

**UNIFAAT – CENTRO UNIVERSITÁRIO
ENGENHARIA CIVIL**

**IARA RÉGIA TEIXEIRA DE SOUZA
JANAÍNA MACHADO DE SOUZA
PEDRO PAULO MIRANDA CARVALHO
THAINARA LAIS PASCHOAL**

ESTUDOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES

ATIBAIA – SP

2018

**IARA RÉGIA TEIXEIRA DE SOUZA
JANAÍNA MACHADO DE SOUZA
PEDRO PAULO MIRANDA CARVALHO
THAINARA LAIS PASCHOAL**

ESTUDOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil pela UNIFAAT, sob orientação da professora Carolina Alvares Camillo Raymundo.

ATIBAIA – SP

2018

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente aos nossos pais que nos ajudaram em todo o caminho até aqui, e contribuíram para concluirmos mais esta etapa de nossas vidas. Aos nossos irmãos, filhos, namorados e cônjuges que ficaram sempre ao nosso lado, suportando o estresse das semanas de provas e dando todo o apoio necessário durante todo o curso e não mediram esforços para que pudéssemos realizar este sonho.

Somos gratos a todos os professores com quem tivemos o privilégio de estar e que contribuíram de forma significativa para nosso conhecimento e crescimento, em especial a professora Carolina Camillo que nos orientou com dedicação e paciência.

A todos os colegas e amigos que nos acompanharam durante toda a graduação, que continuaram torcendo por nós mesmo sendo dispensados em nome das inúmeras horas de trabalho e estudo.

Agradecemos aos colaboradores e engenheiros que tornaram possível a realização do presente trabalho, nos acompanhando em visitas técnicas e fornecendo as informações e dados necessários para que pudéssemos concluir a pesquisa.

E agradecemos infinitamente a Deus que nos abençoou e jamais permitiu que desistíssemos mesmo diante as dificuldades, nos fortalecendo sempre.

RESUMO

Com o intuito de analisar e identificar os métodos construtivos das edificações nos tempos atuais e também de edificações mais antigas, este trabalho tem como foco a apresentação de algumas manifestações patológicas, tanto em estruturas de concreto armado como também em estruturas em alvenaria estrutural. Tal análise visa um entendimento melhor de como essas manifestações patológicas surgem e qual o método mais adequado para reparo. Com diversos meios de tratamento das patologias existentes disponíveis, este trabalho comenta alguns desses métodos de reparo. Foram realizados estudos de casos específicos no tocante a concreto armado, alvenaria estrutural, fachadas e também em pinturas, com isso é possível ter uma análise mais sólida de como tais manifestações patológicas influenciam na edificação como um todo. Com embasamento nas pesquisas feitas sobre manifestações patológicas, foram diagnosticadas as principais causas e possíveis soluções para as edificações em estudo.

Palavras-chave: Manifestações patológicas, estruturas, diagnóstico.

ABSTRACT

In order to analyze and identify the constructive methods of buildings in present times and old buildings too, this work focuses on showing some pathological manifestations, in reinforced concrete structures, as well as in structural masonry. Such analysis aims to understand better how these pathological manifestations appear and shows the most appropriate repair method. Since there are many treatments that are available, this work comments on some of these repair methods. Some specific case studies were conducted about reinforced concrete, structural masonry, façade, and also in paintings, these cases allow a solid analysis, as these pathological manifestations influence in the buildings as a whole. Based in a research done about pathological manifestations, this work diagnoses the main causes and possible solutions for buildings.

Keywords: Pathological manifestations, structures, diagnosis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pórtico de um edifício em alvenaria estrutural	18
Figura 2 - Alvenaria não-armada.....	19
Figura 3 - Alvenaria armada	20
Figura 4 - Alvenaria protendida	21
Figura 5 - Diferentes tipos de fissuras devido ao recalque diferencial.....	23
Figura 6 - Rupturas das paredes.....	24
Figura 7 - Fissura horizontal por movimentação da laje	25
Figura 8 - Fissura horizontal originada da dilatação da cobertura	27
Figura 9 - Fissura horizontal em toda extensão das paredes	27
Figura 10 - Fissura entre parede cerâmica e laje de concreto	28
Figura 11 - Fissura vertical causada pela retração com blocos de concreto...29	
Figura 12 - Fissuras básicas em alvenaria	30
Figura 13 - Juntas de contração e retração.....	31
Figura 14 - Juntas de expansão.....	32
Figura 15 - Junta horizontal	33
Figura 16 - Fluxograma geral de análise patológica em uma estrutura.....	35
Figura 17 - Comparação entre diferentes detalhamentos de armadura	38
Figura 18 - Deslocamento de solo próximo a edificações	40
Figura 19 - Fissuras horizontais	48
Figura 20 - Fissuras Mapeadas.....	49
Figura 21 - Arte rupestre encontrada no interior de cavernas da Indonésia ...51	
Figura 22 - Planta em mancha da residência.....	64
Figura 23 - Planta baixa da edícula.....	65
Figura 24 - Comparação de fissura em platibanda e laje	66
Figura 25 - Trincas nas paredes 10 e 11	66
Figura 26 - Trincas nas paredes 3 e 10	67
Figura 27 - Descolamento do revestimento da parede 10.....	68
Figura 28 - Trincas e fissuras na parede 2	69
Figura 29 - Trincas e fissuras na parede 7	70
Figura 30 - Vértice das paredes 11 e 4 com fissuras laterais e horizontais70	
Figura 31 - Trincas perpendiculares ao sentido da força e paralela ao comprimento da laje	71

Figura 32 - Efeitos de cargas horizontais nos vãos e caixilhos.....	72
Figura 33 - Muro encostado na lateral esquerda da edificação estudada	73
Figura 34 - Planta baixa do empreendimento com destaque nos condomínios estudados.....	75
Figura 35 - Vista geral do condomínio 1	76
Figura 36 - Planta do pavimento	77
Figura 37 - Planta do apartamento enumerada.....	77
Figura 38 - Fissura horizontal	78
Figura 39 - Fissura horizontal na parede 3.....	79
Figura 40 - Fissura horizontal na parede 13.....	80
Figura 41 - Fissura vertical na parede 12	81
Figura 42 - Fissura vertical na parede 12	82
Figura 43 - Fissura devido a variação de temperatura	83
Figura 44 - Recalque diferencial.....	83
Figura 45 - Fissura diagonal ao lado do vão da janela	84
Figura 46 - Fissura diagonal ao lado do vão da janela	85
Figura 47 - Fissura diagonal ao lado do vão da janela	86
Figura 48 - Aplicação de selante acrílico na fissura.....	87
Figura 49 - Selante acrílico.....	88
Figura 50 - Vista geral do condomínio 2	89
Figura 51 - Posição dos corpos de prova segundo NBR 13528/2010.....	90
Figura 52 - Colocação das pastilhas de teste	91
Figura 53 - Delimitação do corte	92
Figura 54 - Teste de arrancamento.....	92
Figura 55 - Formas de ruptura.....	93
Figura 56 - Corpos de prova após o ensaio	94
Figura 57 - Tratamento de fissuras	95
Figura 58 - Fissuras	95
Figura 59 - Fissuras	96
Figura 60 - Fissuras	96
Figura 61 - Fissuras	97
Figura 62 - Parede 1 com manchas e erupções	98
Figura 63 - Detalhe do Empolamento	99
Figura 64 - Parede 2 com manchas e destacamento de tinta.....	100

Figura 65 - Detalhe do destacamento de tinta	100
Figura 66 - Destacamento de tinta em outro ponto.....	101
Figura 67 - Parede 2 com manchas esbranquiçadas	101
Figura 68 - Eflorescência.....	102
Figura 69 - Parede externa do prédio JK.....	103
Figura 70 - Parede externa do prédio JK com manchas de bolor	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variação dimensional dos materiais.....	26
Tabela 2 - Classes de agressividade ambiental.....	42
Tabela 3 - Classificação das argamassas	45
Tabela 4 - Tipos de fissuras	48
Tabela 5 - Patologia, causas e reparação	55
Tabela 6 - Patologia, causas e reparação	56
Tabela 7 - Patologia, causas e reparação	57
Tabela 8 - Patologia, causas e reparação	58
Tabela 9 - Patologia, causas e reparação	59
Tabela 10 - Patologia, causas e reparação	60
Tabela 11 - Patologia, causas e reparação	61
Tabela 12 - Patologia, causas e reparação	62
Tabela 13 - Valores aceitos NBR 13749:13	90
Tabela 14 - Apresentação de resultados	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT NBR	Associação Brasileira de Normas Técnicas
UNIFAAT	Centro Universitário UNIFAAT

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Origem das manifestações patológicas.....	36
Gráfico 2 - Decréscimo da resistência à compressão com o aumento do fator água/cimento	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1.JUSTIFICATIVA.....	14
1.2.OBJETIVOS.....	14
1.3.METODOLOGIA.....	15
2. DESENVOLVIMENTO	16
2.1. ALVENARIA ESTRUTURAL.....	16
2.1.1. Manifestações Patológicas	21
2.1.2. Fissuras causadas por excessivo carregamento de compressão	23
2.1.3. Fissuras causadas por variações de temperatura	25
2.1.4. Fissuras causadas por retração	28
2.1.5. Fissuras causadas por detalhes construtivos incorretos	29
2.1.6. Medidas preventivas	30
2.1.6.1 Juntas de contração ou retração	31
2.1.6.2. Juntas de Expansão	32
2.1.6.3. Juntas horizontais ou deslizantes	33
2.2. CONCRETO ARMADO	33
2.2.1. Diagnóstico	36
2.2.2. Manifestações patológicas devido à etapa de concepção (projeto)	37
2.2.3. Manifestações patológicas devido à etapa de execução (construção)	39
2.2.4. Manifestações patológicas devido aos materiais	40
2.2.5. Manifestações patológicas devido à utilização (manutenção) 42	
2.2.6. Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado	43

2.3. ARGAMASSA DE REVESTIMENTO	44
2.3.1. Manifestações Patológicas em Fachadas	47
2.4. REVESTIMENTO DE PINTURA	51
2.4.1. Manifestações Patológicas em Pintura.....	53
3. ESTUDO DE CASO.....	63
3.1. ESTUDO DE CASO 1	63
3.1.1. Descrição da obra	63
3.1.2. Manifestações patológicas na edificação	65
3.2. ESTUDO DE CASO 2	74
3.2.1. Descrição da Obra	74
3.2.2. Manifestações patológicas em alvenaria estrutural	75
3.2.3. Manifestações patológicas em fachadas	88
3.3. ESTUDO DE CASO 3	97
3.3.1. Descrição da obra	97
3.3.2. Manifestações patológicas em revestimento de pintura	98
3.4. ANÁLISE CRÍTICA DOS ESTUDOS DE CASO	104
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico na área da construção civil é possível alcançar vãos e alturas maiores nas construções, porém o mau dimensionamento ou erros cometidos na execução dessas construções podem ser a ruína de uma edificação. Atualmente, muitas construções apresentam manifestações patológicas provenientes das diversas etapas da construção, e não são apenas construções antigas que vêm apresentando problemas, as manifestações podem ser notadas em construções novas e até mesmo construções ainda não utilizadas. Para que esses problemas possam ser sanados, e serem evitados em construções futuras é necessário aprender com os erros cometidos, de forma que um importantíssimo campo da engenharia civil é o estudo das manifestações patológicas nas edificações.

As manifestações patológicas podem ser observadas nos diversos métodos construtivos e diferentes fases da obra. Com base nos métodos mais utilizados atualmente é possível, com a devida observação e análise técnica identificar a causa do problema e propor soluções.

As construções de concreto armado são amplamente exploradas no Brasil, de forma que detêm o título de método construtivo mais utilizado, porém a alvenaria estrutural vem ganhando espaço no mercado com um método mais limpo e racionalizado. Sendo ambos amplamente utilizados, são alvos de estudo das problemáticas encontradas em muitas edificações, onde são abordadas as causas, efeito e soluções que podem ser apresentadas. Uma vez que as diversas etapas da obra podem apresentar problemas, um estudo que abrange todas elas faz se necessário para a completa compreensão dos problemas. As fases de elaboração do projeto, execução da construção e acabamento, argamassa e pintura, são as principais etapas que, se executadas de forma errônea, podem acarretar em danos sérios para a edificação.

Os estudos de manifestações patológicas das edificações têm grande relevância para o cenário da construção atual, podendo alertar e evitar erros já cometidos anteriormente, mostrando as consequências de uma negligência no processo, e também apresentando soluções para problemas que já não podem mais ser evitados.

Na elaboração deste trabalho foi realizada uma revisão da bibliografia existente sobre o tema, abordando os métodos construtivos e os possíveis tipos de manifestações patológicas, além de estudos de casos, onde foram comparadas as manifestações encontradas nas edificações com o conteúdo literário, a fim de determinar as causas e propor soluções para a problemática existente.

1.1. JUSTIFICATIVA

O trabalho é justificado devido ao grande número de manifestações patológicas encontradas na maioria das obras, visto que com o devido senso e orientação a maioria desses erros poderia ser evitada. Mesmo atualmente, com o auxílio da tecnologia, construções cada vez mais novas apresentam manifestações patológicas.

O presente trabalho justifica-se também devido ao fato da inexistência de estudos de casos voltados para as manifestações patológicas nas diversas estruturas, e busca salientar a importância de realizar um trabalho bem feito no início, economizando tempo e dinheiro, além de recursos naturais.

Baseado em bibliografia existente, serão apresentadas as principais manifestações em diversas situações da construção civil e suas possíveis soluções, afim de minimizar as consequências causadas por essas manifestações.

1.2. OBJETIVOS

Apresentar o estudo de diferentes manifestações patológicas encontradas nas edificações, realizando este processo em etapas bem definidas, a fim de diagnosticá-las, verificar os possíveis tratamentos, prognósticos em caso do não tratamento e as condições em que a edificação se encontra. Mais especificamente, pretende-se:

- Realizar um estudo dos métodos utilizados na avaliação de estruturas de concretos, alvenaria estrutural, revestimentos e análises patológicas.
- Realizar estudos de casos específicos onde poderá ser observado e realizado um diagnóstico de como a estrutura se comporta, tipos de manifestações patológicas existentes no local, onde se origina e qual tratamento mais adequado.

- Pesquisar quais as manutenções preventivas de uma estrutura, levando em conta a idade das edificações, os materiais utilizados, dentre outros aspectos que possam vir acarretar manifestações patológicas no objeto de estudo.

Em resumo, este estudo deve buscar definir principalmente as causas, tratamentos e comportamento dessas estruturas, podendo ou não encontrar ações que minimizem ou previnam a ocorrência das manifestações patológicas.

1.3. METODOLOGIA

Este trabalho se desenvolverá em torno de uma revisão bibliográfica e de quatro estudos de caso, (sendo dois feitos, na mesma edificação), os quais auxiliarão para obtenção de um diagnóstico quanto à origem das manifestações patológicas, suas causas, tratamentos possíveis além de abordar métodos para avaliação de estruturas.

O primeiro estudo de caso se dará em torno de uma residência que apresenta manifestações patológicas graves, apontando como a estrutura se comporta utilizando de medições físicas e acompanhamentos periódicos para que seja apresentado um diagnóstico preciso dos tipos de manifestações patológicas existentes, a causa e seus efeitos sobre a estrutura. Utilizando meios teóricos para explicar o problema e buscar a melhor forma de corrigi-los.

No segundo e terceiro estudos de caso, serão verificadas as manifestações patológicas presentes em um edifício de alvenaria estrutural. Neste estudo, são verificadas as principais manifestações patológicas presentes, suas possíveis causas e como corrigi-las, através de estudos e coletas de dados da edificação.

No último estudo de caso realizado, busca-se mostrar as manifestações patológicas presentes no revestimento em pintura de uma edificação com menos de quatro anos. Tal estudo será realizado com base em informações coletadas, e, posteriormente, serão verificadas as principais causas das manifestações presentes.

2. DESENVOLVIMENTO

Ao se projetar e executar uma estrutura espera-se que esta atenda as expectativas quanto a sua durabilidade e vida útil.

Segundo Moreira de Souza e Ripper (1998), mesmo com o desenvolvimento tecnológico, ainda que limitado, e os estudos voltados para a área da construção civil, ainda existem muitos casos de imperícia e até mesmo irresponsabilidade de alguns profissionais do ramo, que resultam na deterioração das estruturas. As causas desta deterioração podem ser muito variadas, podem ser provenientes do natural desgaste da estrutura até a utilização de materiais de baixa qualidade, visando o baixo custo da obra.

Ainda segundo Moreira de Souza e Ripper (1998), o campo de estudo das manifestações patológicas em estruturas, não se detêm apenas na detecção de anormalidades dessas manifestações, mas busca a melhor forma de reverter a estrutura à condição original o objeto de estudo em questão, por meio da avaliação da estrutura original e detecção dos erros cometidos, ou a falta de manutenção adequada.

2.1. ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo no qual os elementos principais que formam a estrutura são a alvenaria composta por blocos de concreto, cerâmico ou silício calcário e argamassa de assentamento, e a laje, sendo ela maciça, pré-moldada, treliçada, entre outras.

Segundo Tauil e Nese (2010), a alvenaria é o conjunto de blocos que juntamente com a argamassa, deverá formar um elemento coeso, atendendo algumas premissas, como: vedação da estrutura, resistir a cargas, impactos e à ação do fogo, garantir segurança, trazer conforto térmico e acústico e, impedir entrada de chuvas e ventos.

A alvenaria estrutural traz uma racionalização às obras, juntamente com a vantagem da não utilização de pilares e vigas, sendo que as paredes são portantes e distribuem as cargas de forma uniforme até a fundação, levando em conta a necessidade de armação e grauteamento. Este sistema construtivo já vem sendo utilizado há muitos anos, com blocos de rocha, e a argila, que era trabalhada para

produção dos tijolos, materiais diferentes do comumente usados nos dias de hoje (TAUIL E NESSE, 2010).

Durante os anos foram realizadas grandes obras em alvenaria estrutural, como as Catedrais do século XII ao XVII, o Coliseu construído a 82 a.C, a Muralha da China entre 1368 e 1644, dentre outros. Entretanto foi no final do século XIX que o método construtivo predominou, as estruturas eram calculadas de forma empírica, somente com os conhecimentos passados de geração a geração, acarretando em superdimensionamentos para garantir a segurança da edificação (KALIL, 2007).

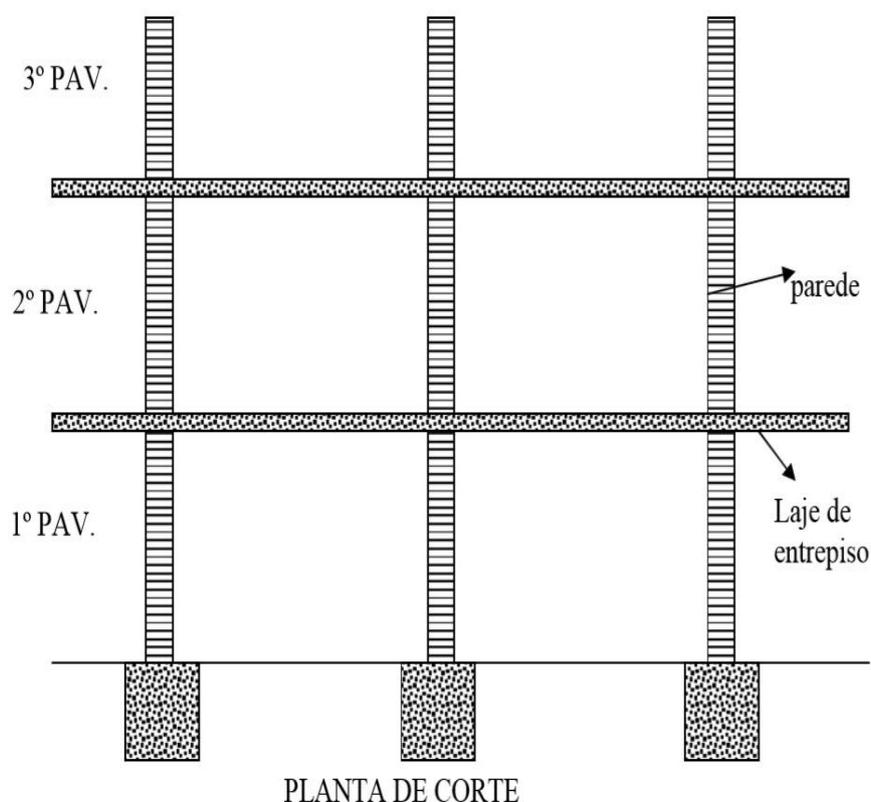
Kalil (2007) destaca que no Brasil surgiram os primeiros prédios em alvenaria estrutural na década de 60, porém foi somente na década de 80 que este sistema chegou ao seu auge no país, com as construções dos conjuntos habitacionais de baixa renda. Foi implantado este sistema neste tipo de empreendimento, pois o mesmo reduz custos, com a racionalização, e há diminuição de tempo por ser um método mais rápido de execução.

Entretanto, este método construtivo exige que haja experiência profissional em sua execução para atender suas principais funções. Ao contrário disso, a inexperiência da mão de obra ocasionou diversas manifestações patológicas nas edificações que haviam sido feitas, o que reduziu a utilização da alvenaria estrutural no país (KALIL, 2007).

Em meio a preocupação com as manifestações patológicas, as vantagens econômicas na utilização da alvenaria estrutural fizeram-se mais significativas para algumas construtoras, que decidiram seguir com este sistema, procurando soluções para as manifestações observadas. Nos dias de hoje, com novas fábricas de materiais e pesquisas referentes ao assunto, cresce a utilização e interesse no método construtivo entre as construtoras (KALIL, 2007).

Segundo Kalil (2007) para obter um bom projeto de alvenaria estrutural é importante entendê-lo como um processo construtivo, aonde é projetado, racionalizado e construído conforme as normas pertinentes. Declara ainda, que a interação entre engenheiro e arquiteto é essencial para tornar o projeto eficiente, viável, havendo compatibilização e sem desperdícios. Porém, um projeto em alvenaria estrutural será mais econômico se houver um maior padrão nas edificações, devido a isso, o sucesso com edifícios de baixa renda. Na Figura 1 é apresentado como funciona um edifício em alvenaria estrutural.

Figura 1 - Pórtico de um edifício em alvenaria estrutural



Fonte: KALIL, 2007, p. 5

Na elaboração do projeto de alvenaria estrutural há a análise para saber se alvenaria é armada, não-armada ou protendida. Nesta análise, leva-se em conta o material e a resistência do bloco utilizado, se há graute e qual a resistência, e por fim a resistência da argamassa de assentamento, considerando todos os outros aspectos de cálculos que são necessários (TAUIL E NESSE, 2010).

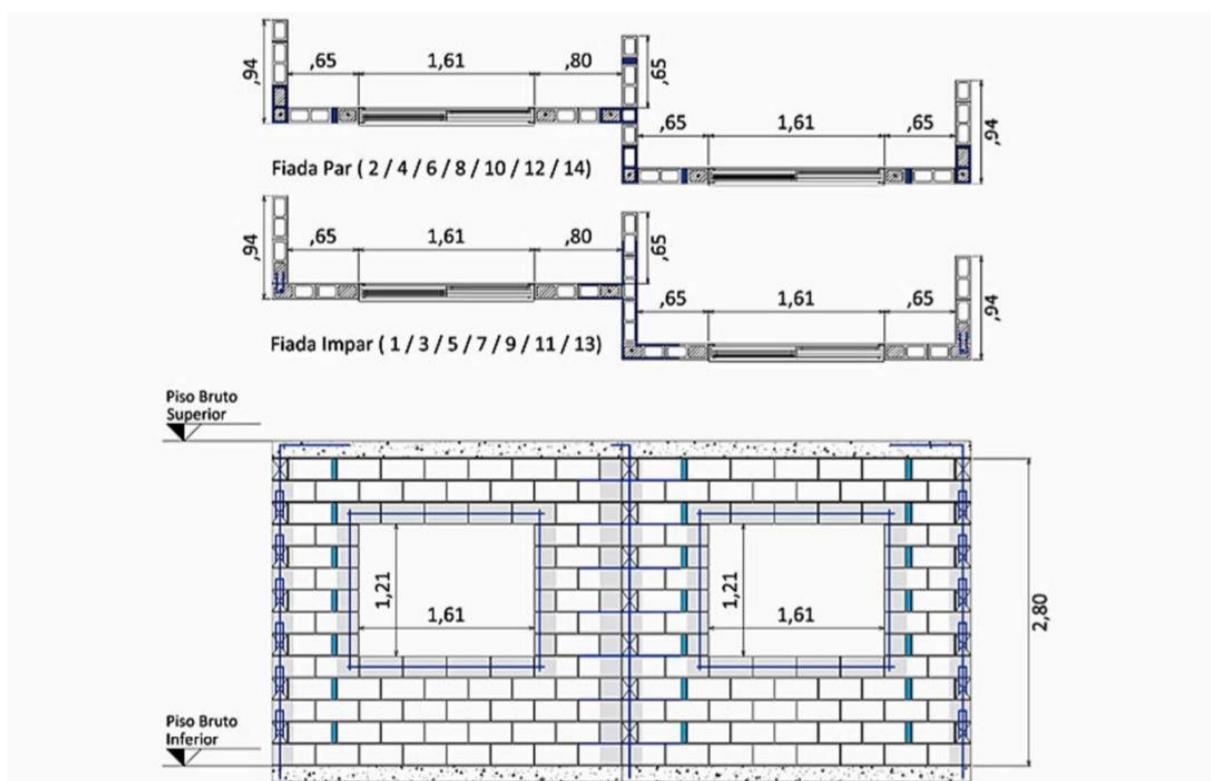
Na alvenaria estrutural não armada, ilustrada na Figura 2, Tauil e Nese (2010) declaram que se trata da alvenaria que não recebe graute e nem armadura, com exceção dos pontos de vergas e contravergas de portas, janelas e vãos que necessitam de barras de aço. Nestes pontos há a necessidade de armadura, pois existem esforços, a não utilização de barras de ferro ocasiona as manifestações patológicas (TAUIL E NESSE, 2010).

Estas manifestações se fazem presentes devido a movimentação da estrutura, por efeitos térmicos, do vento na edificação e grande concentração de tensão nesses pontos. Já a estrutura como um todo não utiliza de armadura neste

caso, pois os elementos que compõem a alvenaria, bloco e argamassa, suportam sozinhos aos esforços (TAUIL E NESSE, 2010).

Como cita Kalil (2007), este tipo de sistema sem armadura é utilizado em edifícios pequenos, com no máximo 8 pavimentos, onde deve ser definido na etapa de projeto o tamanho do bloco para a paginação de cada parede, que terá sua particularidade. No sistema da alvenaria estrutural não armada, não pode haver esforços de tração, é este esforço que define se há ou não necessidade de armadura, sendo assim, deve ser nulo.

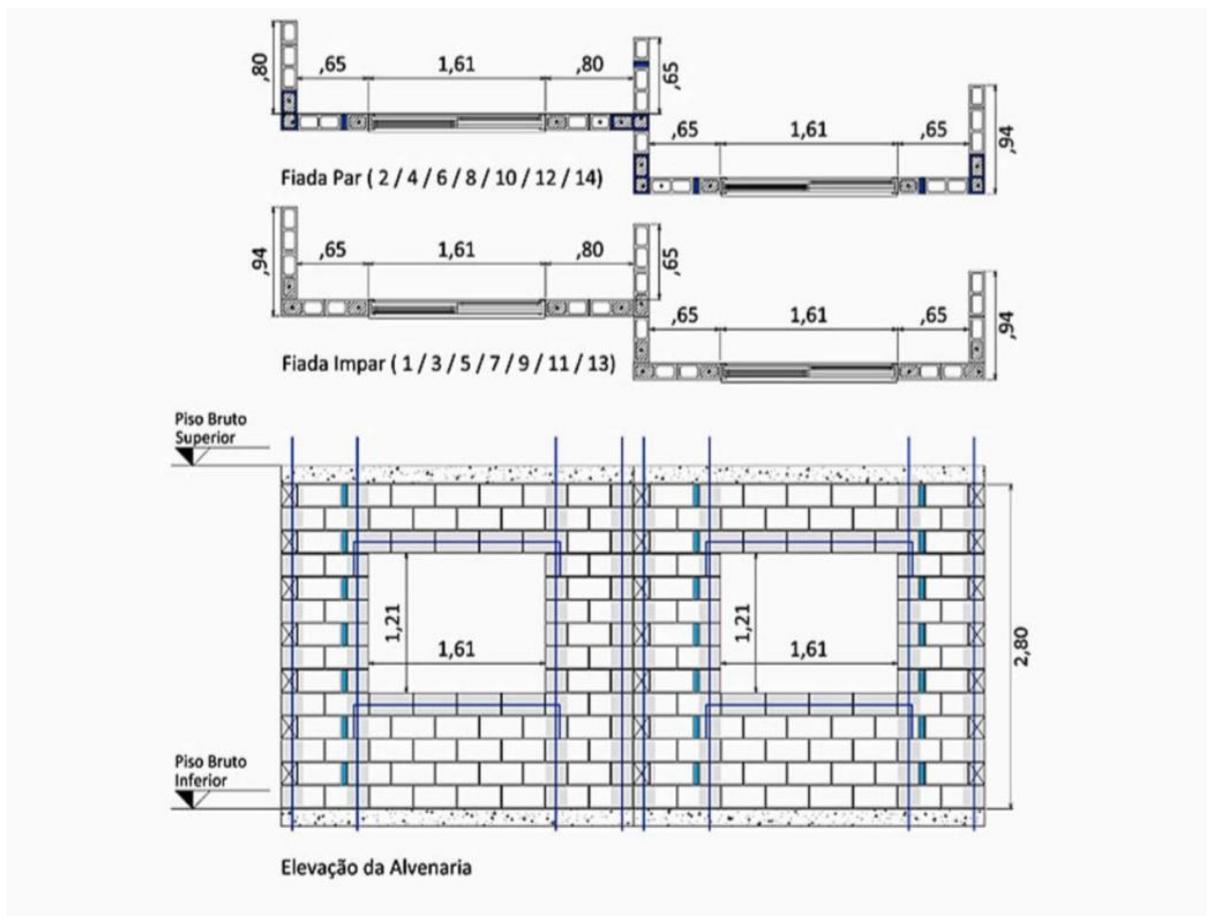
Figura 2 - Alvenaria não-armada



Fonte: TAUIL E NESE, 2010, p. 21

Na alvenaria estrutural armada, demonstrada na Figura 3, há esforços de tração em algumas regiões da parede, devido a cargas. Desta forma, Tauil e Nesse (2010) apresentam que estes esforços devem ser combatidos com a utilização de barras, fios ou telas de aço junto com o graute nos blocos vazios, acrescido das vergas, contravergas e canaletas que devem ter armadura e grauteamento. A armadura que será colocada é devidamente calculada, e mesmo com o cálculo da área de aço necessária ainda deve-se atingir a uma área mínima.

Figura 3 - Alvenaria armada

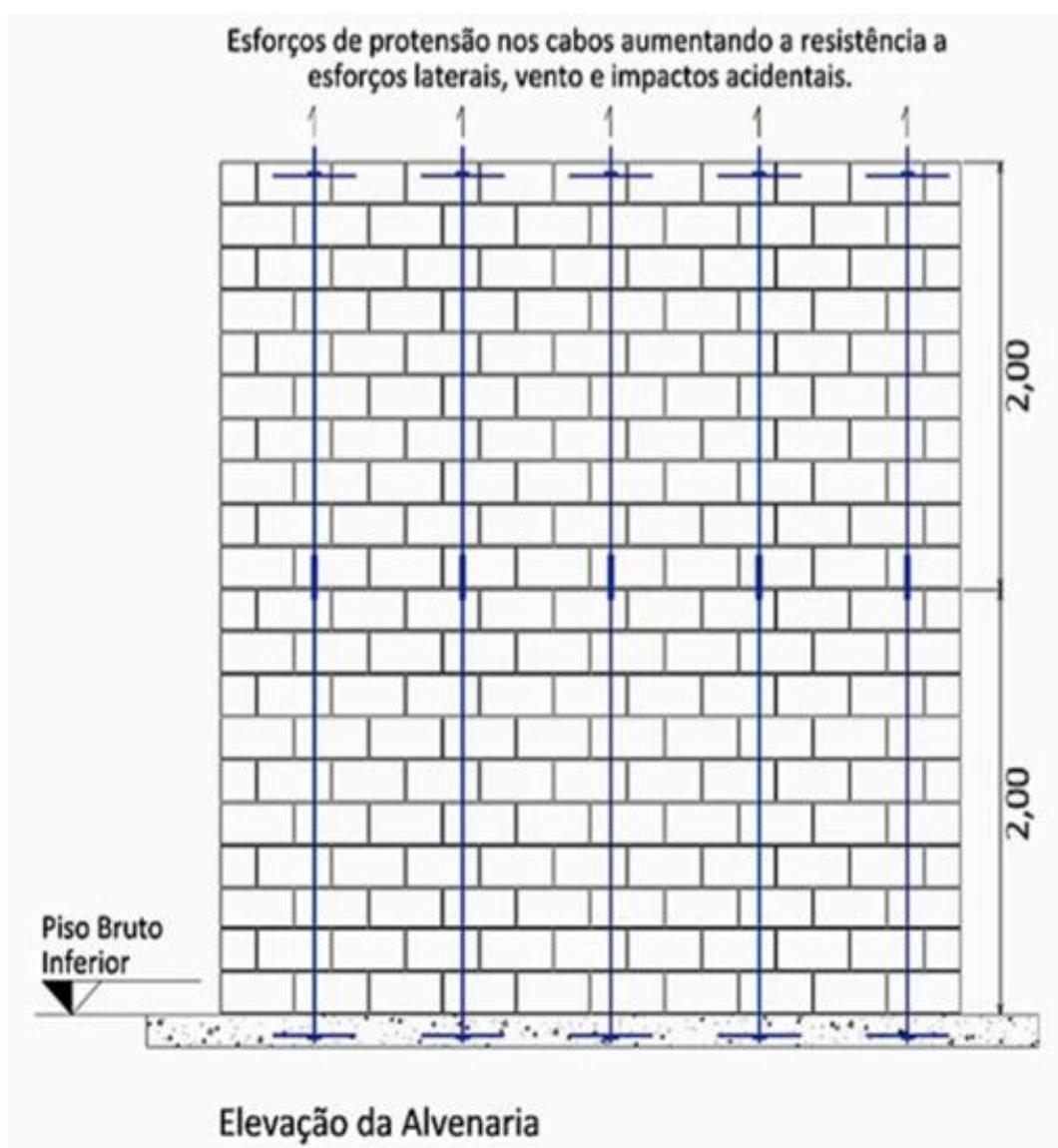


Fonte: TAUIL E NESSE, 2010, p. 22

Tauil e Nesse (2010) apresentam também a alvenaria estrutural protendida, que consiste em submeter a alvenaria a esforços de compressão que deve ser reforçada com uma armadura pré-tensionada, o cabo de tensão é preparado desde a fundação, assim que é elevada a alvenaria os cabos vão sendo encaixados até a última fiada, como pode ser visto na Figura 4, que após 14 dias é aplicado a protensão e efetuado o grauteamento da ancoragem. Este sistema na alvenaria é pouco utilizado devido ao custo acarretado, com materiais, equipamentos e mão de obra bem mais especializada.

Sendo assim, procura-se outras soluções que consigam resistir aos esforços em que a estrutura é submetida, como a alvenaria armada ou parcialmente armada, que para ser executada é mais viável em relação a mão de obra e aos custos. Este método só será utilizado em casos específicos em que os outros sistemas não conseguirão resistir, sendo necessário aplicar a protensão para aumentar a resistência.

Figura 4 - Alvenaria protendida



Fonte: TAUIL E NESE, 2010, p. 23

2.1.1. Manifestações Patológicas

Dentre as manifestações patológicas que há nas estruturas em alvenaria a que causa maior apreensão segundo Duarte (1998), são as fissuras. Antigamente, as construções dispunham de parede espessas com tijolos maciços assentados com argamassa que possuíam baixa deformação.

Essas construções tinham grande massa e inércia, e devido a isso as deformações e deslocamentos dos materiais que causam as tensões de tração, compressão e cisalhamento se faziam inferiores a resistência dos materiais

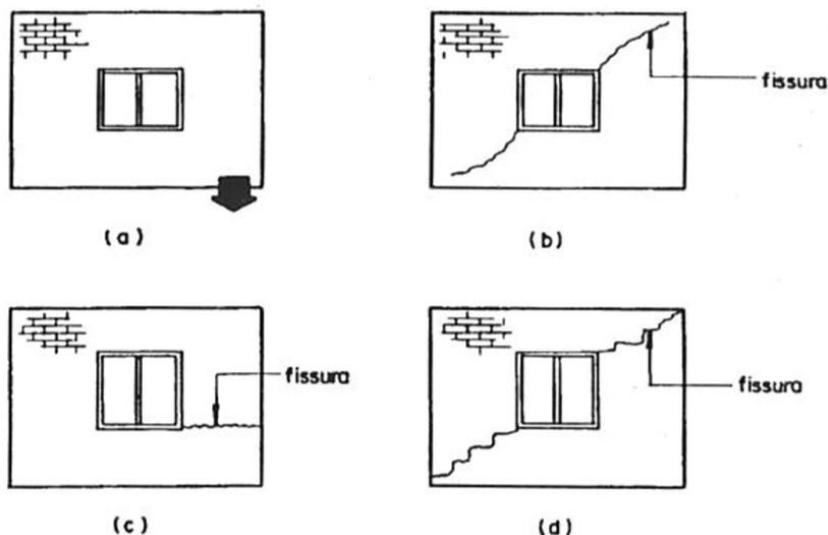
componentes da estrutura. O peso do material utilizado era de tamanha eficiência, que a argamassa dispunha de baixo teor de cimento tornando-a fraca, e acarretando nas juntas microfissuras, demonstrando sua capacidade de absorção sem causar danos na estrutura (DUARTE, 1998).

Em construções mais recentes, expõe Duarte (1998), que as espessuras das paredes diminuíram significativamente, deixando a edificação mais exposta às variações de temperatura e umidade, que acarretam na movimentação do prédio, que se não forem elaborados projetos adequados surgirão as tensões que anteriormente eram resistidas com os materiais componentes da estrutura. As inovações em relação a materiais e técnicas construtivas na alvenaria estrutural trouxeram a aparição frequente de fissuras, que devem ser previstas respeitando os limites tolerados. E é esse aspecto principalmente, que causa preocupação aos leigos no assunto.

A alvenaria sofre com a aplicação e retirada de carregamentos sobre ela, principalmente quando há repetição destes movimentos, reduz a resistência da parede em relação a resistência estática em 30%, causando assim a fissuração. Sendo que, a fissura é originária de tensões de tração, tensões essas que são provocadas pela tração direta, por forças de compressão ortogonais ou esforços de cisalhamento. Duarte (1998) declara ainda que as tensões de cisalhamento e tração são capazes de provocar deslocamentos ou deformações na estrutura, devido a variações de temperatura e umidade dos materiais que constituem a parede, como blocos de concreto que sofrem com a retração ao perder água e os cerâmicos sofrem expansão. Além da expansão com a umidade pode haver com reações químicas, na adição de materiais em sua composição ou na execução da alvenaria.

Na alvenaria estrutural a identificação da causa da fissura demonstra maior dificuldade, pois a mesma causa pode acarretar diversas manifestações diferentes, como na Figura 5, que mostra possíveis fissuras recorrentes do recalque diferencial, Duarte (2018) demonstra em (a) que está ocorrendo a força do recalque diferencial, em (b) apresenta a fissura originada a partir do recalque em uma parede homogênea com boa aderência do tijolo e argamassa, em (c) com a mesma causa, demonstra outro tipo de fissura possível de falha na contraverga localizada abaixo do peitoril da janela, e em (d) a fissura originada vem da baixa aderência entre os tijolos e argamassa.

Figura 5 - Diferentes tipos de fissuras devido ao recalque diferencial



Fonte: DUARTE, 1998.

As fissuras que se apresentam nas edificações podem ter diversas classificações, utilizando de critérios visuais ou de nível de dificuldade de reparação. Fissuras com menos de 0,1 mm são consideradas insignificantes, pois não permitem infiltração devido à chuva e nem pela ação de vento, mantendo a durabilidade da edificação. Duarte (1998) destaca a classificação das fissuras segundo diferentes autores:

Bidwell classifica as fissuras de acordo com suas aberturas em finas (<1,5mm), médias (1,5 a 10mm) e largas (>10mm). Rainer classifica como muito leves fissuras com aberturas inferiores a 1 mm, leves (1 a 5mm), moderadas (5 a 15mm) e severas (>15mm). Kaminetzky propõe uma classificação como aberturas negligíveis (<0,1mm), muito leve (0,1 a 0,4 mm), leve (0,8 a 3,2 mm), moderada (3,2 a 12,7mm), extensiva (12,7 a 25,4mm) ou muito extensiva (> 25,4mm). (DUARTE, 1998).

As causas das fissuras em estruturas de alvenaria são diversas, Duarte (1998) organiza essas causas para melhor esclarecer como funcionam essas manifestações patológicas.

2.1.2. Fissuras causadas por excessivo carregamento de compressão

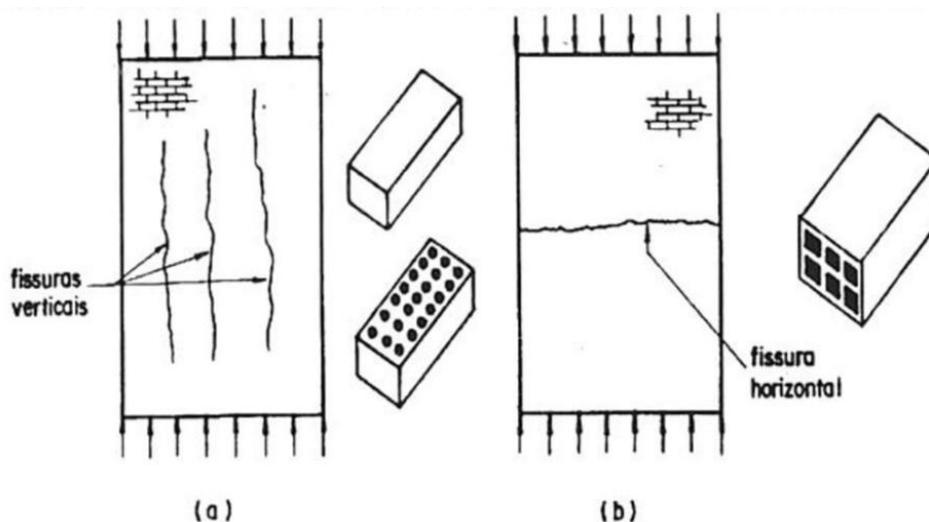
O excessivo carregamento vertical de compressão nas paredes de alvenaria acarreta em fissuras no sentido vertical, devido a tensões transversais de tração

ocorrida entre a superfície do tijolo com a da argamassa causando atrito neste ponto.

A argamassa de assentamento tem a função de absorver as tensões de tração, sendo assim, quando há a deformação ela deve deformar mais que o tijolo, expandindo-se e conduzindo a tração lateral aos tijolos, causando as fissuras verticais como pode ser observado na Figura 6.a (DUARTE, 1998).

Duarte (1998) destaca que para obter uma parede com resistência os tijolos ou blocos devem ter uma alta resistência a compressão, sendo que a argamassa utilizada no assentamento deve ter uma resistência inferior. Segundo NBR 15961 – Parte 1 – Alvenaria Estrutural – Blocos de concreto e NBR 15812 – Parte 1 - Alvenaria Estrutural – Blocos cerâmicos, a argamassa deve ter resistência de 70% da resistência do bloco, considerando sua área líquida, seja ele de concreto ou cerâmico. Porém, o coeficiente de Poisson, que relaciona a deformação transversal e a longitudinal, ambas relativas, da argamassa é superior que ao de tijolos ou blocos.

Figura 6 - Rupturas das paredes



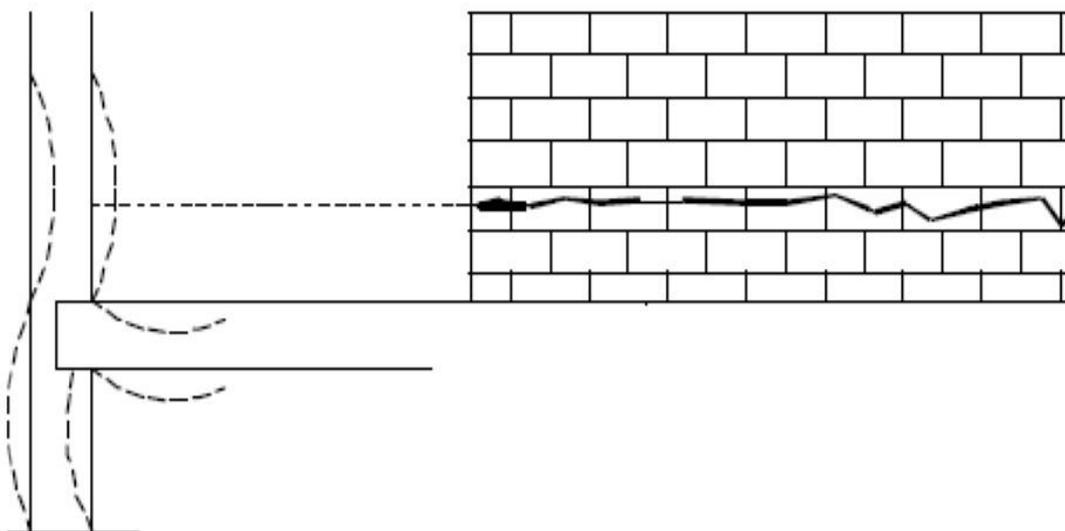
Fonte: DUARTE, 1998

A utilização de tijolos ou blocos com furos horizontais podem sofrer imperfeições em sua fabricação, ou na execução da parede, com isso pode ocorrer concentração de tensões de tração levando a ruptura do material, causando fissuras ao longo da face da parede como demonstrado na Figura 6.b. Este tipo de ruptura é

muito perigoso devido sua rapidez, impedindo às vezes que um leigo a identifique (DUARTE, 1998).

O que ainda pode ocasionar a aparição de fissuras horizontais na alvenaria estrutural são esforços de flexão lateral, flexo-compressão e pelo esmagamento da argamassa de assentamento. O esmagamento da argamassa de assentamento e a flexo-compressão se dão pelo requerimento de cargas uniformemente distribuídas, assim ocasionando as fissuras, do mesmo modo que a flexão lateral que se origina devido a movimentação de lajes que são ancoradas nas paredes reflete na fissuração horizontal próxima a base da laje, conforme Figura 7 (SAMPAIO, 2010).

Figura 7 - Fissura horizontal por movimentação da laje



Fonte: OLIVEIRA, 2001

2.1.3. Fissuras causadas por variações de temperatura

As variações de temperaturas causam dilatação ou contração dos materiais que compõem a alvenaria estrutural. Os pontos que mais sofrem são as lajes de coberturas e as fachadas das edificações, uma vez que durante o dia recebem toda a insolação dilatando os materiais e, à noite, com o resfriamento há a contração dos materiais (DUARTE, 1998).

As propriedades térmicas de cada material devem ser consideradas, pois cada um obtém um calor específico e um coeficiente de dilatação térmico, e a relação que cada material tem na estrutura um com o outro impacta diretamente na

aparição de fissuras. A ligação de paredes com outras paredes, ou a parede com a estrutura do prédio ou no atrito da laje com as paredes, sendo assim a movimentação de cada material deve levar em consideração sua relação com o outro que estará trabalhando juntamente na estrutura (DUARTE, 1998).

Na Tabela 1 Duarte (1998) nos permite observar a variação dimensional de cada material considerando a umidade e o coeficiente de dilatação térmica dos materiais.

Tabela 1 - Variação dimensional dos materiais

	Movimentos reversíveis devido a variação de umidade (%)	Movimentos irreversíveis devido a variação de umidade (%)	Coeficiente de dilatação térmica °CX10 ⁻⁶
Madeira	+/- (0,5 - 2,5)		4 - 70*
Aço			10 - 18
Concreto	+/- (0,02 - 0,10)	- (0,03 - 0,08)	7 - 14
Alvenaria			
Blocos de concreto	+/- (0,02 - 0,04)	- (0,02 - 0,06)	6 - 12
Blocos de concreto com agregados leves	+/- (0,03 - 0,06)	- (0,02 - 0,06)	8 - 12
Blocos de concreto autoclavado	+/- (0,02 - 0,03)	- (0,05 - 0,09)	8
Tijolos silico-calcáreo	+/- (0,01 - 0,05)	- (0,01 - 0,04)	8 - 14
Tijolos cerâmicos	+/- (0,02)	+ (0,02 - 0,07)	5 - 8

Observações: + expansão; -retração; *depende da direção das fibras.

Fonte: DUARTE, 1998.

Assim como já dito por Duarte (1998), a cobertura e as paredes externas sofrem mais com a variação de temperatura, na Figura 8 é possível ver a fissura originada devido a dilatação da laje de cobertura. Prédios que utilizam telhas de fibrocimento tem a ocorrência desta fissura com regularidade, devido ao fato deste material escurecer com o tempo, e materiais mais escuros absorvem mais calor, causando maior dilatação.

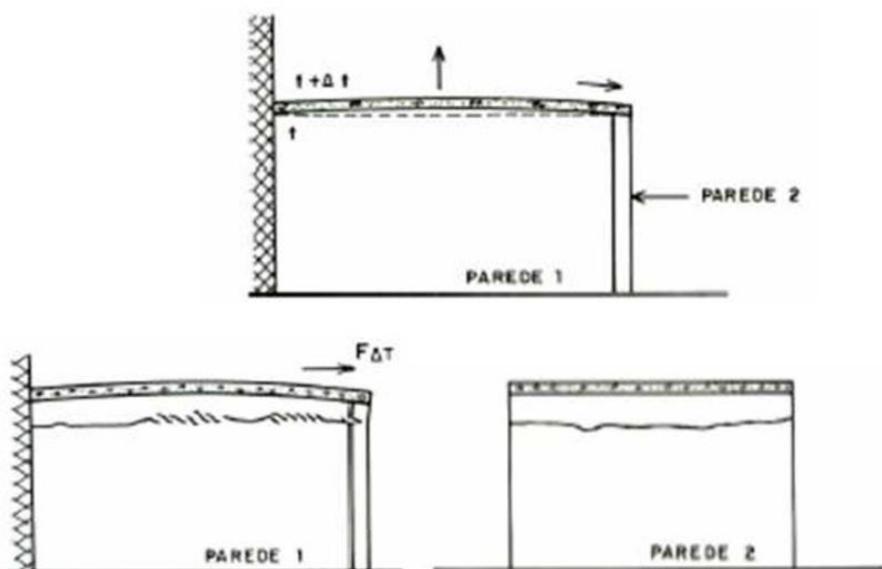
Figura 8 - Fissura horizontal originada da dilatação da cobertura



Fonte: DUARTE, 1998.

Sampaio (2010), também aponta as lajes coberturas como a maior prejudicada com a movimentação térmica que origina as fissuras horizontais. Ainda declara que as lajes de cobertura apoiadas sobre paredes grandes tendem a manter a fissura horizontal sobre toda sua extensão conforme demonstrado na Figura 9, principalmente as que têm vãos de janelas e portas.

Figura 9 - Fissura horizontal em toda extensão das paredes



Fonte: THOMAZ, 2001

2.1.4. Fissuras causadas por retração

Em elementos de concreto ocorre a retração devido a água que está em sua composição que não está misturada quimicamente, causando assim a sua perda. Em paredes de blocos cerâmicos não ocorre a retração por serem cozidos a altas temperaturas, retirando toda a umidade existente em sua composição, e devido a isso quando em contato com a laje e com as juntas de argamassa não acompanha o mesmo processo sofrendo assim fissuração, principalmente nos últimos andares dos prédios que são mais vulneráveis a sofrer com a retração (DUARTE, 1998).

A retração também pode ocorrer na própria argamassa de assentamento, prejudicando a sua aderência e provocando fissuração. Os blocos cerâmicos não sofrem com a retração, porém com a umidade consequente de chuvas podem causar a expansão deste material após o seu assentamento (DUARTE, 1998).

Na Figura 10, Duarte (1998) ilustra a fissura que ocorre entre a parede com bloco cerâmico e a laje de concreto, que trabalham em sentidos opostos devido a retração.

Figura 10 - Fissura entre parede cerâmica e laje de concreto



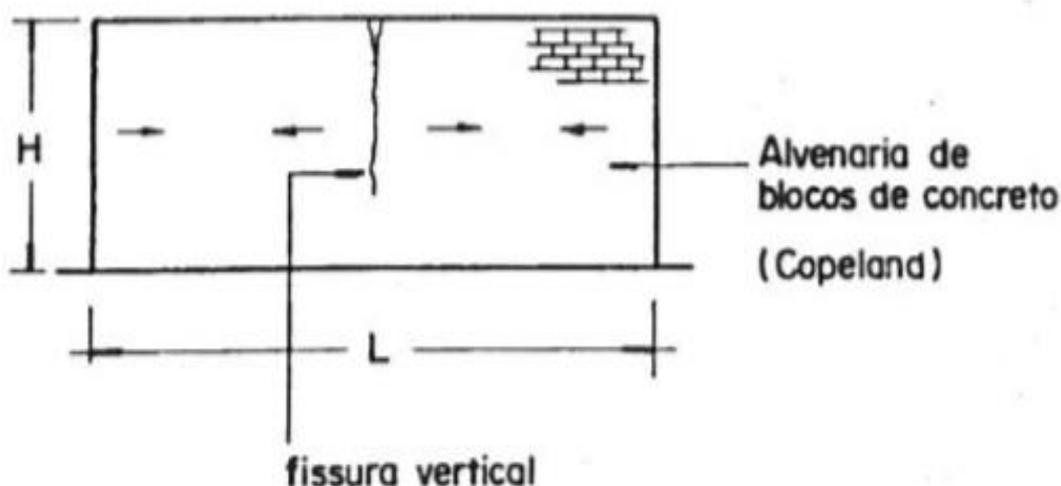
Fonte: DUARTE, 1998.

Em blocos de concreto há também alta retração que leva em consideração o comprimento e altura da alvenaria. Quanto maior for a relação do comprimento e altura da parede maiores são as tensões de retração exercidas sobre essa parede. A alvenaria tem chances de obter fissuras quando a tensão de tração média

causada pela retração ultrapassa a resistência de tração do concreto (DUARTE, 1998).

É possível observar na Figura 11, a retração na parede de concreto causa fissuras verticais que possui abertura maior na parte superior e vem diminuindo conforme se aproxima da parte inferior (DUARTE, 1998).

Figura 11 - Fissura vertical causada pela retração com blocos de concreto



Fonte: DUARTE, 1998.

2.1.5. Fissuras causadas por detalhes construtivos incorretos

Duarte (1998) destaca que os maiores erros construtivos são originados do escoamento de água que atinge a durabilidade da edificação. Os materiais absorvem a umidade, causam bolores, fungos, retração como já citado anteriormente, manchas e inchamentos dos materiais.

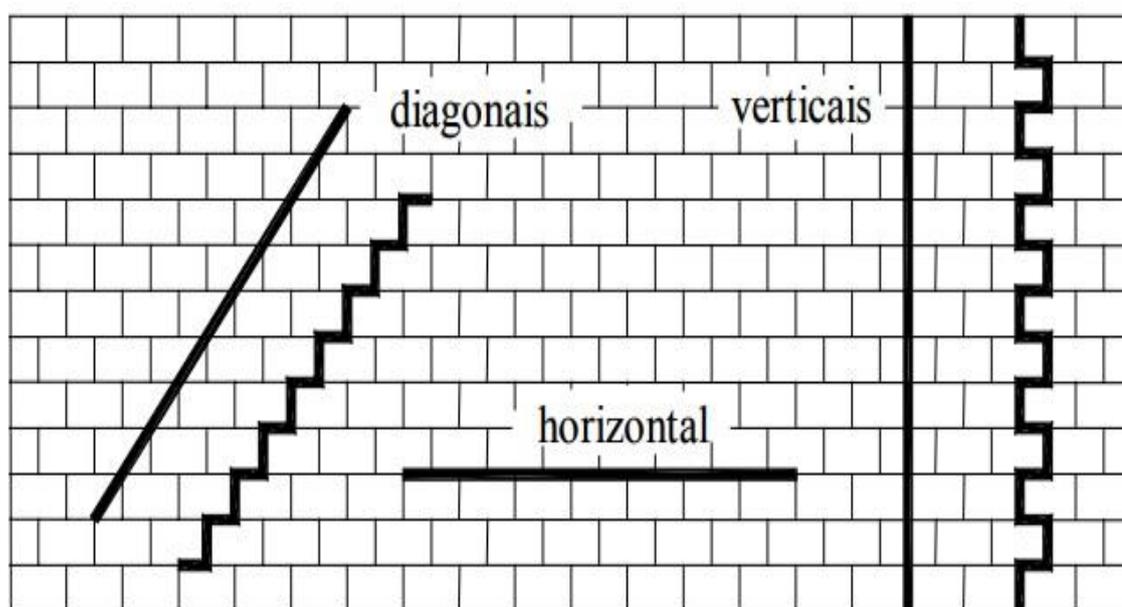
Outro detalhe construtivo ainda mais importante em relação a alvenaria estrutural é a sua execução, que deve ser feita com todo um controle de qualidade quanto ao prumo do painel de alvenaria, pois sua resistência depende de que o conjunto total esteja pronto para resistir de forma eficiente a esforços aos quais a edificação estará sujeita. A amarração feita com os blocos está ligada diretamente também, assim como as juntas que não devem estar a prumo, permitindo que os esforços se distribuam sobre a alvenaria (DUARTE, 1998).

É de extrema importância o cuidado quanto ao grauteamento da estrutura nos pontos corretos, para completar na amarração de toda a parede. Todos os

cortes que sejam necessários realizar na alvenaria devem ser calculados e considerados em projeto, pois a estrutura não suporta cortes excessivos (Duarte, 1998).

Os painéis de alvenaria estrutural de modo geral, apresentam fissuras verticais, horizontais e diagonais. Cada uma podendo variar quanto ao seu tamanho, se atravessa as paredes, juntas sendo retas ou não, conforme Figura 12 (JÚNIOR, 2002).

Figura 12 - Fissuras básicas em alvenaria



Fonte: JÚNIOR, 2002.

2.1.6. Medidas preventivas

Com todas as inovações de materiais que se tem com o passar dos tempos, Duarte (1998) ressalta que é muito importante que haja um bom projeto que leve em consideração os comportamentos e propriedades dos materiais. A modulação da alvenaria estrutural deve ser feita com muita atenção e estudando detalhadamente a edificação para prever as cargas atuantes sobre ela.

Segundo Duarte (1998), diversos autores declaram que para diminuir as deformações em que a alvenaria sofre é preciso prever juntas e outros elementos para reduzir os atritos de diferentes formas que a estrutura está sujeita. Como

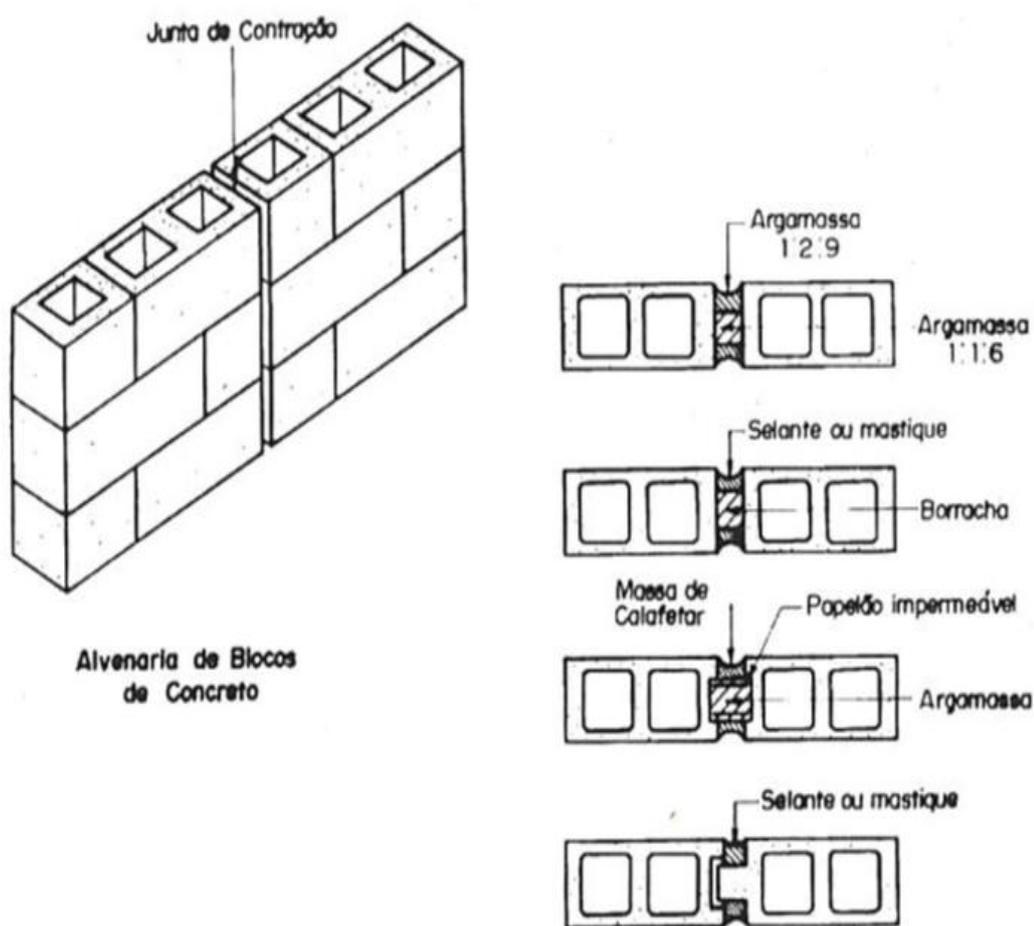
medida preventiva é sugerida a utilização de três tipos de juntas: juntas de expansão; juntas de contração ou retração; juntas horizontais ou deslizantes.

2.1.6.1 Juntas de contração ou retração

Estes tipos de juntas são mais utilizados em blocos de concreto e sílico-calcáreos que são os que têm a maior retenção de água, e este tipo de junta acomodam os movimentos de retração das paredes. Essas juntas aparecem devido ao encurtamento das paredes quando há a retração nos blocos (DUARTE, 1998).

Ao se elaborar uma junta para resistir a retração é preciso lembrar que a mesma ocorre com o passar dos tempos não somente no início da construção do edifício. Na Figura 13 é possível ver os possíveis materiais que podem ser utilizados para combater aos esforços de retração (DUARTE, 1998).

Figura 13 - Juntas de contração e retração



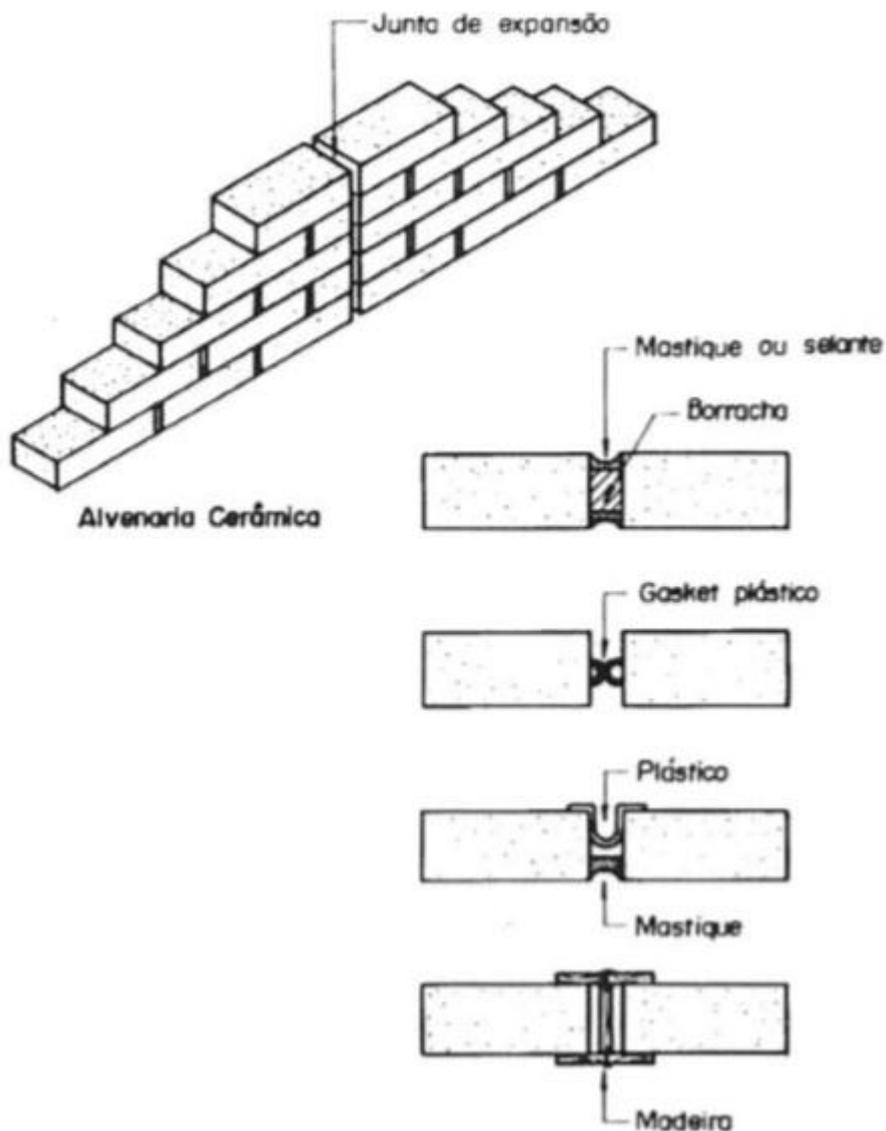
Fonte: DUARTE, 1998.

2.1.6.2. Juntas de Expansão

Este tipo de junta é para paredes cerâmicas que ficam visíveis, sem revestimento e precisam que as juntas suportem a percolação de água. Os materiais que devem ser utilizados nessas juntas são os elásticos e flexíveis.

A movimentação da edificação devido a ação de temperatura pode causar a abertura das juntas, por isso esses materiais devem ser resistentes as movimentações e absorver através do material inserido nelas, como na Figura 14 (DUARTE, 1998).

Figura 14 - Juntas de expansão



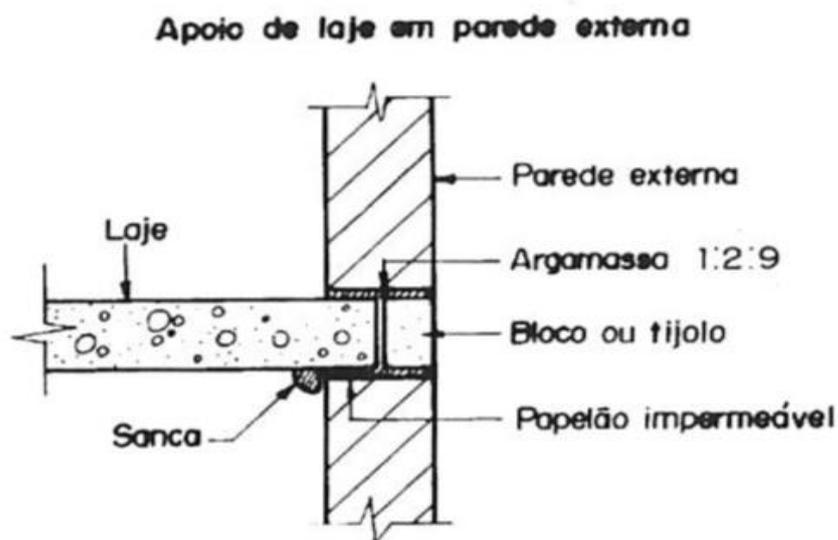
Fonte: DUARTE, 1998.

2.1.6.3. Juntas horizontais ou deslizantes

Esses tipos de juntas são essenciais para a diminuição do atrito recorrente do contato da parede e a laje que se comportam de forma diferente. A inserção dessas juntas se faz necessária com grande importância na alvenaria estrutural, principalmente nos últimos pavimentos dos edifícios onde é maior a incidência de movimentações.

Na Figura 15, é exposto um tipo de junta que pode ser utilizada, porém há outros tipos de materiais que podem exercer a mesma função neste ponto (DUARTE, 1998).

Figura 15 - Junta horizontal



Fonte: DUARTE, 1998.

Todas essas juntas devem ser dimensionadas em projeto, e em sua execução deve ter um acompanhamento para que sejam realizadas de forma a atender as funções às quais foram impostas.

2.2. CONCRETO ARMADO

O concreto por si só, é um material que resiste aos esforços de compressão de uma estrutura e possui baixa resistência à tração. Para solucionar este problema são adicionadas ao sistema barras de aço, que compõem a armadura da estrutura,

fazendo com que o conjunto concreto mais armadura suporte as duas tensões: compressão e tração (GONÇALVES, 2005).

A NBR 6118:2014 define o que são elementos de concreto armado: “são aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”. O surgimento das manifestações patológicas em estruturas de concreto costuma ser bastante específico, de forma que facilita a análise e determinação das causas e origem do problema, assim como os possíveis efeitos, como citado por Vitório (2003).

As manifestações patológicas são provenientes de falhas na execução de uma ou mais etapas do processo de construção, sendo elas a concepção, execução e utilização (MOREIRA DE SOUZA E RIPPER, 1998).

É necessário atentar-se também a durabilidade das estruturas de concreto armado e ao seu tempo de vida útil. Para Souza e Ripper (1998) a vida útil de um material é determinada pelo período onde suas características se mantêm dentro de limites mínimos pré-estabelecidos. A deterioração das estruturas de concreto é algo inevitável, ainda que exista uma manutenção constante, e o ponto em que cada estrutura atingirá níveis críticos em função dessa deterioração é variável, dependendo de cada estrutura, assim como dos materiais utilizados em sua execução.

Determinadas estruturas de concreto armado dependem de uma vida útil elevada, ao apresentar uma durabilidade reduzida terá como consequência acréscimo do consumo de insumos, geração de poluentes, dispêndios energéticos, além de gerar custos complementares com restauros, recuperação e manutenção das edificações. Desta forma, aumentando a vida útil das estruturas, pode-se em longo prazo reduzir os impactos ambientais da construção civil (HELENE, 2011).

Para Ferreira (2010), a localização da edificação tem grande influência para sua durabilidade, pois as condições ambientais litorâneas, por exemplo, podem deteriorar uma estrutura mais rápido do que condições ambientais interioranas. O autor afirma ainda que grandes movimentações de terra próximas à edificação, como aterros ou escavações, podem afetar o seu equilíbrio e favorecer as manifestações patológicas.

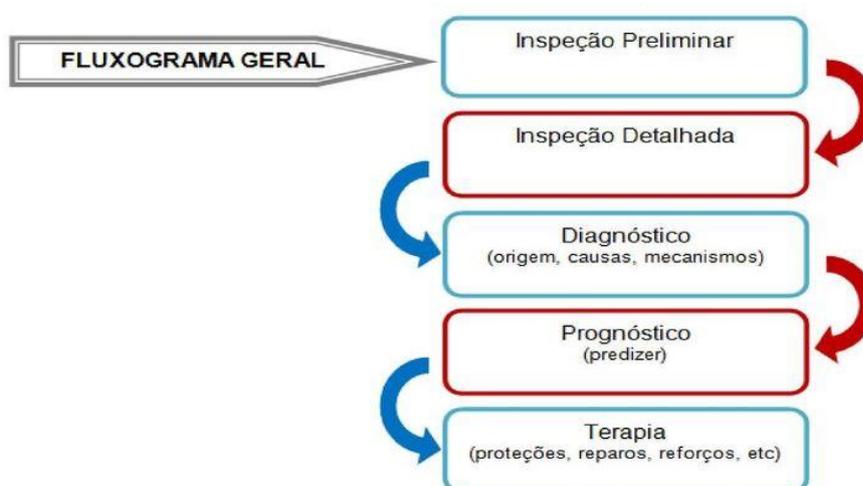
De acordo com Tutikian e Pacheco (2013), para que o diagnóstico de manifestações patológicas seja feito de forma correta são necessárias diversas

etapas, sendo iniciada com um exame visual e coleta de dados, onde devem ser observados todos os sintomas, bem como sua localização e a intensidade em que eles se apresentam. Para auxiliar na obtenção de dados pode-se lançar mão de ensaios específicos e estudos aprofundados dos projetos da edificação. Na etapa seguinte é realizada a análise dos dados colhidos, observando suas influências no desempenho geral da edificação. Esta etapa requer grande entendimento conceitual do comportamento estrutural e dos materiais, além de experiência profissional.

Ainda segundo Tutikian e Pacheco (2013), após a finalização da análise dos dados de campo, o profissional será capaz de diagnosticar o problema e também apresentar um prognóstico, uma estimativa das consequências da não eliminação do problema, apresentando a terapia a ser executada, com suas devidas medidas corretivas.

O fluxograma representado na Figura 16 mostra as fases de inspeção, análise, diagnósticos e proposta de soluções para as manifestações patológicas das edificações de concreto armado.

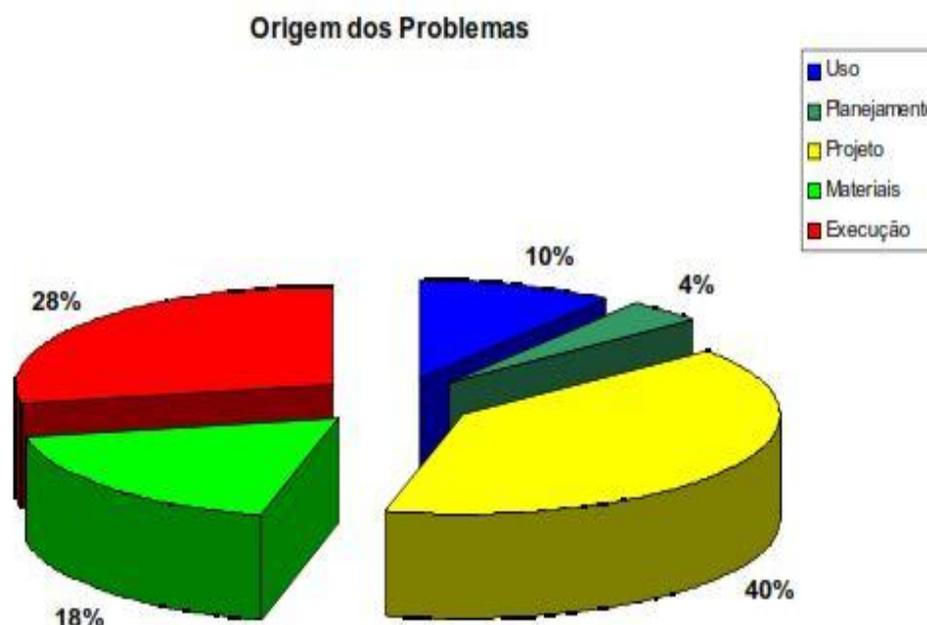
Figura 16 - Fluxograma geral de análise patológica em uma estrutura



Fonte: ANDRADE, 1992, p. 105

Muitos autores como Moreira de Souza e Ripper (1998), Ferreira (2010) e Helene (2011), concordam que as principais causas das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado estão ligadas às fases de projeto, métodos de execução, qualidade dos materiais utilizados e uso das edificações, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Origem das manifestações patológicas



Fonte: ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL (EEEP), p. 05

2.2.1. Diagnóstico

Ao verificar que uma estrutura de concreto apresenta manifestações patológicas, torna-se necessário efetuar uma vistoria detalhada e cuidadosamente planejada para que possa determinar as reais condições da estrutura, de forma a avaliar as anomalias existentes, suas causas e providências a serem tomadas.

De acordo com Souza e Ripper (1998), a etapa do levantamento de dados é extremamente delicada e deve ser executada por um engenheiro experiente, especialista em patologia de estruturas que seja capaz de caracterizar com o máximo rigor a necessidade ou não da adoção de medidas especiais.

A análise completa das manifestações patológicas na estrutura de concreto armado compreende os seguintes passos:

- 1) Classificação analítica do meio ambiente, em particular da agressividade à estrutura em questão;
- 2) Levantamento visual, anotações e medições nos principais elementos;
- 3) Estimativa de possíveis consequências dos danos, e caso necessário, adotar medidas de emergência;

4) Levantamento detalhado dos sintomas patológicos, inclusive com documentação fotográfica, medidas das deformações, avaliação da presença de agentes agressores, medidas de perda de seção em barra de aço, etc.

5) Identificação de erros quanto a concepção de estrutura (projeto), à sua execução, ou ainda quanto a sua utilização e manutenção;

6) Análise do projeto original e dos projetos de modificações e ampliações, caso existam, de forma a poder determinar deficiências na concepção ou no dimensionamento dos elementos estruturais danificados;

7) Instrumentação da estrutura e realização de ensaios especiais, inclusive em laboratório.

A análise de dados deverá conduzir o analista a um perfeito entendimento do comportamento da estrutura e como surgiram e se desenvolveram os sintomas patológicos. Deve ser feita de forma minuciosa para evitar que as manifestações mais graves não sejam detectadas por estarem ocultas por anomalias superficiais, assim como deve se atentar se não houve mais que um fator gerador do sintoma patológico em análise (MOREIRA DE SOUZA E RIPPER, 1998).

2.2.2. Manifestações patológicas devido à etapa de concepção (projeto)

Para Vitório (2003), as falhas geradas na etapa de concepção do projeto são frequentemente mais marcantes que as falhas relativas à qualidade dos materiais e aos métodos construtivos. Isso pode ser explicado pela preferência que a maioria dos proprietários demonstra por projetos com valor reduzido, mas que não trazem a qualidade necessária para o bom entendimento, implicando muitas vezes na necessidade de adaptações durante a fase de execução e posteriormente em problemas de ordens funcional e estrutural.

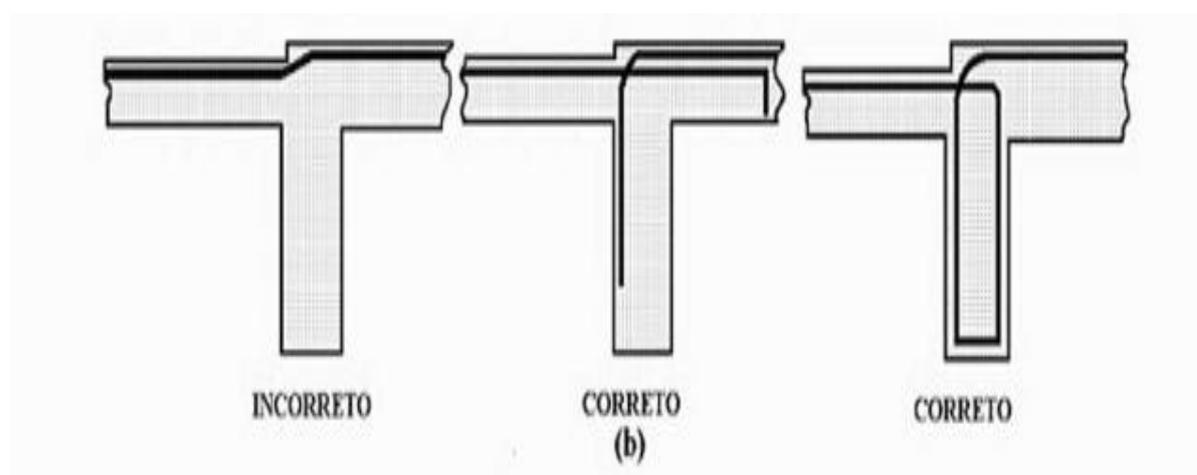
Segundo Ripper (1998), as manifestações com origem na fase de projeto podem ser provocadas pela falta de objetividade nos projetos, projetos inadequados para execução, carência de informações sobre os materiais a serem utilizados e falta de detalhamento dos projetos.

O modelo escolhido para certa construção, primeira consideração da etapa de concepção do projeto, precisa estudar as ressalvas estabelecidas pelas ações, pelos materiais que virão a constituir a estrutura, o seu comportamento, quanto à

resistência, e os critérios de segurança. Muitas manifestações patológicas são decorrentes da errônea observação das condições de equilíbrio e das leis da estática. Em praticamente todas as estruturas que possuem finalidade habitacional ou comercial, o estudo e aplicação de normas que fixam os carregamentos a serem levados em conta no projeto estrutural é suficiente para assegurar que não existirão cargas que, durante a vida útil da estrutura, extrapole, mas que foram consideradas durante a elaboração do projeto (MOREIRA DE SOUZA E RIPPER, 1998).

Ainda segundo Moreira de Souza e Ripper (1998), falhas geradas na fase de estudo preliminar e anteprojeto são responsáveis por elevar em muito o custo do processo de construção. Enquanto as falhas originadas na fase do projeto final de execução são responsáveis por manifestações patológicas mais sérias, que podem ser geradas por muitos motivos, como a falta de compatibilização dos projetos arquitetônico e estrutural e outros projetos civis, erros de dimensionamento, especificação inadequada de materiais, ou a inexistência delas, detalhamento errado ou inexistente e também a falta de padronização na hora do detalhamento. Erros de detalhamento são responsáveis por falhas sérias na execução, levando a estrutura a apresentar manifestações patológicas graves, que podem vir a interferir na durabilidade e resistência da estrutura. A Figura 17 mostra um caso de desnível entre lajes, onde é importante garantir a ancoragem e a continuidade das barras, o caso é comum em varandas de edifícios.

Figura 17 - Comparação entre diferentes detalhamentos de armadura



2.2.3. Manifestações patológicas devido à etapa de execução (construção)

De acordo com Moreira de Souza e Ripper (1998), uma vez que a etapa de construção foi iniciada, é possível verificar a ocorrência de falhas diversas, relacionadas a causas tão distintas como a falta de capacitação profissional das equipes, ausência de condições locais de trabalho adequadas, inexistência de controle de qualidade de execução, imprudência técnica, entre outros. Vários problemas patológicos podem surgir nas estruturas em consequência dessas causas. A falta de fiscalização e de comando das equipes, comumente associado a pouca qualificação do profissional engenheiro e do mestre de obras, podem, facilmente, levar a sérios erros em certas atividades, como a implantação da obra, escoramento, fôrmas, posicionamento de armaduras e a qualidade do concreto, desde a determinação de seu traço até a cura de determinado elemento estrutural.

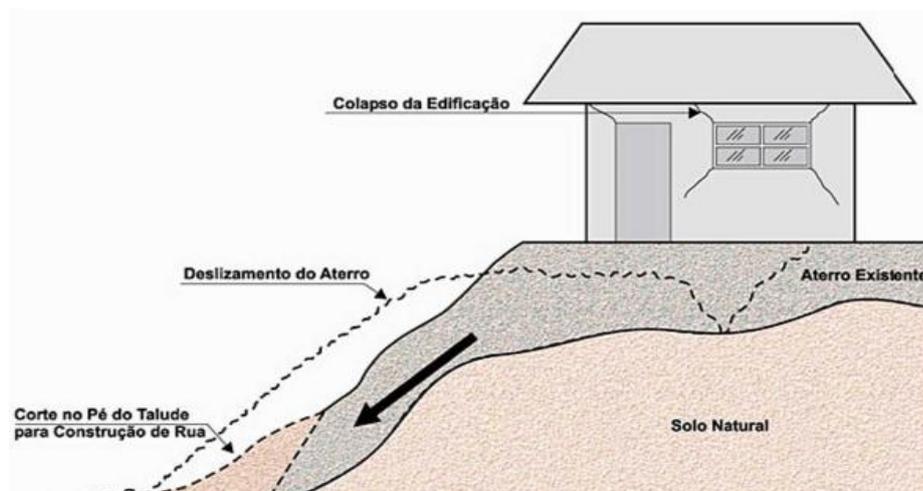
A industrialização de produtos na construção civil tem como foco diminuir custos e prazos na obra, porém isso exige um forte planejamento e controle de qualidade na obra, buscando fiscalizar, orientar, e incentivar a as equipes, a fim de evitar falhas e sabotagens comuns na área (MOREIRA DE SOUZA E RIPPER, 1998).

Ainda segundo Moreira de Souza e Ripper (1998) as origens das manifestações patológicas mais comuns na etapa de execução estão relacionadas a deficiências na concretagem, utilização ineficiente de escoramentos e fôrmas e erros na montagem ou colocação das armaduras. Os erros na concretagem podem ser originados no transporte, lançamento e adensamento, podendo provocar segregação dos agregados, perda da nata do concreto e surgimento de cavidades no concreto. Para que estes problemas possam ser evitados, o tempo de transporte do concreto deve ser eficiente para impedir a perda da trabalhabilidade e a segregação, assim com o intervalo entre uma camada de concreto e outra, evitando juntas que não foram adequadamente previstas. O adensamento e a vibração do concreto, se realizados de forma inadequada podem colaborar para o surgimento de vazios e irregularidades na massa favorecendo a entrada de agentes agressores. As deficiências na montagem ou colocação das armaduras ocorrem com frequência e se devem a fatores como má interpretação de projetos, insuficiência de armadura, cobrimento incorreto, entre outros motivos.

Segundo Marcelli (2007), o tempo de cura correto do concreto é de grande importância e deve sempre ser adotado, ele pode variar entre 7 a 10 dias, onde o concreto deve ser mantido úmido durante todo o tempo para que seja evitada a evaporação da água de assentamento. Este tempo é adotado para ambientes com variação de temperatura entre 15°C a 35°C.

Manifestações patológicas devido a movimentações de solo também são frequentes e muitas vezes causam grandes prejuízos. Para Marcelli (2007), as possíveis consequências de se retirar solo de áreas próximas a edificações sem que haja um preparo ou estudos anteriores podem ser graves, e aparecem em um pequeno intervalo de tempo. Entre as manifestações patológicas consequentes estão o surgimento de trincas e fissuras na alvenaria de vedação e elementos estruturais, como mostra a figura 18.

Figura 18 - Deslocamento de solo próximo a edificações



Fonte: MARCELLI (2007)

2.2.4. Manifestações patológicas devido aos materiais

A utilização incorreta de materiais em obras civis pode ocorrer por vários motivos como, por exemplo, visando uma economia indevida, ou a falta de conhecimento referente aos materiais.

Para Souza e Ripper (1998), a dosagem incorreta do concreto ocorre principalmente em obras de pequeno porte, etapa que deveria ser acompanhada por um profissional. A falta de cuidados com os materiais quando chegam aos canteiros de obra também são responsáveis por alterações no traço do concreto, mesmo que

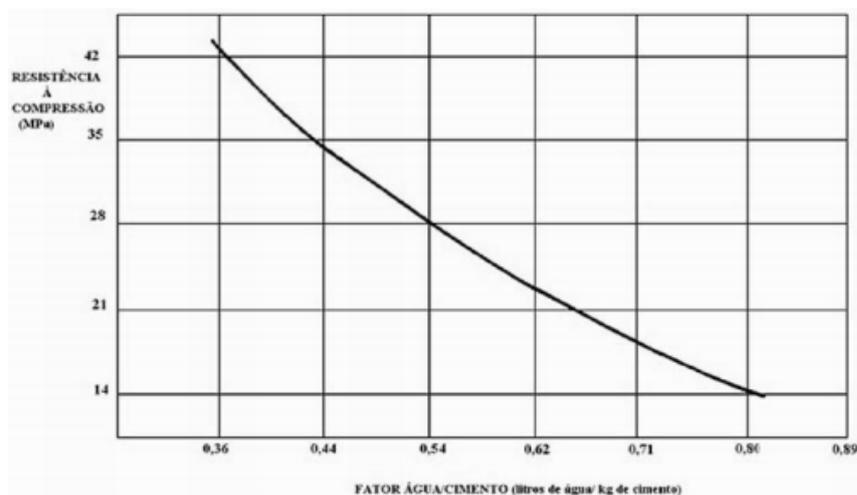
este tenha sido dosado de forma adequada por um profissional habilitado, mudanças climáticas são geralmente as responsáveis por traços com areia ou brita úmida demais, alterando o traço original do concreto.

Em estruturas de concreto armado, é de extrema relevância o fator água na composição do concreto. É ela que possibilita as reações químicas do cimento que irão garantir as propriedades de resistência e durabilidade do concreto.

“A água de mistura do concreto é, possivelmente, o seu componente menos dispendioso, mas também é, seguramente, um dos mais importantes” (MOREIRA DE SOUZA e RIPPER, 1998).

A quantidade de água na mistura do concreto define o que se chama de fator água/cimento, que influencia diretamente na resistência final do concreto, como demonstrado no Gráfico 2. A estrutura pode desenvolver sintomas patológicos graves caso sejam empregadas águas não potáveis ou com forte presença de cloretos, pois podem contribuir de modo significativo para a corrosão das armaduras.

Gráfico 2 - Decréscimo da resistência à compressão com o aumento do fator água/cimento



Fonte: SOUZA E RIPPER (1998)

Quando se trata do cimento, o monitoramento deve abranger seus aspectos físicos, como início e fim de pega, resistência à compressão, expansibilidade, entre outros, além de alguns aspectos químicos. (SILVA, 2011). Ainda segundo o autor, sendo a água um elemento do concreto de grande importância, sua qualidade deve ser garantida, pois sua contaminação pode danificar o concreto no decorrer dos anos.

Para Souza e Ripper (1998) a incorreta utilização de aço com características diferentes das especificadas, seja por sua categoria ou por sua bitola, é uma das utilizações incorretas de madeiras e podem acarretar sérias manifestações patológicas.

2.2.5. Manifestações patológicas devido à utilização (manutenção)

As edificações se assemelham muito com os seres vivos, uma vez que ambos estão sujeitos a ações da natureza, sofrem com a influência do tempo, além de sofrerem com ataques físicos, como a agressividade ambiental, vento, entre outros. A falta de cuidados e de manutenção faz com que a edificação sofra um envelhecimento prematuro, que de outra forma, não ocorreria, com uma manutenção preventiva poderá preservar suas chances de uma vida útil mais longa. Em edificações onde a classe de agressividade ambiental é alta, a falta de manutenção preventiva ou uma manutenção corretiva executada de forma incorreta pode apresentar manifestações patológicas graves (MARCELLI, 2007).

A tabela 2, advinda da NBR 6118:2014 mostra as classes de agressividade ambiental às quais estão sujeitas as edificações.

Tabela 2 - Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118 (2014)

O carregamento excedente é apenas um dos aspectos da má utilização das edificações, a falta de cuidado é bastante comum em todos os tipos de edificações, além de ser um aspecto difícil de ser controlado quando não existe uma fiscalização concreta, aumentando os casos de acidentes estruturais que tem como causa a negligência da manutenção das edificações (MOREIRA DE SOUZA, 1996).

Segundo Souza e Ripper (1998), o usuário, por vezes desinformado ou negligente acaba por contribuir para a deterioração acelerada da edificação, porém estes problemas podem ser evitados se houver a conscientização do usuário quanto às limitações da edificação.

2.2.6. Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado

Fissuração

De acordo com Marcelli (2007) a análise de fissuração no concreto demanda um maior cuidado, visto que algumas podem ser ignoradas, enquanto outras merecem mais atenção e cuidado para ser solucionada. As causas para a fissuração podem ser as seguintes:

- Retração hidráulica;
- Variação do teor de umidade;
- Variação de temperatura;
- Flexão;
- Cisalhamento;
- Torção;
- Compressão;

De acordo com Vitório (2003), este tipo de manifestação patológica pode ser dividido em fissuras, trincas, rachaduras e fendas. São caracterizadas por suas espessuras que podem variar de 0,5mm até 1,5mm. Elas podem ser passivas ou ativas, quando passivas estabilizam-se ao atingir a máxima extensão, quando ativas podem provocar deformações variáveis no concreto.

Segregação do concreto

A segregação consiste na separação dos componentes do concreto, argamassa e brita, em seguida ao seu lançamento. Esta manifestação patológica

está ligada as deficiências na concretagem como o transporte, lançamento e adensamento do concreto. Também podem ser associadas à má execução de formas, levando a perda da nata do concreto, o que diminui a resistência final do concreto (SOUZA E RIPPER, 1998; MARCELLI 2007; VITÓRIO 2003).

Desagregação

Segundo Vitório (2003) e Souza e Ripper (1998) a desagregação consiste na quebra de partes do concreto, e podem ser causadas por oxidação da armadura, reações com sulfatos, utilização incorreta de agregados reativos, entre outros motivos. Ocorre em grande maioria dos casos em conjunto com a fissuração.

Corrosão da armadura

Para Marcelli (2007) a corrosão da armadura é a causa de muitos sinistros na construção civil, seu caráter é eletroquímico e envolve vários fatores como presença de umidade, agentes agressores, entre outros. Pode ser prevenida já na fase de projeto, com o estudo correto do revestimento adequado, e na execução evitando a segregação do concreto e surgimento de bicheiras.

A corrosão da armadura pode causar também a perda da aderência entre a armadura e o concreto, colaborando com o surgimento de fissuras e consequente desagregação do concreto (SOUZA E RIPPER, 1998).

Carbonatação do concreto

Segundo Souza e Ripper (1998), Vitório (2003), a carbonatação do concreto é uma das causas mais comuns da corrosão do concreto armado. Ela consiste na formação de carbonato de cálcio e diminuição do pH do concreto, gerando consequentemente desprendimento da camada de revestimento, chegando a atingir a armadura e causando a quebra de sua proteção e consequente oxidação.

2.3. ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

Segundo Caporrino (2016), argamassa de revestimento é composta por uma mistura de um ou mais aglomerantes, agregados miúdos e adição de água que proporciona capacidade de endurecimento e aderência do material a superfície a ser aplicada. Tal revestimento tem como principais objetivos, dar um aspecto agradável

à estrutura, proteção da edificação contra intempéries e, sobretudo, minimizar a degradação dos materiais de construção.

Ainda segundo Caporrino (2016), os agregados que compõe a mistura são compostos por componentes inertes que necessitam de um material ativo, o aglomerante, para que possam ter a ligação feita de forma completa. Conforme a composição forma-se a pasta utilizando apenas o material aglomerante juntamente com a água e, para obter a argamassa adiciona-se o agregado miúdo.

As argamassas podem ser classificadas quanto ao tipo de aglomerante, ao tipo de elementos ativos, quanto a dosagem, quanto a consistência, densidade da massa, forma de preparo ou fornecimento, destaca Caporrino (2016). A tabela 3 mostra cada classificação antes descrita.

Tabela 3 - Classificação das argamassas

Parâmetro	Classificação	Situações
Tipo de aglomerante (argamassa de cal; argamassa de cimento; argamassa de cimento e cal; argamassa de gesso; argamassa de cal e gesso)	Aéreas	Quando em sua composição existe um ou mais tipos de aglomerantes aéreos
	Hidráulicas	Quando são utilizados um ou mais aglomerantes hidráulicos
	Mistas	Quando são utilizados um aglomerante aéreo e um hidráulico
Elementos ativos	Simplex	Quando possuem somente um elemento ativo
	Composta	Quando possuem mais de um elemento ativo
Dosagem	Pobre ou magra	Quando o volume de aglomerante não é suficiente para preencher os vazios dos agregados
	Cheia	Quando os vazios são perfeitamente preenchidos pela pasta, formando a dosagem ideal
	Rica ou gorda	Quando há excesso de pasta
Consistência	Seca	Quando falta água na mistura
	Plástica	Quando a quantidade de água da mistura é suficiente para formar uma pasta moldável
	Fluida	Quando há excesso de água
Densidade de massa	Leve	
	Normal	
	Pesada	
Forma de preparo ou fornecimento	Preparada em obra	
	Mistura semipronta para argamassa	
	Industrializada	
	Dosada em central	

Fonte: <https://techne.pini.com.br/2016/05/artigo-patologia-das-anomalias-em-alvenarias-e-revestimentos-argamassados/>, Acesso em: 27/05/2018

Nos tempos modernos utilizam-se, principalmente, as argamassas hidráulicas com cimento Portland como aglomerante, devido à alta resistência mecânica e também à resistência a umidade (CAPORRINO, 2016).

O amassamento da mistura precisa ser contínuo e durar aproximadamente um minuto e meio a contar do momento em que todos os materiais, inclusive a água, estejam dispostos no misturador ou na área a ser feito a mistura manualmente, destaca RIPPER (2009). O amassamento manual deve ser feito em masseiras a fim de evitar desperdícios.

De acordo com Caporrino (2016), as argamassas assumem diversas funções, e dentro desta abordagem vamos expor somente algumas principais dessas funções como pode evidenciar a seguir:

Argamassa para Alvenaria

Quando utilizadas nas elevações das alvenarias são denominadas argamassas de assentamento. Funções: unir as unidades de alvenaria; distribuir as cargas atuantes; selar as juntas; absorver as deformações naturais, como as de origem térmica e as de retração por secagem.

Argamassa para Revestimento

Chapisco é uma camada de preparo da base, com a finalidade de uniformizar a superfície e melhorar a aderência do revestimento. Emboço é a camada de revestimento que cobre e regulariza a base. Reboco é a última camada de revestimento argamassado, propiciando uma superfície que permita receber o acabamento.

Argamassa para Revestimento de Pisos

Quando utilizadas para revestimentos de pisos podem ser argamassa de contrapiso ou argamassa de alta resistência para piso. (CAPORRINO, 2016).

Segundo Ripper (2009), deve se tomar cuidado antes da aplicação do revestimento com argamassa, preparando as paredes internas e limpando toda a área a ser revestida e cortar eventuais juntas de argamassa que foram deixadas durante a elevação da alvenaria, umedecer por completo a área antes da aplicação do revestimento. É essencial que a preparação da argamassa seja feita por etapas, a fim de evitar o endurecimento antes de seu uso, todo o montante feito deve ser utilizado em cerca de no máximo duas horas e meia a partir da adição de água na mistura. Todo o excedente que não aderir à superfície não deve ser reutilizado.

2.3.1. Manifestações Patológicas em Fachadas

Na construção civil, umas das etapas essenciais para o bom desenvolvimento do projeto é a execução das fachadas. Neste campo, deve se tomar diversas precauções quanto à utilização de materiais, tipo, quantidades, tempo e modo de preparo, disposição, dentre outros. A fachada é a o cartão de visita de uma edificação. Os revestimentos em fachadas são importantes não só pelo aspecto visual que pode levar um acabamento mais refinado, mas sim pela proteção que o revestimento proporciona para os materiais da edificação, melhora no isolamento térmico e também no isolamento acústico, preserva ainda contra infiltrações, destaca Sabbatini e Barros e Maciel (1998).

Com o avanço das tecnologias na construção civil aliado a falta de mão de obra qualificada, os revestimentos em fachadas vêm se tornando um problema mais sério e recorrente em diversas obras. A má execução dos revestimentos argamassados em fachadas com o tempo pode trazer à edificação problemas que não estavam previstos na concepção do projeto, sendo necessário efetuar reparos. Um dos problemas pertinentes à má execução dos revestimentos de argamassa é o aparecimento de fissuras, manchas, bolores, destacamento de áreas muito mais afetadas e um dos problemas mais intrigantes, a infiltração (SABATINI E BARROS E MACIEL, 1998).

Segundo Corsini (2010), entre as ações externas aos componentes, estão as fissuras causadas por movimentações térmicas, higroscópicas, sobrecargas, deformações de elementos de concreto armado e recalques diferenciais. Entre as ações internas, as causas das fissuras estão ligadas à retração dos produtos à base de cimento e às alterações químicas dos materiais de construção.

De acordo com a norma de impermeabilização (ABNT NBR 9575:2003), as microfissuras têm abertura inferior a 0,05 mm, as aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras e, as maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas. Nas Figuras 19 e 20, podemos verificar algumas fissuras em uma residência que foi visitada para compor o estudo de caso sobre concreto armado.

Segundo Corsini (2010), as fissuras na alvenaria são divididas de acordo com sua forma de manifestação, e seu desenho, pode ser geométrico ou mapeado. Segue abaixo uma exemplificação e procedimentos de recuperação a ser adotado em cada caso representado na Tabela 4.

Tabela 4 - Tipos de fissuras

Geométricas			Mapeadas	
Ativas		Passivas	Ativas	Passivas
Sazonais	Progressivas		Sazonais	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Membranas acrílicas ■ Bandagem ■ Tela metálica ■ Tirante ■ Selagem ■ Junta de movimentação ou de controle 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reforço de fundação ■ Reforço estrutural 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Substituição do revestimento ■ Tela metálica ■ Tirante ■ Armadura horizontal ■ Substituição de unidades danificadas ■ Argamassa armada ■ Grampeamento 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Membranas acrílicas ■ Papel de parede (interno) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Papel de parede (interno) ■ Substituição do revestimento ■ Argamassa armada ■ Pintura convencional

Fonte: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>

Figura 19 - Fissuras horizontais



Fonte: os próprios autores

Figura 20 - Fissuras Mapeadas



Fonte: os próprios autores

De acordo com Sahade (2005) as principais causas de fissuração podem ser descritas conforme segue abaixo.

- Recalques de fundação;
- Atuação de sobrecargas;
- Deformação das estruturas de concreto armado;
- Variações de temperatura;
- Variações de umidade;
- Ataques químicos;

Chegar à causa raiz de como a fissura ou trinca se originou, é o ponto chave e o princípio do desenvolvimento do projeto de recuperação, destaca Sahade (2005). Estudos *in loco* e o embasamento teórico correto permite ao engenheiro

aplicar técnicas de reparos mais eficientes, visto que este reparo não pode se transformar em uma reforma.

Sahade (2005) complementa ainda da seguinte forma.

Quando a fissura é de origem estrutural, sua recuperação é mais complicada. Uma fissura mais superficial, mapeada, tem recuperação mais simples. Independentemente disso, é preciso ter um treinamento da mão de obra. (SAHADE, 2005).

Fissuras menores tendem a ter uma recuperação, fazendo aplicação de produtos flexíveis (selantes elásticos). Uma fissura de maior volume leva mais tempo e requer mais habilidade e possivelmente o custo de seu reparo vai ser elevado.

Alguns procedimentos demoram a ser executados devido ao manuseio que o profissional deve realizar, comenta Sahade (2005). Para obter a restauração completa de uma fissura, primeiramente deve abrir a fissura, fazer a limpeza do local onde vai receber os produtos e após a aplicação deve se ainda esperar o tempo de secagem. Após todo este procedimento, é feito o fechamento do local e finalização.

Atualmente, existem no mercado produtos com capacidade de trabalhar junto com as deformações do terreno, alguns materiais de aplicação em fachadas já estão recebendo tecnologia para suportar a deformação e não fissurar tão facilmente. Contudo esta reparação, analisada e feita de acordo com cada obra, evita um dos problemas recorrentes dos dias atuais. A infiltração é uma grande vilã no ramo da construção civil e traz com ela grandes problemas, que pode levar a problemas estruturais futuros (SAHADE, 2005).

As patologias em fachadas podem ser evitadas com a utilização dos processos e materiais corretos, com bom dimensionamento do traço da argamassa, projetos que foram seguidos do início ao fim da obra, diminuem as chances de problemas futuros (SAHADE, 2005).

Ainda de acordo com Sahade (2005), os revestimentos em fachadas são uma das principais etapas de execução de uma obra, e este está submetido a elevados índices de degradação, neste momento surgem as principais patologias, como fissuras, trincas, bolores, destacamento de placas, dentre outros. Além dos reparos que este tipo de problema exige que seja feito depois de instalado, o ideal é

que em todo tipo de construção se faça as devidas manutenções, a fim de assegurar a qualidade da obra e também evitar os problemas que foram citados acima.

2.4. REVESTIMENTO DE PINTURA

A tinta é um produto líquido, pastoso ou em pó que possui uma composição química formada por uma dispersão de pigmentos, resinas, solventes, cargas e aditivos, que ao ser aplicado sobre uma superfície, transforma-se numa película aderente com a finalidade de proteger, colorir ou embelezar (Anexo da portaria Inmetro nº 529/ 2015, WEG-apostila).

A história das tintas e cores começa na pré-história, pois como o ser humano tinha uma comunicação bem limitada, se viu obrigado a arrumar uma maneira para transmitir suas experiências e contar sua história, como podemos observar nas pinturas das cavernas. As tintas que tinham sua base feita de gordura de animal (ligante) e pigmentos naturais só podiam ser aplicadas nos interiores das cavernas, ficando assim protegidas das intempéries, no entanto aquelas aplicações ainda hoje estão preservadas. Como mostra a Figura 21.

Figura 21 - Arte rupestre encontrada no interior de cavernas da Indonésia



Fonte: <https://hypescience.com/wp-content/uploads/2014/10/arte-rupestre-antiga-2-838x595.jpg>.

Acesso em: 20/04/2018

Também encontram-se nos antigos Hieroglíficos Egípcios deslumbrantes exemplos de arte. “Pintar” antes do século XIX era somente aplicado aos tipos de pintura em óleo, para pinturas de casas era a lavagem com cal queimada ou a lavagem com pigmentos encontrados na natureza. Antigamente as cores como terracota, ocre e negro, eram facilmente obtidas, porém restavam obter as cores como o azul, o vermelho, o amarelo, o verde, o azul celeste, o vermelho forte, a cor de ouro e o verde-água (MATOS, 2008).

Há aproximadamente 10.000 anos os egípcios obtiveram os primeiros pigmentos sintéticos, derivados de alumínio, silício, cobre e cálcio, além de elementos de origem orgânica. Seus ligantes eram à base de ovo, goma arábica e cera de abelha e para obterem cores diferentes traziam da Índia anileira onde se conseguia chegar num azul profundo e garança para ter nuances de vermelho, violeta e marrom e eles também aprenderam a fabricar brochas brutas, para aplicação da tinta. (POLITO, 2006).

Entretanto a aplicação da tinta para a construção civil, surgiu mais ou menos 4.000 anos a.C. quando os europeus queimavam pedra calcária, misturavam água e cal, resultando nas casas de barro, que servia para proteger e decorar. No mesmo tempo os povos do sudoeste asiático desenvolveram a arte da fabricação de lacas, verdadeiros antecessores dos revestimentos modernos. Já na Índia, se extraíam pela secreção de um inseto a goma-laca (shellac), usada na preparação de um verniz para proteger e embelezar objetos e superfícies de madeira (ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE TINTAS, POLITO, 2006).

Mas somente após a Revolução Industrial, as tintas e revestimentos conquistaram o mundo, pois com o avanço da tecnologia, a invenção e o sucesso do automóvel surgiu a necessidade de novos revestimentos e processos de aplicação, onde um tempo menor de secagem e um processo mais rápido de pintura eram exigidos. Com o passar do tempo as formulações das tintas tornaram-se cada vez mais complexas, fazendo com que os revestimentos não só tivessem a função de proteger e embelezar os substratos, mas também terem propriedades funcionais como antiderrapantes, isoladoras, condutoras e refletoras, além de contribuírem com a durabilidade dos objetos. Na Construção Civil as tintas têm relevada importância também pelas extensões das áreas pintadas, implicando num alto custo. (ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE TINTAS, MARQUES, 2013).

De acordo com o texto da A “Addedvaluesheets” – A short historyofpaintsandcoatings- CEPE publication:

As tintas e revestimentos desempenham um papel indispensável no mundo moderno e revestem virtualmente tudo o que usamos, desde eletrodomésticos, edifícios, carros, barcos, aviões a computadores, micro chips ou circuitos-impressos, as mesmas contribuem para a durabilidade dos objetos, ajudando dessa forma a economizar recursos naturais. Apresentam-se em todas as cores imagináveis e embelezam as nossas vidas tal como o faziam há 30 000 anos, no entanto, hoje não seriam aceitáveis as tintas nitro celulósicas para aplicação à pistola usadas na pintura de automóveis, nos anos 30, e que continham apenas 30% de sólidos, consistindo o restante em compostos orgânicos voláteis (COV). Por essa razão a indústria de tintas investiu fortemente na investigação e desenvolvimento de produtos com menor impacto no ambiente e na saúde humana. O teor de solventes das tintas foi altamente reduzido, podendo ser apenas de 15% nas tintas de altos sólidos. Enquanto as tintas com base aquosa, muitas vezes são usadas na substituição das bases solventes, sendo que alguns produtos são isentos de solvente, exemplo, as tintas em pó e as de cura UV (Ultravioleta). Ao longo das décadas, as formulações das tintas tornaram-se cada vez mais complexas e hoje os revestimentos não só protegem e embelezam os substratos como também lhes conferem propriedades funcionais: antiderrapantes, isoladoras, condutoras e refletoras, por exemplo.

2.4.1. Manifestações Patológicas em Pintura

As patologias em pintura são defeitos que ocorrem nas superfícies que receberam esse revestimento. Esses defeitos são causados tanto por influências do ambiente (variações de temperatura, tempo, radiação, gases, ataques biológicos entre outros), quanto por influências causadas por imprudência da mão-de-obra (erro de aplicação, de armazenagem, de reparos preventivos...) (POLITO, 2006; MARQUES, 2013).

Segundo os autores Anghinetti, Almeida, Marques e Polito: o revestimento de pintura tem a função de dar beleza a obra é uma patologia que diferentes de muitas não ficam “escondidas” e são de visível percepção. Essas patologias surgem em diferentes momentos do processo de revestimento, às vezes antes mesmo da

aplicação até anos após de aplicado, com o envelhecimento do substrato, por exemplo.

Quando essas anomalias aparecem em curto prazo, normalmente são causadas por imprudência da mão-de-obra; pois para defeitos causados por influências ambientais é necessário um tempo relativamente longo, uma vez que os agentes causadores atingem a superfície aos poucos.

As patologias em pintura surgem devido a inúmeros fatores:

- A seleção dos materiais: deve sempre procurar usar materiais adequados que resistam à deterioração causada pelas condições de exposição; evitar tintas que não suportam as condições para qual será usada; usar produtos de pinturas compatíveis entre si.

- Formulação da tinta: o processo de fabricação deve seguir devidas instruções, que indicam as proporções corretas de misturas para a fabricação das mesmas.

- Aderência da tinta e substrato: Um dos principais defeitos com relação à aderência é pintar um substrato contaminado, além de não levar em conta os diferentes tipos de substrato e suas diferentes características, para determinada pintura.

- A aplicação: a falha na aplicação é um dos principais fatores dos defeitos de pinturas, devido erros relacionados com a mistura, uma diluição incorreta, espessura da camada inadequada, além de aplicação em ambientes com condições adversas (por exemplo: humidade e temperatura, não propícias para a realização do processo de pintura).

- Forças exteriores: Ambientes particularmente agressivos, por exemplo: abrasão, erosão em ambientes químicos e os ambientes de água corrente que contêm uma alta concentração de sais dissolvidos e fluxos de água contendo materiais abrasivos, como partículas de areia.

Diante dos diversos fatores responsáveis pela causa das patologias em pintura as tabelas a seguir apresentam algumas patologias, suas causas e suas possíveis soluções.

Tabela 5 - Patologia, causas e reparação

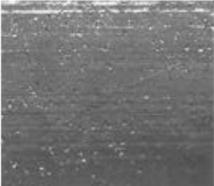
Patologia	Descrição	Causas	Reparação
Amarelecimento (yellowing)	Desenvolvimento de uma cor amarela ao longo da vida útil da película de um produto de pintura.	- Acção de agentes atmosféricos sobre o produto de pintura (alteram a estrutura química do ligante).	- Limpeza da superfície; - Repintura com produtos compatíveis com o revestimento existente e resistentes às condições de exposição.
Ataque (lifting) 	Amolecimento, inchaço ou separação de uma película seca do seu substrato, resultante da aplicação de uma demão suplementar ou por influência de um solvente.	- Aplicação de uma camada de tinta sobre uma camada ainda húmida. - Retenção de solvente na camada de acabamento, que redissolve a camada subjacente. - Incompatibilidade físico-química entre os produtos utilizados no esquema de pintura.	- Remoção total ou parcial do revestimento e repintura com produtos compatíveis e aplicados nas condições especificadas.
Bicos de alfinete (pinholing) 	Presença de pequenos orifícios na película, semelhante aos que são feitos por um alfinete.	- Técnicas de aplicação incorrectas: - pistola muito afastada da superfície; - pressão de pulverização baixa; - pressão de atomização elevada. - Libertação de ar após aplicação do produto. - Evaporação rápida do solvente. - Não cumprimento do tempo de secagem entre demãos.	- Corrigir qualquer técnica de aplicação incorrecta. - Se o produto não secou, escovar e aplicar uma camada adicional. - Se a película já secou, realizar correctamente todo o trabalho de preparação da superfície e efectuar a repintura com produtos adequados, seguindo as indicações dos fabricantes e respeitando tempos os de secagem.
Bronzeamento (bronzing)	Alteração na cor da superfície de uma película, dando o aspecto de bronze envelhecido	Incidência da radiação solar sobre determinados pigmentos	Realizar uma lixagem ou escovagem, lavagem e repintura com produtos contendo pigmentos adequados.
Casca de laranja (orange peel) 	Aspecto da película parecida com a textura da superfície de uma laranja.	- Metodologia incorrecta no manuseamento da pistola: - distância desajustada entre a pistola e a superfície; - baixa pressão de pulverização para uma boa atomização. - Defeitos inerentes ao produto: - viscosidade elevada; - produto mal misturado; - evaporação rápida do solvente. - Insuficiente tempo de secagem entre demãos. - Temperatura ambiente ou da base de aplicação inadequadas.	- Realizar correctamente o trabalho de preparação da superfície: lixagem ou escovagem, despoejamento e lavagem. Efectuar a repintura, com produtos compatíveis, corrigindo as técnicas de aplicação e respeitando os tempos de secagem entre demãos.
Descoloração (fading) 	Perda de cor de uma película de um produto de pintura.	Acção de agentes atmosféricos: - radiação solar; - temperatura; - atmosferas poluídas; - atmosferas quimicamente agressivas.	Lixagem, lavagem, secagem e posterior repintura da superfície, executada com produtos compatíveis com o revestimento e resistente às condições ambientais a que o edifício está sujeito.

Tabela 6 - Patologia, causas e reparação

Patologia	Descrição	Causas	Reparação
Empolamento (blistering) 	Deformação convexa numa película, causada pelo descolamento de uma ou mais camadas constituintes de uma película.	<ul style="list-style-type: none"> - Condições ambientais (humidade e temperatura) desfavoráveis à aplicação. - Defeitos de construção provocam infiltração e retenção de humidade. - Desrespeito dos tempos de secagem entre demãos (os solventes ao tentar escapar originam bolhas na interface das camadas). - Camadas de tinta demasiado espessas. - Incompatibilidade química do produto de pintura com a base de aplicação que, ao reagirem dão origem a libertações gasosas que por sua vez provocam a formação das bolhas. - Metodologia ou equipamentos desadequados para o tipo de material a pintar ou para o produto a usar. 	Em função da maior ou menor extensão e intensidade do empolamento, poderá: <ul style="list-style-type: none"> - Efectuar a lixagem/escovagem ou executar a remoção total ou parcial do revestimento; - Verificado o grau de degradação da base de aplicação, reparando-a no caso de ser necessário; - Preparação adequada da superfície; - Repintura, executada com produtos compatíveis e respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.
Encosturado (lapping) 	Zona visível onde uma camada de tinta se estende ao longo de uma camada adjacente de tinta acabada de aplicar.	<ul style="list-style-type: none"> - Secagem demasiado rápida do produto origina uma defeituosa ligação ou sobreposição entre áreas contíguas. - Deficiente execução quando a área a pintar é excessivamente grande. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reformulação do produto para que tenha menor poder de evaporação. - Restringir o tamanho das áreas, de maneira a poder controlar os tempos de secagem entre áreas adjacentes.
Enrugamento (wrinkling) 	Formação de pequenas rugas ou ondulações numa película de material de pintura durante a secagem.	<ul style="list-style-type: none"> - Camada demasiado espessa, seca à superfície e o interior fica húmido; quando secar, a camada sofre contração e enrugam. - Aplicação da segunda demão com a primeira demão ainda húmida por não cumprimento dos tempos de secagem. - Diferenças de temperatura significativas entre o suporte e o produto a aplicar. - Incompatibilidade físico-química entre os produtos utilizados no esquema de pintura. - Exposição da película húmida a condições de humidade elevada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Executar correctamente todo o trabalho de preparação da superfície, nomeadamente a limpeza, lixagem ou escovagem até desaparecer o enrugamento, ou proceder à remoção total/parcial do revestimento. - Realizar a pintura com produtos compatíveis, seguindo as indicações dos fabricantes e respeitando s tempos de secagem entre demãos.

Tabela 7 - Patologia, causas e reparação

Patologia	Descrição	Causas	Reparação
Escorridos (sagging) 	<p>Movimento descendente de um produto de pintura durante a secagem, em posição vertical ou inclinada, que resulta em irregularidades na camada seca.</p> <p>Pequenos escorridos podem chamar-se pingos, lágrimas ou gotículas; grandes escorridos podem chamar-se cortinas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Película demasiado espessa ou excesso de produto na camada permite o escorrimento da tinta. - Baixa viscosidade do produto de pintura. - Produto demasiado fluido devido a diluição excessiva promove zonas com menor aderência. - Secagem da tinta demasiado lenta, devido a solventes pouco voláteis. - Insuficiente tempo de secagem entre a aplicação de camadas ou demãos. 	<p>Após secagem e avaliada a extensão do defeito, a solução poderá passar por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar a preparação adequada da superfície, nomeadamente efectuar a lixagem ou escovagem e lavagem ou proceder à remoção total ou parcial do revestimento. - Executar a repintura, utilizando produtos compatíveis e respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.
Espessamento (thickening) 	<p>Aumento na consistência de um produto de pintura mas não ao ponto de o tornar inutilizável.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Embalagens mal fechadas permitem a evaporação do veículo volátil, aumentando a viscosidade do produto. - Temperatura de armazenagem inadequada pode aumentar a viscosidade da tinta e possibilitar a precipitação irreversível de certo tipo de constituintes. - Tempo de armazenagem excessivo permite a formação de aglomerados, que aumentam a viscosidade do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrigir a consistência do produto através da adição de solvente/diluinte adequado. - Armazenar a embalagem em ambientes de temperatura entre os 18°C ±5°C. - Agitar adequadamente o produto até reduzir a sua consistência.
Espumas (bubbling)	<p>Formação de bolhas, temporárias ou permanentes, numa película aplicada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de aplicação de primário com função selante em superfícies porosas. - Aditivo antiespuma desadequado à formulação, originando a formação de bolhas. - Método de aplicação desadequado ou mal executado. - Condições ambientais desadequadas, em relação à presença de humidade excessiva. 	<p>Após secagem da película e de avaliada a extensão do defeito, a solução poderá passar por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efectuar a lixagem ou escovagem e lavagem e consequente pintura, ou - Proceder à remoção total ou parcial do revestimento e realizar a preparação adequada da superfície. <p>Executar a repintura, utilizando produtos compatíveis e respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.</p>

Tabela 8 - Patologia, causas e reparação

Patologia	Descrição	Causas	Reparação
Exsudação (sweating)	Migração dos componentes líquidos de um produto de pintura para a superfície de uma película	<ul style="list-style-type: none"> - Preparação desadequada da superfície antes de receber o esquema de pintura. - Intervalos de tempo entre demãos demasiado curtos. - Condições ambientais desfavoráveis ao processo de aplicação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitar a exsudação da base e remover o material exsudado ou remover o revestimento e executar a repintura, incluindo um selante no esquema de pintura. - Após secagem, limpar a superfície removendo o material exsudado e realizar a repintura, utilizando produtos compatíveis. - Depois de avaliar se o problema é localizado ou se atinge a totalidade da superfície, proceder à remoção parcial ou total do revestimento. <p>Se não for necessária a remoção, efectuar a lixagem e lavagem da superfície e, depois, realizar a pintura com métodos e nas condições adequadas, seguindo as indicações dos fabricantes, e respeitando os tempos de secagem entre demãos.</p>
Fissuração (cracking) 	Aparecimento de rupturas numa película seca.	<ul style="list-style-type: none"> - Movimentações dimensionais da superfície e, conseqüentemente, estruturais do substrato, às quais mesmo um produto de pintura bem formulado não consegue ter elasticidade suficiente para resistir. - Incompatibilidades físico-químicas e mecânicas dos produtos de pintura com a base de suporte. - Desrespeito pelos tempos de espera entre demãos. - Aplicação de camadas demasiado espessas, provocando a fissuração a espessuras elevadas. - Uso de produtos desadequados para as condições de exposição ambiental. - Envelhecimento natural da película de revestimento por pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o tipo de fissuração. - Se for uma fissuração superficial, que atinja apenas a camada de acabamento, a solução passa por uma lixagem superficial, seguida de repintura. - Em casos mais graves de fissuração profunda, deverá ser executada a remoção total ou parcial do revestimento, utilizando os métodos adequados tendo em conta o tipo de superfície de base e os produtos nela usados. - A repintura deverá ser antecedida da preparação adequada da superfície e executada com produtos compatíveis, respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.
Flutuação de cor (floating)	Separação de um ou mais pigmentos de um produto de pintura contendo mistura de pigmentos diferentes, causando estrias ou zonas de cor diferente sobre a superfície do produto de pintura.	<ul style="list-style-type: none"> - Incompatibilidades físico-químicas entre os tipos de pigmentos do produto de pintura, donde resulta a sua separação e distribuição irregular na película. - Incompatibilidade dos pigmentos com o ambiente de exposição. 	<p>Consoante a extensão do defeito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Esperar que a película seque por completo, efectuar a sua lixagem ou escovagem, despoejamento e lavagem. - Executar a remoção total ou parcial do revestimento e preparação adequada da superfície. - Efectuar a repintura com produtos compatíveis, aplicados nas condições especificadas e respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.

Tabela 9 - Patologia, causas e reparação

Patologia	Descrição	Causas	Reparação
Formação de crateras (cratering) 	Formação numa película de pequenas depressões circulares que persistem após a secagem	<ul style="list-style-type: none"> - Rebentamento de ampolas presentes na superfície da película, com origem em empolamentos; - Presença de contaminantes no produto de pintura, de origem e composição variadas; - Formulação do produto: incompatibilidade química entre alguns constituintes; - Diluentes desadequados; - Viscosidade excessiva do produto. - Ocorrência de correntes de ar durante a aplicação da tinta. 	Dependendo da extensão do defeito, após secagem da película: <ul style="list-style-type: none"> - Efectuar a sua lixagem ou escovagem, despoejamento e lavagem; - Remover total ou parcialmente o revestimento por pintura. Após preparação adequada da superfície, efectuar a repintura com produtos compatíveis adequados e respeitando todos os tempos de secagem.
Formação de pele (skinning)	Formação de uma pele sobre a superfície de um produto de pintura na embalagem, durante a armazenagem.	<ul style="list-style-type: none"> - Embalagens deficientemente fechadas permitem evaporação do solvente e fenómenos de reticulação. - Temperatura de armazenagem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se a pele cobrir toda a superfície, cortar em redor das paredes da embalagem, destacar e retirar. - No caso de pele fragmentada, retirar por peneiração.
Gelificação (gelling)	Transformação total ou parcial do veículo de uma tinta em "gel", o qual torna impossível a sua aplicação, mesmo após adição de solvente ou agitação.	<ul style="list-style-type: none"> - Embalagens mal fechadas. - Temperatura de armazenagem demasiado elevada. - Longa permanência em armazém pode promover reacções de autoreticulação lenta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Devido à irreversibilidade dos processos químicos que ocorrem no produto, a única solução passa por substituir as embalagens por outras.
Intumescimento (swelling)	Aumento no volume de uma película resultante da absorção de líquidos ou de vapor	<ul style="list-style-type: none"> - Formulações desadequadas, nas quais são usados ligantes com grande apetência para a absorção de solventes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consoante o defeito esteja localizado ou se propague à maior parte da superfície da película, deverá ser removido parcial ou totalmente, utilizando métodos adequados. - Fazer a preparação adequada da superfície. - A repintura deverá ser executada com produtos compatíveis e respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.

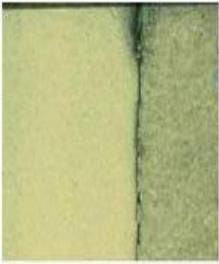
Tabela 10 - Patologia, causas e reparação

Patologia	Descrição	Causas	Reparação
Manchas (dots)	Zonas de cor ou brilho diferente que aparecem no revestimento por pintura.	<ul style="list-style-type: none"> - Base de aplicação porosa ou ausência/aplicação inadequada de primário poderá resultar na absorção em excesso do ligante do acabamento. - Desenvolvimento de fungos, algas ou bolor, que aparecem e se propagam em ambientes propícios. - Reacção química entre os constituintes dos produtos de pintura e elementos atmosféricos. - Humidade em excesso durante a secagem. - Má preparação da superfície. - Acumulação de gorduras, óleos ou fumos, formam manchas. - Migração do interior para a superfície de constituintes com acção surfactante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar se o defeito é localizado ou se ele se estende à maior parte da superfície do revestimento. - Executar uma limpeza ou lavagem superficial. - Se este processo não resolver, remover parcial ou totalmente o revestimento utilizando os métodos adequados à superfície e aos produtos nela empregues. - A repintura deverá ser antecedida da respectiva preparação adequada da superfície, bem como executada com produtos compatíveis e respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.
Marcas de trincha (brush marks)	Aparecimento de estrias rectilíneas e paralelas entre si, que se mantêm visíveis depois de seco. 	<ul style="list-style-type: none"> - Viscosidade do produto elevada. - Uso de trinchas desadequadas. - Concentração volumétrica de pigmentos na mistura demasiado elevada relativamente ao ligante. - Aplicação de uma camada sobre outra que ainda não está seca. - Aplicação de uma camada, sobre outra que já tem estes defeitos. - Superfície de base demasiado porosa dificulta o espalhamento do produto na superfície. - Demasiadas passagens com a trincha. - Temperatura ambiente demasiado elevada poderá causar a rápida secagem antes de efectuada a totalidade do espalhamento. - Uso de aditivos desadequados. - Produto fora de prazo ou fora do tempo de vida útil. 	<ul style="list-style-type: none"> - Esperar que a película seque por completo; - Executar correctamente todo o trabalho de preparação da superfície, nomeadamente a limpeza, lixagem ou escovagem, e no caso de ser necessária, a lavagem da mesma; - Realizar a repintura, aplicando métodos adequados e produtos quimicamente compatíveis, seguindo as indicações dos fabricantes, e respeitando criteriosamente os tempos de secagem entre demãos.
Opalescência (blushing)	Aspecto leitoso que por vezes se desenvolve durante a secagem da película de um produto de pintura transparente e que é devido à humidade do ar e/ou à precipitação de um ou mais constituintes sólidos do produto de pintura transparente.	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de humidade em excesso durante a secagem da superfície pintada, que absorve água e adquire um aspecto leitoso. - Utilização de solventes de evaporação rápida, que condensam e cristalizam a humidade durante a secagem da película. - Incompatibilidade físico-química entre diferentes ligantes, podendo originar a sua precipitação. 	Esperar que a película seque por completo, efectuando a remoção do revestimento, a preparação adequada da superfície e executando a repintura, usando produtos compatíveis e respeitando os tempos de secagem.

Tabela 11 - Patologia, causas e reparação

Patologia	Descrição	Causas	Reparação
Pegajosidade (after tack)	Propriedade de uma película de permanecer pegajoso, após a secagem ou cura.	<ul style="list-style-type: none"> - Alterações químicas totais ou parciais do aditivo usado como endurecedor ou acelerador. - Formulação inadequada. - Condições ambientais de aplicação desadequadas que retardam o processo de secagem. - Introdução de polímeros termoplásticos com uma temperatura transição vítrea desadequada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remover parcial ou totalmente o revestimento, executar a preparação adequada da superfície e, depois, a repintura com produtos compatíveis e respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis. - Poderá ser suficiente realizar um novo esquema de pintura, compatível com o revestimento existente, em condições ambientais favoráveis e respeitando todos os tempos de secagem necessários.
Perda de brilho (loss of gloss)	Perda da propriedade óptica de uma superfície, caracterizada pela sua facilidade de reflectir a luz.	<ul style="list-style-type: none"> - Envelhecimento natural do revestimento por pintura. - Deposição de sujidade na superfície. - Espessura desadequada de camadas. - Alterações no produto ainda durante a fase de armazenagem. - Deficiente preparação do produto para aplicação. - Condições ambientais desfavoráveis. - Uso de revestimento para interior, em exterior. 	<p>Proceder à lixagem ou escovagem, seguida de lavagem da superfície, seguida de preparação adequada da superfície e repintura executada com produtos compatíveis e respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.</p>
Perda de poder de cobertura (hiding power)	Perda da capacidade de um produto de pintura ou de um revestimento para mascarar por opacidade a cor ou as diferenças de cor do substrato	<ul style="list-style-type: none"> - Produto de pintura tem fraco poder de opacidade. - Deficiente preparação do produto para aplicação, - Espessura de camada insuficiente. 	<p>Aplicação de um produto compatível com o existente, que apresente um poder de opacidade apropriado, correctamente preparado e em camadas de espessura adequada.</p>
Pulverulência (chalking)	<p>Aparecimento de um pó fino e pouco aderente na superfície de uma película, proveniente da degradação de um ou mais dos seus constituintes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Envelhecimento natural do revestimento. - Aplicação de produtos desadequados. - Incompatibilidades químicas entre base de aplicação e produto a aplicar. - Produtos em que na sua formulação existe uma concentração de pigmentos demasiado elevada por unidade de volume. 	<ul style="list-style-type: none"> - Executar uma limpeza do material pulverulento, seguido da preparação da superfície com aplicação, sempre que necessário, de um primário agregador. - Se não for suficiente, remover parcial ou totalmente o revestimento, utilizando os métodos adequados à superfície em questão e aos produtos nela empregues. Fazer a preparação adequada da superfície. - Executar a repintura com produtos compatíveis e respeitando os tempos de secagem.

Tabela 12 - Patologia, causas e reparação

Patologia	Descrição	Causas	Reparação
Repasse (bleeding)	Difusão de uma substância corada através de uma película, proveniente do interior e produzindo uma mancha ou uma alteração de cor indesejável.	<ul style="list-style-type: none"> - Acontece quando algum componente corado da base de aplicação ou da camada adjacente é parcialmente solúvel no solvente usado na camada de acabamento, podendo ser arrastado para a superfície da película, depositando-se. 	<ul style="list-style-type: none"> - Após secagem da película efectuar a lixagem ou escovagem e lavagem e consequente repintura, utilizando produtos compatíveis contendo solventes inertes aos constituintes da base de aplicação e respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.
Retenção de sujidade (dirt retention)	 <p>Tendência de uma película seca para reter na superfície sujidades que não são removidas por uma simples limpeza</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Concentração volumétrica de pigmentos demasiado elevada. - O produto tem na sua composição um ligante vulnerável a temperaturas elevadas, amolecendo o revestimento. - Erro de formulação que origina película seca com índices de pegajosidade elevados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fazer uma preparação adequada da superfície, começando pela limpeza; - O acabamento deve ser feito com produtos compatíveis com o existente, de maneira a cumprir os requisitos do local onde será aplicado; - Respeitar as indicações dos fabricantes.
Retração (cissing)	Aparecimento numa película de zonas de espessura não uniforme, que variam na extensão e na distribuição.	<ul style="list-style-type: none"> - Má preparação da superfície, permitindo que nela fiquem resíduos de sujidade, tais como óleos ou silicones. - Presença de solventes fortes que atacam o ligante das camadas de pintura existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Após secagem da película efectuar a lixagem ou escovagem e lavagem, e consequente repintura utilizando produtos compatíveis respeitando todos os tempos de secagem e condições favoráveis.
Saponificação (saponification)	Transformação do veículo fixo em sabões solúveis, provocando a dissolução total ou parcial do revestimento.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de produtos desadequados para as condições de exposição de alcalinidade que a superfície irá encontrar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remover o revestimento afectado, utilizando métodos adequados. - Efectuar a preparação da superfície; - Aplicar o esquema de pintura, recorrendo a produtos compatíveis e resistentes às condições de exposição a que vão estar sujeitos, nomeadamente no que se refere à alcalinidade.

3. ESTUDO DE CASO

Os estudos de casos descritos neste capítulo procuraram exemplificar de forma clara os assuntos abordados anteriormente. Foram avaliadas edificações construídas em alvenaria estrutural, concreto armado e estrutura mista.

O primeiro estudo de caso trata de uma residência unifamiliar construída em concreto armado que apresentou problemas após o início de obras no terreno ao lado. Para o segundo estudo de caso foi escolhido um edifício residencial de múltiplos pavimentos executado em alvenaria estrutural que apresentou fissuras logo após sua construção. Já o terceiro objeto de estudo trata-se de um edifício pertencente a uma instituição de ensino que apresentou danos no revestimento de pintura.

Essas estruturas foram avaliadas em visitas técnicas, e foi feita também a coleta de dados junto aos proprietários e responsáveis por sua construção. Foram observadas também a idade das edificações para que se pudesse avaliar sua condição atual em comparação ao esperado.

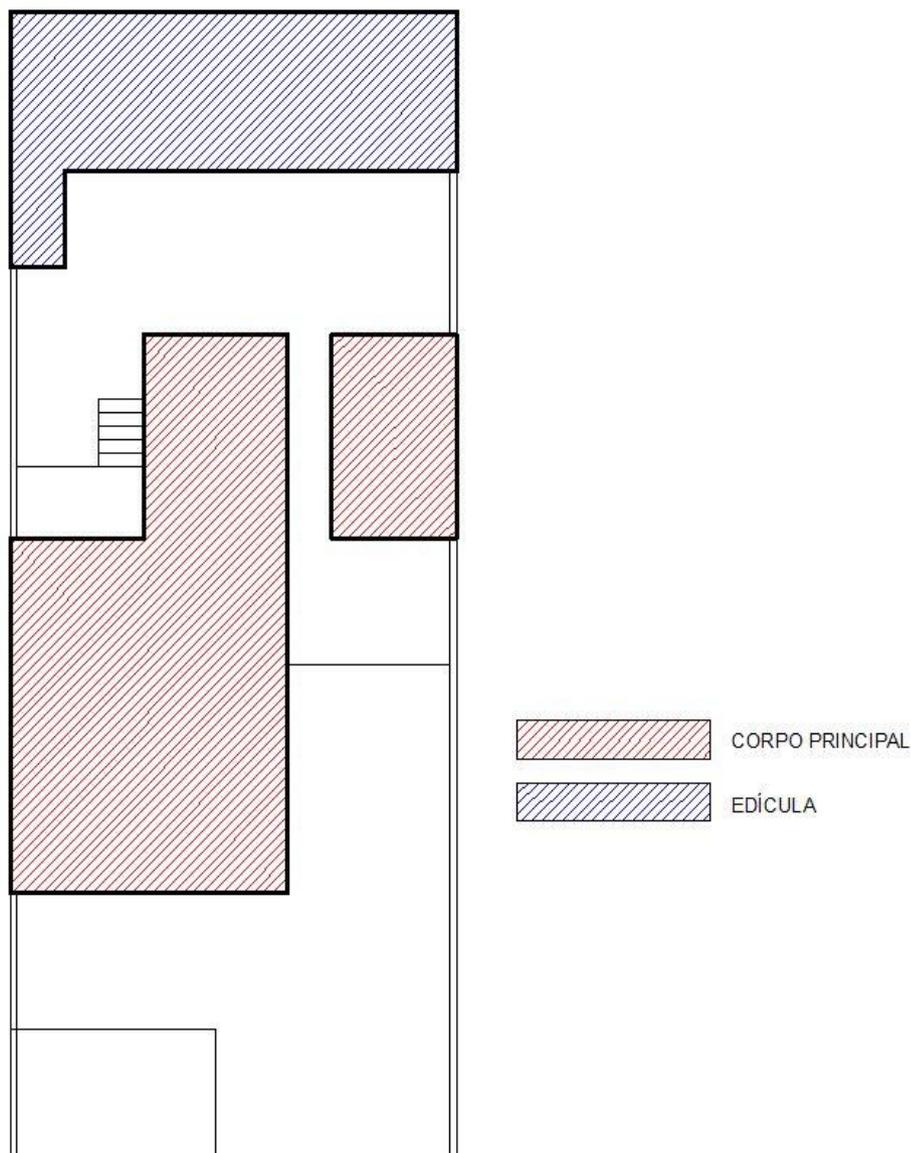
3.1. ESTUDO DE CASO 1

3.1.1. Descrição da obra

O objeto de estudo escolhido trata de uma residência constituída por um corpo principal e uma edícula, com área aproximada de 170,00 m². O foco principal do estudo de caso será a edícula da residência, onde estão localizadas as manifestações patológicas observadas, que possui 37,30 m².

A edificação em questão foi executada em estrutura de concreto armado, com revestimento externo em reboco pintado, laje treliçada e telhado em telhas cerâmicas, e possui idade aproximada de 20 anos. A Figura 22 mostra a planta em mancha da residência principal e edícula localizada nos fundos do terreno.

Figura 22 - Planta em mancha da residência



Fonte: os próprios autores

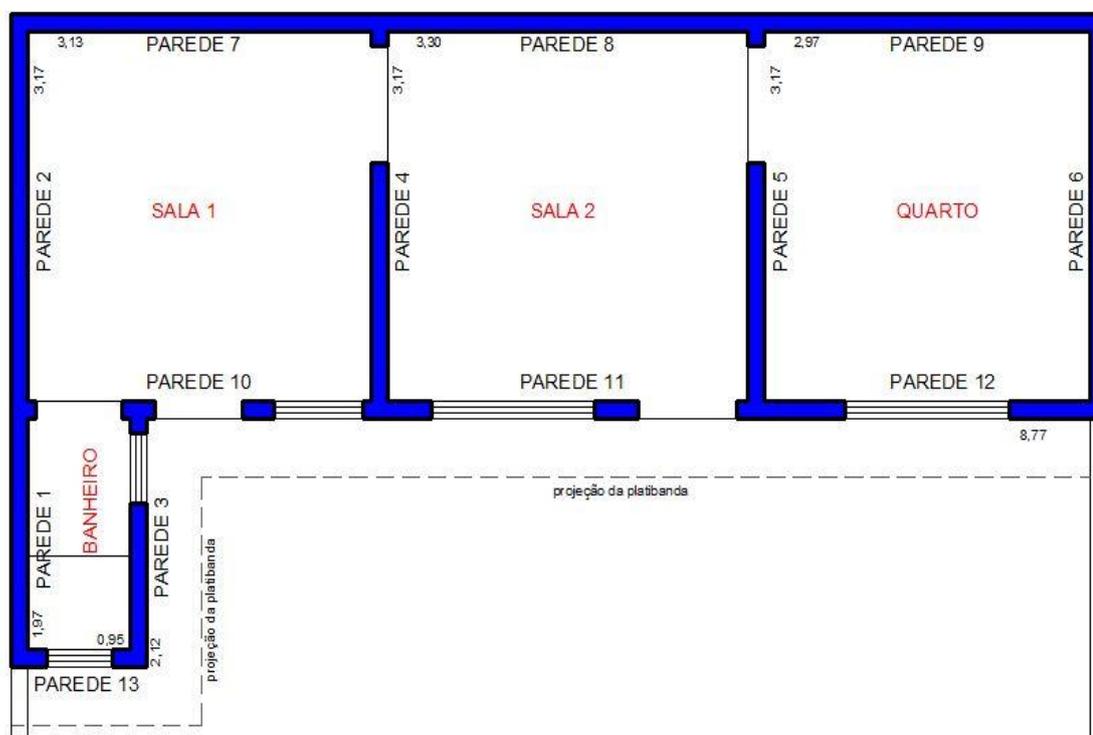
O terreno onde está localizada a residência tem área de 250,00m², sendo 10,00m de frente e 25,00m de laterais. O perfil natural do terreno apresenta declive para os fundos do lote, com aproximadamente 3,00m de desnível, em relação ao nível da rua, posicionado nos 25,00m de comprimento.

A construção foi feita seguindo o perfil natural do terreno, onde este segue em declive para os fundos do terreno, ficando na parte mais baixa a edícula e na parte mais alta o corpo principal da residência.

Para uma melhor avaliação e descrição das manifestações patológicas encontradas na edificação, foi elaborada uma planta baixa da edícula, nomeando as

paredes da edificação para uma identificação mais clara das áreas afetadas. A planta baixa é representada na Figura 23.

Figura 23 - Planta baixa da edícula



Fonte: os próprios autores

3.1.2. Manifestações patológicas na edificação

Durante vistoria na residência puderam ser observadas fissuras e trincas nas paredes externas e internas. As fissuras ocorrem com frequência e intensidade na edícula da residência, que é confrontante com muro de arrimo do lote à oeste de quem olha o terreno de frente, onde ocorre a execução de uma residência e muro de contenção de aproximadamente 3,00 metros de altura.

Foram realizadas duas visitas para avaliar as manifestações patológicas existentes na residência e documentar possíveis alterações. Nesta etapa, foram feitas imagens digitais da residência para posterior análise e comparação.

Pelo lado externo da edificação podemos notar trincas na platibanda da residência que percorrem a laje até a parede 3 da residência, essas trincas apresentam espessura entre 5 e 10 milímetros. Uma comparação entre duas imagens, representado na Figura 24, que foi feita com um intervalo de aproximadamente dois meses, mostra o avanço das trincas em análise.

Figura 24 - Comparação de fissura em platibanda e laje



Fonte: os próprios autores

As paredes 10 e 11, devidamente denominadas na figura 22, apresentam também algumas fissuras no lado externo, localizadas principalmente em vértices e aberturas de janelas, tendo elas aumentado no intervalo entre as visitas técnicas e é apresentado na figura 25.

Figura 25 - Trincas nas paredes 10 e 11



Fonte: os próprios autores

A principal consequência dessas trincas é a exposição da estrutura a agentes intempéricos podendo comprometer a segurança da estrutura e desempenho dos revestimentos.

A parede 3 na área interna do banheiro apresenta trincas e fissuras no mesmo alinhamento das trincas externas, incluindo a trinca que percorre a laje apresentada na Figura 26. Essas trincas também apresentaram aumento em comparação com o observado na primeira visita técnica, com espessura entre 7 e 10 milímetros. A Figura 26 mostra essas fissuras, se estendendo da parede 3 até a parede 10.

Figura 26 - Trincas nas paredes 3 e 10



Fonte: os próprios autores

A exposição das armaduras a intempéries provocadas por essas trincas e fissuras é de grande preocupação, por se tratar de um local constantemente exposto à umidade, pode provocar corrosão da armadura e descolamento do concreto.

As trincas no lado interno da parede 10 provocaram o descolamento do revestimento cerâmico existente no cômodo denominado sala 1, e também o

empenamento da porta localizada nessa parede, como é mostrado na Figura 27. Condição que não foi observada na ocasião da primeira visita técnica, demonstrando de forma bastante clara a evolução das manifestações patológicas.

Figura 27 - Descolamento do revestimento da parede 10



Fonte: os próprios autores

A parede 2 apresenta trincas e fissuras típicas de cisalhamento horizontal, caracterizada por trincas em trechos retilíneos no alinhamento das juntas de argamassas. Pouca alteração pode ser observada entre a primeira e a segunda visita técnica. Como mostra a Figura 28, as infiltrações através dessas trincas comprometem a vedação e o revestimento interno.

Figura 28 - Trincas e fissuras na parede 2



Fonte: os próprios autores

A parede 7 apresenta também trincas e fissuras escalonadas acompanhando a amarração do assentamento dos blocos e em trechos retilíneos no alinhamento das juntas de argamassas, típicas do cisalhamento horizontal. É possível observar também nesta parede uma trinca de aproximadamente 5 milímetros, que atravessa a parede possibilitando visualizar a edificação vizinha dos fundos. A Figura 29 mostra as fissuras e trincas na parede 7, bem como a infiltração e o conseqüente comprometimento do revestimento.

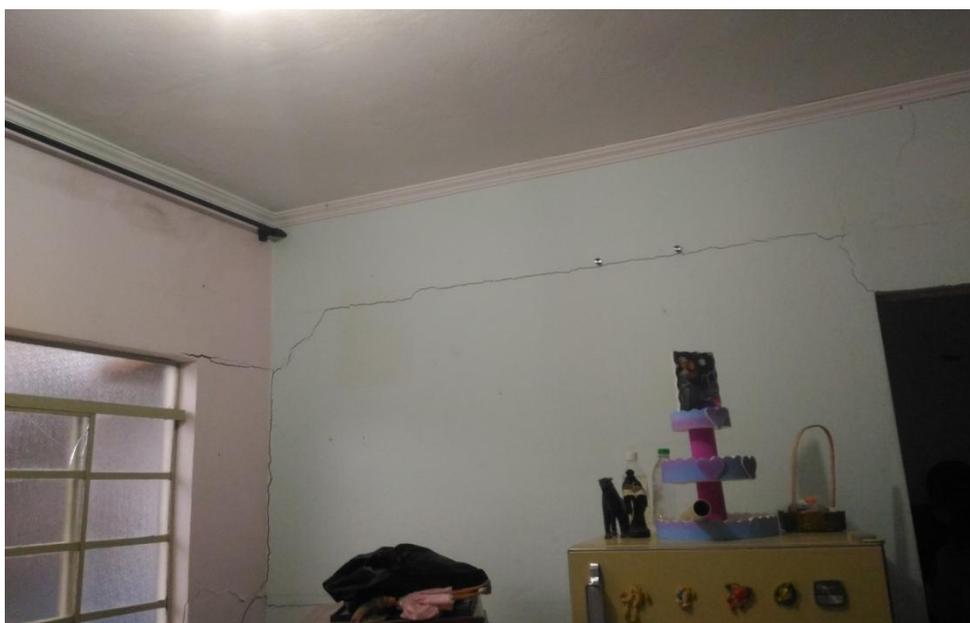
Figura 29 - Trincas e fissuras na parede 7



Fonte: os próprios autores

Na sala 2, as paredes 11 e 4 apresentaram fissuras horizontais, verticais e nos vértices da janela e da porta chegando até o assentamento da sanca de gesso, provocando seu descolamento parcial, detalhes que podem ser vistos na Figura 30. As fissuras mostram evolução durante o tempo decorrido entre a primeira e a segunda visita.

Figura 30 - Vértice das paredes 11 e 4 com fissuras laterais e horizontais



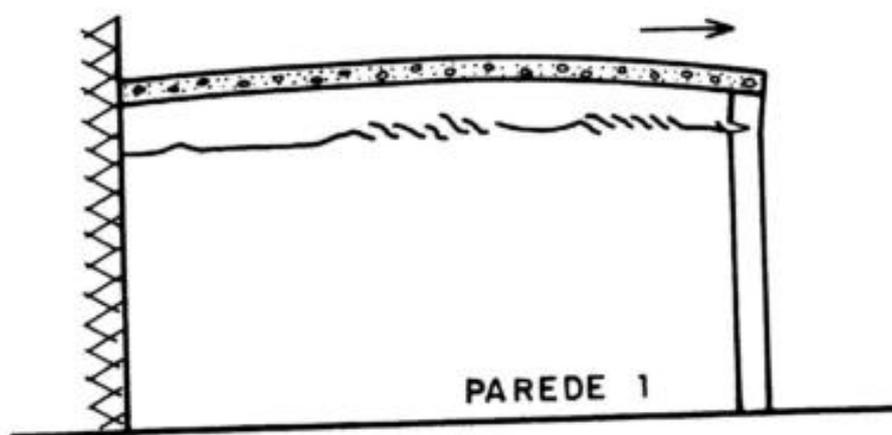
Fonte: os próprios autores

As trincas e fissuras encontradas no imóvel analisado são causadas por esforços horizontais e acontecem de maneira diferente de acordo com o sentido das forças e a resistência de cada elemento.

Algumas fissuras possuem uma variação no seu formato causada pela resistência e interação entre os elementos construtivos. Onde o elemento de vedação, o bloco, é mais resistente à tração que o elemento ligante, a argamassa, as trincas e fissuras acontecem escalonadas, de forma a acompanhar o sentido do assentamento ou quando o elemento de vedação for menos resistente à tração que o elemento ligante, o cisalhamento vai ocorrer no elemento de vedação. Que é o que ocorre nas paredes 2, 3 e 7, variando de acordo com as solicitações e os esforços cortantes.

A Figura 31 ilustra bem o que acontece na parede 7 da edificação, com fissuras paralelas ao comprimento da laje, onde as direções das fissuras são perpendiculares às resultantes de tração, como mostradas na Figura 29.

Figura 31 - Trincas perpendiculares ao sentido da força e paralela ao comprimento da laje

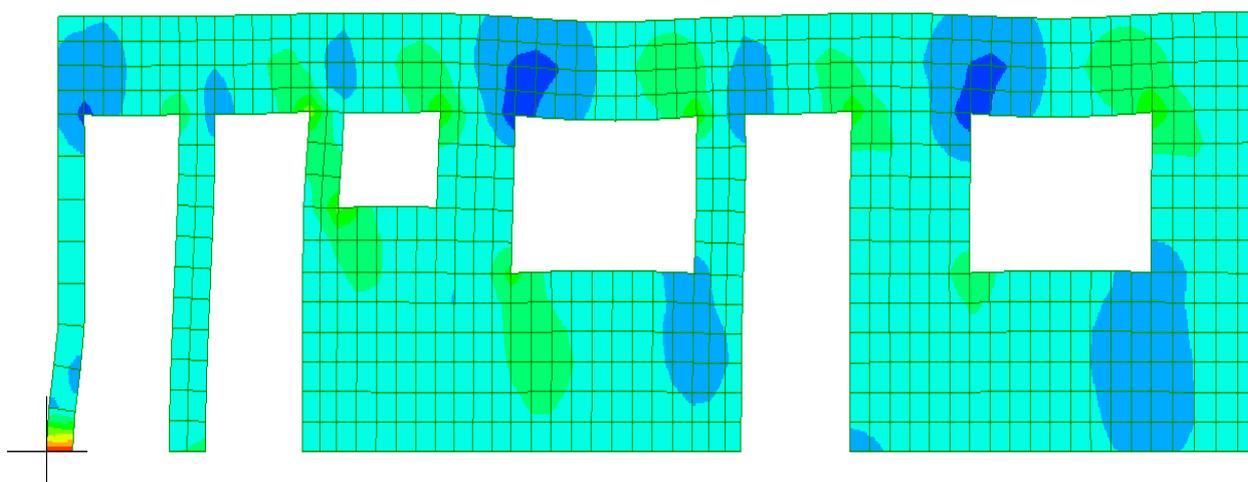


Fonte: THOMAZ (2003)

A presença de aberturas nas paredes combinado com esforços horizontais propicia o aparecimento de regiões onde há predominância de picos de tensão, ao nível do peitoril e ao nível do topo de caixilhos. Nos vértices dessas regiões há tendência de abrir ou fechar o ângulo que naturalmente é de 90°, desenvolvendo fissuras nessas regiões ou empenamentos de caixilhos, situação que ocorreu na parede 10 mostrada na Figura 27.

Na Figura 32 é exemplificado em uma modelagem em elementos finitos, as aberturas existentes na parede frontal contínua da edícula. Nesta modelagem foi proposto um deslocamento horizontalmente da esquerda para a direita, onde foi possível visualizar os pontos de concentração de tensões. As áreas em azul escuro apontam os vértices com tendência a abrir e as áreas em verde mostram os vértices com tendência a se fechar. Este modelo exemplifica o ocorrido na edificação estudada.

Figura 32 - Efeitos de cargas horizontais nos vão e caixilhos



Fonte: Próprio autor, modelado no software LISA

Ao iniciar a construção de uma edificação em que há necessidade de aterro para alcançar nível em cotas maiores que o nível do vizinho, é necessário a execução de estruturas de contenção. Essas estruturas devem ser apoiadas em fundações ou em solo resistente às tensões solicitadas. Para manter-se estável, este deve resistir aos esforços provenientes das tensões horizontais e a força de empuxo horizontal do solo, ter dimensões ou elementos resistentes ao tombamento e deslizamento da contenção.

Outra ocorrência que deve ser prevista em projeto, para muros e contenções que fazem divisa com edificações vizinhas, é a deformação máxima que esta vai apresentar quando a estrutura estiver trabalhando no Estado Limite de Serviço (ELS), a chamada flecha máxima. Neste caso, é caracterizado pela deformação máxima horizontal que o muro poderia apresentar ao receber os carregamentos oriundos do aterro do solo e da sobrecarga da construção. A Figura 33 mostra o muro encostado na lateral esquerda da edificação estudada.

Figura 33 - Muro encostado na lateral esquerda da edificação estudada



Fonte: os próprios autores

Uma vez conhecendo estas deformações é possível prever algumas soluções para que a construção em questão não provoque manifestações patológicas na construção vizinha como, deixar uma junta oca entre os muros ou ainda utilizar uma junta flexível.

Estes procedimentos ou quaisquer outros, não foram encontrados no muro em questão, fato este que colaborou para o surgimento de trincas e fissuras provenientes das deformações horizontais desse muro. Gerando patologias típicas de deformações por esforços horizontais nas paredes de alvenaria e uma vez que a edícula apresenta a laje como elemento rígido, esta transmite os esforços que acontecem na divisa para as paredes subsequentes.

Segundo depoimentos, anteriormente ao início das obras de contenção e aterro, a edificação estudada não apresentava qualquer anomalia, não existiam trincas ou fissuras. Com o advento das obras da residência vizinha, houve vibrações

em etapa de fundação escavada mecanicamente e deposição de grande quantidade de solo para nivelamento do terreno. Atividades que provocaram vários tipos de fissuras nas paredes e lajes da edícula.

Para solução do problema deve-se reforçar a parede da contenção pelo terreno da edificação estudada, fruto de um projeto a ser realizado por profissional habilitado, objeto de um novo trabalho.

Para execução deverão ser removidos os pisos, paredes, cobertura e lajes da sala 1 e banheiro da edícula. Deverão ser retirados os revestimentos comprometidos para avaliar o grau de danificação do restante da edificação. Em caso de danos avançados deverão ser feitos os reparos necessários, caso contrário deverá ser feito somente a troca do revestimento.

3.2. ESTUDO DE CASO 2

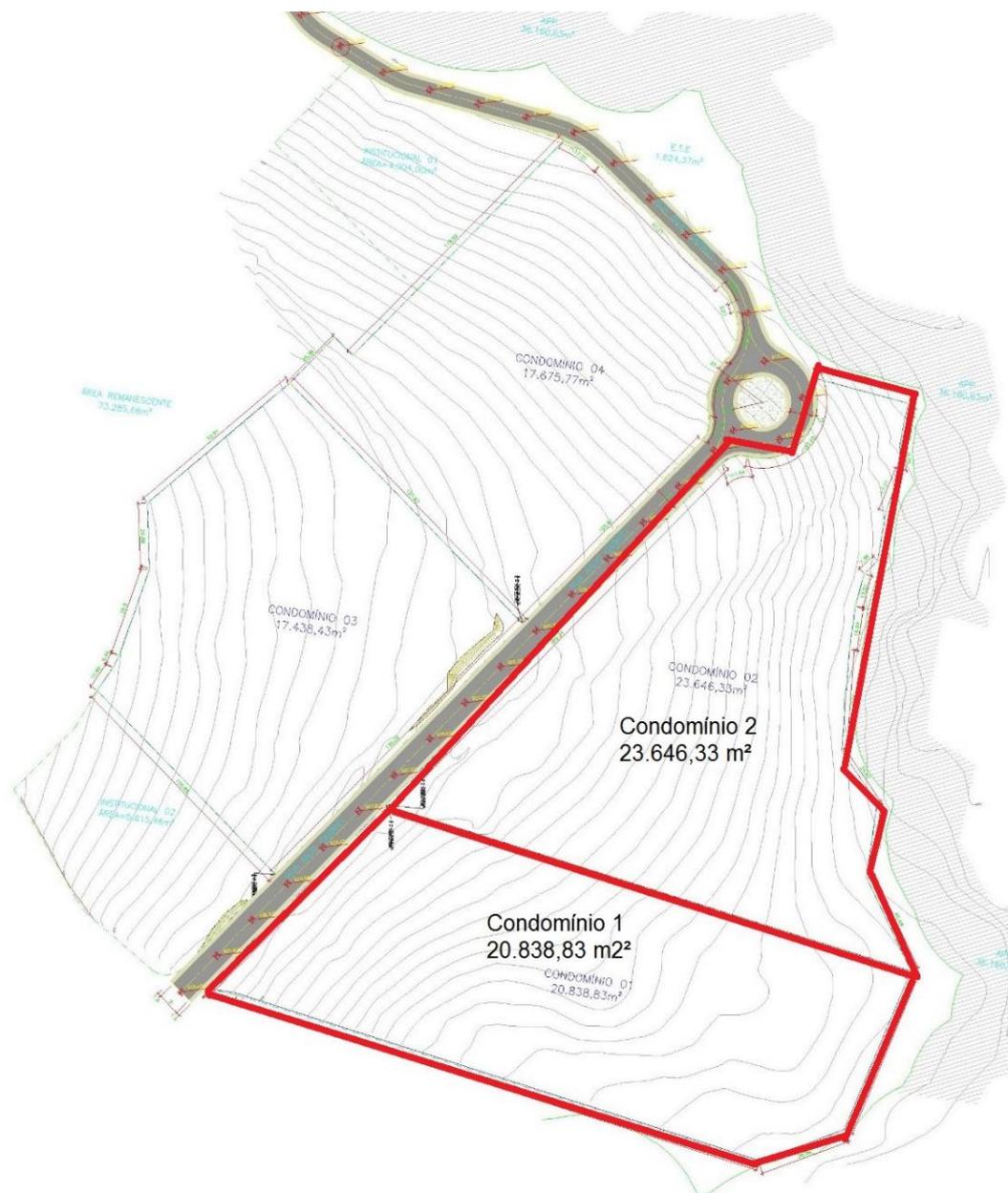
3.2.1. Descrição da Obra

O estudo de caso foi realizado em uma obra de condomínios residenciais do programa Minha Casa Minha Vida, situado em Mairiporã – SP, o nome da construtora e do empreendimento será mantido em sigilo a pedido da empresa.

A obra é constituída de 4 condomínios com um total de 55 torres, todos os condomínios contam com portaria, lixeira, quadra gramada e salão de festas. As torres são compostas de 5 pavimentos com 4 apartamentos de 44 m² por pavimento, sua fundação foi realizada com hélice contínua e vigas baldrames, sua estrutura é de alvenaria estrutural armada com bloco de concreto, com lajes maciças moldadas in loco, e cobertura realizada com telhas de fibrocimento de duas águas direcionadas ao centro onde há uma calha de concreto impermeabilizada. Os edifícios são revestidos internamente com gesso liso em 4 pavimentos e o pavimento térreo é revestido com massa única, externamente há massa única e para finalizar, textura.

A visita foi realizada em dois condomínios, cada um destinado à análise específica de uma manifestação patológica, sendo em alvenaria estrutural e argamassa de revestimento em fachada. Os condomínios estudados estão destacados na Figura 34 a seguir:

Figura 34 - Planta baixa do empreendimento com destaque nos condomínios estudados



Fonte: LEPIANE, 2016

3.2.2. Manifestações patológicas em alvenaria estrutural

Para análise das manifestações patológicas em alvenaria estrutural foi escolhida apenas uma torre para melhora desta análise. A construção está localizada no condomínio 1 que tem uma área de 20.838,83 m² com 15 torres, a torre escolhida segue destacada na Figura 35 onde é possível visualizar todo o condomínio em questão.

Figura 35 - Vista geral do condomínio 1

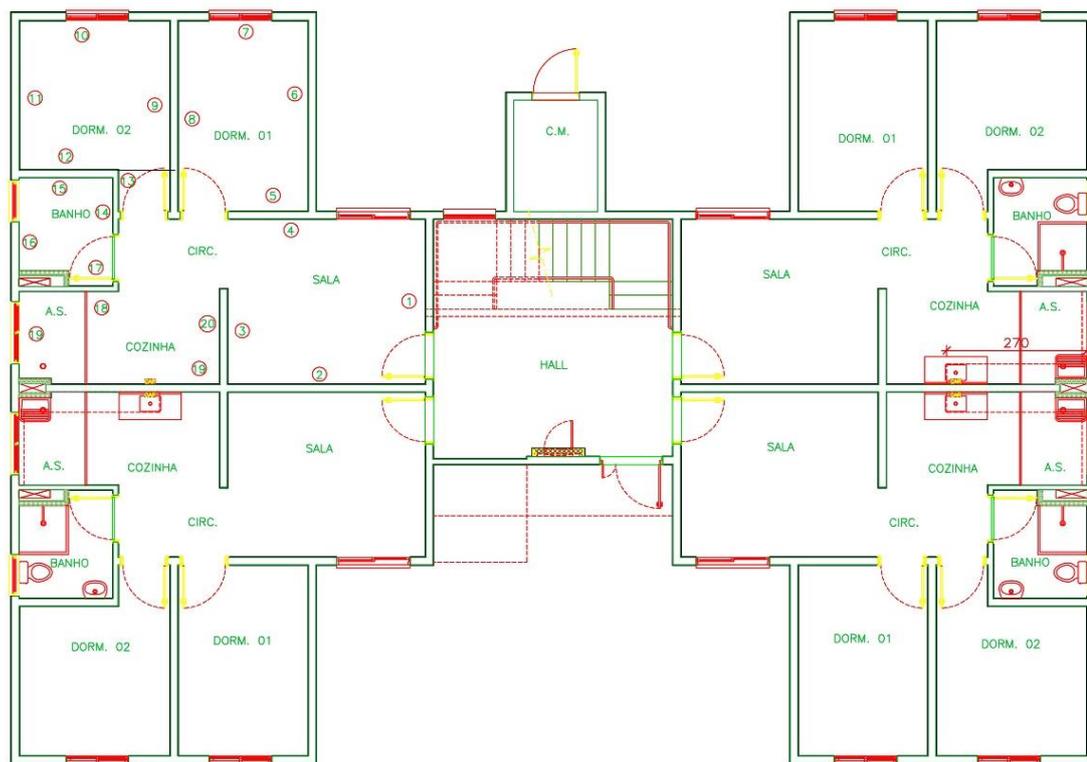


Fonte: os próprios autores

A alvenaria estrutural deste empreendimento foi composta de blocos de concreto de 6 MPa, argamassa de assentamento de 4 MPa e graute com resistência de 15 MPa. Para controle e verificação das resistências estabelecidas em projeto, havia o controle tecnológico realizado por laboratório especializado, que moldava corpos de prova de graute, argamassa e montagem de prisma oco.

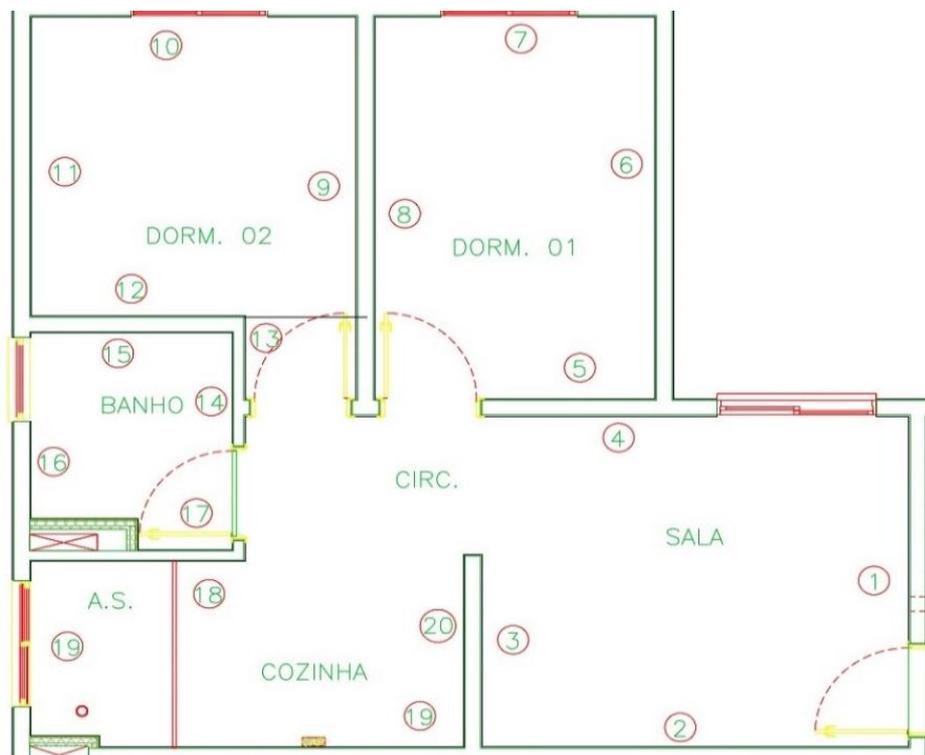
Este condomínio teve início em abril de 2016 e a primeira torre executada foi a escolhida para focar o estudo, sendo assim, a sua estrutura foi iniciada em abril com a concretagem das estacas hélices e finalizou em julho com a concretagem da laje de cobertura. Porém, foi em setembro de 2017 que a torre foi realmente finalizada, já com todas as demãos de pinturas concluídas. Foi no início de 2018 que começaram a aparecer manifestações patológicas na estrutura, identificadas durante o processo de check-list dos apartamentos que podem ser observados na planta baixa da Figura 36. Na Figura 37, é possível ver apenas um apartamento onde estão enumeradas suas paredes para melhor identificação das manifestações patológicas encontradas.

Figura 36 - Planta do pavimento



Fonte: SCURIZA, 2016

Figura 37 - Planta do apartamento enumerada



Fonte: SCURIZA, 2016

As manifestações patológicas encontradas na edificação foram em geral fissuras, tendo observado todos os pavimentos e encontrando-as apenas no pavimento térreo e 4º pavimento. Estes pavimentos sofrem mais, primeiramente o térreo com a maior sobrecarga e o último pavimento com a maior movimentação do edifício e efeitos de intempéries por logo acima já estar o telhado de fibrocimento.

Nas Figuras 38 e 39 é possível observar uma fissura no sentido horizontal que foi encontrado na sala, na parede 3. Esta parede resiste ao carregamento da laje de cobertura de forma isolada neste ponto, pois está localizada no centro e recorrente a isso sofre com a compressão excessiva, ocorrendo o esmagamento da argamassa de assentamento. Juntamente, há movimentação da laje de concreto armado e a parede absorve tal movimentação, resultando na deformação dos blocos de concreto, ocorrendo assim a fissura horizontal.

Figura 38 - Fissura horizontal



Fonte: os próprios autores.

Figura 39 - Fissura horizontal na parede 3



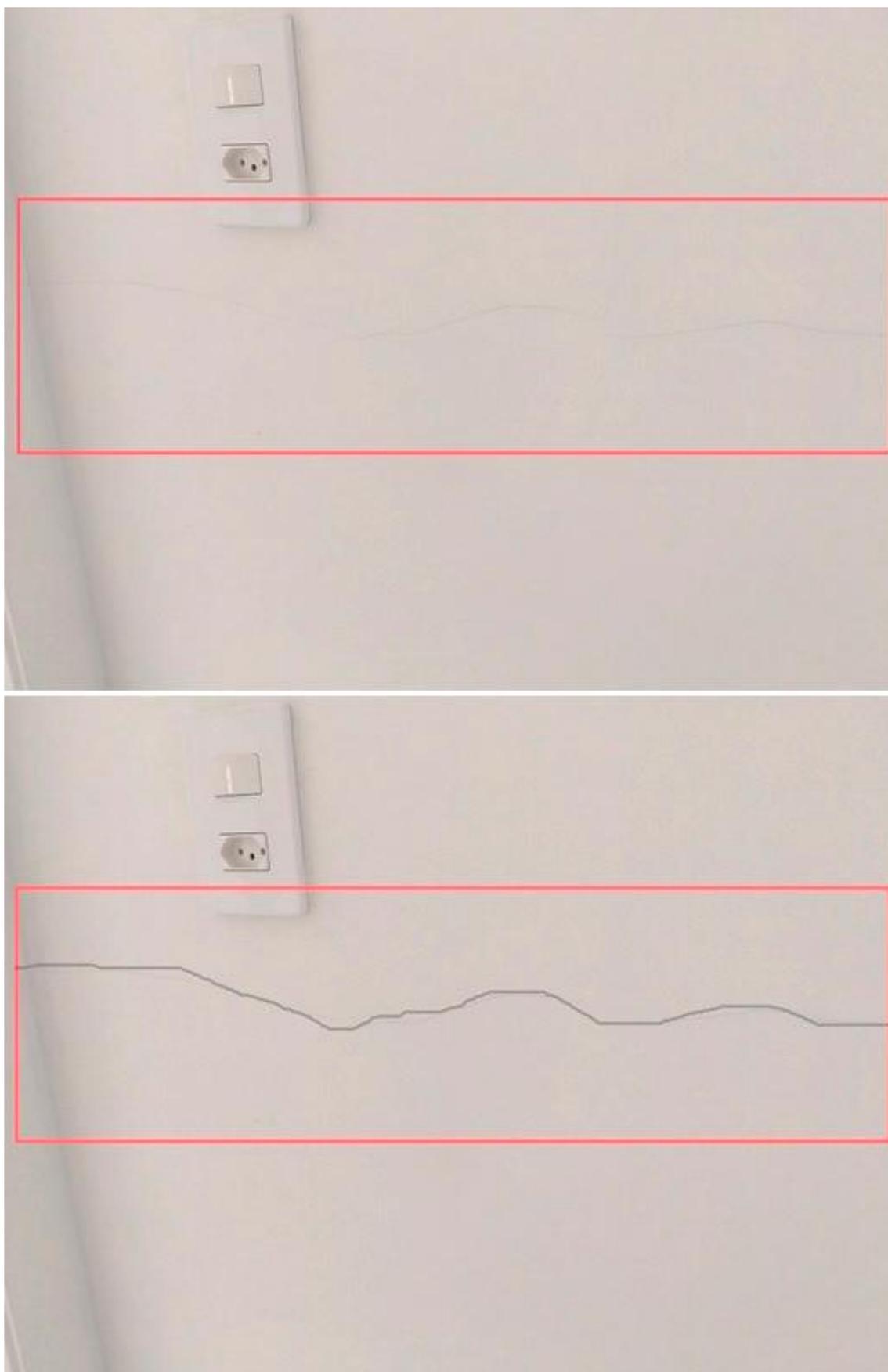
Fonte: os próprios autores

Seguindo com a identificação das manifestações patológicas nos apartamentos da edificação, foi possível encontrar mais fissuras horizontais, ainda no 4º pavimento, localizada no dormitório 2, parede 13 que sofre com a compressão ocasionada pela laje cobertura, porém há um agravante nesta parede.

A parede 13 é composta não somente de blocos de concreto estrutural de 6 MPa, mas também com blocos de concreto de vedação, pois trata-se da parede do dormitório e do banheiro do apartamento, desta forma, utilizam-se blocos de vedação para que se possam efetuar cortes na mesma para resolver problemas hidráulicos sem danificar a estrutura, se necessário.

Contudo, as duas paredes trabalham de formas diferentes, cada uma recebendo a carga de compressão advinda da laje e respondendo diferentemente, além do contato entre dois materiais com resistências distintas. Com isso, origina-se a fissura horizontal conforme Figura 40, mesmo com as telas metálicas inseridas para amarrar dois elementos distintos.

Figura 40 - Fissura horizontal na parede 13

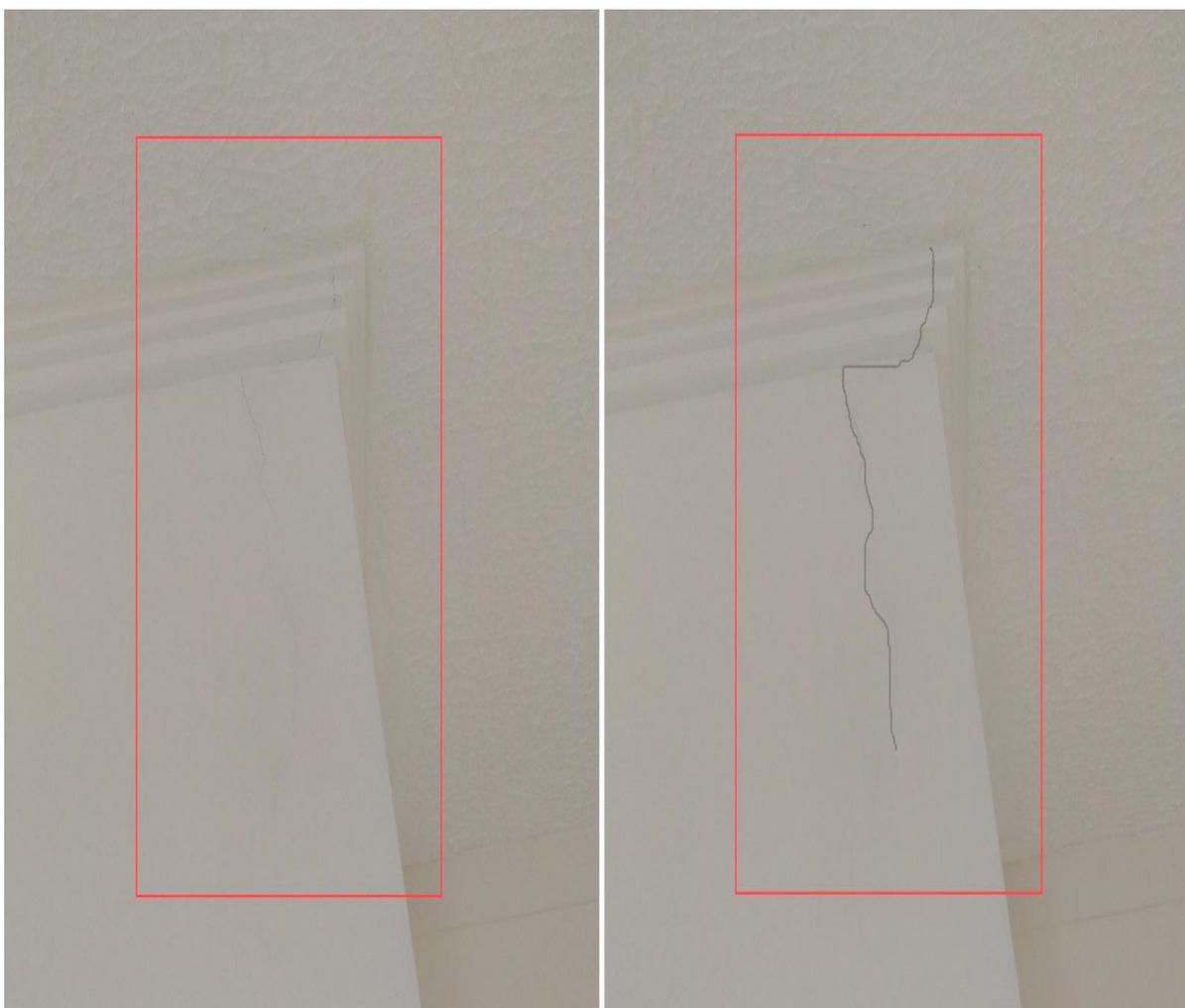


Fonte: os próprios autores

As ações da laje de cobertura se estendem no mesmo dormitório 2, porém na parede 12 foi possível observar fissuras verticais advindas da retração do concreto, tanto da laje de cobertura sobre a parede, quanto dos blocos de concreto utilizados na alvenaria.

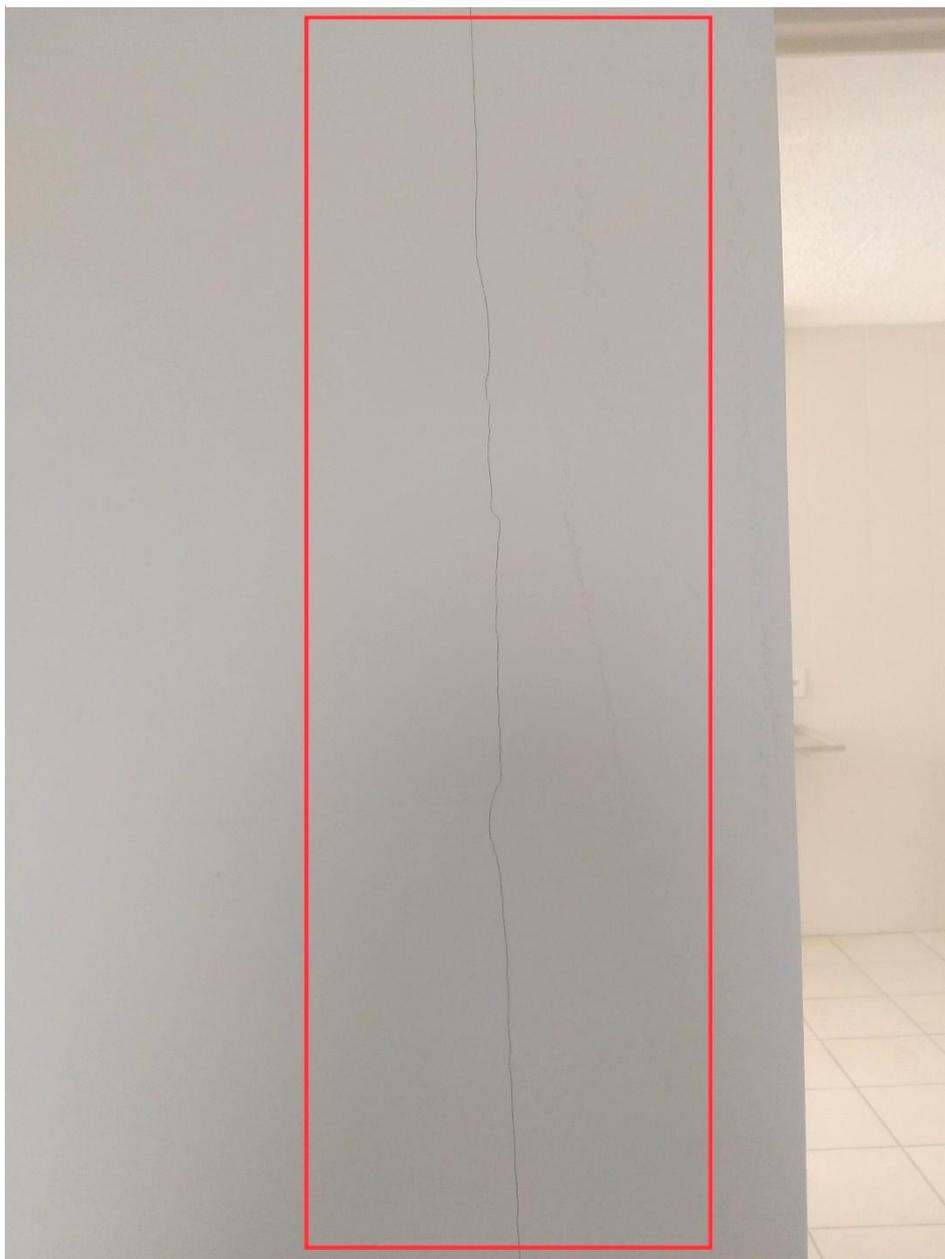
A fissura vertical como pode ser visto nas Figuras 41 e 42, tem razão da alta retração do concreto, uma vez que o concreto tem em sua composição água que não foi misturada, perdendo-se, como já citado por Duarte (1998), originando assim a fissura. A parede que sofreu com a retração neste caso, não tem grandes dimensões quanto a largura e altura, possibilitando assim que a tensão de retração não seja tão significativa, porém ultrapassa a tensão de tração média do concreto sendo possível observar a fissura em questão.

Figura 41 - Fissura vertical na parede 12



Fonte: os próprios autores

Figura 42 - Fissura vertical na parede 12

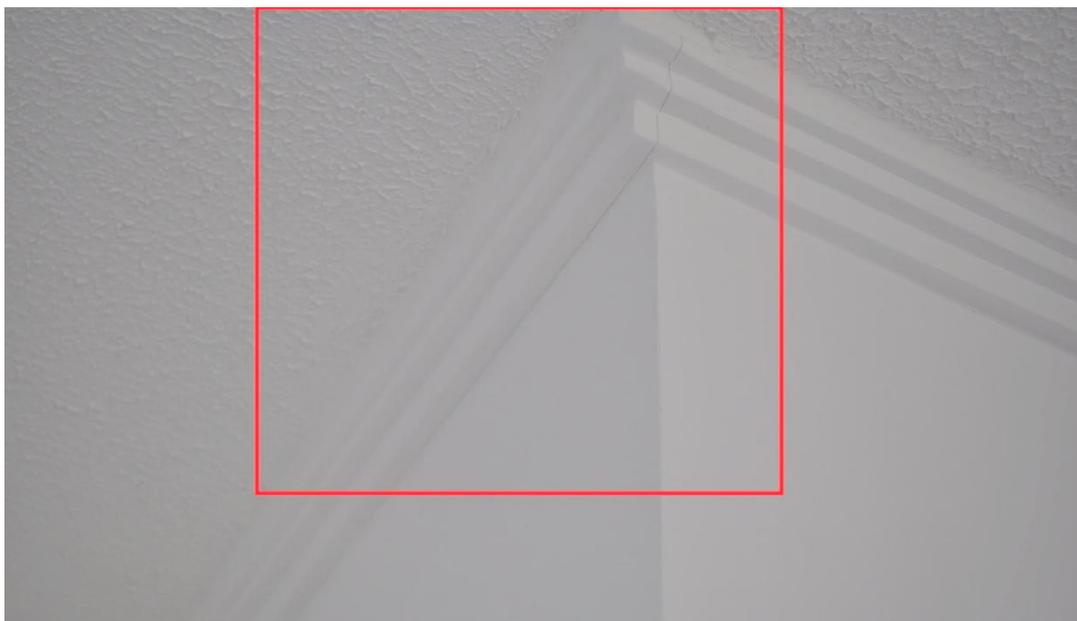


Fonte: os próprios autores

Ainda tratando dos efeitos da laje de cobertura sobre as paredes, foi possível observar na parede 13, ações de variação de temperatura oriundas da laje cobertura que são transferidas para a parede em questão no sentido vertical e depois horizontal demonstrado na Figura 43.

Devido a cobertura da edificação ser composta por telhas de fibrocimento e ser revestida com manta asfáltica para a impermeabilização, a mesma acarreta no aquecimento da estrutura transferindo isso para a parede que sofre com as variações de temperaturas.

Figura 43 - Fissura devido a variação de temperatura

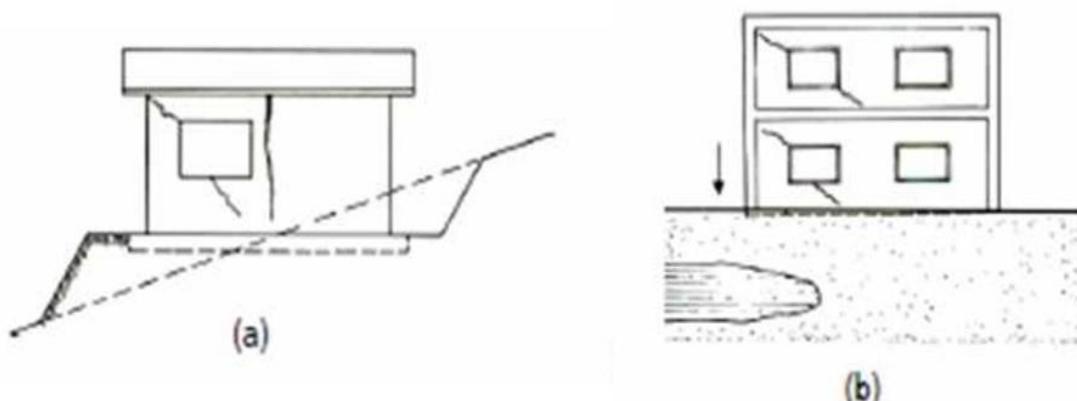


Fonte: os próprios autores

Ao final da visita realizada, foi possível identificar fissuras localizadas no pavimento térreo, no dormitório 2, na parede 10 ao lado do vão da janela. A fissura como se apresenta na alvenaria é característico de recalque diferencial.

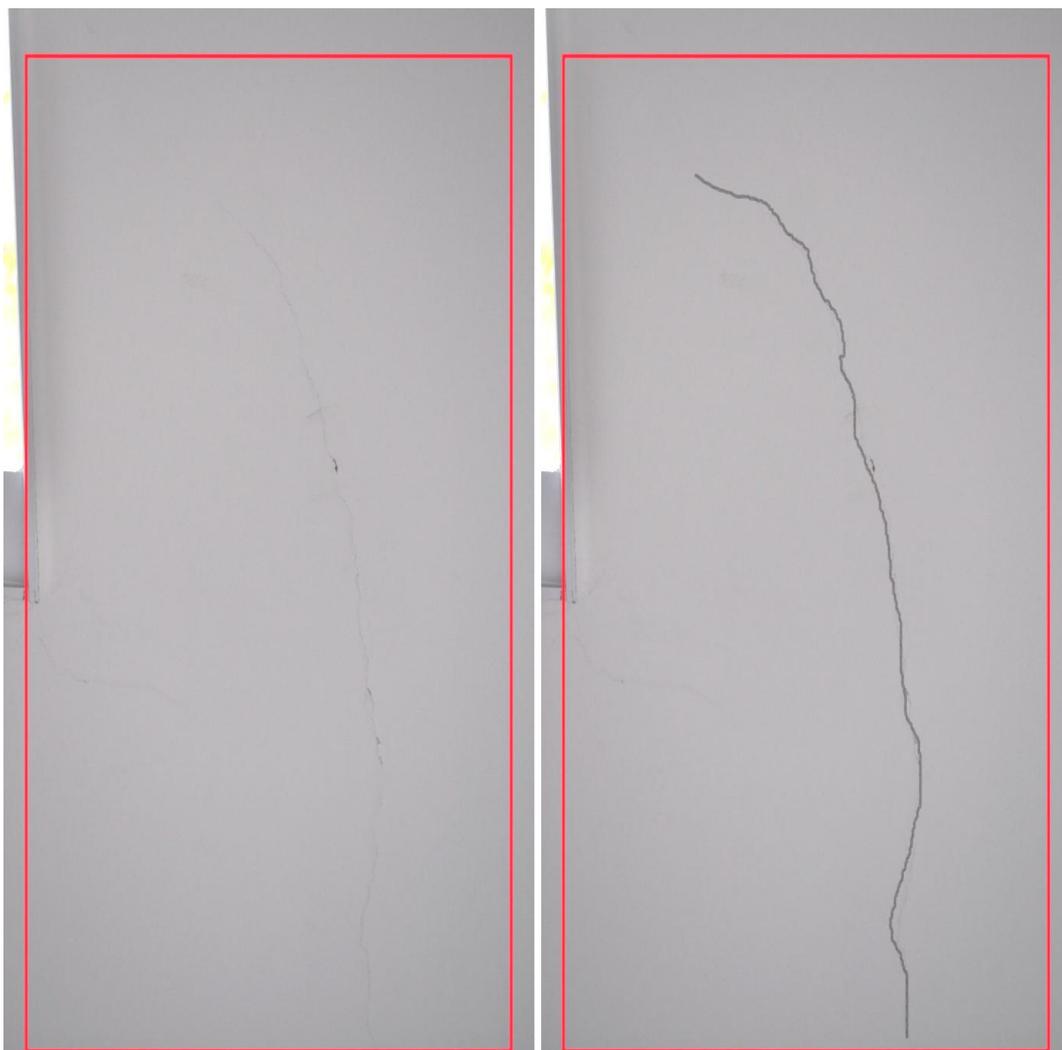
Segundo investigação realizada pela literatura de Thomaz (2001), há recalque diferencial devido ao rebaixo do lençol freático e ao corte lateral do terreno, conforme Figura 44(a), e por compactação de aterro diferenciada, ilustrado na Figura 44(b), se comparado com a fissura diagonal que pode ser vista na Figura 45 estes podem ser o diagnóstico para esta ocorrência.

Figura 44 - Recalque diferencial



Fonte: THOMAZ, 2001

Figura 45 - Fissura diagonal ao lado do vão da janela



Fonte: os próprios autores

Porém, entre esses diagnósticos o que pode acontecer neste caso é o recalque diferencial por compactação diferenciada de aterro, pois como visto em projeto de terraplenagem fornecido, para construção deste edifício foi realizado anteriormente um aterro. Desta forma, o mesmo deve ter sido executado com diferenças na sua compactação, ocasionando a fissura que pode ser vista também na Figura 46.

Este tipo de fissura também pode ter sua origem decorrente de falhas na armadura ou grauteamento das vergas e contravergas, porém foi descartada esta possibilidade, uma vez que, haviam fiscais em toda a execução da obra, bem como a realização de documentação garantindo a eficaz execução destes elementos. Com o acesso a estes documentos que se referem a qualidade da obra, e após análise na

bibliografia do presente estudo, essas fissuras se aproximam mais do recalque diferencial por compactação diferenciada conforme já analisado.

Figura 46 - Fissura diagonal ao lado do vão da janela



Fonte: os próprios autores

Com todas as análises feitas quanto as manifestações patológicas encontradas no edifício visitado, é possível sugerir prevenções ou até mesmo técnicas para estabilizar as fissuras. Desta forma, serão apresentadas algumas sugestões para tais, porém não será possível a aplicação no edifício estudado, com exceção de uma técnica que foi observada durante a visita.

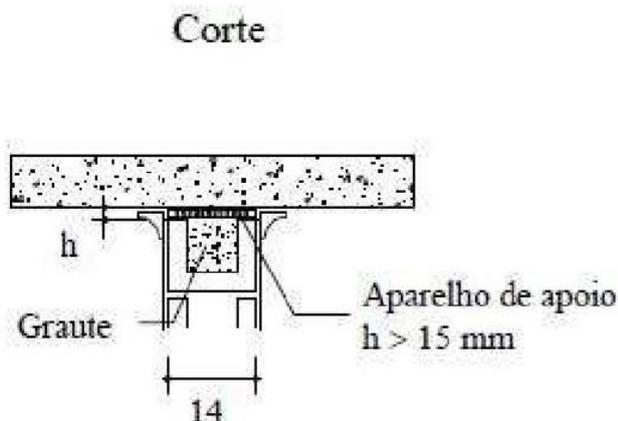
Primeiramente, pode-se observar que a maioria das manifestações patológicas encontradas deste estudo veio devido a ação da laje sobre a estrutura e do comportamento de materiais distintos que reagem diferente às ações envolvidas. Uma das medidas preventivas para essas fissuras seria a utilização juntas.

Para combater as manifestações patológicas advindas da retração do concreto tanto da laje quanto dos blocos de concreto demonstrados nas Figuras 43 e 44, seria preciso que na execução da alvenaria fossem realizadas juntas de

retração com papelão impermeável para evitar que ocorra a retração com a perda de água. E ainda, junto ao papelão a utilização de argamassa, que pode conter aditivos impermeabilizantes para garantir que os blocos não percam a água em sua composição.

O papelão impermeável junto da argamassa impermeável pode ser usado também para absorver a compressão que a laje de concreto descarrega sobre as paredes, tanto estrutural quanto a de vedação. Além deste papelão, podem ainda ser utilizados aparelhos de borracha extrudados que possibilitam livre movimentação da laje sem causar interferência nas alvenarias, como apresenta Sampaio (2010) na Figura 47. Além dessas juntas na ligação da laje com a parede, é preciso executar a junta na ligação da parede de vedação e estrutural que sofrem por responderem de forma diferente a compressão e outras ações exercidas sobre elas.

Figura 47 - Fissura diagonal ao lado do vão da janela



Fonte: SAMPAIO, 2010

As ações da laje de cobertura que causam as fissuras com as variações de temperatura, advindas da impermeabilização da laje e da telha de fibrocimento que absorver muito calor, pode ser solucionado com a proteção das telhas. As telhas de fibrocimento podem receber uma coloração mais clara, adequada para reduzir a absorção de calor e permitir que tenha ventilação entre a cobertura e a laje de concreto.

Em relação ao ponto da alvenaria que sofreu com esmagamento da argamassa de assentamento devido a movimentação da laje, é possível na execução da parede utilizar uma tela metálica na argamassa, aumentando a sua resistência à compressão e tornando-a armada.

Finalizando este estudo de caso, uma possível solução para tratamento das fissuras diagonais encontradas nos vãos de janelas foi observada durante a visita realizada. No edifício, estes tipos de fissuras são tratadas com a utilização de selante acrílico, e para execução deste tratamento seguem as seguintes etapas:

- Raspa-se a fissura em toda sua extensão com um riscador, em seguida executa a limpeza com uma broxa, para então aplicar o selante acrílico branco conforme Figura 48. Após a aplicação do selante espera-se que o produto seque, para então dar acabamento com massa corrida e as demãos de tinta látex que sejam necessárias para o total cobrimento.

O selante acrílico que é utilizado no tratamento dessas fissuras tem propriedade como boa aderência, flexibilidade, resistência as ações do tempo, e desta forma, é ideal na selagem e preenchimento de fissuras, conforme descreve o fornecedor da marca Wurth. Sendo assim, devido suas propriedades é realmente eficaz em seu papel quando aplicado nas fissuras, pois absorve as movimentações da estrutura não permitindo que se abram novamente, mantendo a estrutura segura, sendo uma boa solução segundo o engenheiro responsável que acompanhou a visita ao empreendimento.

Figura 48 - Aplicação de selante acrílico na fissura



Fonte: os próprios autores

Figura 49 - Selante acrílico



Fonte: <https://www.wurth.com.br/wurth/b2c/produto?R=SELANTE-ACRILICO-prod380014-60002>

As manifestações patológicas encontradas e identificadas neste estudo de caso são inferiores a 1 mm, segundo classificações encontradas neste trabalho fissuras menores que 1 mm podem ser classificadas como muito leves, não sendo assim preocupante para a segurança da estrutura a aparição dessas fissuras. Porém, é importante que sejam tomadas precauções para que essas fissuras sejam cada vez menores, tornando a edificação mais esbelta, livre das manifestações patológicas e com um desempenho melhor.

3.2.3. Manifestações patológicas em fachadas

Para análise das manifestações patológicas em argamassa de revestimento em fachada foi escolhida apenas uma torre. A construção está localizada no condomínio 2 que tem uma área de 23.646,33 m² com 14 torres, a torre escolhida segue destacada na Figura 50 onde é possível visualizar todo o condomínio em questão.

Figura 50 - Vista geral do condomínio 2



Fonte: os próprios autores

Dado todo o processo de elevação da alvenaria estrutural ter se concluído, passou-se então para a fase de acabamentos internos e externos. Externamente em ambas as faces da edificação e também na fachada foi utilizado o chapisco para garantir que o reboco em massa única fique totalmente aderido. Nas áreas comuns da edificação a espessura máxima do chapisco juntamente com o reboco é de 1,5cm. Uma camada de textura foi aplicada para dar o acabamento final do edifício.

Para o traço da argamassa utilizado no fechamento da fachada e nas demais faces do edifício foi o seguinte: Cimento – 50kg; Areia – 320kg; Fibra – 0,200kg; plastificante 220 e Água – 60l.

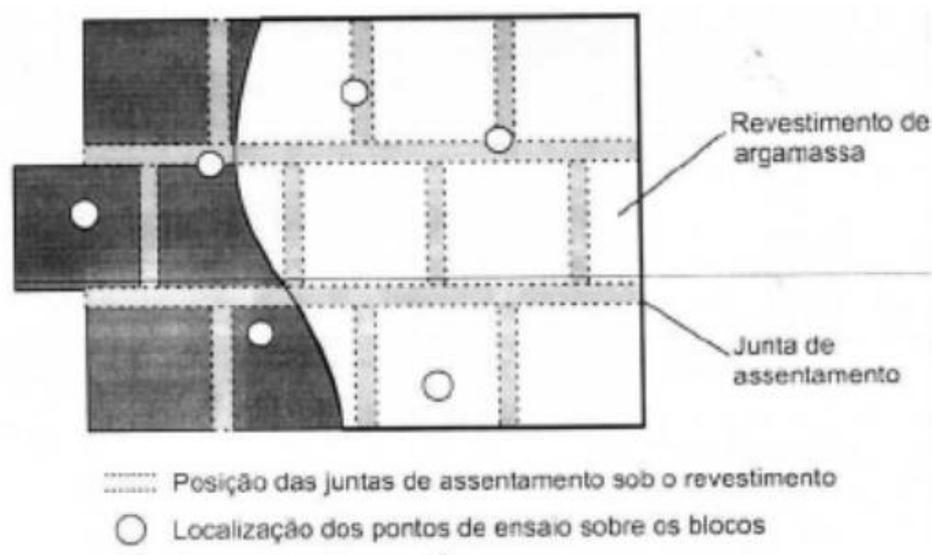
No decorrer do projeto foi solicitado a um laboratório de controle de qualidade que realizasse o teste de arrancamento na argamassa de fachada da torre em questão para averiguar a qualidade dos materiais e serviço empregados. Por questões éticas e a pedido da construtora, o nome do laboratório será mantido em sigilo, serão apresentados neste estudo de caso apenas os resultados obtidos.

O teste de qualidade segue a norma NBR 13528:2010 que diz respeito a revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – determinação da resistência de aderência à tração. Os resultados serão apontados em formas de tabela. Os testes foram realizados seguindo alguns procedimentos, onde foram feitos alguns furos na fachada do edifício para colocação dos instrumentos que posteriormente serão utilizados para a ruptura dos corpos de prova.

Quanto à disposição dos corpos de provas, o item 4.3 da NBR 13528:2010 descreve que devem ser colocados aleatoriamente no perímetro da fachada, a fim

de obter resultados mais precisos quanto ao local em que a pastilha foi colocada, ou seja, ela deve encontrar juntas e os blocos. Cada corpo de prova tem espessura de 50mm +/- 1mm de diâmetro.

Figura 51 - Posição dos corpos de prova segundo NBR 13528/2010



Fonte: ABNT NBR 13528:2010

De acordo com a NBR 13749:13, o revestimento para emboço e camada única, deve ser aceito se do grupo de 12 (doze) ensaios realizados, pelo menos 08 (oito) valores de resistência de aderência à tração, com idade igual ou superior aos 28 dias, forem iguais ou superiores aos identificados na tabela abaixo.

Tabela 13 - Valores aceitos NBR 13749:13

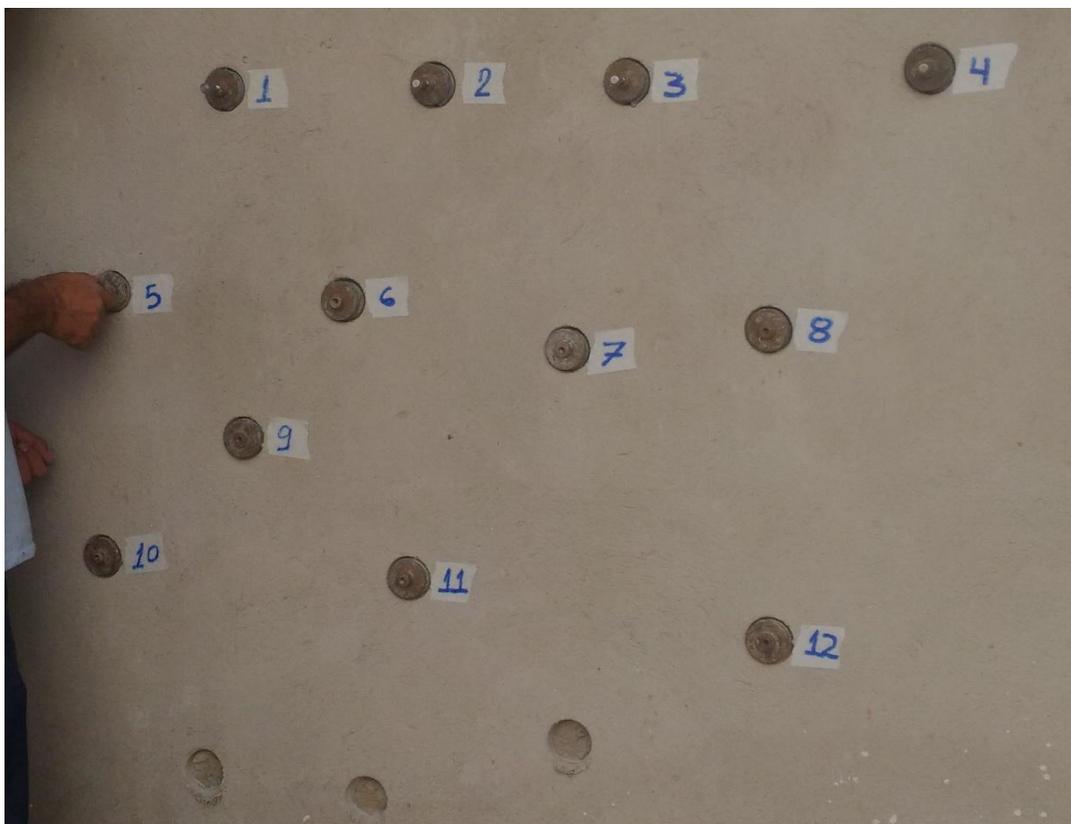
Local		Acabamento	Ra (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco; Cerâmica ou laminado	≥ 0,20 ≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco; Cerâmica;	≥ 0,30 ≥ 0,30
Teto		-	≥ 0,20

Fonte: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/125/artigo286430-1.aspx>

No procedimento realizado pelo laboratório contratado pela construtora, os ensaios foram realizados com mais de 28 dias de idade do revestimento e as

aplicações das pastilhas de teste foram colocadas manual e aleatoriamente conforme podemos evidenciar na Figura 52.

Figura 52 - Colocação das pastilhas de teste



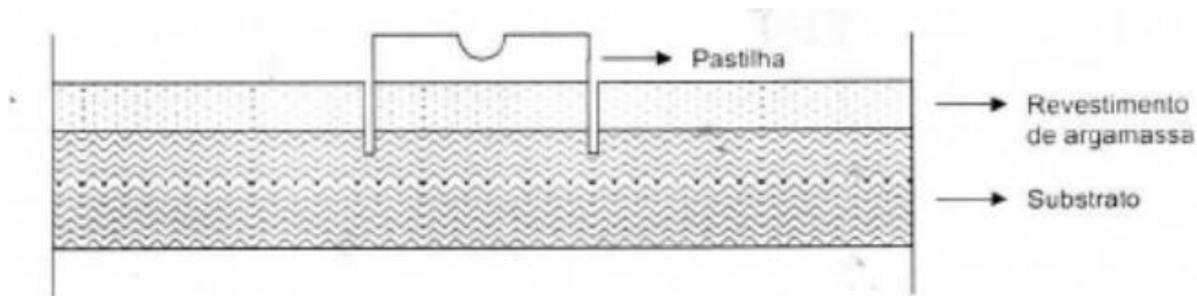
Fonte: os próprios autores

O corte no revestimento deve seguir alguns parâmetros para que o ensaio tenha seu resultado satisfatório, e assim garantir que os valores obtidos apresentem em sua totalidade o que realmente está acontecendo na fachada do edifício. Ainda de acordo com a NBR 13528:2010 o corte no revestimento deve ser realizado a seco ou com a utilização de água, conforme as características da argamassa empregada. Neste estudo de caso foi utilizado o método de corte a seco.

O corte deve ser estendido de 1mm a 5mm dentro do substrato conforme descreve no item 4.4 da NBR 13528:2010. Em casos que na avaliação de aderência entre as camadas do revestimento, com duas ou mais camadas, deve-se aprofundar o corte cerca de 5mm além da interface de interesse.

Na Figura 53 abaixo, uma demonstração de como deve ficar o corte no revestimento juntamente com a pastilha colada, tendo um panorama de como deve ficar após a execução das etapas anteriores.

Figura 53 - Delimitação do corte



Fonte: ABNT NBR 13528/2010

Após a colocação de todas as pastilhas, o técnico realizou os ensaios com o instrumento de medição adequado, extraindo todos os 12 corpos de prova. Com o auxílio do laboratório os corpos de prova foram analisados um a um e todos os valores foram tabelados, e com estes testes ficaram comprovados a eficiência dos materiais e serviços executados.

Figura 54 - Teste de arrancamento

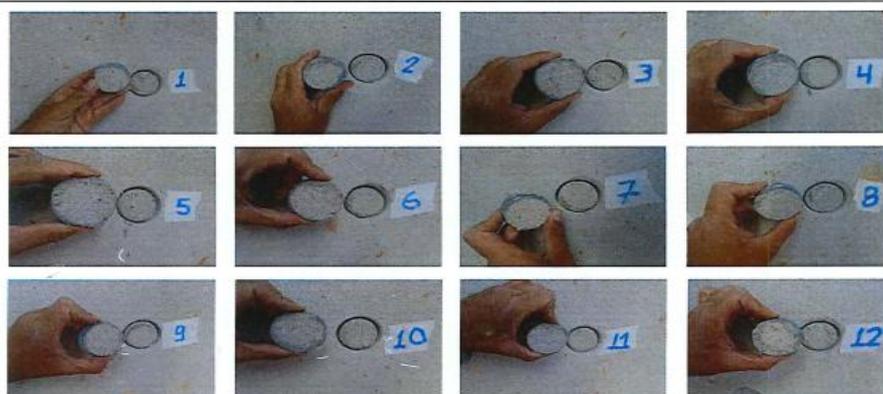


Fonte: os próprios autores

Os valores obtidos foram satisfatórios, conforme segue na Tabela 14.

Tabela 14 - Apresentação de resultados

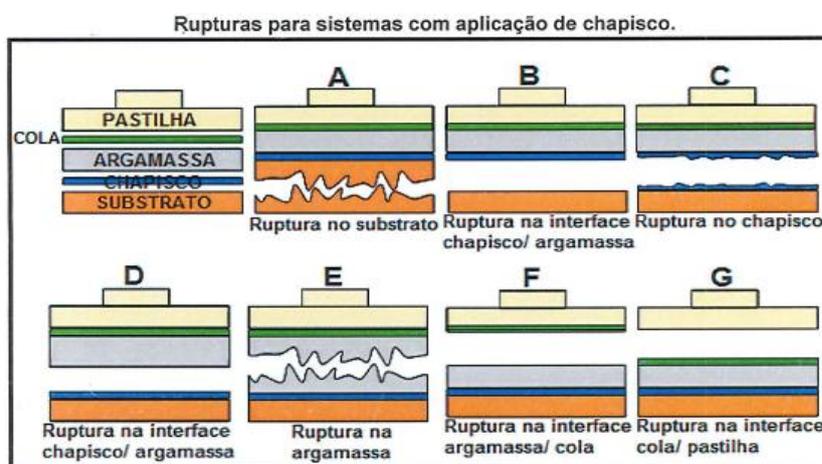
CP N°	Substrato	Tensão (Mpa)	Forma de ruptura (%)							
			Substrato	Sub./Chapisco	Chapisco	Chap./Arg.	Arg.	Arg./Cola	Cola/Pastilha	
01	Bloco	>	0,50	-	-	-	-	100	-	-
02	Bloco	>	0,59	-	-	-	-	100	-	-
03	Bloco	>	0,67	-	-	-	-	100	-	-
04	Bloco	>	0,64	-	-	-	-	100	-	-
05	Bloco	>	0,80	-	-	-	-	100	-	-
06	Bloco	>	0,61	-	-	-	-	100	-	-
07	Bloco	>	0,48	-	-	-	-	100	-	-
08	Bloco	>	0,47	-	-	-	-	100	-	-
09	Bloco	>	0,47	-	-	-	-	100	-	-
10	Bloco	>	0,93	-	-	-	-	100	-	-
11	Bloco	>	0,33	-	-	-	-	100	-	-
12	Bloco	>	0,34	-	-	-	-	100	-	-
Diâmetro dos corpos de prova (mm)							Tensão média		0,57	
01	50	04	50	07	49	10	49	Desvio padrão		0,17
02	50	05	50	08	49	11	50	Coeficiente de variação (%)		31
03	49	06	50	09	50	12	50	Umidade do revestimento (%)		10,86



Fonte: os próprios autores

Ainda de acordo com as especificações da NBR 13528:2010, a ruptura nem sempre ocorre na interface do revestimento com o substrato, portanto, a Figura 55 abaixo apresentam algumas formas de rupturas possíveis, com suas denominações.

Figura 55 - Formas de ruptura



Fonte: NBR 13528:2010

Figura 56 - Corpos de prova após o ensaio



Fonte: os próprios autores

Contudo, apesar dos testes realizados estarem de acordo com as especificações das normas vigentes, ainda assim o problema com fissuras e trincas nas fachadas é dificilmente extinto. Levando em consideração todo o peso próprio da estrutura, materiais e métodos construtivos, tipo de solo e demais intempéries a que a estrutura está sujeita, é inevitável o surgimento dessas fissuras ao longo da vida útil do empreendimento.

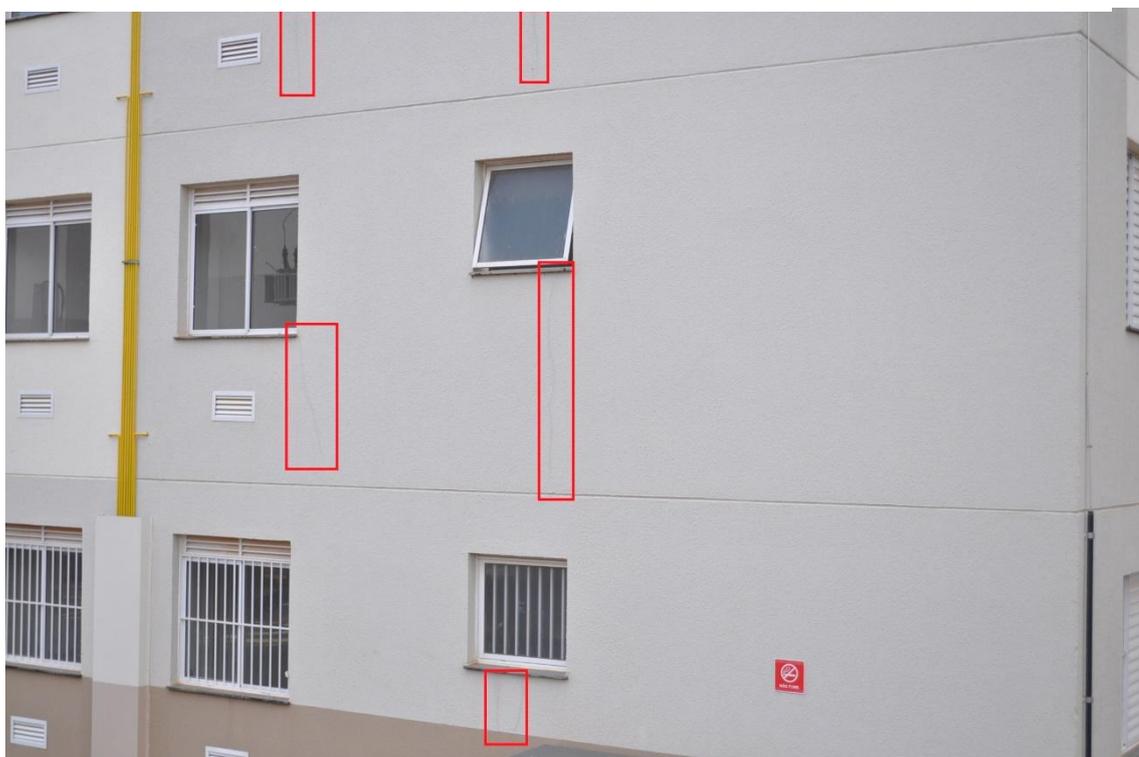
Abaixo é demonstrada uma sequência de fotos com o que foi relatado anteriormente. Neste caso, as fissuras estão sendo tratadas para que a obra seja entregue conforme o cronograma. Na figura 57, podemos observar o tratamento feito nas fissuras ao longo das faces da obra, e nas Figuras 58, 59, 60 e 61 podemos observar que mesmo depois de feita a correção e também a aplicação da textura de acabamento, ainda assim algumas fissuras voltam a aparecer.

Figura 57 - Tratamento de fissuras



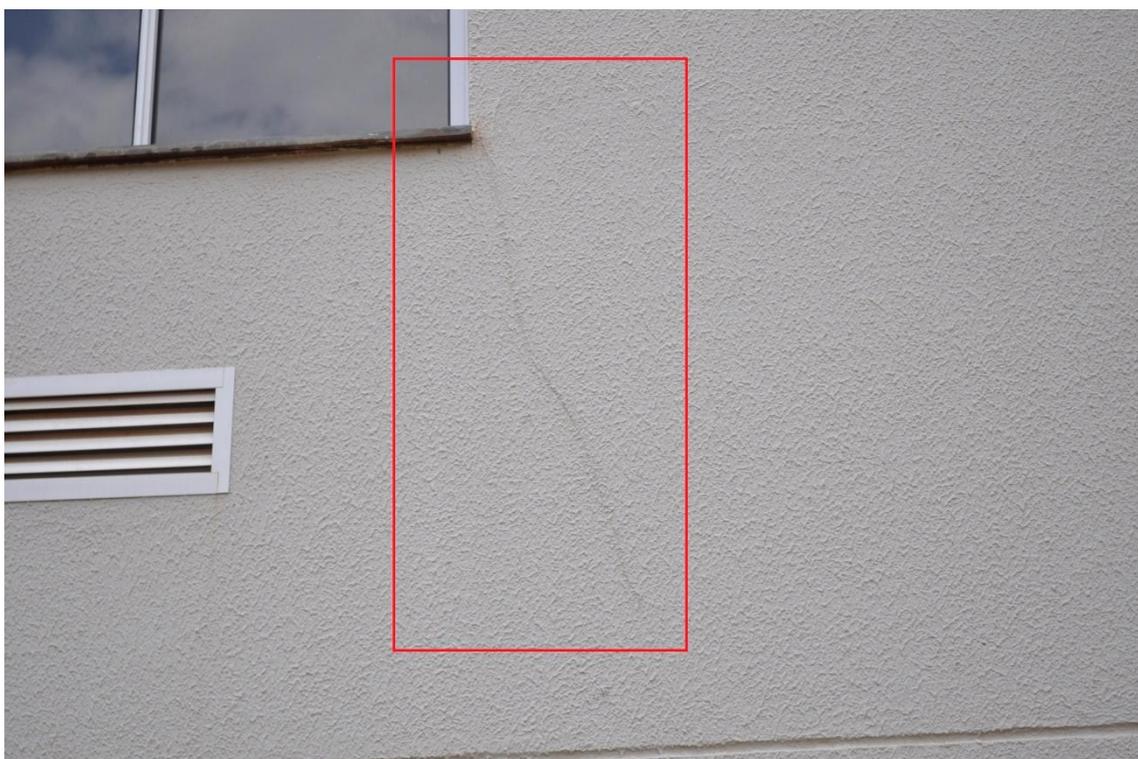
Fonte: os próprios autores

Figura 58 - Fissuras



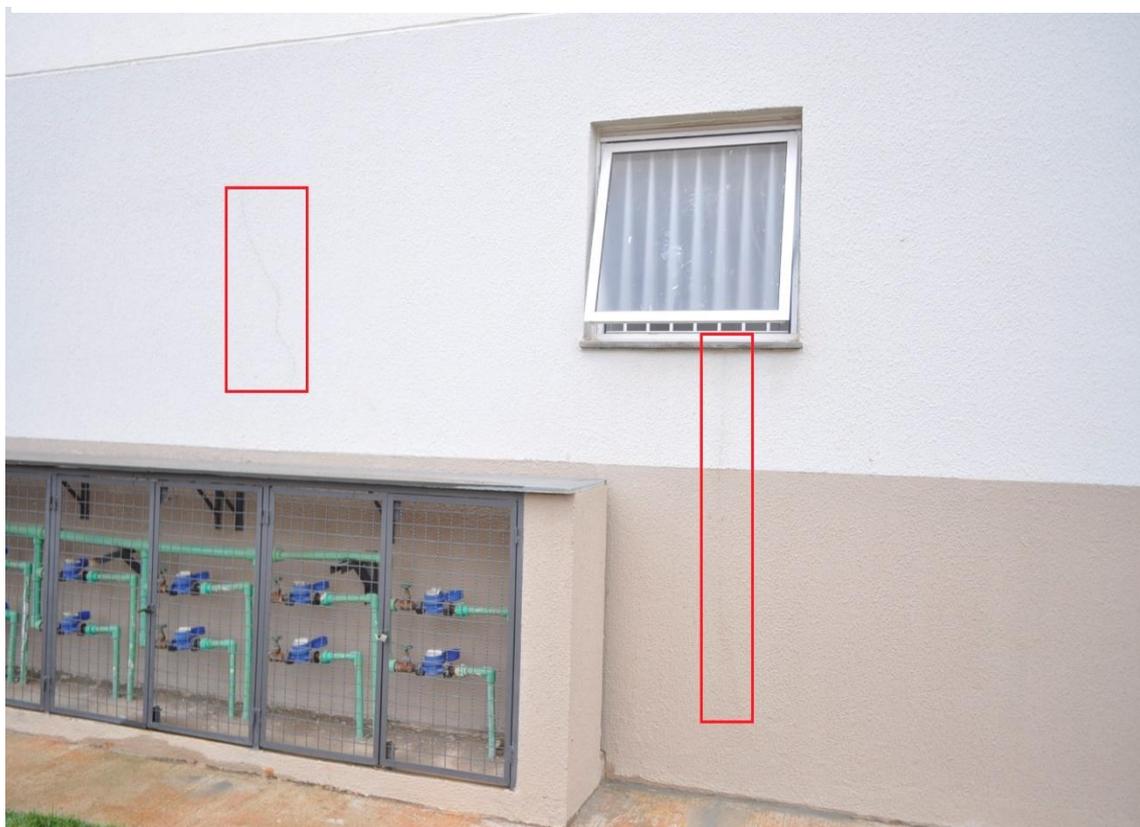
Fonte: os próprios autores

Figura 59 - Fissuras



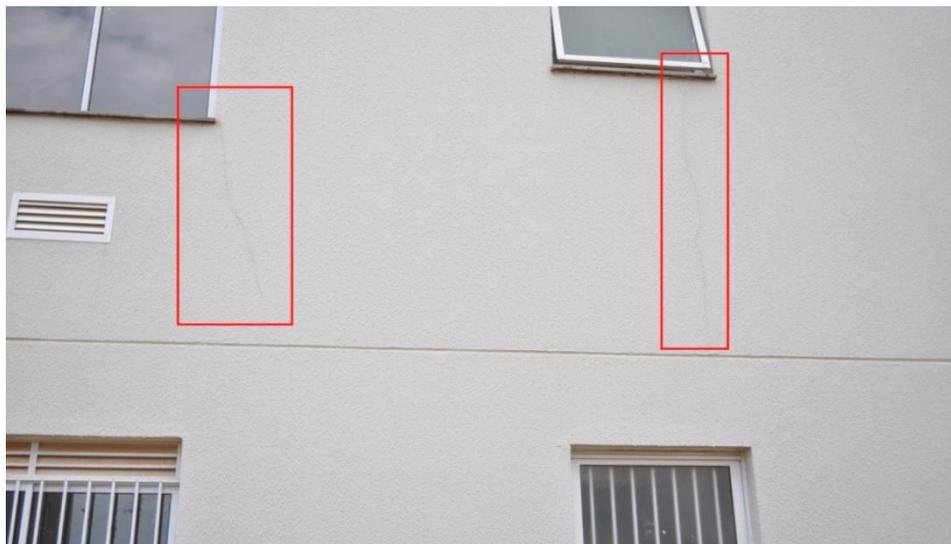
Fonte: os próprios autores

Figura 60 - Fissuras



Fonte: os próprios autores

Figura 61 - Fissuras



Fonte: os próprios autores

As fissuras foram cuidadosamente identificadas e analisadas cada qual, por funcionários da própria construtora, sendo assim possível mapear todas as torres do condomínio. Este mapeamento foi feito com o auxílio dos projetos das edificações, sendo demarcados quais os pontos corretos para que assim pudesse ser feito um plano de correção e por qual torre seriam iniciadas as correções.

As fissuras foram identificadas como fissuras mapeadas devido influência da temperatura no qual foi exposta toda a área e também pela exposição à umidade.

Devidamente identificadas, tais fissuras foram tratadas com utilização de material acrílico, e o processo de reparo foi feito de acordo com o descrito no item 2.3.1. Manifestações Patológicas em Fachadas.

3.3. ESTUDO DE CASO 3

3.3.1. Descrição da obra

O objeto de estudo em questão trata de um edifício destinado ao uso universitário, que tem aproximadamente 2.250 m² de área construída e está localizado no interior do estado de São Paulo.

Segundo dados obtidos pelo responsável do prédio, sua fundação foi executada com estacas de concreto moldado *in loco*, com um diâmetro de 40 cm e uma profundidade de aproximadamente de 12 metros, já a superestrutura é

composta de colunas e vigas em estrutura metálica e fechamento de bloco de concreto não estrutural, a laje é treliçada e acabamento em bloco aparente com revestimento apenas em pintura.

Segundo o responsável pelo prédio o revestimento em pintura foi feito passando uma demão Seladora em um dia, e pelo menos 2 demãos de tinta rende muito da Coral no segundo dia e para a impermeabilização foi usado Neutrol e Mactra 7.

A construção do nível térreo do edifício começou em meados de 2012 tendo uma duração de aproximadamente 5 meses, já o pavimento superior teve início no ano seguinte (2013) e sua construção também levou em média 5 meses, entretanto a iluminação, as paredes de divisórias, o revestimento cerâmico e o forro de PVC foram finalizados cerca de um ano e meio atrás.

3.3.2. Manifestações patológicas em revestimento de pintura

Durante as visitas foram identificadas muitas manifestações patológicas no revestimento de pintura. Na Figura 62 observa-se que na parede 1 existem manchas onde a pintura apresenta erupções.

Figura 62 - Parede 1 com manchas e erupções



Fonte: os próprios autores

Comparando a Figura 62 acima com um exemplo de manifestação patológica em revestimento de pintura (Tabela 6 – Patologia, causa e reparação) e informações sobre as etapas da pintura, obtida através do responsável do prédio, pôde-se concluir que a patologia presente trata-se de Empolamento (blistering), uma deformação convexa numa película, causada pelo descolamento de uma ou mais camadas constituintes de uma película. Na Figura 63 é possível enxergar o Empolamento com mais clareza.

Figura 63 - Detalhe do Empolamento



Fonte: os próprios autores

É possível concluir que a manifestação patológica se apresentou devido:

- O desrespeito de tempo de secagem entre as demãos;
- Camadas de tinta demasiadamente espessas;
- Incompatibilidade química do produto de pintura com a base de aplicação;

Para reparação é necessário fazer uma lixagem ou escovagem para remoção parcial ou total do revestimento, preparar adequadamente a superfície e refazer a pintura usando produtos compatíveis e respeitando o tempo de secagem entre as demãos.

Na Figura 64 abaixo observa-se a parede 2 e em destaque manchas onde o empolamento já fez com que houvesse destacamento da tinta e na Figura 65 um detalhe da mesma.

Figura 64 - Parede 2 com manchas e destacamento de tinta



Fonte: os próprios autores

Figura 65 - Detalhe do destacamento de tinta



Fonte: os próprios autores

A mesma manifestação patológica aparece em outros pontos da parede, mostrada na Figura 66.

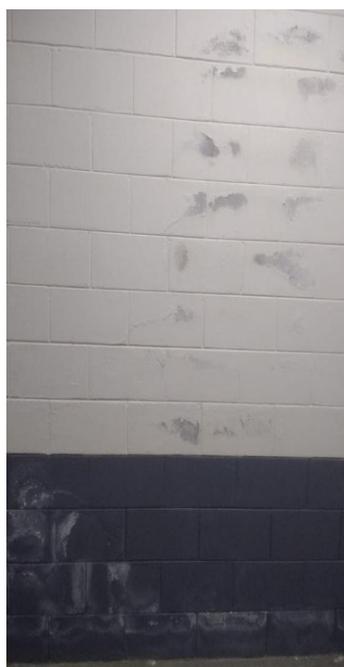
Figura 66 - Destacamento de tinta em outro ponto



Fonte: os próprios autores

Também analisando a parede 2 da Figura 67 abaixo pode-se observar na parte em destaque manchas esbranquiçadas.

Figura 67 - Parede 2 com manchas esbranquiçadas



Fonte: os próprios autores

Após comparações da imagem com uma imagem exemplo (figura 68) e informações sobre as etapas da pintura, obtida através do responsável do prédio, pôde-se concluir que a patologia presente trata-se de Eflorescência, presença de pó branco acumulado na superfície e manchas de umidade. É possível concluir que essa patologia surgiu por consequência da presença constante de umidade, pois a parede em estudo é próxima de um talude e o local é muito úmido, devido à falta de exposição ao sol, como pode ser observado na Figura 69.

Figura 68 - Eflorescência

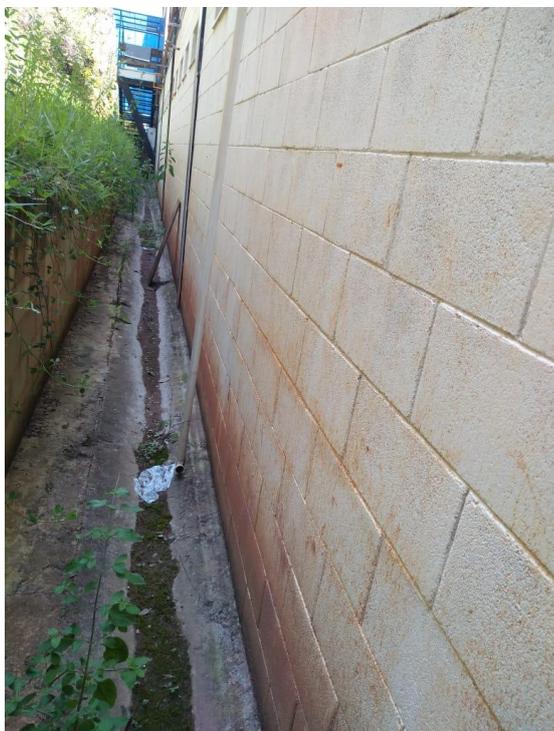


Fonte: <http://sakumaarquitectura.blogspot.com/2015/12/como-fazer-o-passo-passo-de-pintura-de.html>

Na Figura 70 podemos ver que no mesmo ponto da Figura 67 na parte externa tem manchas de bolor devido a chuva, que agrava ainda mais essas manifestações patológicas. Para reparação na parte interior é necessário remover a umidade e preparar a superfície escovando-a, já na parte exterior, como já possui pintura, é necessário removê-la e em seguida lavá-la com uma solução de hipoclorito, para a eliminação do bolor e somente após bem seco, passar produtos

de impermeabilização, e fazer um novo revestimento em pintura, respeitando o tempo de secagem entre as demãos.

Figura 69 - Parede externa do prédio



Fonte: os próprios autores

Figura 70 - Parede externa do prédio com manchas de bolor



Fonte: os próprios autores

3.4. ANÁLISE CRÍTICA DOS ESTUDOS DE CASO

Todas as investigações, diagnósticos e possíveis resoluções apontadas nos estudos de caso apresentados neste trabalho, buscaram realizar uma análise das edificações, suas condições e o atendimento ou não das normas pertinentes aos sistemas estruturais e seus componentes. Além disso, foi feita uma exploração no desempenho que as edificações devem atender, e através da qual é possível concluir quais as práticas para que seja evitado o surgimento das manifestações patológicas.

Todo projeto deve atender requisitos durante toda a sua vida útil, segundo NBR 15575-2:2013 para segurança estrutural das edificações, os principais requisitos demonstrados são da conservação da sua estabilidade estrutural, resistir de forma segura aos impactos que podem estar sujeitas, não causar sensação de insegurança devido a deformações dos elementos estruturais, salvos pelas deformações aceitáveis em normas e a não repercussão das fissuras. Elementos não estruturais devem suportar seu peso próprio e transmiti-lo para os elementos estruturais.

Quanto as deformações e estados de fissuras, a NBR 15575-2:2013 ressalta que essas ocorrências não podem ser excessivas nos elementos estruturais, considerando as ações permanentes e não impedir o funcionamento dos elementos da edificação, as quais se observa, não foram atendidas no primeiro estudo de caso apresentado, em concreto armado. O estudo em questão conta com a presença de trincas, que ultrapassam os limites definidos na NBR 6118:2014, e desta forma, não atende aos requisitos de desempenho, sendo necessário um reforço estrutural que deve ser realizado com rapidez para garantia da segurança.

Em relação a sistemas de vedações internos e externos, a NBR 15575-4:2013 aponta que quando há deslocamentos de revestimentos internos que são detectados a olho nu com 0,15 m² de área, não são aceitáveis para o bom desempenho. Desta forma, o terceiro estudo de caso está em desacordo com a norma, tendo a real necessidade de um reparo seguindo determinadas técnicas já citadas neste trabalho. Já em relação as fachadas apresentadas no segundo estudo de caso, a norma descreve que não podem ser detectadas fissuras a uma distância de um metro em um dia iluminado, facilitando assim a visão a olho nu. Desta forma, o estudo apresenta fissuras na fachada que quando seca não permite a visualização

de tais manifestações patológicas. Durante a visita realizada no empreendimento foi possível observar e registrar as fissuras, pois era um dia chuvoso, permitindo assim a sua visualização, pois ao identificá-las realizaram o tratamento com selante acrílico, que acaba por mapear as fissuras na fachada, mas garantindo a vedação da umidade que não infiltra nas paredes internas. A partir disso, pode-se concluir que apesar das fissuras existirem, atende ao requisito da norma, não afetando o desempenho do edifício.

Em relação a alvenaria estrutural apresentada no segundo estudo, é necessário a realização de manutenção para que as fissuras se estabilizem e sejam tratadas, de forma a não permitir a sua contínua abertura, assim como no revestimento da fachada. O primeiro estudo de caso, dentre todos, necessita de uma manutenção corretiva de urgência, pois como já dito, afeta diretamente a estrutura e segurança da edificação.

As edificações devem atender ao desempenho durante toda sua vida útil, que deve ser indicada em projeto, tendo que ser considerado neste tempo todas as manutenções que devem ser realizadas. Quando não indicada em projeto, a NBR 15575-1:2013 apresenta a vida útil de projeto (VUP) mínima para cada elemento, sendo que, a estrutura é definida com tempo maior ou igual a 50 anos, conforme a NBR 8681:2003, vedações verticais externas com tempo maior ou igual a 40 anos e as vedações verticais internas com tempo maior ou igual a 20 anos.

Este tempo de vida útil de projeto para cada sistema são valores ínfimos para que o desempenho mínimo das edificações seja atendido. Porém, é importante que na realização dos projetos sejam levados em conta todas as manutenções durante o processo de vida útil e que este também seja calculado para que alcance o maior desempenho possível das edificações.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta manifestações patológicas em diversas fases de execução e utilização de edificações, foram analisadas estruturas de concreto armado e alvenaria estrutural, bem como manifestações em argamassas e pinturas com possíveis causas provenientes ou não de problemas estruturais.

O estudo das manifestações patológicas se faz necessário devido ao grande número de problemas encontrados nas edificações atualmente, mesmo em edificações relativamente novas e até mesmo recém-construídas. Este fato demonstra a grande importância de analisar a fundo essas manifestações, buscando a origem dos problemas e formas de minimizar ou extingui-los.

No primeiro estudo de caso foi investigada uma residência cujo método construtivo é em concreto armado, a residência em questão apresentou diversas trincas e fissuras, principalmente em um dos lados da edificação. Segundo depoimentos, o surgimento das fissuras iniciou-se logo após o início de uma obra no terreno ao lado. De acordo com o que foi observado em visitas técnicas, e em posterior avaliação e consulta a bibliografia existente, as manifestações encontradas são provenientes da movimentação da estrutura devido a ações externas. Como forma de interromper a movimentação da estrutura deve se executar reforços estruturais.

O segundo estudo de caso trata-se de um conjunto habitacional construído em alvenaria estrutural onde, em visita técnica foi observado manifestações patológicas causadas pelo comportamento distinto dos materiais empregados na construção. Em geral, essas manifestações surgem nas juntas de ligação entre a laje, paredes estruturais e paredes de alvenaria de vedação, em forma de fissuras horizontais, verticais e diagonais, variando conforme sua origem. Como forma de evitar essas fissuras, podem ser executadas juntas de ligação com material que suporte as diferentes deformações dos elementos estruturais, entre outros métodos.

Dentro deste mesmo estudo de caso, foram identificadas fissuras na fachada dos edifícios, dentre os vários motivos para o surgimento dessas manifestações podem ser citados a retração do concreto devido as variações de temperatura e umidade. Para mitigar os possíveis problemas causados por essas fissuras é realizado um tratamento na fachada da edificação utilizando selante acrílico.

No último estudo de caso foram analisadas manifestações patológicas em uma instituição de ensino, de acordo com o que foi observado em visita técnica o revestimento da edificação apresentou dois tipos de manifestações comuns em revestimentos de pintura, tendo origem na execução incorreta da pintura e umidade proveniente da falha na impermeabilização da base da estrutura e base da parede pela parte externa. Para a correção das manifestações deve ser realizada a retirada da pintura existente e aplicação de forma correta do substrato adequado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C. **Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras**. Antonio Carmona & Paulo Helene (Trad.). São Paulo, PINI, 1992. 105 p.

ANTUNES, Elaine Guglielmi Pavei. **Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina**. 2011. 263 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2011.

APT, Associação Portuguesa de Tintas. **Breve História das tintas**. Disponível em: <http://www.ap tintas.pt/breveHistoriaTintas.aspx>. Acesso em: 20/05/2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR9575 – Impermeabilização - Seleção e projeto**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR13749 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR13528 – Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15575 - Parte 1 - Edificações habitacionais - Desempenho**. 4 ed. Rio de Janeiro, 2013. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15575 - Parte 2 - Edificações habitacionais - Desempenho**. 4 ed. Rio de Janeiro, 2013. 31 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15575 - Parte 4 - Edificações habitacionais - Desempenho**. 4 ed. Rio de Janeiro, 2013. 63 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812 – Parte 1: Alvenaria Estrutural – Blocos Cerâmicos**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2010. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961 – Parte 1: Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2011. 42 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961 – Parte 2: Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2010. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

CAPORRINO, CRISTIANA FURLAN. **Patologia das Anomalias em Alvenarias e Revestimentos Argamassados**. Disponível em: <https://techne.pini.com.br/2016/05/artigo-patologia-das-anomalias-em-alvenarias-e-revestimentos-argamassados/>. Acesso em: 27/05/2018.

CORSINI, Rodnei. **Trinca ou Fissura**. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>. Acesso em: 09/06/2018.

DE MARCO, Carlos Eduardo Giacomini. **Resistência à compressão de prismas preenchidos com argamassa/ graute**. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2016.

DUARTE, Ronaldo Bastos. **Fissuras em alvenarias: Causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação**. 1998. 45 f. Boletim Técnico – Cientec – Fundação de Ciência e Tecnologia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1998.

EEEP ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, Ceará. **Patologia das edificações**. Ceará: Governo do Estado do Ceará.

FERREIRA, J. A. A. **Técnicas de diagnóstico de patologias em edifícios**. 2010. Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

FORMOSO, Carlos Torres. MASUERO, Ângela Borges. RICHTER, **Cristiano**. **Manifestações patológicas de alvenaria: uma análise de causa e efeito**. 2010. VI Congresso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras, Córdoba, Argentina, 2010.

FREITAS JR, José de Almendra. **Alvenaria Estrutural**. 2013. 107 f. Apresentação Universidade Federal do Paraná – Setor de Tecnologia. Paraná, 2013.

GONÇALVES, E. A. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Projeto de graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2015.

HOLANDA JR, Oswaldo Gomes de. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural**. 2002. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2002.

INMETRO. **Anexo N: Tintas para Construção Civil**. 2015. Disponível em: <https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro1230132/anexo%20da%20inmetro%20529.pdf>. Acesso em: 21/05/2018 e 23/05/2018.

JAROUCHE, Samira. **Tintas – Onde tudo começou**. Disponível em: <https://www.paintshow.com.br/edicao/lojasdetintas/129/files/assets/basic-html/page12.html>. Acesso em: 22/05/2018.

LIMA, Ana Claudia de. BEM, Lucas Canuto Dal. **Estudo de Caso: Análise de patologia em edificação de alvenaria estrutural com múltiplos pavimentos**. 2016. 82 f. Estudo de caso – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, Paraná, 2016.

MACHADO, Diego Willian Nascimento. **Alvenaria Estrutural: Construindo conhecimento**. 2015. 43 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015.

MARCELLI, Mauricio. **Sinistros na construção civil: Causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. São Paulo: PINI, 2007.

MARQUES, Francisco Pedro Ferreira Maria. **Tecnologias de aplicação de pinturas e patologias em paredes de alvenaria e elementos de betão**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior Técnico, Universidade Lisboa.

MEDEIROS, M. H. F.; ANDRADE, J. J. O.; HELENE, P. **Concreto: Ciência e tecnologia**. IBRACON. São Paulo, 2011.

MOREIRA DE SOUZA, Vicente Custódio; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

NASCIMENTO NETO, Joel Araújo do. **Investigação das solicitações de cisalhamento em edifícios de alvenaria estrutural submetidos a ações horizontais**. 1999. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 1999.

NESE, Flávio José Martins; TAUIL, Carlos Alberto. **Alvenaria Estrutural: metodologia do projeto, detalhes, mão de obra, normas e ensaios**. 1 ed. São Paulo: Editora PINI, 188 p. 2010.

OLIVEIRA, Fabiana Lopes de. **Reabilitação de paredes de alvenaria pela aplicação de revestimento resistente de argamassa armada**. 2001. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2001.

O Pórtico.com. **Patologias das Argamassas de Revestimento**. 2015. Disponível em: <http://o-portico.blogspot.com/2015/07/patologias-das-argamassas-de.html>. Acesso em: 06 de outubro de 2018, às 16h30 min.

PINI. **Ensaio de arrancamento**. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/125/artigo286430-1.aspx>. Acesso em: 30/09/2018.

POLITO, Giulliano. **Principais Sistemas de Pinturas e suas Patologias**. 2006. Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Engenharia Depto. de Engenharia de Materiais e Construção.

RIPPER, ERNEST. **Manual Prático de Materiais de Construção**. São Paulo. Editora PINI, 2009.

ROCK TINTAS. **Corrigindo Problemas de Pinturas**. Disponível em: <http://rocktintas.com.br/dicas-de-pintura/corrigindo-problemas-de-pinturas/>. Acesso em: 06 de outubro de 2018, às 16h45 min.

SABBATINI, BARROS E MACIEL. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e externas e tetos**. São Paulo. 1995.

SAHADE, RENATO FREUA. **Avaliação de Sistema de Recuperação de Fissuras em Argamassas de Vedação**. X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Fortaleza, Ceará, 2013.

SALVATI, Ângela Cecília. **Avaliação pós-ocupação de edifícios residenciais em alvenaria estrutural**. 2011. 162 f. Dissertação (Mestrado), Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.

SAMPAIO, Marliane Brito. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural**. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2010.

THOMAZ, Ércio. **Trincas, em Edifícios: Causas, Prevenção e Recuperação**. São Paulo. Editora PINI, 2001.

TINTAS e PINTURA. **História da Pintura e da Cor**. Disponível em: <https://www.tintasepintura.pt/historia-da-pintura-e-da-cor/>. Acesso em: 18/05/2018.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Boletim Técnico: Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil**. Mérida: Alconpat Int. 2013.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia.** Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia, Pernambuco, 2003.

WEG. **Pintura Industrial com tintas líquidas.** Disponível em: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-apostila-curso-dt-12-pintura-industrial-com-tintas-liquidas-treinamento-portugues-br.pdf>. Acesso em: 21/05/2018.