuras na parte inferior dos edifícios

Foram encontradas fissuras típicas provocadas por infiltrações do solo em todos os edifícios dos residenciais A e B e em 2 dos 4 edifícios do Residencial C.

Era esperado que esses problemas ocorressem nos edifícios dos residenciais A e B, já que não foram especificadas impermeabilizações em seus projetos. O Residencial C fez essas especificações, mas ainda assim apresentou problemas desse tipo.

Esse tipo de fissura também foi encontrado em 27% dos edifícios vistoriados por Costa (2010) em sua pesquisa em empreendimentos de baixa renda na região metropolitana de Belo Horizonte, financiadas pelo PAR (Programa de Arrendamento Residencial).

5.2.3. Tubulações externas expostas

O problema com as tubulações nos edifícios também era previsto. Todos os residenciais possuíam incompatibilização nos projetos dos shafts, tornando o projeto confuso e indefinido. Apenas um edifício não apresentou tubulações expostas, porém suas tubulações foram cobertas por uma chapa metálica pintada da cor do edifício, uma solução aparentemente improvisada, já que não estava descrito em projeto.

5.2.4. Manchas de infiltrações nos corredores

Foram encontradas manchas de infiltrações nos corredores de todos os edifícios. Foi identificado nas vistorias que as janelas estavam mal instaladas e mal vedadas, permitindo a entrada de água de chuva. Os síndicos dos três residenciais afirmaram que, em época de chuvas, a água entra pela janela e escorre nas paredes. Não foram encontradas especificações, nos projetos, de beirais que impedem o acúmulo de água de chuva.

Esse tipo de problema é o um dos mais recorrentes em edificações em alvenaria estrutural. Costa (2010) e Antunes (2011) atribuíram as infiltrações como a causa da maioria das patologias encontradas em suas pesquisas.

5.2.5. Fissuras entre portas

Esse tipo de fissura tem direção horizontal, como mostrada nas Figuras 37 e 51, e foi encontrado em vários andares dos edifícios dos residenciais A e B. Essas fissuras podem ter surgido pela concentração de carga, rompendo a alvenaria na

argamassa, já que as fissuras são horizontais (THOMAZ, 1990). Problema similar foi encontrado em edifícios em alvenaria estrutural estudados por Sampaio (2010)

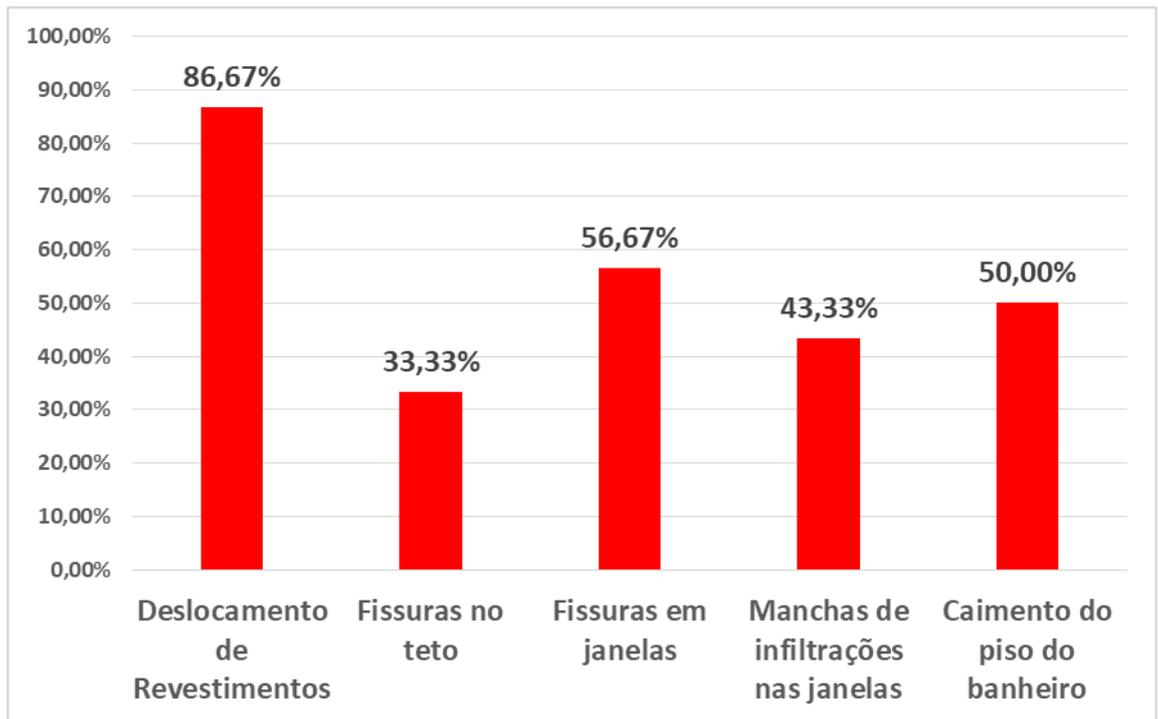
5.2.6. Furos provenientes de antenas e fiações

Esse problema foi encontrado em vários locais dos edifícios do Residencial B. A falta de local de instalação de antenas e locais para passar as fiações no interior da alvenaria, fez com que os moradores instalassem as antenas na parte externa da parede dos seus apartamentos. O caso mais grave em relação aos furos ocorreu em um dos edifícios onde foram instalados dois aparelhos de ar condicionado (Figura 46). Foram necessários 4 furos para a passagem das tubulações. Roman (1999) afirma que rasgos e furos devem ser evitados, pois, a seção resistente é reduzida, podendo comprometer a estrutura da edificação. Além dos furos, os aparelhos adicionam cargas na alvenaria que não foram previstas em projeto.

5.3. Problemas nos apartamentos

Após as vistorias nos apartamentos disponíveis, foi possível identificar os principais problemas nas edificações: deslocamento de revestimentos, fissuras no teto, fissuras em janelas, manchas de infiltrações nas janelas e caimento do piso do banheiro. Os edifícios apresentaram, de uma forma geral, uma elevada variação desses problemas, como mostra a Tabela 16. Não é notável uma uniformidade de manifestações características de todos os apartamentos. Porém, de todas os principais problemas, apenas as fissuras no teto não foram encontradas em todos os residenciais.

Dentre esses problemas, pode-se destacar o deslocamento de revestimentos, presente em todos os apartamentos dos residenciais A e C. Outros problemas a serem destacados são as fissurações e as manchas de infiltrações em janelas, presentes em apartamentos de quase todos os edifícios. O caimento do piso do banheiro também pode ser destacado, já que está presente em quase 100% dos apartamentos do Residencial C. O gráfico da Figura 72 demonstra a frequência desses problemas nos apartamentos de todos os residenciais.

Figura 72 - Problemas encontrados nos apartamentos.

Fonte: Próprio autor.

Tabela 16 - Problemas nos apartamentos.

Empreendimento e Edificação	Apt	Pav	Problemas encontrados e relatados					
			Deslocamento de Revestimentos	Fissuras no teto	Fissuras em janelas	Manchas de infiltrações nas janelas	Caimento do piso do banheiro	
Residencial A	A1	A1 - 1	1º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 2	2º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 3	2º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 4	3º	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
		A1 - 5	3º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 6	4º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 7	5º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 8	5º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
	A2	A2 - 1	3º	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A2 - 2	4º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
Residencial B	B1	B1 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
		B1 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
		B1 - 3	5º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE
	B2	B2 - 1	2º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
		B2 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		B2 - 3	5º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
Residencial C	C1	C1 - 1	2º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
		C1 - 2	4º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE
		C1 - 3	4º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
	C2	C2 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
		C2 - 2	2º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE
		C2 - 3	2º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
		C2 - 4	4º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
	C3	C2 - 5	5º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE
		C3 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
		C3 - 2	3º	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 3	4º	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
	C4	C3 - 4	5º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE
C4 - 1		1º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	
	C4 - 2	4º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	

Fonte: Próprio autor.

5.3.1. Deslocamento de revestimentos

Foram encontrados e/ou relatados problemas com deslocamento de revestimentos em 100% dos residenciais A e C. Apenas em um edifício, no

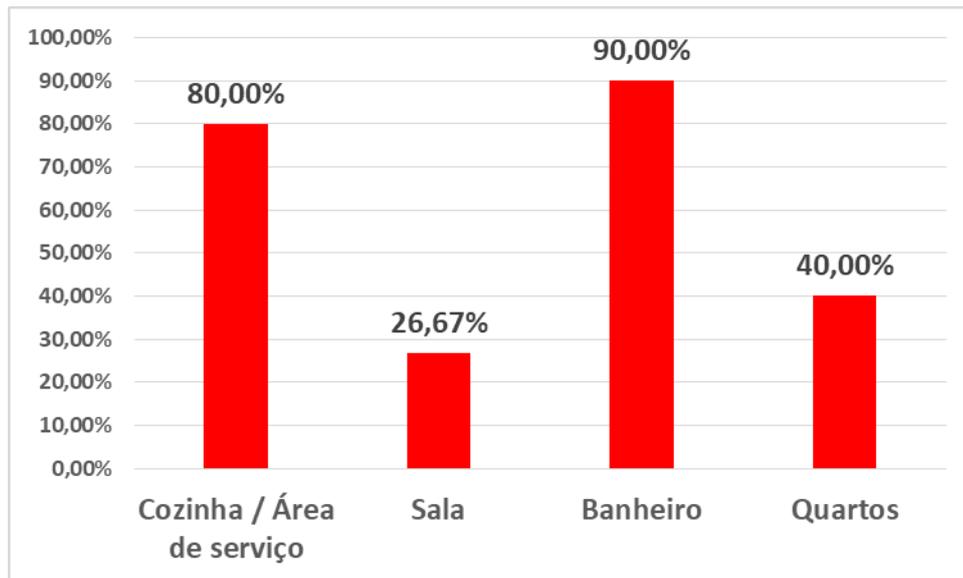
Residencial B, não foi encontrado esse problema. Os cômodos onde foram encontrados esses problemas estão informados na Tabela 17. Também pode ser vista a frequência onde ocorreram esses problemas nos cômodos (Figura 73).

Tabela 17 - Problemas de deslocamento de revestimentos.

Empreendimento e Edificação	Apt	Pav	Deslocamento de Revestimentos					
			Cozinha / Área de serviço	Sala	Banheiro	Quartos		
Residencial A	A1	A1 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	
		A1 - 2	2º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	
		A1 - 3	2º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	
		A1 - 4	3º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	
		A1 - 5	3º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	
		A1 - 6	4º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	
		A1 - 7	5º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	
		A1 - 8	5º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	
	A2	A2 - 1	3º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	
		A2 - 2	4º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	
	Residencial B	B1	B1 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
			B1 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
			B1 - 3	5º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		B2	B2 - 1	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
B2 - 2			3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	
B2 - 3			5º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	
Residencial C	C1	C1 - 1	2º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	
		C1 - 2	4º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	
		C1 - 3	4º	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	
	C2	C2 - 1	1º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	
		C2 - 2	2º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	
		C2 - 3	2º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	
		C2 - 4	4º	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	
		C2 - 5	5º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	
	C3	C3 - 1	1º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	
		C3 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	
		C3 - 3	4º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	
		C3 - 4	5º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	
	C4	C4 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	
		C4 - 2	4º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	

Fonte: Próprio autor.

Figura 73 - Frequência de deslocamento de revestimentos.



Fonte: Próprio autor.

Foi relatado pelos moradores que, após a troca dos revestimentos danificados, o problema não ressurgiu no revestimento novo, indicando um problema do material utilizado anteriormente ou do assentamento incorreto na etapa de construção.

5.3.2. Fissuras no teto

As fissuras no teto encontradas nos apartamentos (33,33% dos apartamentos) estão presentes apenas na sala e nos quartos, onde estão os maiores vãos. Em todos os apartamentos que apresentaram esse problema, as fissuras encontram-se tanto no quarto quanto na sala. Porém elas têm características em comum, partem da abertura onde está a lâmpada e não chegam até o encontro com a parede. Portanto, pode-se inferir que há indicação de problemas no revestimento, o que não apresenta risco, mas causa desconforto aos usuários. Esse tipo de fissura foi encontrado por Antunes (2011) em todos os empreendimentos avaliados em sua pesquisa, que atribuiu esse problema a pequena espessura do cobrimento dos eletrodutos.

5.3.3. Fissuras em janelas

Esse tipo de problema foi observado nos cantos superiores e inferiores das janelas da área de serviço, do banheiro, do quarto e da sala dos apartamentos. A

Tabela 18 e 19 demonstra em quais janelas foram encontradas as fissuras e os locais das fissuras nessas janelas. A frequência da presença das fissuras em janelas por cômodo está ilustrada na Figura 74.

Tabela 18 - Fissuras em janelas (área de serviço e banheiro).

Empreendimento e Edificação	Apt	Pav	Fissuras em janelas - Áreas de serviço		Fissuras em janelas - Banheiros		
			Cantos inferiores	Cantos superiores	Cantos inferiores	Cantos superiores	
Residencial A	A1	A1 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 2	2º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 3	2º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 4	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 5	3º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 6	4º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 7	5º	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE
		A1 - 8	5º	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
	A2	A2 - 1	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A2 - 2	4º	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE
Residencial B	B1	B1 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		B1 - 2	3º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		B1 - 3	5º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
	B2	B2 - 1	2º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
		B2 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		B2 - 3	5º	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
Residencial C	C1	C1 - 1	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C1 - 2	4º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		C1 - 3	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
	C2	C2 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 2	2º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		C2 - 3	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 4	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 5	5º	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE
	C3	C3 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 3	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 4	5º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
C4	C4 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	
	C4 - 2	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	

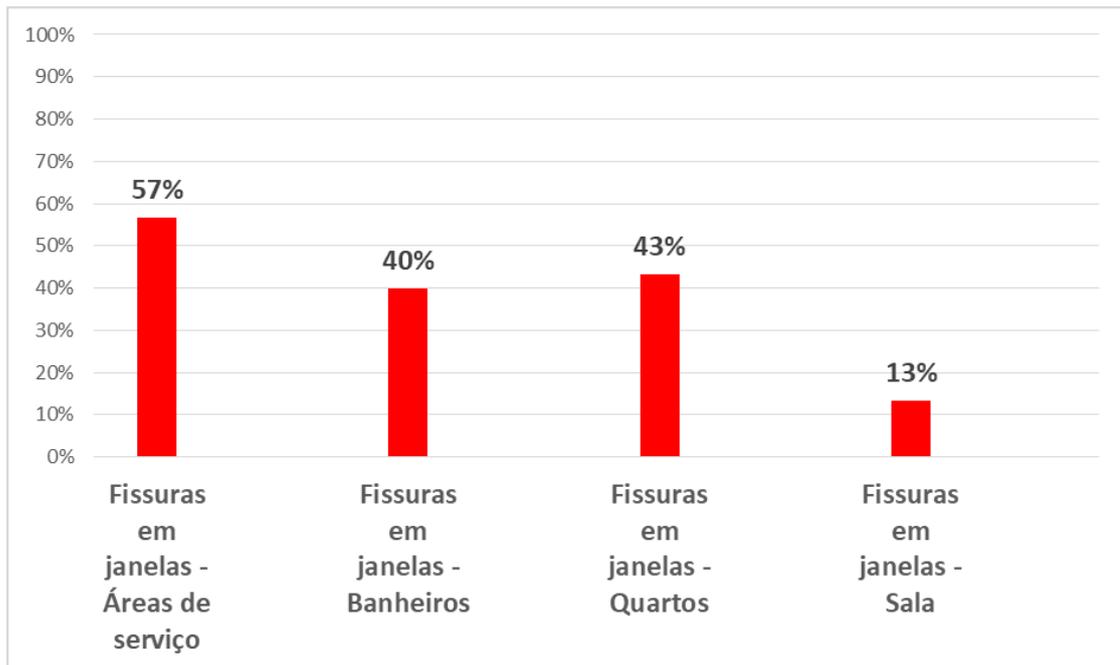
Fonte: Próprio autor.

Tabela 19 - Fissuras em janelas (quartos e sala).

Empreendimento e Edificação	Apt	Pav	Fissuras em janelas - Quartos		Fissuras em janelas - Sala		
			Cantos inferiores	Cantos superiores	Cantos inferiores	Cantos superiores	
Residencial A	A1	A1 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 2	2º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 3	2º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 4	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 5	3º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 6	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 7	5º	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 8	5º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
	A2	A2 - 1	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A2 - 2	4º	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
Residencial B	B1	B1 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		B1 - 2	3º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		B1 - 3	5º	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
	B2	B2 - 1	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		B2 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		B2 - 3	5º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Residencial C	C1	C1 - 1	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C1 - 2	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE
		C1 - 3	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
	C2	C2 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 2	2º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		C2 - 3	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 4	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 5	5º	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
	C3	C3 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 3	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 4	5º	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE
	C4	C4 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C4 - 2	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: Próprio autor.

Figura 74 - Frequência das fissuras em janelas.



Fonte: Próprio autor.

O aparecimento de fissuras nas janelas pôde ser previsto. As ausentes ou incompletas especificações de vergas e contra vergas indica que esses componentes podem não ter sido executados ou executados erroneamente, concentrando as cargas nos cantos das janelas e, conseqüentemente, surgindo o problema (THOMAZ, 2000).

Essas fissuras são encontradas em várias pesquisas em empreendimentos em alvenaria estrutural. Costa (2010), Antunes (2011), Richter (2006) e Alexandre (2008) também encontraram esse problema na maioria dos empreendimentos estudados por eles, que são, em sua maioria, para pessoas de baixa renda.

5.3.4. Manchas de infiltrações nas fissuras das janelas

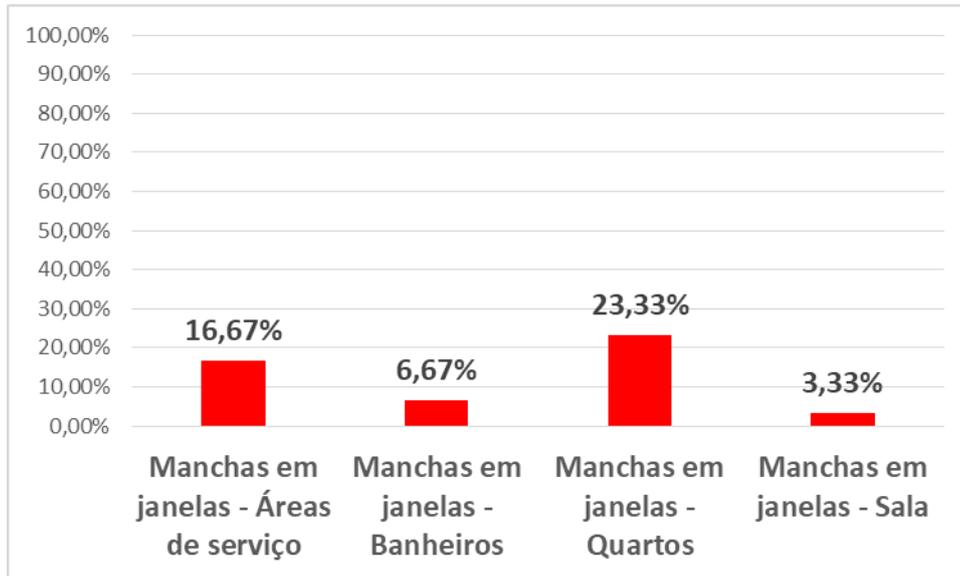
As manchas de infiltrações não foram encontradas em todas as fissuras das janelas. As vistorias ocorreram em uma data pertencente a um período de estiagem, sendo que no período de chuvas as infiltrações podem ocorrer nas fissuras onde não apresentam essas manchas. No Residencial C não foram apresentados tantos problemas com esse tipo de mancha, uma vez que a quantidade de fissuras identificadas também foi menor, onde apenas 2 apartamentos apresentaram esse tipo de problema nesse Residencial. Já nos residenciais A e B, apenas 2

apartamentos dos 13 que apresentaram fissuras nas janelas não apresentaram manchas de infiltrações em alguma das fissuras. A Tabela 20 demonstra a localidade das janelas com as manchas de infiltrações nas fissuras. O gráfico da Figura 74 demonstra a frequência de presença dessas manchas nos cômodos.

Tabela 20 - Manchas de infiltrações nas fissuras das janelas.

Empreendimento e Edificação	Apt	Pav	Manchas de infiltrações nas fissuras das janelas				
			Manchas em janelas - Áreas de serviço	Manchas em janelas - Banheiros	Manchas em janelas - Quartos	Manchas em janelas - Sala	
Residencial A	A1	A1 - 1	1º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 2	2º	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE
		A1 - 3	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 4	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 5	3º	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 6	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A1 - 7	5º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		A1 - 8	5º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
	A2	A2 - 1	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		A2 - 2	4º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
Residencial B	B1	B1 - 1	1º	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE
		B1 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
		B1 - 3	5º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
	B2	B2 - 1	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		B2 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		B2 - 3	5º	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
Residencial C	C1	C1 - 1	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C1 - 2	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C1 - 3	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
	C2	C2 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 2	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 3	2º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 4	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C2 - 5	5º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
	C3	C3 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 2	3º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 3	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C3 - 4	5º	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE
	C4	C4 - 1	1º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
		C4 - 2	4º	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: Próprio autor.

Tabela 21 – Frequência das manchas de infiltrações nas janelas.

Fonte: Próprio autor.

5.3.5. Caimento do piso do banheiro

O desnível incorreto no piso do banheiro foi um problema apresentado em 92,8% dos apartamentos do Residencial C (apenas 1 apartamento não apresentou esse problema). Nos residenciais A e B, apenas 1 apartamento em cada residencial apresentou o problema. Esse desnível ocasiona a fuga da água do banheiro para a porta, sentido contrário ao ralo, molhando áreas indesejáveis do banheiro e até da sala. A falta de experiência do profissional que regularizou o piso e assentou os revestimentos pode ter sido a responsável por esse problema, já que o caimento do piso para o ralo em áreas molhadas é uma questão básica para esse tipo de profissional.

6. CONCLUSÃO

Após análise dos resultados obtidos a partir das informações colhidas nas documentações dos empreendimentos e nas vistorias nos residenciais, foi possível atingir o objetivo, qual seja, avaliar as manifestações patológicas em edifícios construídos em alvenaria estrutural. Foram quantificados os problemas encontrados nas edificações e no interior de vários apartamentos e, junto à documentação, foram deduzidas as causas para o surgimento desses problemas.

Na fase de análise da documentação, houve dificuldade devido à ausência do projeto estrutural dos empreendimentos. Porém, alguns aspectos importantes foram possíveis ser analisados, como a falta de cuidado nas especificações dos materiais, dos procedimentos de construção, do projeto hidráulico, da laje de cobertura e das impermeabilizações. O resultado do mal planejamento das obras pode ser o responsável por grande parte dos problemas das obras de alvenaria estrutural, assim como nas obras tradicionais. Segundo Helene (2003), em obras civis de concreto armado, 40% das manifestações patológicas tem origens na etapa de projeto e planejamento.

Apesar dos empreendimentos serem relativamente novos (menos de 3 anos), foi possível identificar uma quantidade significativa de manifestações patológicas. Alguns dos problemas poderiam ser previstas, devido à falta de preocupação nas especificações na documentação, tais como: as fissuras decorrentes de infiltrações do solo, as fissuras e manchas em janelas e as tubulações externas expostas. Outros problemas encontrados foram atribuídos à mão de obra ou aos materiais empregados, como: as fissuras nas fachadas, entre as portas e no teto, as manchas de infiltrações nos corredores, o deslocamento dos revestimentos e o caimento do piso dos banheiros. Foram encontrados, ainda, furos provenientes da instalação de antenas e fiações, problema que pode gerar consequências graves, causado pelo mal-uso da edificação pelos moradores.

Diante disso, pode-se dizer que, para evitar ou minimizar esses problemas, é importante que a documentação (memorial descritivo e projetos) apresentem especificações bem definidas para que exista um planejamento adequado, facilitando a execução da obra. Também é necessário que a mão de obra seja mais

qualificada e os materiais sejam melhor selecionados. Além disso, é imprescindível que os usuários estejam cientes da importância em preservar as paredes dos edifícios, garantindo o funcionamento adequado da estrutura e prevenindo algum problema estrutural futuro.

Contudo, não foram identificadas manifestações patológicas que possam, no momento, comprometer a estrutura das edificações. Porém, os problemas encontrados geram transtornos aos usuários, que precisam acionar as construtoras para reparar os problemas e minimizar o desconforto. Segundo os moradores, as construtoras estão fazendo alguns reparos, porém após muitas reclamações e notificações da financiadora da obra.

Esses problemas foram relatados em nas pesquisas de Richter (2006), Alexandre (2008), Costa (2010), Sampaio (2010) e Antunes (2011) realizados em edificações em alvenaria estrutural e são considerados básicos e de fácil solução ou prevenção. Além disso, por serem financiados pela CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, através de programas do governo, os empreendimentos passam por uma avaliação da instituição financeira. Mesmo apresentando documentação insuficiente ou imprópria, as obras são aprovadas e entregues com deficiências. Os empreendimentos estudados nesse trabalho pertencem ao faixa 1 do programa “Minha Casa Minha Vida” do governo federal, que contemplam população de menor renda. Seria interessante a realização de um estudo semelhante em empreendimentos de outras faixas (para população de maior renda) para verificar se existe relação de qualidade dos empreendimentos com o público alvo. Ou seja, se a qualidade das moradias do faixa 1 é baixa por serem destinadas a pessoas de baixa renda.

7. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural*. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – requisitos*. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15270-2: Componentes cerâmicos. Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - terminologia e requisitos*. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15961-1 Alvenaria Estrutural – Blocos de concreto Parte 1: Projeto*. Rio de Janeiro, 2011.
- ALEXANDRE, I. F. *Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.
- ANTUNES, E. G. P. *Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011.
- BAUER, R. J. F. *Patologias em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto*. *Revista Prima-Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural*, São Paulo–13ª Edição, 2007.
- BERTOLINI, L. *Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção*. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- BURIN, E.; DANIEL, E.; FIGUEIREDO, F. F.; MOURÃO, I. C. S.; SANTOS, M. S. *Vistorias na construção civil: conceitos e métodos*. São Paulo: Pini, 2009.
- CÁNOVAS, M. F. *Patologia e terapia do concreto armado*. São Paulo: Pini, 1988.
- CAPUZZO NETO, V. *Estudo teórico e experimental da interação de paredes de alvenaria estrutural submetidas a ações verticais*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2000.
- CARVALHO, E. S. *Alvenaria Estrutural*. *Revista téchne*, Edição 165, dezembro de 2010.
- CHING, F. DK; JARZOMBK, M. M.; PRAKASH, V. *A global history of architecture*. John Wiley & Sons, 2010.
- COÊLHO, R. S. A. *Alvenaria estrutural*. São Luis: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, 1998.

- CORRÊA, M. R. S.; RAMALHO, M. A. Fissuras em paredes de alvenaria estrutural sob lajes de cobertura de edifícios. *Cadernos de Engenharia de Estruturas*, v. 14, n. 62, p. 71-80, 2013.
- CORRÊA, M. R. S.; RAMALHO, M. A. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. *São Paulo: Editora PINI, 2003.*
- CORTÉS, L. Caixa anuncia investimentos de R\$ 93 bilhões em crédito imobiliário até o final do ano. *Revista Construção Mercado*. 5 de Setembro de 2016.
- COSTA, A. O. *Patologia nas edificações do PAR, construídas com alvenaria estrutural na região metropolitana de Belo Horizonte*. Dissertação (pós-graduação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- CURTIN, W. G.; SHAW, G.; BECK, J. K.; BRAY, W. A. *Structural masonry designers' manual*. John Wiley & Sons, 2008.
- DIAS, A. M.; MORAVIA, W. G.; BAHIA, A. S. O.; FERREIRA, M. J. S. Análise da Ocorrência de Lixiviação, Eflorescência e Carbonatação em Unidade Residencial - Estudo de Caso. *In: 58º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2016*, 2016, Belo Horizonte. CBC2016, 2016.
- DRYSDALE, R. G.; HAMID, A. A.; BAKER, L. R. *Masonry structures: behavior and design*. Prentice Hall, 1994.
- FLETCHER, B. *A history of architecture on the comparative method*. Londres, 1931.
- GOMIDE, T. L. F.; FAGUNDES NETO, J. C. P; GULLO M. A. Inspeção predial total - diretrizes e laudos no enfoque da qualidade total e da engenharia diagnóstica. *2ª ed. São Paulo: Pini, 2014.*
- GOMIDE, T. L. F.; PUJADAS, F. Z. A.; FAGUNDES NETO, J. C. P. Técnicas de inspeção e manutenção predial. *São Paulo: Pini, 2006.*
- GRIMM, C.T. *Masonry Cracks: Cause, Prevention and Repair*. Masonry International, BMB, v. 10, n.3, p.66-76, 1988.
- HELENE, P.; FIGUEIREDO, E. P. *Introducción. In: Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón: reparación, refuerzo y protección*. CYTED – XV-F. 2003.
- HENDRY, A. W.; KHALAF, F. M. *Masonry wall construction*. CRC Press, 2010.
- IBAPE– Instituto Nacional de Avaliações e Perícias de Engenharia. *Norma de Inspeção Predial Nacional*. São Paulo, 2012.
- IBGE. *Emprego e salário das empresas de construção, segundo as divisões, os grupos e as classes de atividades – Brasil – 2010*. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Industria_da_Construcao/Pesquisa_Anual_da_Industria_da_Construcao/2010/tabela3.pdf>. Acesso em: 15 de Setembro de 2016. Pesquisa anual da indústria da construção, 2010.

IBGE. *Emprego e salário das empresas de construção, segundo as divisões, os grupos e as classes de atividades – Brasil – 2014*. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Industria_da_Construcao/Pesquisa_Anual_da_Industria_da_Construcao/>. Acesso em: 15 de Setembro de 2016. Pesquisa anual da indústria da construção, 2014.

ISAIA, G. C. *Concreto: Ciência e Tecnologia*. São Paulo: IBRACON, v. 1, 2011.

LIMA, S. M. Z. *Efeito de defeitos construtivos no comportamento e resistência à compressão de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, CEFET-MG. 2009.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. *Concreto: microestrutura, propriedades e materiais*. Ibracon, 2008.

MACDONALD, A. *Structural design for architecture*. Architectural Press, 1997.

NAKAMURA, J. A redescoberta da alvenaria estrutural. *Revista téchne*, Edição 75, junho de 2003.

NARENDRA, T. *Design of Reinforced Masonry Structures*. 2nd Edition. 2010.

PARSEKIAN, G. A. Edificações em Alvenaria Estrutural: prática, pesquisa e desafios. *Concreto e Construções*. São Paulo, v. 76, out-dez. 2014.

PARSEKIAN, G. A.; HAMID, A. A.; DRYSDALE, R. G. Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural. *São Carlos: EdUFSCar*, 2012.

PIRES, L. F. *Fomentar a Indústria da Construção é investir no desenvolvimento do Brasil*. Disponível em: <<http://www.sinduscon-mg.org.br/index.php/imprensa/artigo/ver/fomentar-a-industria-da-construcao-e-investir-no-desenvolvimento-do-brasil-2113/>>. Acesso em: 15 de Setembro de 2016. Sinduscon-MG, 2014.

RICHTER, C.; FORMOSO, C. T.; MASUERO, Â. B. *Análise de manifestações patológicas de alvenaria estrutural em empreendimentos habitacionais de baixa renda*. A Construção do Futuro. XI Encontro Nacional de Tecnologia na Ambiente Construído. Florianópolis. 2006.

RIPPER, E. *Como evitar erros na construção*. 3. Ed. São Paulo: Pini, 1996.

ROMAN, H. R et al. *Manual de Análise de Alvenaria Estrutural da Caixa Econômica Federal*. Florianópolis: NPC (Núcleo de Pesquisa em Construção Universidade Federal de Santa Catarina); GDA (Grupo de Desenvolvimento de Sistemas de Alvenaria Universidade Federal de Santa Catarina) e FEESC (Fundação de Ensino de Engenharia em Santa Catarina), 2002.

ROMAN, H. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. *Construindo em alvenaria estrutural*. Editora da UFSC, 1999.

SAMPAIO, M. B. *Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural*. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010.

SANTOS, F. A. *Efeito do não-preenchimento de juntas verticais no desempenho de edifícios de alvenaria estrutural*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. São Paulo: Pini, 1998.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. *Alvenaria estrutural*. São Paulo: Pini, 2010.

THOMAZ, E. In: *Manual Técnico de Alvenaria. Patologia*. ABCI - Associação Brasileira da Construção Industrializada, 1. ed. São Paulo, 1990.

THOMAZ, E. *Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação*. São Paulo, 1989. Pini, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1989.

THOMAZ, E.; HELENE, P. Qualidade no Projeto e na Execução de Alvenaria Estrutural e de Alvenaria de Vedação em Edifícios. *São Paulo: EPUSP*, p. 74605-220, 2000.

VERÇOZA, E. J. *Patologia das edificações*. Porto Alegre: Ed. Sagra, 1991.

APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE ANÁLISE DA MANIFESTAÇÃO

ANÁLISE DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	
INFORMAÇÕES DA EDIFICAÇÃO	
Edificação:	
Vistoriador:	
MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA ANALISADA	
Tipo de manifestação (fissura, eflorescência, infiltração e deslocamento de revestimentos)	Localização
REGISTRO FOTOGRÁFICO	
OUTRAS INFORMAÇÕES E DADOS COLETADAS	
CONCLUSÕES	
CAUSAS:	
ORIGENS:	
POSSÍVEIS MEDIDAS DE PREVENÇÃO:	