

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LEONARDO CAGLIARI DE ANDRADE

**ESTUDO E AVALIAÇÃO PATOLÓGICA DO BLOCO DE
ENFERMARIA NO HOSPITAL SANTA CASA DE CAMPO MOURÃO-
PR – ESTUDO DE CASO**

CAMPO MOURÃO

2018

LEONARDO CAGLIARI DE ANRADE

**ESTUDO E AVALIAÇÃO PATOLÓGICA DO BLOCO DE
ENFERMARIA NO HOSPITAL SANTA CASA DE CAMPO MOURÃO-
PR – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Fukunaga Surco

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Câmpus Campo Mourão

Diretoria de Graduação e Educação Profissional

Departamento Acadêmico de Construção Civil

Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**ESTUDO E AVALIAÇÃO PATOLÓGICA DO BLOCO DE ENFERMARIA NO
HOSPITAL SANTA CASA DE CAMPO MOURÃO-PR- ESTUDO DE CASO**

Por

Leonardo Cagliari de Andrade

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10:40 h do dia 28 de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Me. Adalberto Luiz Rodrigues de
Oliveira**

(UTFPR)

Prof. Dr. Fabiana Goia Rosa de Oliveira

(UTFPR)

Prof. Dr. Douglas Fukunaga Surco

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

À Leomar e Ivone, guerreiros que sempre me motivaram e inspiraram, à Carolina que é meu maior tesouro.

Em memória de Gabriel Cagliari de Andrade, o anjo que passou poucas horas ao nosso lado, mas sempre se faz presente nos momentos de dificuldade.

Agradecimentos

Primeiramente os agradecimentos devem ser direcionados ao Pai Celestial, que em sua suprema bondade concedeu-me a oportunidade de trilhar este caminho em uma instituição ímpar, dentre as presentes em nossa nação. Também gostaria de agradecer a espiritualidade sempre presente, anjos executores das vontades divinas, guias à iluminar o caminho na escuridão, consolação e certeza da paz e amor divino.

Ao professor Douglas, só me resta agradecer pela paciência e persistência pela constante melhora deste trabalho, tenha a certeza, professor, de que foi me espelhando no profissional que o senhor é e buscando colher sempre o máximo de sua experiência, que conclui este trabalho, muitíssimo obrigado por todas as lições!

Durante os muitos anos nessa fase que está à se concluir, diversas pessoas desempenharam seu papel de alguma forma para que eu alcançasse esta conquista, fosse como uma lição ou um exemplo, me ajudando a amadurecer e formar as diretrizes que me guiarão como profissional futuramente.

Destes muitos, merecem destaque especial a Ana, Gabi, Gilberto, Kawa, Pinhão, Taynah e Vanessa sempre dispostos a mandar aquela foto da matéria perdida, tirar aquela dúvida e acima de tudo a convidar pra tomar aquela cerveja, mesmo que eu não compareça. Os intervalos da tarde naquela mesa já marcada serão eternos na memória, à todos vocês meu muito obrigado por tudo, sempre terão um espaço especial no meu coração e na minha memória.

Aos membros da turma XII de Engenharia Civil da UTFPR – CM que concluíram essa fase, em breve poderei chamá-los de colegas de profissão e estaremos no mesmo patamar novamente. Os anos que passamos juntos são inesquecíveis, obrigado por estarem presentes todos os dias por tanto tempo.

Aos meus irmãos da Ordem DeMolay, que diante do Pai Celeste juraram defender este país e os alicerces de sua fundação. Foi neste local que encontrei uma mão amiga em uma fase conturbada da minha adolescência. Foi dentro da sala capitular que me formei como cidadão e homem. Obrigado em especial aos membros do “XAMA”, por sempre me acolherem quando retorno à Andradina, e pela oportunidade de sempre podermos desfrutar de uma boa conversa e um copo de cerveja gelada.

Também deixo meu muito obrigado aos amigos de pouco tempo, que surgiram de forma inesperada trazendo alegrias e risadas, ao Lucas, Kaio, Jairo, Mix, Bá, Felipe e Wesley,

muito obrigado pelos momentos que passamos, por mais que não tenha sido todo o tempo de curso, o tempo que desfrutamos foi excepcional. E meu muito obrigado por terem sido os intermediários para que eu conhecesse a mulher que me faz tão bem.

À você Ana Karoline, não é possível expressar em palavras o quanto fez por mim e me ajudou. Dos momentos difíceis, foi no seu abraço que encontrei forças para não sucumbir e desistir, foi no seu olhar paciente e calmo que encontrei a paz necessária para superar as adversidades. Não sabemos o que virá nos próximos meses, mas tenha a certeza de que, assim como encontrei em você, você sempre terá um amigo e companheiro do seu lado, eu te amo muito e luto cada dia por nossa história, muito obrigado por tudo!

À aqueles amigos que são família por escolha, que quando minha família sofreu pelo desafio imposto a Deus, eles sofreram juntos. À vocês meus “migos”, só consigo descrever com a palavra amor, são exemplos que admiro muito e serei eternamente grato! Fabian, Juan, Lucas, Mateus, Samuel, Tiago e Thadeu, esse é nosso jeito ninja de ser, estar presente como um único ser, ligados pelo amor e amizade mais sinceros que tive a chance de presenciar. Muito obrigado por terem me dado a oportunidade de estar junto de pessoas tão incríveis como vocês, de engenheiros tão competentes e humanos como vocês! Eu amo vocês!!

À minha família, que sempre me encorajaram e guiaram. De vocês pude aprender de tudo, com seus acertos e erros, com seu amor e bondade, em especial dos meus pais, trabalhadores de mãos calejadas que lutaram tanto para que este dia chegasse, abdicando, desde meu nascimento, de cada dia de suas vidas para que eu ganhasse mais um na minha.

Mãe, você é a mulher mais guerreira e bondosa do mundo, seu coração é a fonte de sua força e sua luz ilumina a todos à sua volta. Você venceu esta luta uma vez, e vencerá de novo. São tantas pessoas que te usam como exemplo, tantas lições de resignação você tem dado, e sempre sem reclamar. Me orgulho muito de você, eu te amo.

Pai, você com o olhar sereno mesmo nos dias mais difíceis, leva tudo com bom humor e fé em nossa Senhora Aparecida. Suportou tantas dores e desafios por nossa família, que não é possível expressar essa gratidão em palavras, apenas consigo dizer que você é meu herói, é você que me espelha, é como você que quero ser, um pai batalhador e carinhoso. Em breve poderei dar o cantinho para que o senhor descanse como merece e possa descansar devidamente! Te amo meu herói!

Carol, sei que sempre fui o irmão ciumento e superprotetor, mas tudo foi minha forma de dizer o quanto me preocupo com você. Hoje você é uma mulher decidida e resolvida, trilhando o mesmo caminho que eu, em sua área, em busca da graduação e sucesso

profissional. Obrigado por sempre tentar entender minha forma de amar, você é o meu maior tesouro e sempre te protegerei, te amo minha princesa!

Obrigado meu Pai Celeste, pela conclusão do trabalho que se segue, que possa este ser o guia para os próximos acadêmicos que se encontrarem em minha posição, que possa assim auxilia-los na busca por conhecimento na área da patologia na engenharia civil.

Á Deus e seus domínios!

Resumo

Patologia é o ramo da engenharia civil que estuda as doenças nas edificações, buscando por meio de testes e avaliações determinar os mecanismos que originaram as patologias e propor soluções. Realizou-se neste trabalho a avaliação da situação da parede de alvenaria da ala de enfermaria no Hospital Santa Casa de Campo Mourão – PR, buscando propor soluções de forma rápida à revitalização da edificação.

Através de uma pesquisa bibliográfica pode-se determinar os critérios de classificação das fissuras, seus mecanismos formadores e os processos pelos quais estas se iniciam e, finalmente, determinar as técnicas que podem ser empregadas para correção e revitalização.

Por meio de uma inspeção e análise visual da parede de alvenaria, constatou-se a presença de fissuras oriundas de variação térmica, efeitos de sobrecargas oriundas da falta de elementos estruturais nas aberturas da alvenaria e de recalque. Utilizando-se da regra da Mediatrix determinou-se que a origem do recalque era vazamentos presentes nas caixas de passagem anexas à edificação.

Com o auxílio das técnicas aconselhadas pela bibliográfica consultada e de normas regulamentadoras, conseguiu-se determinar um plano de ação para a recuperação da edificação, constituído do reparo das caixas de passagem, introdução de verga e contraverga nas aberturas, remoção da camada antiga de argamassa de vedação, fechamento das fissura e introdução de argamassa armada com aditivos impermeabilizantes.

Concluiu-se que nenhuma edificação é imune à degradação, em vista disso a constante manutenção da obra é de suma importância para segurança e conforto de seus usuários, a importância do entendimento do profissional de que nenhuma técnica de correção deve ser empregada sem antes solucionar o mecanismo formador das fissuras e que o mesmo deve ser determinado com certeza.

Palavras Chave: Patologia, fissuras, alvenaria.

Abstract

Pathology is a branch of civil engineering that studies the edification's problems, seeking out through tests and evaluations to determine the mechanisms that originated the pathologies, and then proposing solutions. This study evaluated the situations of the masonry wall of the Santa Casa Hospital's nursery ward at Campo Mourão –PR, seeking out to propose quick solutions to revitalize this edification.

Through a bibliographical research was possible to determine the classification criteria of the cracks, its forming mechanisms and the processes by which they begin and, finally, determine the techniques that can be used for correction and revitalization.

With an inspection and visual analysis of the masonry wall, it was verified a presence of fissures originated by the thermal variation, effects of overloads due to the lack of structural elements in the openings of the masonry and repression. Using the Midpoint rule was determined that the repression's origin was leaks present in the passageway boxes annexed to the edification.

With the aid of the techniques suggested by the bibliographical consulted and regulatory standard, was able to determinate a plan of action for the recovery of the building, consisting of the repair of the passageway boxes, introduction of wick and sill in the wall's openings, removal of the old layer of mortar sealing, fissure closure and the introduction of reinforced mortar sealing with waterproofing additives.

It was concluded that no edification is immune to degradation, on that way, the constant building maintenance is the paramount importance to the user's safety and comfort. Also is very important that the professionals have in mind that no correct techniques should be done without solving the cracking mechanisms and that the same must be determined with certainty.

Keywords: Pathology, cracks, masonry.

Lista de Figuras

Figura 1: Incidência de fissuras em paredes de alvenaria no estado do Rio Grande do Sul. ...	23
Figura 2: Configurações básicas de fissuras em alvenarias.....	24
Figura 3: Fissura típica em parede de alvenaria homogêneas.	25
Figura 4: Fissura típica em parede de alvenaria heterogênea.	25
Figura 5: Fissuras inclinadas no canto da edificação por movimentação térmica da laje.....	26
Figura 6: (a) Movimentação da laje de cobertura sob ação de aumento de temperatura; (b) Fissura típica por variação de temperatura da laje.	27
Figura 7: Fissura em parede de alvenaria com aberturas.....	27
Figura 8: Fissura horizontal em parede de alvenaria por expansão higroscópica.	30
Figura 9: Fissura vertical no vértice predial por expansão da alvenaria.	30
Figura 10: Fissuras horizontais devido à retração das lajes. (a) Superior; (b) Intermediárias.	32
Figura 11: Fissura na base da parede por expansão da laje e retração da alvenaria.....	32
Figura 12: Fissura vertical em parede de alvenaria por retração da laje.	33
Figura 13: Destacamento da parede às peças estruturais devido a retração da alvenaria.....	34
Figura 14: Fissuras por atuação de sobrecargas. (a) Fissuras verticais; (b) Fissuras horizontais.	35
Figura 15: Fissuração de alvenaria por sobrecarga concentrada.	36
Figura 16: Fissura em apoio de viga sem coxim.	36
Figura 17 - Fissuração por sobrecarga em torno de aberturas.....	37
Figura 18: Diferentes configurações de fissuras ocasionadas por recalque diferencial	39
Figura 19: Recalque diferencial entre os diferentes sistemas de fundação de uma mesma construção.....	40
Figura 20: Fissuras típicas causadas por recalque de fundações de pilares internos.....	40
Figura 21: Trinca provocada pelo recalque advindo da contração do solo, devida a retirada de água pela vegetação próxima.....	41
Figura 22: Aplicação da regra da mediatriz.....	42
Figura 23: Trinca em parede de vedação: deformação do suporte maior que a deformação da viga superior.	43
Figura 24: Trinca em parede de vedação: Deformação do suporte inferior menor que a deformação da viga superior.....	43

Figura 25 - Trincas em parede de vedação: deformação do suporte idêntica a deformação da viga superior.	44
Figura 26 - Configuração típica das fissuras em paredes com aberturas causadas pela deformação dos componentes estruturais.	44
Figura 27: Fissuração devido a hidratação retardada da cales.....	45
Figura 28: Fissuras na argamassa do revestimento proveniente do ataque de sulfatos.	46
Figura 29: Esquemático da atuação do mecanismo de fissuração.....	66
Figura 30: Representação em planta da caixa de passagem de esgoto.....	67
Figura 31: Cortes da caixa de passagem de esgoto e inclinação do fundo.....	68
Figura 32: Representação das formas disposta na caixa de passagem de esgoto.....	68
Figura 33: Representação em planta das caixas de passagem de água pluvial.....	70
Figura 34: Cortes das caixas de passagem de água pluvial e inclinações do fundo.	70
Figura 35: Representação da tela de poliéster aplicada nas caixas de passagem de água pluvial.	71
Figura 36: Representação da espessura das camadas de argamassa a serem aplicadas.	71
Figura 37: Modelo de execução de verga e contra verga - Raspagem da alvenaria.....	73
Figura 38: Verga e Contraverga concretadas.	73

Lista de Imagens

Imagem 1: Situação da Hospital Santa Casa de Campo Mourão.	50
Imagem 2: Vista aérea do complexo hospitalar da Santa Casa de Campo Mourão.	50
Imagem 3: Parede externa da ala de enfermaria.	51
Imagem 4: Possível configuração estrutural.	52
Imagem 5: Mapeamento das fissuras.	53
Imagem 6: Identificação de fissuras	54
Imagem 7: Destacamento entre a alvenaria e elementos de concreto por dilatação térmica.	55
Imagem 8: Espessura da fissura "B".	56
Imagem 9: Fissuras "B" aproximadas	57
Imagem 10: Destaque das fissuras em aberturas	57
Imagem 11: Aplicação da Regra da Mediatriz na Fissura D.	58
Imagem 12: Localização das caixas de passagem.	59
Imagem 13: (a) Caixa de passagem de água pluvial 1; (b) Caixa de passagem de esgoto e água pluvial 2.	60
Imagem 14: Interior da caixa de passagem de esgoto.	61
Imagem 15: Fissuras na caixa de passagem de esgoto.	62
Imagem 16: Fissuras na caixa de passagem de água pluvial 1.	63
Imagem 17: Fissuras no fundo da caixa de água pluvial 2.	64
Imagem 18: Destacamento do fundo da caixa de passagem de água pluvial 2.	65

Lista de quadros

Quadro 1: Classificação de fissuração quanto à sua espessura.	21
--	----

Lista de abreviaturas

NBR

Norma Brasileira Regulamentadora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	17
2.1.	OBJETIVO GERAL	17
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	JUSTIFICATIVA	18
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
4.1.	ASPECTOS TEÓRICOS	19
4.1.1.	Patologias decorrentes da elaboração do projeto.....	19
4.1.2.	Patologias decorrentes da fase de execução	19
4.1.3.	Patologias decorrentes da ocupação da edificação	20
4.2.	SINTOMAS.....	20
4.3.	FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS	20
4.3.1.	Classificação quanto à espessura	21
4.3.2.	Classificação quanto à atividade.....	22
4.4.	FISSURAÇÃO EM SISTEMA ESTRUTURAL MODELO	22
4.4.1.	Fissuração em parede de alvenaria não estrutural	23
4.5.	MECANISMOS FORMADORES DE FISSURAS	24
4.5.1.	Fissuras Causadas por movimentação térmica	25
4.5.2.	Fissuras causadas por movimentações higroscópicas	27
4.5.3.	Fissuras causas por retração de estruturas à base de cimento.....	30
4.5.4.	Fissuras causadas pela atuação de sobrecargas	34
4.5.5.	Fissuras causadas por recalques diferenciais.....	37
4.5.6.	Fissuras devido à deformação de estruturas de concreto armado.....	42
4.5.7.	Fissuras Causadas por Reações Químicas.	44
4.6.	DIAGNOSTICO E RECUPERAÇÃO.	46
5	METODOLOGIA.....	49
6	ESTUDO DE CASO	50
6.1.	SITUAÇÃO E INSPEÇÃO PRELIMINAR	50
6.2.	TESTE DE ATIVIDADE	52

6.3.	DIAGNOSTICO DAS FISSURAS APRESENTADAS.	52
6.3.1.	Fissuras por expansão e retração	54
6.3.2.	Fissuras por atuação de sobrecargas em aberturas	55
6.3.3.	Fissuras por recalque de fundações	58
6.4.	PLANO DE AÇÃO E RECUPERAÇÃO	66
6.4.1.	Recuperação das caixas de passagem.....	67
6.4.2.	Fissuras ocasionadas por aberturas.....	72
6.4.3.	Recuperação do painel de alvenaria	74
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
8	BIBLIOGRAFIA	77

1 INTRODUÇÃO

Patologia é descrita no como “qualquer desvio em relação a um estado considerado normal”, (BORBA, 2011). É a área que estuda o desenvolvimento de técnicas a solucionar causas e efeitos que prejudiquem o desenvolvimento do indivíduo.

Assim como na medicina, a patologia na construção civil estuda anomalias que interferem no estado natural de uma edificação, utilizando do conhecimento e análise dos “sintomas” apresentados para encontrar um tratamento útil, direto e que proporcione melhores condições de vida útil.

As patologias nas edificações originam-se por inúmeros motivos, sejam estes naturais, por erros de execução, de projeto e a falta de manutenção. O problema surge como algo pequeno que pode, com o tempo, tornar-se irreversível e comprometer a estabilidade de parte da obra, ou desta como um todo.

O estudo e monitoramento das patologias nas edificações têm como objetivo identificar, através de inspeção visual e estudos laboratoriais as causas que a originaram o problema e apresentar soluções, buscando apresentar a engenharia em sua essência e propósito: a busca pelo conforto e a segurança do usuário da edificação.

Segundo Souza e Ripper (1998), pode-se classificar problemas patológicos entre simples e complexos. Os problemas patológicos simples admitem padronização, não sendo necessário um conhecimento altamente especializado, ao contrário dos complexos, que por sua vez necessitam de técnicas não convencionais de manutenção, com análises individualizado e conhecimento aprofundado.

Entre os inúmeros tipos de patologias, as patologias aparentes como trincas, rachaduras e fissuras, são apresentadas pelas edificações como um alerta, sinais de que algo não atendendo de forma correta ao que foi solicitado. Para Thomaz (1989), as trincas são um aviso de um eventual estado de perigo para a estrutura, podendo comprometer seu desempenho em serviço, além de ter como agravante o constrangimento psicológico exercido sobre os usuários da edificação.

Analisar-se-á no decorrer deste trabalho, as patologias encontradas na parte exterior da ala de enfermaria do Hospital Santa Casa de Campo Mourão-PR, em âmbito estrutural e de sistemas hidros sanitários, um local público e com grande fluxo de pessoas.

Buscar-se-á encontrar as causas primarias de seu surgimento e propor soluções viáveis com o intuito de melhoria ao bem estar de seus funcionários e pacientes.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Analisar algumas patologias existentes na ala de enfermaria do Hospital Santa Casa de Campo Mourão-PR, descobrir suas possíveis causas e propor soluções.

2.2. Objetivos Específicos

Buscar-se-á aplicar os conhecimentos adquiridos por meio de pesquisa bibliográfica, que acompanhados das lições obtidas na sala de aula, de forma a desenvolver a melhor solução, levando em consideração as limitações de reparo do empreendimento em análise. Sendo assim, apresentam-se os seguintes objetivos:

- Analisar visualmente o estado construtivo da edificação na ala de enfermaria.
- Determinar os problemas patológicos presentes.
- Determinar os possíveis mecanismos que ocasionaram as fissurações.
- Realizar levantamento fotográfico dos problemas encontrados.
- Propor soluções para a reabilitação da edificação - ala de enfermaria.

3 JUSTIFICATIVA

Del Mar (2008, apud BONIN, 1987) diz que a engenharia ressalta que nenhuma edificação é imune à degradação, seja esta provocada por fatores externos, construtivos ou de uso, mesmo que os projetos tenham sido minuciosamente calculados. Acrescenta ainda que a falta de manutenção e monitoramento de pequenos problemas, aumenta o grau de degradação, assim como a insatisfação de seus usuários.

Tendo em vista a finalidade de uso da construção analisada neste trabalho, a satisfação e conforto de seus usuários é a preocupação maior em questão. O ambiente tem poder de influenciar no comportamento de quem usufrui do mesmo, em casos de saúde, o ambiente interfere no processo terapêutico do paciente, (NOGUEIRA, 2015).

Tomou-se como principais motivadores deste trabalho, a chance de colocar em pratica os estudos vivenciados dentro da sala de aula em uma situação real de análise e recuperação de uma obra com grande fluxo de público.

A engenharia civil tem como objetivo promover, por meio de seus serviços construtivos, conforto e segurança para os usuários da edificação. A partir deste ponto, importância deste trabalho não refere-se apenas ao estudo e aprimoramento acadêmico, mas também à uma visão social da engenharia, buscando aplicar esforços em preparar uma abordagem técnica segura para que, a instituição de saúde em questão, possa desenvolver normalmente suas atividades, sem preocupações do ambiente físico.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. Aspectos teóricos

As construções estão sujeitas ao surgimento de patologias em toda sua trajetória, da elaboração do projeto até a ocupação, já que estão sujeitas a diferentes ambientes e agravantes que propiciam a degradação. Para Zanzarini (2016) a ocorrência de falhas em uma ou mais fases da obra, pode comprometer a segurança, durabilidade e desempenho da estrutura em toda sua vida útil.

Olivari (2003) apresenta causas principais para o comprometimento do desempenho da estrutura em três fases distintas da obra: Elaboração do projeto, execução e utilização.

4.1.1. Patologias decorrentes da elaboração do projeto

A fase de elaboração do projeto é onde podem surgir as primeiras falhas que acarretarão problemas futuros. Nesta etapa é importante a concordância entre o cliente e o engenheiro para a determinação dos limites de uso da edificação. Entende-se que o cliente é leigo e por isso o profissional deve atenta-lo quanto as finalidades de uso da obra e o prejuízo que, o descumprimento, possa causar.

Para Olivari (2003) a falta de detalhes, erros de dimensionamento, não consideração do efeito térmico, divergência entre projetos, são alguns dos principais erros que tendem a prejudicar a edificação.

4.1.2. Patologias decorrentes da fase de execução

A fase de execução é a mais propicia à ocorrência de erros, visto que não existem apenas, como mecanismos, a má qualidade de material e problemas do ambiente de serviço, mas também a falta de especialização e acompanhamento da mão de obra. Também é dito por Mayr (2000) que a constatação de erros de projeto durante a fase de execução da obra, leva a tomada de decisões de apressadas e improvisos para a adaptação das soluções, o que acarreta maiores problemas futuros.

Erro de interpretação de projeto, falta de controle tecnológico, armadura deficiente e falta de cura ou cura mal executada, são algumas das principais causas do surgimento de patologias decorrentes da execução, segundo Olivari (2003).

4.1.3. Patologias decorrentes da ocupação da edificação

Durante a fase de ocupação da obra, mecanismos ambientais, deficiências ou mau funcionamento dos sistemas construtivos existentes na edificação e a falta de manutenção são os percussores para o surgimento de patologias.

Já na fase de utilização da obra, Olivari (2003), atribui como, algumas, das principais causas patológicas a falta de programa de manutenção adequado, sobrecargas não previstas no projeto, danificação dos elementos estruturais e ataque de mecanismos agressivos;

4.2. Sintomas

A maioria dos sintomas patológicos na construção civil são visíveis, facilitando a identificação de suas características, permitindo determinar a origem do problema. (OLIVARI, 2003). Podendo ser eles:

- Fissuras ou trincas por elementos estruturais e alvenarias;
- Esmagamento do concreto;
- Desagregação do concreto;
- Ruptura do concreto;
- Carbonatação;
- Corrosão da armadura;
- Percolação da água;
- Manchas, trincas e descolamento de revestimento.

4.3. Fissuras, trincas e rachaduras

Quando um material é submetido a um grau de solicitação maior que sua resistência, há a formação de fissuras como resposta a falha ocorrida. Essas solicitações podem ter as mais variadas origens, não cabendo apenas a processos estruturais em concreto ou alvenarias. Para Oliveira (2012), as fissuras podem ter origem por movimentações térmica, higroscópica,

atuação de sobrecargas, deformação excessiva de estruturas, por recalque de fundações ou até por alterações químicas.

A caracterização da fissuração como deficiência estrutural, dependerá sempre da origem, intensidade magnitude do quadro de fissuração existente, porto que o concreto por ser material com baixa resistência à tração, fissurará por natureza sempre que as tenções trativas, que podem ser instaladas pelos mais diversos motivos, superarem a sua resistência última a tração. (SOUZA; RIPPER, 1998 – pág. 57)

A compatibilidade entre projetos arquitetônicos, estruturais e a etapa de execução tem grande importância na prevenção de fissuração. Ambos os profissionais devem estar cientes e em comum acordo quanto as técnicas à serem empregadas no processo construtivo. A incompatibilidade dos projetos descritos anteriormente leva a esforços, onde as tensões resultantes excedem a resistência limite dos materiais, levando assim à fissuração precoce.

Antes de tomar qualquer medida para controle ou reversão da fissuração, é necessário caracteriza-la, visto que seu estado de atividade, espessura e origem alteram as formas de controle e correção.

4.3.1. Classificação quanto à espessura

Para Lordsleem Júnior (1997) a classificação da fissura quanto a sua espessura auxilia na determinação da gravidade do problema, assim como no estudo da sua possível causa e até mesmo na limitação das técnicas a serem utilizadas para a correção.

No quadro 1, apresenta-se o tipo de fissuração de acordo com sua espessura.

Quadro 1: Classificação de fissuração quanto à sua espessura.

Tipo de Fissuração	Espessura
Fissura Capilar	Menos de 0,2 mm
Fissura	De 0,2 mm à 0,5 mm
Trinca	De 0,5 mm à 1,5mm
Rachadura	De 1,5 mm à 5,0 mm
Fenda	De 5,0 mm à 10,0 mm
Brecha	Mais de 10,0 mm

Fonte: Olivari, (2003)

A negligencia quanto ao surgimento da fissuração, pode levar ao agravamento da situação, fazendo com que a espessura da fissura aumente com a continua atividade dos mecanismos causadores, tornando ainda mais trabalhoso o reparo, conseqüentemente, aumentando os custos para o serviço.

Magalhães (2004), afirma que fissuras capilares são insignificantes, ou seja, não chegam a causar prejuízo à durabilidade da edificação, pode-se complementar esta afirmação com Duarte (1998), que diz que fissuras com estas dimensões são praticamente impermeáveis às chuvas dirigidas pela pressão do vento.

4.3.2. Classificação quanto à atividade

Souza e Ripper (1998) apresentam dois tipos de fissuração devido a sua atividade: Fissuração ativa e Fissuração inativa.

- Fissuração ativa: é denominada fissuração ativa aquela na qual a causa responsável pelo fissuramento ainda atua sobre o elemento.
- Fissuração inativa: é aquela na qual o agente causador da fissuração atuou durante determinado período de tempo e cessou sua atividade após o surgimento da fissura.

Zaranini (2016) complementa dizendo que as fissuras ativas mudam sua espessura de acordo com a mudança do grau de intensidade do agente causador. Assim sendo, as fissuras comportam-se como juntas de trabalho induzidas pela própria estrutura, visto que as variações dimensionais provocadas por gradientes de temperatura diário e/ou sazonais são restringidas pelos diversos vínculos que envolvem os materiais.

Duarte (1998) apresenta ainda uma outra forma de classificação, sendo esta referente a forma da fissura, podendo ser fissuras isoladas ou disseminadas:

- Fissuração Isolada: são fissuras que seguem uma fiada ou uma junta de ligação, podendo ser horizontal, vertical ou em zig-zag, tendo causas diversas e podendo ser ativas ou inativas.
- Fissuração disseminada: São fissuras que, em sua maioria, são superficiais e apresentam-se com configurações em forma de rede de fissuras.

4.4. Fissuração em sistema estrutural modelo

Adotar-se-á um sistema estrutural modelo como o empregado na edificação em análise, composto por vigas e pilares de concreto armado, parede de alvenaria não estrutural e viga baldrame, para um estudo mais aprofundado dos tipos de fissuras apresentadas por esses elementos.

4.4.1. Fissuração em parede de alvenaria não estrutural

Ao se falar de patologia em alvenarias não estruturais, remetemos diretamente à elementos que não estão relacionados à estabilidade de sistemas estruturais, visto que sua única função construtiva é a vedação da área interna da edificação. Sua fissuração deve-se então ao mal desempenho das funções e interações estruturais de outros elementos ou ainda a sua atuação como suporte à esforços externos e internos aos quais está submetida.

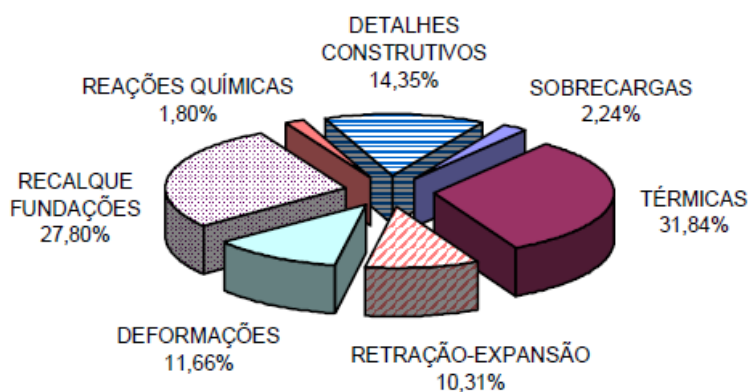
Duarte (1998) diz que há uma dificuldade adicional ao determinar o agente causador da fissura em parede de alvenaria, isso deve-se ao fato de ser tratar de um material com comportamento resistente ortótropo e de execução artesanal, a qual depende da capacidade e da qualidade da mão de obra.

Em situações como essa, Senna Valle (2008) defende de que os esforços deixam de ser empregados nos demais sistemas estruturais ao custo da própria estabilidade e possível ruína da alvenaria não estrutural, ainda assim, sem danos aos demais sistemas.

Dentre as principais causas de fissuração em alvenarias não estruturais, diversos autores baseiam-se nos sete mecanismos formadores de fissuras de Thomaz (1989), sendo estes por esforços de recalque diferenciais, atuação de sobrecargas, variação higroscópica e térmica, deformações dos elementos de concreto armado e química. Outros mecanismos como envelhecimento dos materiais empregados ou casos excepcionais como incêndios, abalos sísmicos de baixo impacto estrutural e impactos instantâneos podem ser listados, porém estes possuem uma taxa de ocorrência ínfima em comparação aos listados por Thomaz (1989).

Magalhães (2004) apresenta a seguinte Figura 1 referente à incidência de fissuras em paredes de alvenaria segundo as causas em 291 imóveis no estado do Rio Grande do Sul em 2004:

Figura 1: Incidência de fissuras em paredes de alvenaria no estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Magalhães, (2004).

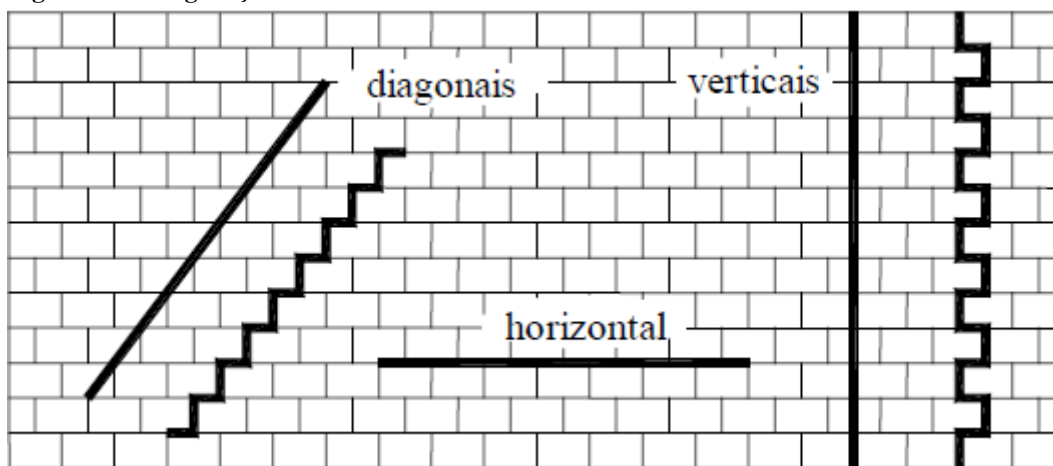
4.5. Mecanismos formadores de fissuras

Todos os elementos construtivos de uma edificação estão sujeitos à esforços físicos e mecânicos resultados da dilatação e contração de seus materiais, esses esforços, ocasionados por diversos fatores, são os precursores primários do surgimento de fissuras, podendo ser agravados com o passar do tempo.

Quando esses esforços excedem a capacidade de resistência do material, leva a fissuração. Esses esforços são oriundos de forças de tração ortogonais, e podem ser causadas por esforços de compressão agindo em direção ortogonal, esforços de cisalhamento ou por tração direta. (DUARTE, 1998).

Em paredes de alvenaria não estrutural as trincas podem ter formas verticais, horizontais, diagonais ou em um conjunto de combinação destas, como demonstrado na Figura 2. Isso se deve à presença de juntas de ligação (argamassa de assentamento) que possuem características relativas à variação de umidade e temperatura diferente da alvenaria.

Figura 2: Configurações básicas de fissuras em alvenarias



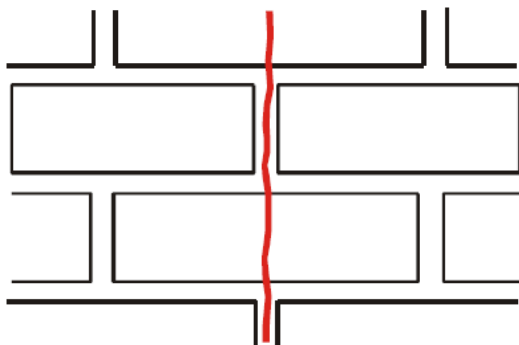
Fonte: Holanda Junior, (2002).

Magalhães (2004) afirma que as juntas atuam como planos de fragilidade do sistema de alvenaria, Senna Valle (2008) acrescenta ainda, como outros pontos de fragilidade, a rigidez relativa das juntas e a presença de aberturas.

Devido ao fato, já citado anteriormente, de que a alvenaria é um elemento constituído de material ortótropo e que sua qualidade depende muito da qualidade da mão de obra, a homogeneidade do elemento, promovendo a boa aderência da junta de argamassa de assentamento e o bloco de alvenaria, tende a apresentar fissuração com configurações,

predominantemente, ortogonais e retas em direção aos esforços de tração, como apresentado na Figura 3 (MAGALHÃES, 2004).

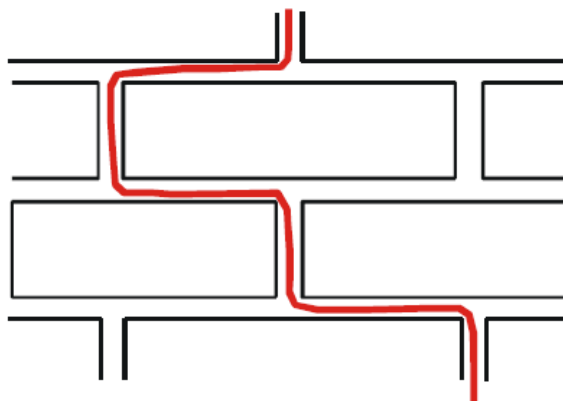
Figura 3: Fissura típica em parede de alvenaria homogênea.



Fonte: Thomaz, (1989).

Por outro lado, alvenarias heterogêneas, com pouca aderência entre a argamassa de assentamento e o bloco de alvenaria, tendem a apresentar configurações que acompanhem as fiadas ou em linhas quebradas, como demonstra a Figura 4.

Figura 4: Fissura típica em parede de alvenaria heterogênea.



Fonte: Thomaz, (1989).

4.5.1. Fissuras Causadas por movimentação térmica

A capacidade de variação térmica é uma propriedade física presente em todos os materiais da construção civil, resume-se em sua capacidade de deformação física devido a atuação de energia térmica em todo seu corpo ou determinada região, sem que isso origine problemas ao corpo.

Em um sistema construtivo, originado pela aplicação de diferentes materiais, a variação térmica ocasiona trabalhos de dilatação desiguais entre os componentes do sistema

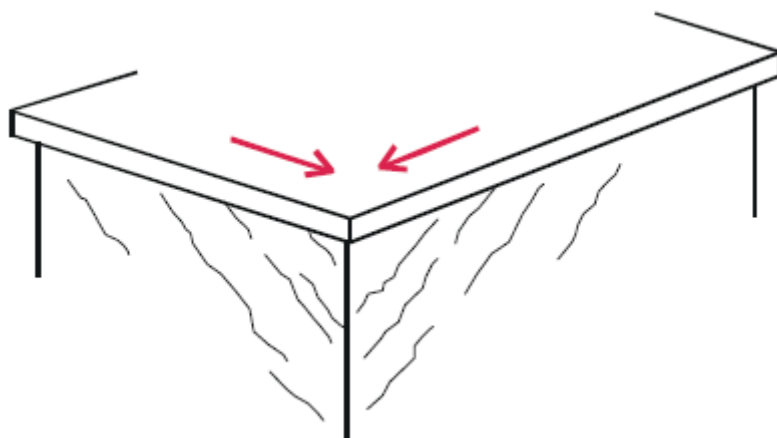
construtivo, levando a esforços solicitantes maiores que os resistidos, ocasionando o surgimento de fissuras, como explicado anteriormente. Essa relação é denominada movimentação térmica diferenciada (THOMAZ, 1989).

Para Thomaz (1989), essas movimentações térmicas diferenciadas, é importante analisar não apenas sua amplitude, mas também a velocidade com que esta ocorre e o número de ciclos de ocorrência, o qual pode levar o material a fadiga.

Em uma movimentação térmica diferenciada lenta e gradual, na maioria das vezes, o material que leva ao fissuramento é de menor resistência, já que acaba por ser solicitado de maneira mais efetiva do que os demais, o que não ocorre em um ciclo abrupto de movimentação térmica.

Pode-se notar de forma mais visível essa variação na junção entre lajes e alvenarias, visto que as lajes estão sujeitas a incidência solar, muitas vezes, por tempo mais prolongados do que as alvenarias e pelo fato de que o concreto possui, coeficiente de dilatação térmica maior que o da alvenaria.

Figura 5: Fissuras inclinadas no canto da edificação por movimentação térmica da laje

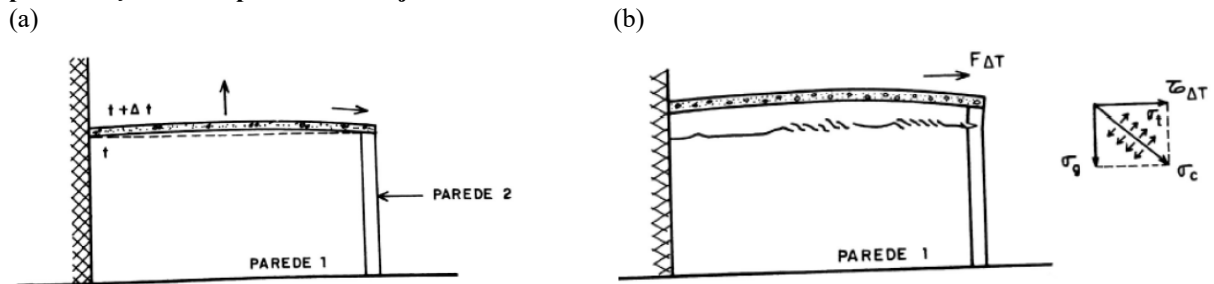


Fonte: Magalhães, (2004, apud Verçoza, 1991).

Segundo Olivari (2003), o fato de existirem telhas sobre a laje de cobertura não elimina a movimentação térmica, visto que parte do calor absorvido pelas telhas continua sendo transmitido à laje.

Devido a dilatação térmica plana das lajes e ao abaulamento provocado provado pela atuação do gradiente de temperatura na face externa (mais quente) e interna (mais fria) ao longo do elemento, há a atuação de esforços de tração e cisalhamento nas paredes ligadas à laje, levando ao surgimento de trincas, exclusivamente, nas paredes de alvenaria (THOMAZ, 1989), como apresenta a sequência da Figura 6.

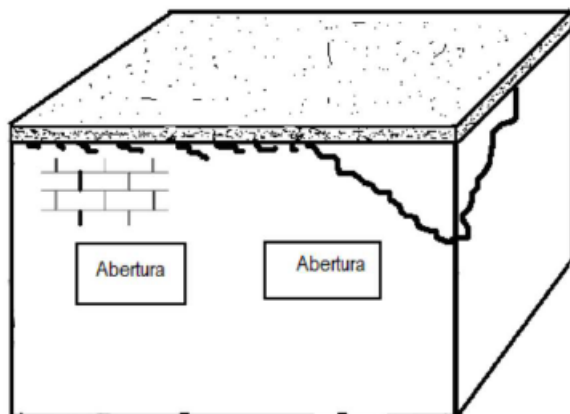
Figura 6: (a) Movimentação da laje de cobertura sob ação de aumento de temperatura; (b) Fissura típica por variação de temperatura da laje.



Fonte: Thomaz, (1989).

Outro agravante para o surgimento de trincas em regiões é a presença de aberturas no decorrer da face de alvenaria Figura 7 para a implantação de janelas e portas, regiões naturalmente enfraquecidas, cujos vértices são regiões de grande acumulo de tenções, onde poderão desenvolver-se trincas inclinadas.

Figura 7: Fissura em parede de alvenaria com aberturas.



Fonte: Zanzarini, (2016 apud Alexandre, 2008).

4.5.2. Fissuras causadas por movimentações higroscópicas

As movimentações higroscópicas ocorrem devido à variação de umidade presente nos materiais empregados na construção. Essa variação provoca a retração ou expansão, infligindo esforços no elemento construtivo e conseqüentemente a fissuração.

A maior parcela de retração é ocasionada pela perda da água que não está quimicamente associada ao interior do concreto, provocando uma contração dos elementos a

base de cimento da edificação, a qual não é acompanhada pelos elementos de alvenaria (DUARTE, 1998).

A dilatação higroscópica ocorre quando o material, mais ou menos poroso, absorve umidade, esse teor extra de umidade faz com que ele dilate, alterando seu porte físico natural. Em um sistema construtivo, composto por diferentes materiais com seus respectivos níveis máximos de absorção, restringido por vínculos, essa dilatação é restringida o que ocasiona o surgimento de tensões e conseqüentemente a fissuração do elemento.

Ao analisar as manifestações de fissuras em fachadas de alvenaria, Lordsleem Júnior (1997) verificou que estas são, predominantemente, ocasionadas por variações termo higroscópicas, principalmente pela incidência de água de chuvas e radiação solar, fato este que não é aplicado às alvenarias de vedação internas.

As alvenarias, por serem cozidas em fornos em altas temperaturas, perdem toda a umidade antes de chegarem a obra, assim sendo, ao contrário dos elementos de concreto, as peças de alvenaria apresentam uma dilatação higroscópica. Esse movimento inverso as peças de concreto vinculadas, gera fissuras (DUARTE, 1998).

Essa água extra existente pode ter origem a partir de diversos fatores, desde a produção dos componentes construtivos do sistema até proveniente da umidade do ar ou do solo em épocas mais chuvosas.

A quantidade máxima de água absorvida por um material depende de dois fatores: porosidade e capilaridade. Segundo Senna Valle (2008), durante a secagem de materiais porosos, a capilaridade provoca o surgimento de uma força de sucção, que conduzirá a água através do elemento até sua superfície, onde então será evaporada.

Essas forças de sucção são inversamente proporcionais ao tamanho dos poros, ou seja, a água presente nos poros com elementos mais abertos abastecerá os poros mais fechados do elemento próximo.

A variação de umidade do elemento apresenta duas movimentações higroscópicas: irreversíveis e reversíveis. A primeira ocorre logo após a fabricação do elemento até que se atinja o ponto de equilíbrio higroscópico do material. A segunda ocorre com a variação de umidade no meio em que ele encontra-se instalado, sendo delimitadas a um volume máximo.

As trincas formadas pela variação higroscópica dos materiais cerâmicos se assemelham muito com as provocadas por variações térmicas. Thomaz (1989), diz que materiais cerâmicos apresentam pequenas movimentações reversíveis por conta de umidade e temperatura, porém suas variações irreversíveis começam desde a sua queima e podem perdurar pelos primeiros meses de vida do material, dependendo de sua alocação.

Inicialmente, formam-se microfissuras nas juntas de argamassa devido aos ciclos de emudecimento e secagem associado as próprias movimentações térmicas do revestimento, com isso haverá uma incidência de água cada vez maior, aumentando progressivamente as fissuras. (THOMAZ 1989). As fissuras serão maiores em locais onde há maior volume de água passante, nesse caso peitoris e outros detalhes arquitetônicos tem como função a obstrução da água corrente, mas para esse fim, devem ser bem executados, afim de não provocarem maiores problemas.

4.5.2.1. Principais fatores que influenciam a variação higroscópica de alvenarias

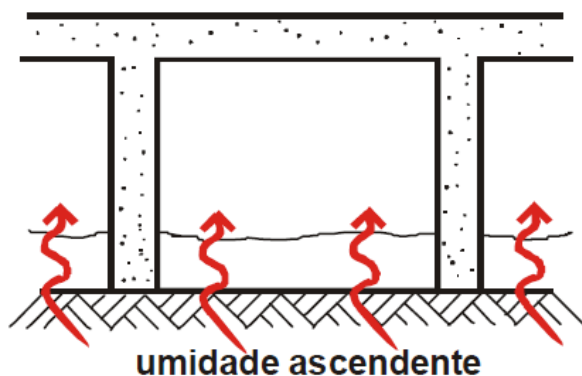
Sistemas construtivos em contato permanente com áreas de grande acúmulo de umidade, como solo e áreas molhadas, devem ser impermeabilizadas de forma correta a fim de evitar o surgimento dos casos expostos no item anterior.

Os sintomas associados às patologias por meio higroscópico são variáveis, porém apresentam características típicas, que facilitam o diagnóstico. Jacôme e Martins (2005) listam algumas dessas características:

- Natureza localizada das anomalias;
- Associação à períodos de grande precipitação;
- Caráter permanente em situações de ruptura de canalização;
- Migração da umidade para locais afastados da origem, em situações que o débito de água propicie a atuação dos mecanismos de capilaridade.

Trincas horizontais podem surgir na base das paredes em situações semelhantes as descritas acima. Nesse caso as alvenarias em contato com o excedente de umidade absorvem-na e passam a apresentar movimentações diferentes das fiadas superiores, que estão sujeitas a incidência solar e a perda de água por evaporação. Essas trincas, quase sempre, são acompanhadas por eflorescência. (THOMAZ, 1989), a Figura 8 esboça a configuração da fissura descrita acima.

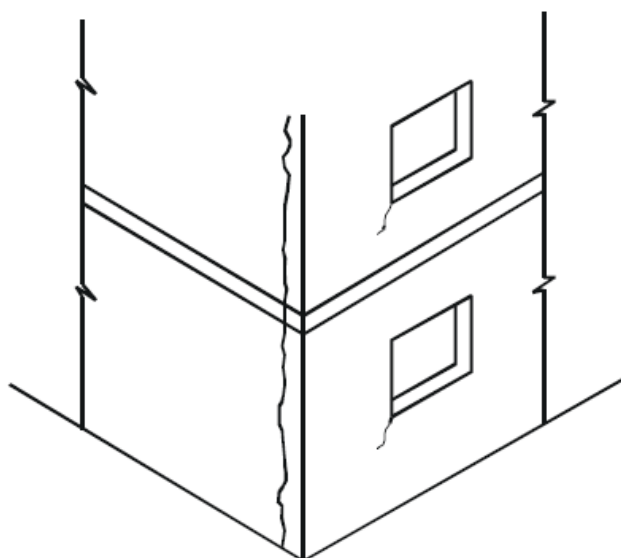
Figura 8: Fissura horizontal em parede de alvenaria por expansão higroscópica.



Fonte: Magalhães, (2004).

Os mesmos mecanismos de formação para fissuras horizontais servem para as verticais, que podem ocorrer nos vértices dos prédios (Figura 9) ou em encontros de paredes enfraquecidos, neste caso, na maioria das vezes deve-se à deficiência de amarração entre os elementos que constituem o parede de alvenaria (MAGALHÃES, 2004).

Figura 9: Fissura vertical no vértice predial por expansão da alvenaria.



Fonte: Thomaz, (1989).

4.5.3. Fissuras causadas por retração de estruturas à base de cimento.

A hidratação do cimento consiste em transformar compostos anidros (mais solúveis) em compostos menos solúveis, formando uma camada de gel que reveste os grãos dos compostos anidros. Para que haja a formação desta camada de gel, é necessária a adição de 15 a 25% de água em relação a massa de cimento, o que nos leva à uma relação de 0,40

água/cimento, relação suficiente para que o concreto hidrate completamente. (THOMAZ 1989).

Em busca de uma melhor trabalhabilidade da massa, muitas vezes é acrescentado um valor maior de água o que acentua a retração durante a cura do concreto. Silva e Jonov (2016), determina a existência de três formas de retração:

- Retração química: se dá pela reação química entre o cimento e a água, reduzindo o volume;
- Retração de secagem: pela evaporação da água excedente no preparo da massa de concreto que fica no interior da peça;
- Retração por carbonatação: ocorre a redução do volume devido a reação da cal hidrata com o gás carbônico presente no ar, formando carbonato de cálcio.

Os três tipos de retração apresentados acima ocorrem com a peça endurecida ou em processo de endurecimento. Diversos fatores influenciam na retração do concreto, Thomaz (1989) lista alguns:

- Composição química e finura do concreto;
- Quantidade de cimento adicionada na mistura;
- Natureza do agregado;
- Granulometria dos agregados;
- Quantidade de água na mistura;
- Condições de cura;
- Umidade relativa do ar;
- Presença de armadura de aço;

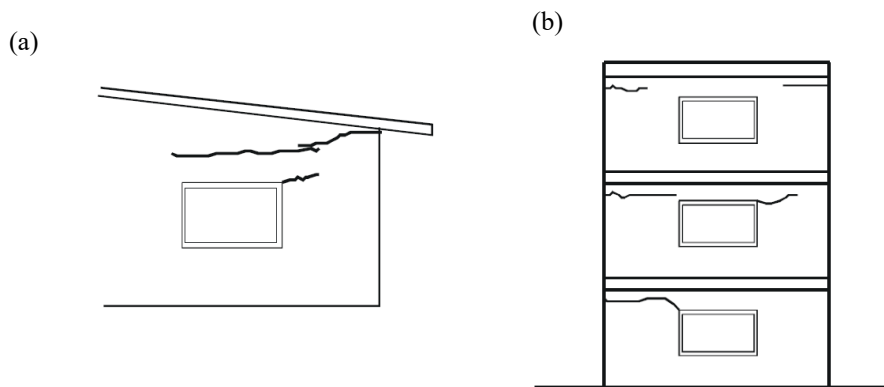
A presença de armaduras de aço na peça de concreto pode reduzir a retração entre 10 e 50%, entretanto a presença da armadura de aço pode provocar retração diferenciada na peça, levando ao surgimento de deflexões na peça, já que regiões menos armadas ou sem armadura apresentarão maiores reduções. (THOMAZ, 1989).

Quando a retração ocorre em lajes, poderá ocorrer a compressão de pisos cerâmicos, levando ao surgimento de fissuras ou até mesmo o destacamento da cerâmica. O mesmo poderá ocorrer em forros falsos que encontrem-se vinculados rigidamente às paredes.

Também é possível o aparecimento de fissuras na própria laje devido a retração, essas fissuras terão uma configuração mapeada e com distribuição regular, semelhante as que se apresentam em argamassas de revestimento.

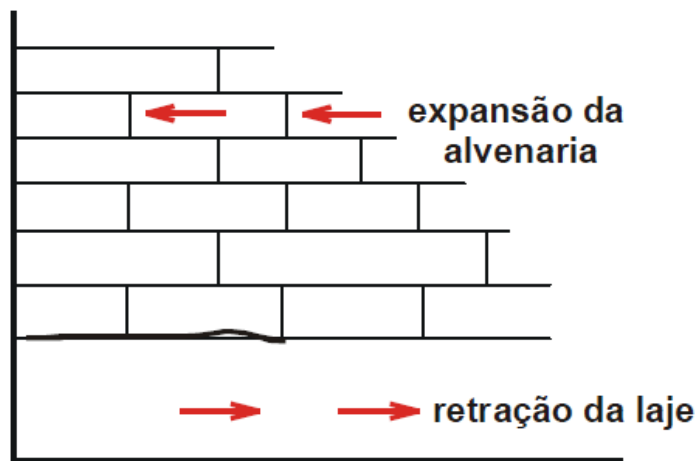
Segundo Thomaz (1989, apud Eichler, Patologia de la construccion, 1973) o efeito mais nocivo da retração de lajes de concreto armado será a fissuração da parede solidaria à laje. Duarte (1998) diz que esse tipo de fissuração tem configuração horizontal, isso deve-se ao fato de que a parede de alvenaria não acompanha, ou tem um efeito inverso, ao da retração da laje, como apresentado na Figura 10 e Figura 11.

Figura 10: Fissuras horizontais devido à retração das lajes. (a) Superior; (b) Intermediárias.



Fonte: Adaptado de Thomaz, (1989).

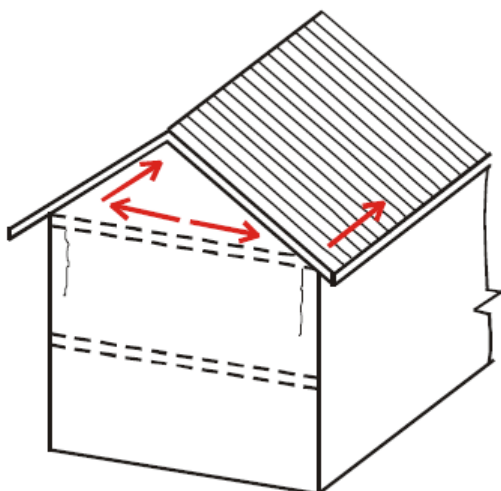
Figura 11: Fissura na base da parede por expansão da laje e retração da alvenaria. extremidade do prédio



Fonte: Magalhães, (2004).

Fissuras com configurações verticais são apresentadas nas fachadas de menores dimensões devido a retração de elementos à base de cimento das fachadas maiores ortogonais, o que leva a geração de esforços de flexão. Essas fissuras tendem a surgir em ambos os lados das fachadas, apresentando uma abertura mais acentuada no topo (DUARTE, 1998), como apresenta a Figura 12 a seguir.

Figura 12: Fissura vertical em parede de alvenaria por retração da laje.



Fonte: Magalhães, (2004).

4.5.3.1. Fissuras Causadas pela retração de argamassas

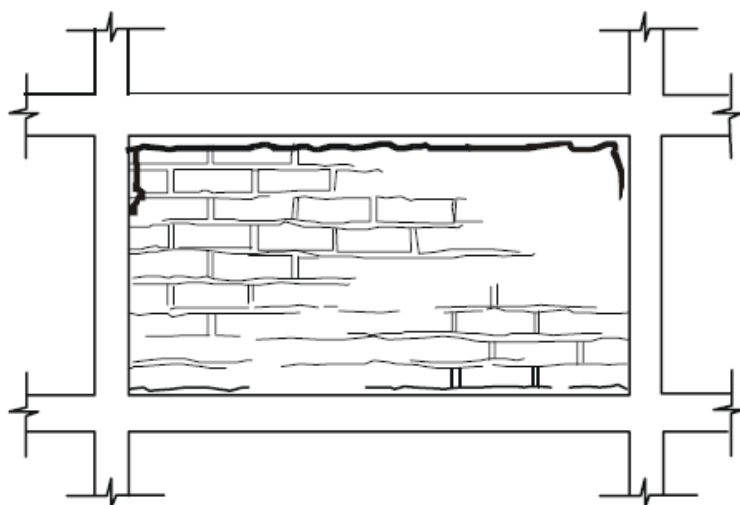
Em paredes e muros, o mecanismo de formação de fissuras devido a retração diferenciada entre alvenarias e argamassas, é o mesmo analisado anteriormente nos capítulos 4.5.1 e 4.5.2 por variações térmicas e higroscópicas, provocando fissuração e até mesmo o destacamento das alvenarias.

As fissuras nas argamassas irão depender, sobretudo, do seu módulo de deformação e da sua capacidade de absorver deformações, imposta pelo substrato. Argamassas com menor retração e maior resistência a tração, possuem, conseqüentemente, maior resistência a fissuração (Sahade et al. 2013).

Em argamassas de revestimento a retração está diretamente ligada com o consumo de aglomerantes, a porcentagem de finos existentes e o teor de água aplicado. Além destes, diversos outros fatores como: número de camadas aplicadas, espessura das camadas, velocidade da perda de água do revestimento por intempéries, etc. levam a formação de fissuras.

As fissuras devido a retração da argamassa de revestimento apresentam distribuição uniforme, com linhas que se cruzam em ângulos bem próximos à 90°. Essas fissuras podem levar a problemas mais graves ao longo do tempo devido a entrada de água na estrutura de vedação.

Figura 13: Destacamento da parede às peças estruturais devido a retração da alvenaria.



Fonte: Thomaz, (1989)

4.5.4. Fissuras causadas pela atuação de sobrecargas

A atuação de sobrecargas podem produzir fissuras em diversos elementos como vigas, pilares e alvenaria (SILVA; JANOV, 2016.). Caso tais solicitações tenham sido consideradas nos cálculos do projeto, o erro partiu da execução, podendo levar a estrutura como um todo à problemas de estabilidade.

Em paredes de alvenaria, essas sobrecargas são originárias de excessivos carregamentos, esses dos quais ocasionalmente, superam a resistência dos elementos da alvenaria. Em virtude deste trabalho, tomar-se-á essas solicitações como esforços externos verticais, previstos ou não, com a capacidade de fissuração do elemento.

Fatores como geometria da alvenaria, granulometria e traço da argamassa e características físicas dos elementos, como resistência mecânica, módulos de deformação longitudinal e transversal, elasticidade e porosidade influenciarão diretamente na resistência da parede e no tipo de fissura apresentada.

Segundo Thomaz (1989), a diferença de comportamento entre a alvenaria e a argamassa, na situação citada acima, provocará fissuras verticais, como apresentado na Figura 14 (a), isso ocorre também porque a argamassa de assentamento aplicará tensões de tração na alvenaria nas duas direções verticais, visto que suas deformações transversais serão mais acentuadas do que as presentes na alvenaria. Também é possível o surgimento de trincas horizontais, representado na Figura 14 (b), provenientes da ruptura por compressão da alvenaria e/ou da argamassa, a qual deve-se sobretudo pela incapacidade de resistência dos materiais (MAGALHÃES, 2004).

Figura 14: Fissuras por atuação de sobrecargas. (a) Fissuras verticais; (b) Fissuras horizontais.



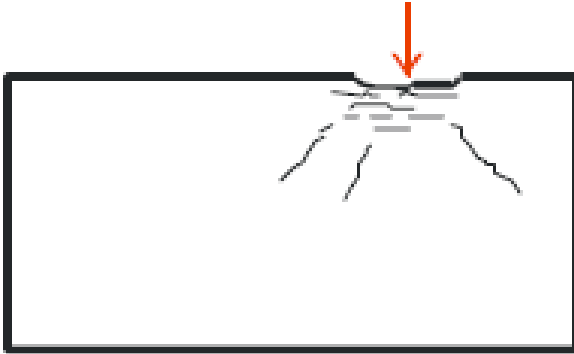
Fonte: Magalhães, (2004).

Sabbatini (1984) apresenta os seguintes fatores que influenciam na resistência a compressão das paredes de alvenaria:

- A relação da altura do bloco ou tijolo em relação a espessura da argamassa de assentamento, determina a resistência da alvenaria. Com o aumento da espessura da junta de assentamento, diminui a resistência da parede de alvenaria. Isso se deve ao fato de que quanto maior a junta, maior será a taxa de deformação da argamassa e conseqüentemente a diferença em relação a deformação do bloco/tijolo.
- Quanto maior a resistência à tração do tijolo, maior a resistência a compressão da alvenaria.
- A homogeneidade das peças a serem utilizadas na alvenaria, bem como a menor diferença de diâmetro de seus furos, auxiliam na melhora de resistência
- Assentamento com argamassas de traço a proporcionar maior módulo de elasticidade, isso é, pequena deformação transversal, proporcionam maior resistência à alvenaria.

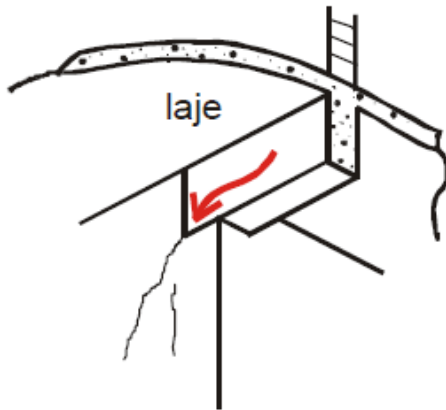
Em apoios realizados diretamente em alvenarias, geralmente devido à vigas oriundas da sustentação da cobertura, as fissuras devem-se às cargas verticais de compressão que superam a capacidade de resistência da alvenaria no ponto onde encontra-se apoiada a viga, em geral sem coxim (MAGALHÃES, 2004). Dependendo da resistência à compressão tomam as configurações apresentadas pelas Figura 15 e Figura 16.

Figura 15: Fissuração de alvenaria por sobrecarga concentrada.



Fonte: Thomaz, (1989).

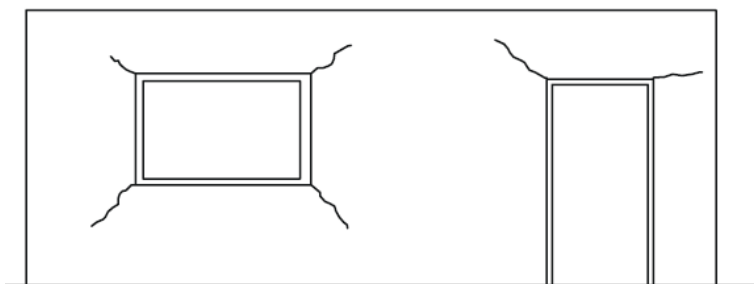
Figura 16: Fissura em apoio de viga sem coxim.



Fonte: Duarte, (1998).

Em paredes onde há a existência de aberturas, como discutido anteriormente, as fissuras originar-se-ão dos vértices das aberturas e sob o peitoril de janelas. De acordo com Thomaz (1989), nessas regiões, tensões unitárias verticais aplicadas no topo da parede chegam a triplicar ou mesmo quadruplicar nas proximidades aos cantos superiores das aberturas. Essas trincas podem manifestar-se em diversas configurações, devido a influência de uma gama enorme de fatores como localização da abertura, dimensão da abertura e tamanho da parede. (THOMAZ 1989), a Figura 17 apresenta uma configuração típica deste tipo de fissura.

Figura 17 - Fissuração por sobrecarga em torno de aberturas.



Fonte: Thomaz, (1989).

4.5.5. Fissuras causadas por recalques diferenciais

Caputo (1988) denomina solo como sendo um material constituído por um conjunto de partículas solidas, com vazios entre si, os quais podem ser preenchidos, parcialmente ou totalmente, por água, ar ou matéria orgânica.

Assim como todo material, os solos, independentemente de sua característica (rochosa, argilosa ou arenosa), deformam em uma proporção maior ou menor de acordo com sua capacidade de carga. Tal limite de carga não é constante, variando de acordo com diversos fatores como tipo de solo, estado, interferência e característica de elementos aterrados próximos.

As deformações provenientes de cargas aplicadas nos solos, geralmente por construções, provocam deslocamentos e alteração de sua forma, esse evento acarreta no desnivelamento da camada solida em relação ao nível do topo do terreno.

Quando o solo encontra-se sustentando um elemento estrutural (fundação), o desnível provocado pela aplicação da carga, referente ao peso da edificação, faz com que a base da estrutura acompanhe o movimento do solo no qual está sobre. Esse deslocamento vertical para baixo é denominado recalque.

Em situações onde parte da edificação permanece em seu estado usual, sem qualquer deslocamento enquanto outro sofre um recalque, determina-se a existência de um recalque diferencial. Essa diferença de nível resulta em esforços estruturais inesperados, comprometendo a edificação e podendo leva-la à ruína.

Caczan (2017) diz que o recalque diferencial é a principal causa do surgimento de rachaduras e trincas nas edificações. Sendo um problema de difícil contorno, a boa investigação das características e condições do terreno à receber a fundação, é a melhor opção para evitar esse tipo de situação.

Segundo Zanzarini (2016), as fissuras provenientes de recalques de fundações afetam com maior intensidade e frequência os pavimentos térreos. Devido à complexidade e multicausalidade, as fissuras em paredes de alvenaria provenientes de recalques diferenciais possuem causas variadas e de difíceis diagnósticos (MAGALHÃES, 2004). Thomaz (1989) complementa dizendo que a configuração das fissuras provocadas por recalques diferenciais, assemelha-se muito com as provocadas por deflexão de componentes estruturais, o que diferencia a causa da patologia é a espessura das fissuras, sendo as provocadas por recalques diferenciais, geralmente, maiores.

Nas figuras 16 (a; b; c; d), abaixo, pode-se analisar as configurações de fissuras apresentadas em estruturas uniformemente carregadas situadas em solos problemáticos:

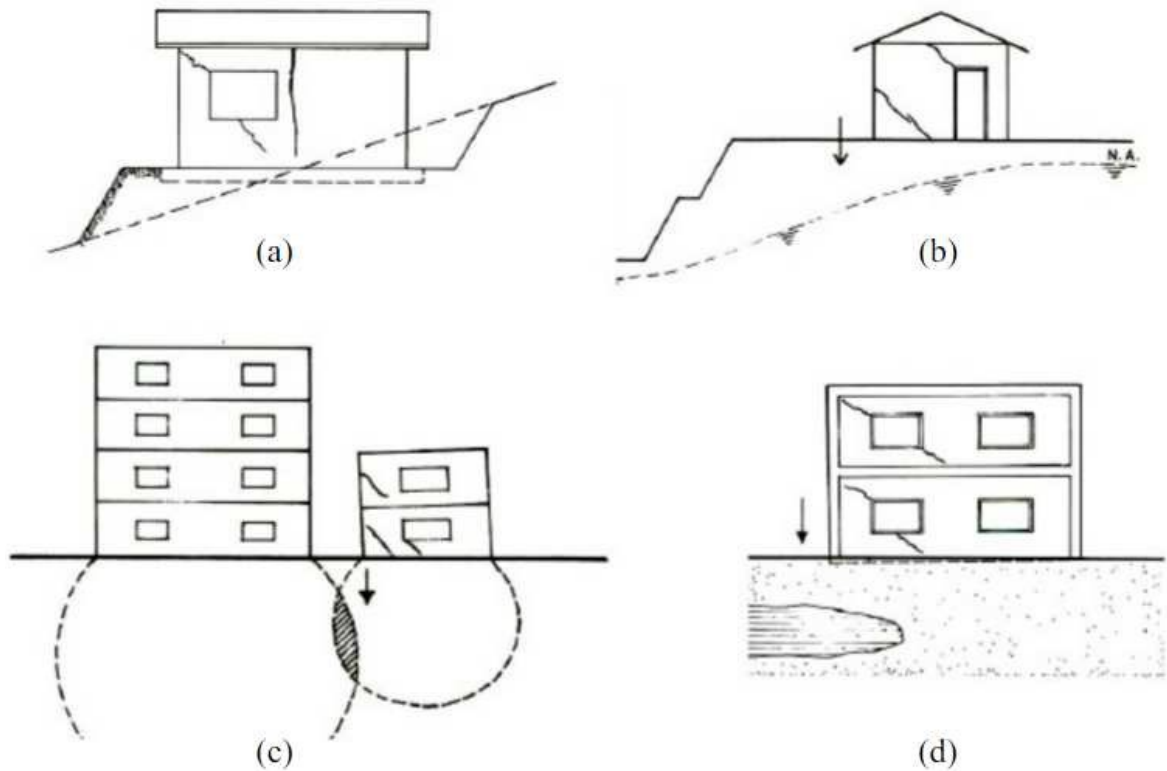
- Figura 16 – a: Fundação aterrada sobre seção de corte do terreno, o qual apresenta resistência diferente ao longo do trecho solicitado. Isso deve-se ao fato de que a parte aterrada, onde não há predominância de solo virgem, gera força de atrito negativo, ou seja, aumenta a carga a ser aplicada no solo virgem, que caso não seja considerada nos cálculos, leva a fissuração.

- Figura 16 – b: Recalque devido ao rebaixamento do lençol freático por corte de terreno (à esquerda da figura). A variação de umidade e nível de água no solo, principalmente em terrenos argilosos, provoca alterações no volume e compactação do solo, levando ao surgimento de recalques localizados. Isso deve-se a saturação do solo nas vizinhanças da fundação, tanto por maior ou menor volume de água

- Figura 16 – c: Recalque diferencial no edifício menor pela influência do bulbo de pressão do edifício maior construído posteriormente ao menor. Esse recalque deve-se ao fato de que uma pequena parcela de recalque, a qual é inevitável devido ao peso da edificação, influencia na estabilidade do solo sob edificações mais leves.

- Figura 16 – d: Recalque por falta de homogeneidade no solo. Ocasionado pela falsa certeza de existência de material rochoso contínuo e homogêneo para o apoio da fundação.

Figura 18: Diferentes configurações de fissuras ocasionadas por recalque diferencial



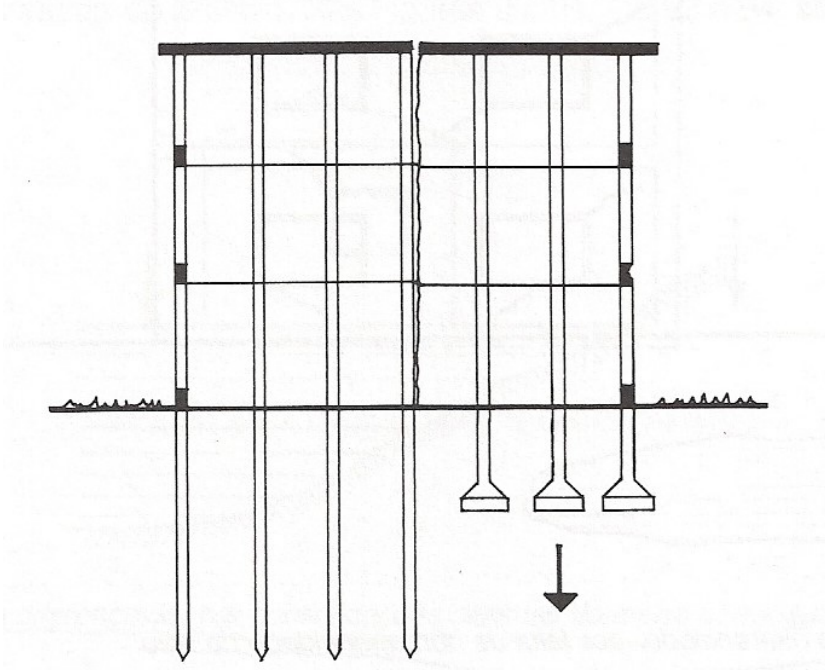
Fonte: Zanzarini, (2016) – Adaptado de Thomaz (1989).

É possível a existência de geometrias diferentes nas fissuras ocasionadas por recalques diferenciais de acordo com a configuração da edificação, tamanho e localização das aberturas, grau de enrijecimento da edificação, presença ou não de juntas e etc.

Em casos onde a edificação é dotada de um corpo principal e outro secundário, com a existência de diferentes solicitações entre os corpos da edificação provocam, inevitavelmente, recalque diferencial entre as duas partes (THOMAZ, 1989). As fissuras adotarão uma configuração vertical entre as partes, não raramente, com fissuras inclinadas no corpo menos carregado. Nessas situações, a existência de fundações diferentes ou iguais entre os corpos leva, inevitavelmente, ao mesmo problema, como apresentado na Figura 19.

Essa situação deve-se pelo fato das estruturas comportarem-se como corpos rígidos distintos, incapacitando os elementos de vedação e regularização de suportarem os esforços ocasionados.

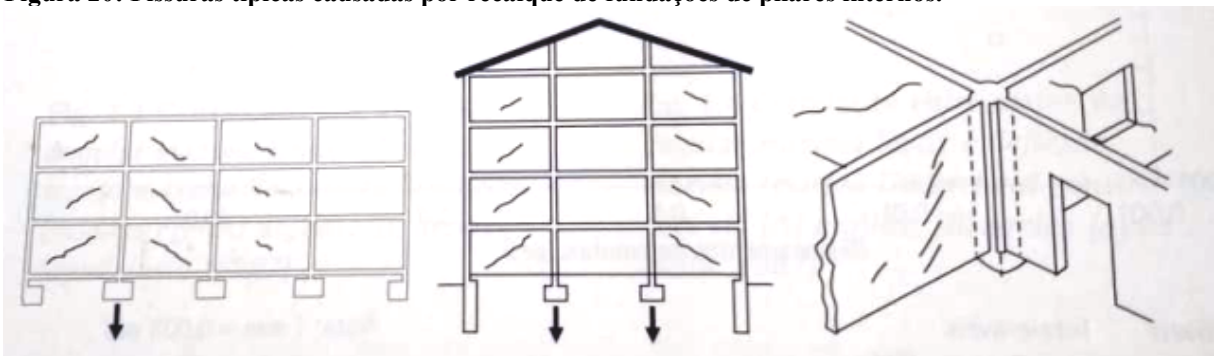
Figura 19: Recalque diferencial entre os diferentes sistemas de fundação de uma mesma construção.



Fonte: Thomaz, (1989)

Em estruturas reticuladas, Thomaz (1989) afirma que os recalques diferenciais nas fundações provocam fissuras inclinadas na direção do pilar com maior recalque, isso deve-se pela tração diagonal das paredes de alvenaria. Milititsky (2008) traz alguns exemplos dessa configuração em pilares internos através da Figura 20.

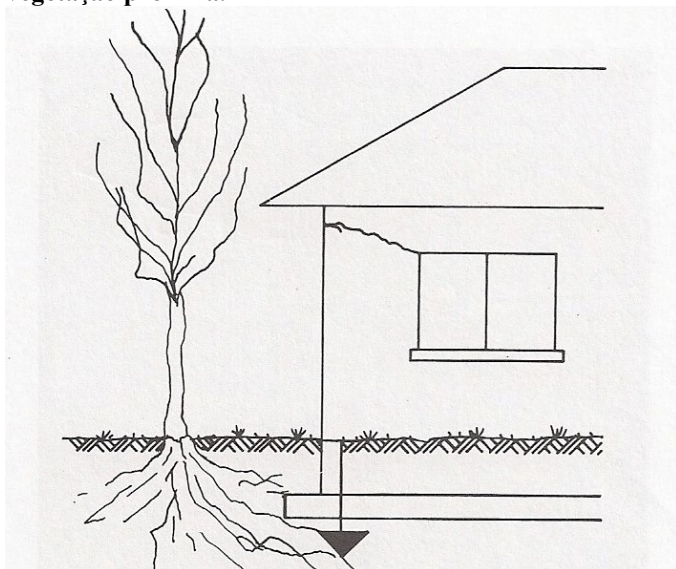
Figura 20: Fissuras típicas causadas por recalque de fundações de pilares internos.



Fonte: Milititsky et al. (2008)

A presença de vegetação de raízes profundas próximas à edificações pode levar ao surgimento de fissuras por recalque. Os efeitos de recalque nestes casos podem surgir devido a retração do solo pela perda de água utilizada pelas raízes (Figura 21) ou até mesmo pelo rompimento de elementos de fundação mais superficiais, como vigas baldrame.

Figura 21: Trinca provocada pelo recalque advindo da contração do solo, devida a retirada de água pela vegetação próxima.



Fonte: Thomaz, (1989)

De acordo com Milititsky et al (2008) a análise da gravidade ou origem das fissuras não é algo trivial e é de extrema importância o acompanhamento da progressão das fissuras visto que o trincamento de elementos portantes são indicadores de risco. A respeito da dimensão de abertura da fissura, pode-se concluir com base na citação a seguir de Thomaz (1989).

“Como regra geral, as aberturas das fissuras provocadas por recalques serão diretamente proporcionais à sua intensidade, a estruturação do edifício e todas as demais condições de contorno, entretanto, têm influência também direta na dimensão da fissura e na extensão do problema.”

*Thomaz **Trincas e Edificações – Causas, Prevenção e Recuperação.** (1989). Capítulo 6.3, página 100.*

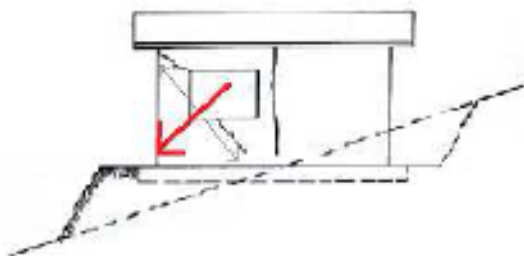
4.5.5.1. Regra da Mediatriz

Segundo Thomaz (1989) as fissuras ocasionadas por recalque assemelham-se muito com as ocasionadas por deflexão de componentes estruturais, diferenciando das primeiras por apresentar-se em fissuras maiores, variando a dimensão da abertura em recalques maiores. Afim de facilitar a identificação e a localização do recalque, aplica-se a regra da mediatriz.

A regra da mediatriz, ou regra de Dickran, é uma técnica auxiliar na determinação dos mecanismos responsáveis pelo surgimento das fissuras, desenvolvida pelo Prof. Dickran Berberian. Matematicamente, mediatriz é o ponto geométrico equidistante de dois pontos dados em um plano.

A regra consiste em traçar pela em um ponto da fissura, assim será indicado o possível agente causador da fissuração.

Figura 22:Aplicação da regra da mediatriz.



Fonte: Zanzarini (2016), Adaptado de Thomaz (1989).

4.5.6. Fissuras devido à deformação de estruturas de concreto armado

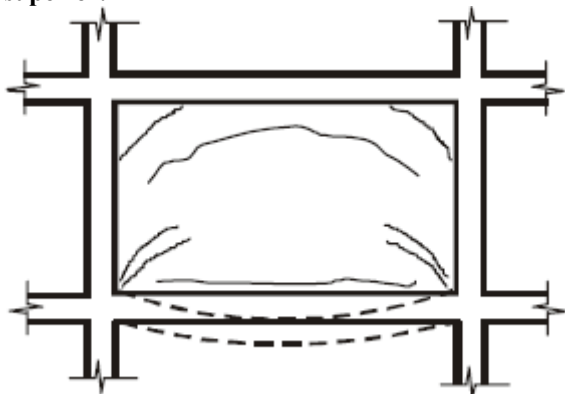
Estruturas de concreto armado como vigas e lajes, deformam-se naturalmente devido ao peso próprio, atuação de solicitações e até mesmo pela retração na cura do concreto, como visto anteriormente. A fissuração ocorre sempre que a deformação a tração do elemento de concreto armado, a qual varia com a idade do concreto, excede sua própria resistência. (Granato, 2012).

A intensidade da flecha presente nesses elementos pode não influenciar em sua estabilidade ou função estrutural, porém podem não ser compatíveis com os limites de deformação das peças de alvenaria das paredes.

As alvenarias são os componentes construtivos mais suscetíveis a formação de fissuras devido a flexão de vigas e lajes, isso por estarem diretamente ligadas à elas. Segundo Thomaz (1989) existem três configurações típicas de fissuras em paredes de alvenarias sem abertura de portas ou janelas devido a flexão de vigas e lajes:

- O componente de apoio inferior deforma-se mais que o componente superior: há o surgimento de trincas inclinadas nos cantos superiores da parede de alvenaria, devido ao carregamento não uniforme ao longo da viga. Na parte inferior há o surgimento de trincas horizontais, em casos especiais, onde o comprimento da parede é maior que sua altura, a fissura apresenta um efeito de arco, em direção aos vértices inferiores da parede, como representado pela Figura 23.

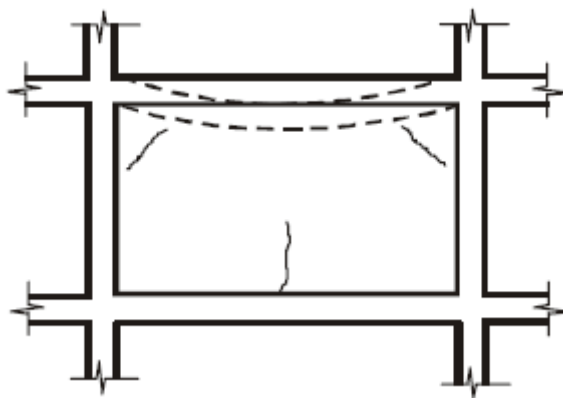
Figura 23: Trinca em parede de vedação: deformação do suporte maior que a deformação da viga superior.



Fonte: Duarte, (1998)

- O componente de apoio deforma-se menos que o componente superior: Nesse caso a parede passa a comporta-se como viga estrutural, apresentando deformação semelhante às existentes em casos de flexão de viga, como segue abaixo pela Figura 24.

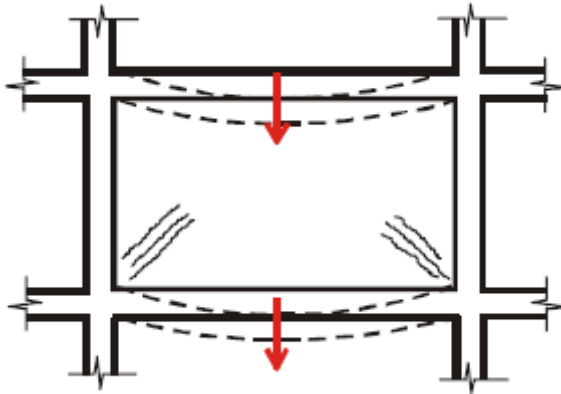
Figura 24: Trinca em parede de vedação: Deformação do suporte inferior menor que a deformação da viga superior.



Fonte: Duarte, (1998).

- O componente de apoio e o componente superior deformam-se, praticamente, em mesma intensidade: A parede de alvenaria é submetida à tensões cisalhantes, levando ao surgimento de fissuras nos vértices inferiores com inclinação de aproximadamente 45° , representada pela Figura 25.

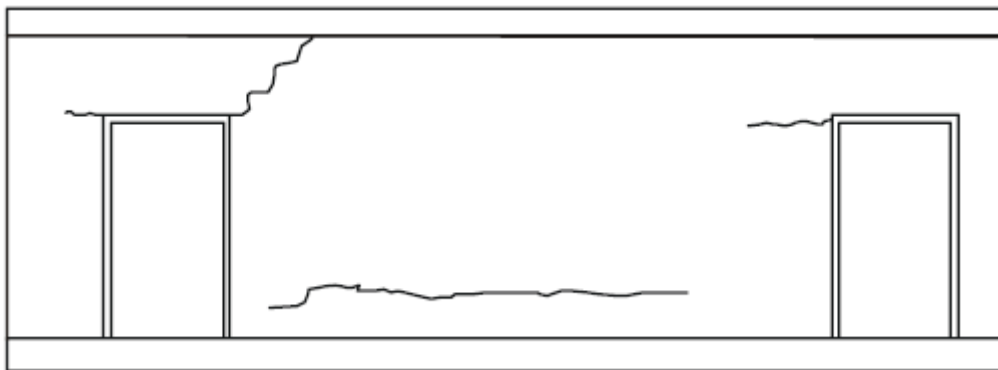
Figura 25 - Trincas em parede de vedação: deformação do suporte idêntica a deformação da viga superior.



Fonte: Duarte, (1998)

Em paredes de alvenaria com a presença de aberturas, como as apresentadas abaixo na Figura 26, as configurações das fissuras são bem diversificadas, variando, basicamente, pela extensão da parede de alvenaria, da intensidade da flecha, do tamanho e da posição das aberturas. Nota-se a presença de fissuração nos vértices das aberturas, regiões, que como apresentado anteriormente, possuem maior acumulo de tensões.

Figura 26 - Configuração típica das fissuras em paredes com aberturas causadas pela deformação dos componentes estruturais.



Fonte: Thomaz, (1989).

4.5.7. Fissuras Causadas por Reações Químicas.

Os materiais de construção civil devem ser quimicamente estáveis ao longo do tempo. Entretanto, é corriqueira a presença de sais solúveis ou reativos por falta de qualidade

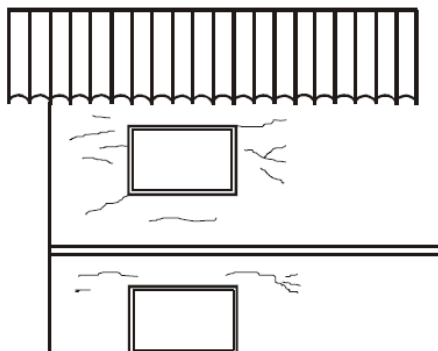
no processo de fabricação, e quando em presença de umidade sofrem reações expansivas, levando a fissuração do revestimento. (DUARTE, 1998).

Independente da presença de meios extremamente agressivos, como águas poluídas, maresia e ambientes industriais, os materiais de construção podem sofrer alterações químicas indesejáveis, que levam a fissuração (THOMAZ, 1989).

4.5.7.1. Hidratação retardada de cales

A hidratação retardada da cales ocorre quando existe a presença de óxidos livres de cal e magnésio, os quais voltam a hidratar-se com a presença de umidade, expandindo-se em até 100%, o que gera fissuras e outras avarias como desagregação, deslocamento e pulverulência, sendo mais nocivos nos revestimentos de argamassa. (THOMAZ, 1989; ZANZARINI, 2016).

Figura 27: Fissuração devido a hidratação retardada da cales.



Fonte: Magalhães, (2004).

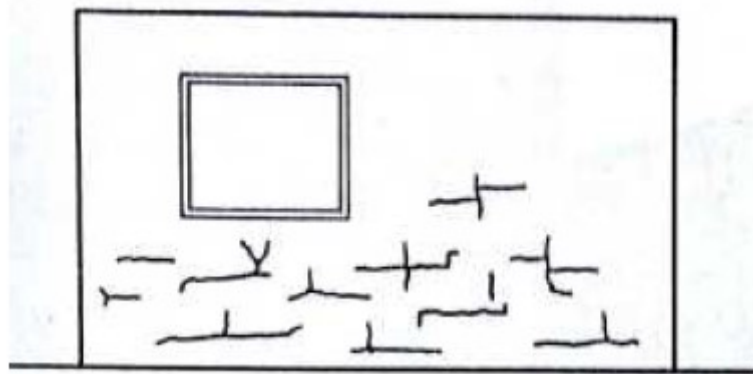
4.5.7.2. Ataque de Sulfatos

Dentre os sais solúveis, os sulfatos são os que mais reagem com o aluminato tricálcico do cimento Portland contido na argamassa, formando o sulfatoaluminato tricálcico, ou estringita, o que provoca a expansão da junta de assentamento horizontal e consequentemente o esmagamento dos blocos de alvenaria. (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989).

Os sulfatos podem ter origem de diversas fontes, como o próprio solo, água contaminada e até mesmo nos componentes cerâmicos das alvenarias. No caso de alvenarias revestidas, as fissuras terão a configuração apresentada na figura 25, e possuem três aspectos

que as distinguem das demais: aberturas maiores; acompanham as juntas de assentamento horizontais e verticais e na maioria das vezes apresentam eflorescências.

Figura 28: Fissuras na argamassa do revestimento proveniente do ataque de sulfatos.



Fonte: Thomaz, (1989).

4.6. Diagnóstico e recuperação.

Río Bueno (2004), a respeito da fase de investigação e coleta de dados, atenta-se as seguintes citações, as quais julga de grande importância ao profissional:

- Em primeiro lugar: a menos que os mecanismos causadores estejam todo evidentes, a investigação não se deve deter em um único ponto, mas sim analisar todas as possíveis causas, visto que normalmente, a origem do problema patológico é um conjunto de vários mecanismos, sendo então pouco útil focar em um único ponto e ignorar os demais;
- Em segundo lugar: a experiência na área de patologia é uma ferramenta tão valiosa quando difícil de transmitir, causas de difícil diagnóstico à primeira vista, se tornarão fáceis de diagnosticar em casos semelhantes futuros.

Para a elaboração do diagnóstico presente no laudo pericial é necessário o conhecimento de toda a história da edificação e os usos aplicados, assim como possíveis reformas e construções posteriores adjacentes ao local analisado. Duarte (1998) afirma que o primeiro passo a ser dado na correção de uma fissura é o completo entendimento do mecanismo que a originou.

A etapa prévia ao diagnóstico, tem como importância a vistoria na obra afetada, que dependendo do caso, exige uma ou várias visitas, sendo assim esta etapa, segundo Río Bueno (2004), deve seguir os seguintes aspectos:

- Exame visual e determinação inicial da abrangência dos danos;
- Compilação de informações gerais a respeito da obra;

- Compilação de informações relativas aos danos;
- Localização de possíveis erros graves de concepção, dimensionamento e execução.

A vistoria e análise de elementos construtivos próximos, como sistemas de água e esgoto, em funcionamento ou desativados e a presença de vida orgânica como árvores de grande porte ou vegetação de raiz profunda, tem papel importantíssimo na determinação da causa patológica. Em muitos casos os problemas não ocorrem diretamente na parte estrutural da edificação, mas sim em virtude da atividade incoerente de fatores externos adjacentes a construção.

O diálogo entre o profissional e o proprietário da edificação, é parte fundamental na elaboração do plano de ação para a revitalização da obra. Conhecer todos os fatores das fissuras, como início, propagação, possível reparação anterior, atividades próximas as trincas e outras informações, são fundamentais para determinação da técnica a ser empregada.

Nem sempre será possível expressar um diagnóstico apenas com uma avaliação visual da situação da edificação, em casos mais extremos, exames laboratoriais e consulta a profissionais com especialização nas áreas se faz necessária.

Segundo Thomaz (1989, apud LICHTENSTEIN, Patologia das construções, 1985), a resolução de problemas patológicos deve seguir três etapas básicas:

- Levantamento de subsídios: acumular e organizar as informações básicas e necessárias da obra para entendimento dos fenômenos;
- Diagnóstico da situação: entender os fenômenos ocorridos, identificar as múltiplas relações de causa e efeito;
- Definição de conduta: prescrever a solução do problema, especificando todos os insumos necessários, e prever a real eficiência da solução apresentada.

Segundo Thomaz (1989) um elemento fundamental para a avaliação é conseguir imaginar o movimento que deu origem a fissura, já que grande maioria se dá por movimentações de distintas naturezas.

É importante ter em mente que as diversas ações que originam as fissuras podem ter as mais diversas configurações, em vista disso uma visão ampla e não focalizada em apenas um problema é necessária para não aplicar um diagnóstico precipitado e incorreto.

Uma técnica fundamental é a de eliminações, onde são eliminadas possíveis causas a partir de informações coletadas. Assim é possível abrir uma maior gama de ocorrência e elimina-las de acordo com o conhecimento adquirido com as análises aplicadas.

O conhecimento da atividade das fissuras é tão imprescindível quando as informações de sua natureza, técnicas de acompanhamento e medição como visitas periódicas ou aplicação de testemunhas são determinísticas para o real conhecimento da situação presente.

A técnica de testemunhas resume-se na aplicação de gravatas de material rígido nos lados da fissuração. As testemunhas podem ser aplicadas para que rompam-se e assim determinar a atividade e magnitude da fissuração, ou com a aplicação de gravatas separadas e traçadas por uma linha de referência de fácil visualização, auxiliando na avaliação do deslocamento da fissura.

As atividades de recuperação e revitalização dos componentes trincados só devem ser executadas após um diagnóstico firmado e a certeza de que o agente patológico causador não comprometeu a funcionalidade e estabilidade da edificação, Thomaz (1989) ainda complementa dizendo que os esforços do sistema de recuperação deverão ser direcionados a suprimir ou minimizar os efeitos dos mecanismos formadores das fissuras.

No estudo da recuperação é importante que sejam levadas em conta todas as ações em termo de projeto, execução, controle, avaliação de desempenho entre outras, que permitam ao sistema empregado para recuperação, comportar-se de maneira adequada às solicitações de uso. (LORDSLEEM JÚNIOR, 1997)

A recuperação da parede de alvenaria deve ser realizada impreterivelmente após a recuperação dos mecanismos de fissuração, de modo a ser a última parte de todo o processo de recuperação da edificação.

5 METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho consistiu de uma avaliação descritiva da situação da edificação, com coleta de dados e levantamento fotográfico, uma pesquisa exploratória das possíveis causas das patologias existentes e uma pesquisa bibliográfica em busca de orientações e técnicas que possa auxiliar na recuperação.

As avaliações e registro de dados da edificação foram realizados através de visitas e registro fotográfico, analisando-se elementos construtivos próximos e determinando-se sua participação na situação atual da edificação.

A partir dos dados coletados realizou-se uma comparação e análise com as configurações típicas propostas pelos autores referenciados, buscando semelhança afim determinar os mecanismos causadores das fissuras.

Com o conhecimento dos mecanismos que originaram as patologias apresentadas, procurou-se, a partir das referências, determinar quais as melhores técnicas de recuperação à serem empregadas, de modo a devolver as características e homogeneidade da parede de alvenaria.

Adaptou-se as técnicas de reparação apresentadas pelos autores referenciados neste trabalho, com as necessidades e características da obra em análise, visto sua função e fluxo de utilização, de forma a agrupar as técnicas buscando a máxima eficácia e otimização do processo.

6 ESTUDO DE CASO

6.1. Situação e inspeção preliminar

O hospital Santa Casa de Campo Mourão localiza-se na Rodovia Bento Fernandes Dias, na cidade de Campo Mourão - PR, conforme apresentado pela Imagem 1.

Imagem 1: Situação da Hospital Santa Casa de Campo Mourão.



Fonte: Google Maps.

Na Imagem 2, apresenta-se a ala a ser analisada dentro do perímetro do hospital.

Imagem 2: Vista aérea do complexo hospitalar da Santa Casa de Campo Mourão.



Fonte: Galeria virtual de fotos Hospital Santa Casa de Campo Mourão

O local externo da ala analisada fica situado em frente à caixa da água do hospital, não existindo a presença de vida vegetal de raízes profundas no local, apenas um gramado baixo e elementos construtivos como caixas de passagem de esgoto e água pluvial.

Analisou-se a situação da parede de alvenaria da ala de enfermaria, a qual apresenta várias patologias com fissuras de espessuras variáveis como apresentado na Imagem 3.

Imagem 3: Parede externa da ala de enfermaria.



Fonte: O Autor, (2017)

Devido à idade da construção, não foi possível obter a planta estrutural junto à Prefeitura da cidade, porém com o auxílio de um pacômetro, obteve-se a localização das armaduras dos pilares a redor da face externa do prédio, e supondo a altura das vigas pela configuração das fissuras horizontal acima das janelas do térreo, apresenta-se a possível configuração estrutural da edificação, através da Imagem 4:

Imagem 4: Possível configuração estrutural.



Fonte: O Autor, (2017).

Com base na inspeção preliminar e visual, atestou-se que a estrutura não corre risco de colapso, portanto, dispensa o uso de escoras ou interrupção do uso.

6.2. Teste de atividade

A priori, testes para a verificação da contínua atividade das fissuras, como testemunhas, seria necessário, entretanto é possível afirmar que as fissuras permanecem ativas, visto que seus mecanismos causadores continuam com atuação sobre a estrutura. Portanto, dispensou-se a execução destas averiguações.

6.3. Diagnostico das fissuras apresentadas

A partir do mapeamento das fissuras (Imagem 5) apresentadas na parede de alvenaria, obtém-se uma visão mais apurada da situação, agrupamento e configuração das fissuras existentes.

Imagem 5: Mapeamento das fissuras.



Fonte: O Autor, (2017).

Na Imagem 6, enumera-se as fissuras com base em seus mecanismos formadores de fissuras, de modo a facilitar a descrição do diagnóstico das mesmas:

Imagem 6: Identificação de fissuras



Fonte: O Autor, (2017).

Assim, apresenta-se o diagnóstico para cada fissura nomeada, em seu respectivo grupo.

6.3.1. Fissuras por expansão e retração

Nas fissuras do grupo “A”, observa-se claramente o destacamento da alvenaria e do elemento estrutural (pilar e viga de concreto armado) ao longo de todo o trecho, de forma quase linear, como representado de forma aproximada pela Imagem 7. Essa separação entre

alvenaria e estrutura, ocorre por meio de dilatação térmica diferente entre os materiais, os quais deveriam resistir aos esforços aplicados pela dilatação por meio de uma junta de dilatação (argamassa).

Imagem 7: Destacamento entre a alvenaria e elementos de concreto por dilatação térmica.



Fonte: O Autor, (2018).

Em uma movimentação térmica diferenciada lenta e gradual, na maioria das vezes, o material que leva ao fissuramento é de menor resistência, já que acaba por ser solicitado de maneira mais efetiva do que os demais.

Os mesmos mecanismos de formação para fissuras horizontais servem para as verticais, que podem ocorrer nos vértices dos prédios ou em encontros de paredes enfraquecidos, neste caso, na maioria das vezes deve-se à deficiência de amarração entre os elementos que constituem o parede de alvenaria (MAGALHÃES, 2004).

6.3.2. Fissuras por atuação de sobrecargas em aberturas

Observa-se que as fissuras do tipo “B” originam-se nos vértices das aberturas existentes ou que existiram na parede (janela e abertura para ar-condicionado tampada). Os vértices das aberturas são regiões mais fragilizadas, onde há um acúmulo de tensões de sobrecarga, oriundas do peso próprio ou de solicitações de uso, devido à descontinuidade provocada na parede. Pode-se observar na Imagem 8, com o auxílio de um fissuometro, a espessura da fissura B próxima a abertura da janela.

Imagem 8: Espessura da fissura "B".



Fonte: O Autor, (2017).

A configuração das fissuras no vértice das aberturas, tanto das janelas quanto para outros elementos, deve-se a inexistência de verga e contraverga. De acordo com a NBR 8545/84, vergas são componentes estruturais localizados sobre os vãos da alvenaria, já as contravergas são aplicadas sob as aberturas das janelas.

Pode-se observar facilmente, com a Imagem 9 e 10 que a mesma configuração de fissura está presente tanto nas aberturas para janelas, quanto nas aberturas para aparelhos de ar condicionado.

Imagem 9: Fissuras "B" aproximadas



Fonte: O Autor, (2017)

Imagem 10: Destaque das fissuras em aberturas



Fonte: O Autor, (2018).

Sabbatini (1974) descreve as vergas como um detalhe de reforço estrutural com a função de absorver esforços de tração na flexão da alvenaria. Com base em normas alemãs, o mesmo autor descreve que seu dimensionamento com o uso de blocos canaleta e aplicação de argamassa forte de cimento e areia (traço de 1:3) armado com 2 barras de aço de diâmetros de 6,3 a 10 mm.

Ainda para Sabbatini (1974) as contravergas possuem apenas a função de distribuir as tensões nos cantos inferiores dos vãos, sendo dimensionadas da mesma forma que as vergas com duas barras de 6,3 mm.

6.3.3. Fissuras por recalque de fundações

A fissura “D” é a que mais chama atenção devido a sua extensão, configuração (diagonal) e espessura. Ao analisa-la aplicou-se a Regra da Mediatriz (Imagem 11), como apresentado anteriormente, assim observou-se que a causa da fissura foi o deslocamento no pilar 2. Como discutido no item 4.5.4 e afirmado por Thomaz (1989), a configuração diagonal da fissura deve-se pelos esforços de tração diagonal, que são ocasionados pelo deslocamento de parte da estrutura pelo recalque.

Imagem 11: Aplicação da Regra da Mediatriz na Fissura D.



Fonte: O Autor, (2017).

Junto ao pilar 2, estão posicionadas duas caixas de passagem, uma para saída de esgoto e outra para coleta de água pluvial, como segue nas Imagem 12 e Imagem 13. Com isso buscou-se analisar os elementos construtivos próximos, afim de inspecionar sua possível participação nos efeitos de recalque do pilar.

Imagem 12: Localização das caixas de passagem.



Fonte: O Autor, (2017).

Imagem 13: (a) Caixa de passagem de água pluvial 1; (b) Caixa de passagem de esgoto e água pluvial 2.



Fonte: O Autor, (2018).

Desta análise, constatou-se a presença de diversas trincas e locais de vazamentos, conforme mostrado nas imagens 16 à 20.

A caixa de passagem de esgoto (Imagem 14), foi feita com blocos de alvenaria e apenas chapiscada, o que é incongruente com a necessidade de impermeabilização do sistema construtivo. Através da Imagem 15, nota-se a presença de fissuras no vértice do fundo com as faces da caixa e o caimento desnivelado, o que dificulta o escoamento dos resíduos, levando ao acúmulo de água que pode ser observado.

Imagem 14: Interior da caixa de passagem de esgoto.



Fonte: O Autor, (2018).

Também existem, próximo as tubulações de saída e entrada da caixa, aberturas devido à má instalação dos mesmos. Devido à profundidade da caixa, a observação destas aberturas foi prejudicada na foto.

Imagem 15: Fissuras na caixa de passagem de esgoto.



Fonte: O Autor, (2017).

As caixas de passagem de água pluvial possuem a camada de regularização de argamassa, entretanto a mesma encontra-se com sinais de deterioração e trincas, os quais tem sua origem pela movimentação hidrotérmica dentro do caixa fechada.

Com a incidência de sol, a temperatura interna da caixa aumenta, fazendo com que a água que não escoa evapore e seja absorvida pela argamassa de revestimento, a qual expande-se. Devido às limitações geométricas do ambiente, os esforços levam o revestimento à fissuração.

Na Imagem 16 apresenta-se o interior da caixa de passagem de água pluvial 1, pode-se notar que uma das tubulações de entrada foi instalada em um dos vértices, aparentemente após a concretagem da caixa, visto que a extensão do tubo em questão é visivelmente maior do que as demais tubulações e a abertura, realizada para a introdução do mesmo, extremamente exagerada e sem acabamento, o que levou ao surgimento de diversas fissuras em toda a caixa.

Imagem 16: Fissuras na caixa de passagem de água pluvial 1.



Fonte: O Autor, (2017).

O mau desempenho e, conseqüentemente, o constante vazamento destes elementos, contribui de forma ativa para a percolação do solo sob a estrutura da edificação, levando ao

recalque e conseqüentemente à esforços não previstos no dimensionamento como explicado no item 4.5.4.

Na Imagem 17 apresenta-se a situação da caixa de passagem de água pluvial 2, a qual está à frente do pilar 2. Esta recebe a água pluvial da laje através do condutor vertical ligado a ela e da caixa de passagem de água pluvial 1, ou seja, no decorrer do tempo de uso o volume de água que passa pela caixa é de valor considerável.

É possível observar fissuras na junção do fundo e da parede da caixa, o acúmulo de umidade presente indica um caimento desregular, esta parede faceia o pilar 2. Também pode-se observar que já foram realizados reparos anteriormente, próximo a tubulação de entrada da caixa de passagem de água pluvial 1, como indicado pela seta vermelha na Imagem 17.

Imagem 17: Fissuras no fundo da caixa de água pluvial 2.



Fonte: O Autor, (2018).

Nota-se na Imagem 18 que a camada de argamassa da caixa encontra-se bastante deteriorada o que prejudica sua impermeabilidade, também é possível observar o destacamento do fundo com as paredes, dando abertura para a passagem de água ao solo quando a caixa é utilizada.

Imagem 18: Destacamento do fundo da caixa de passagem de água pluvial 2.



Fonte: O Autor, (2018).

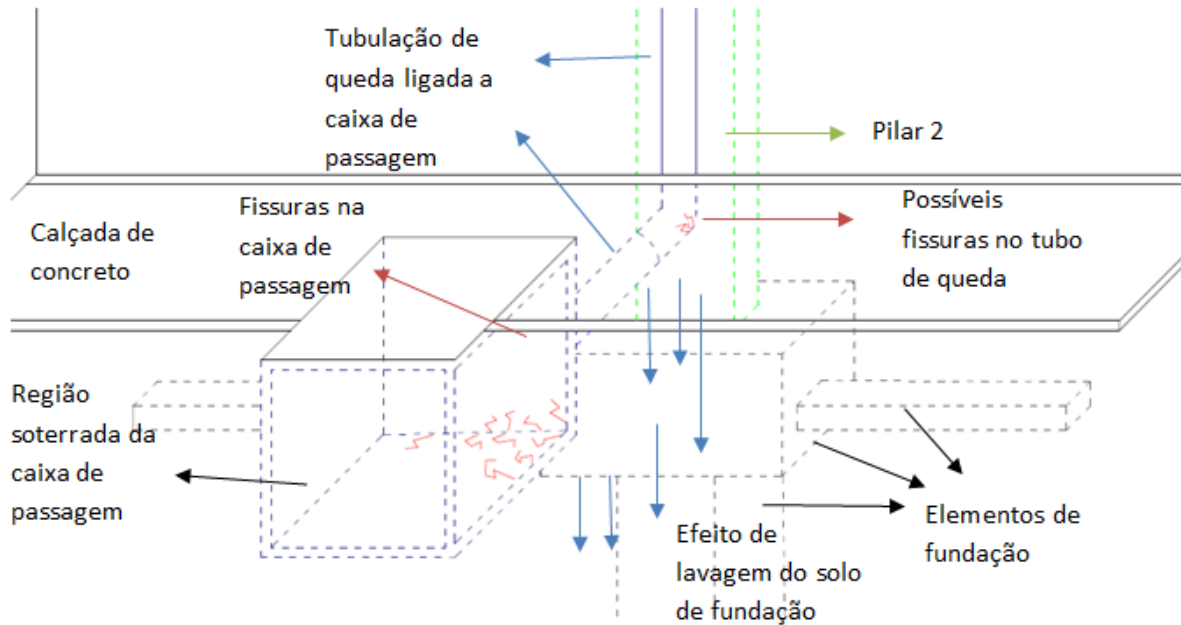
Em virtude do que foi analisado nos elementos construtivos próximos ao pilar 2, pode-se apontar os seguintes mecanismos causadores:

- As patologias presentes na caixa de esgoto e de água pluvial levaram a fuga da água para o solo, o que ocasionou a lavagem da estaca e perda da resistência lateral, conseqüentemente ao recalque;
- A região aterrada do condutor vertical possivelmente possui um vazamento, que pode ter sido ocasionado pela queda de algum material rígido através do condutor ou até mesmo por desgaste, o qual é direcionado diretamente à estaca ligada ao pilar 2, levando aos mesmos problemas listados anteriormente.

Pelo fato do condutor vertical estar aterrado sob uma calçada de concreto, foi impossível a verificação de sua condição atual, porém, assim como afirmado por Rio Bueno (2004), a investigação patológica não deve prender-se apenas a um único ponto, até que o agente causador seja apontado com certeza absoluta, pode-se ter uma visão melhor das

possíveis causas listadas acima a partir da representação esquemática apresentada na Figura 29.

Figura 29: Esquemático da atuação do mecanismo de fissuração.



Fonte: O Autor, (2018).

6.4. Plano de Ação e Recuperação

Analisando-se as fissuras isoladamente, cada mecanismo de fissuração requer uma técnica em especial à ser empregada, seja esta de ação direta ao mecanismo formador da fissura ou de recomposição de alguma característica perdida pela edificação. Porém ao analisar-se uma edificação, pode-se, analogamente, empregar a otimização das diversas técnicas em um número reduzido de serviços, afim de atender as necessidades para revitalização da edificação e reduzir os custos e tempo de serviço.

De modo geral, será necessário devolver à parede sua capacidade de resistência e homogeneidade, de modo que seja possível absorver as movimentações existentes ao longo do tempo.

Desta forma os serviços deverão ser realizados em ambas às faces, exterior e interior, buscando atender a necessidade da devolução do comportamento monolítico da parede, por meio da inserção de armaduras no trecho fissurado ou até mesmo por telas metálicas inseridas no revestimento (Thomaz, 1989).

A priori será necessária a recuperação das caixas de passagem e substituição dos condutores verticais, buscando cessar os efeitos de recalque. Para ambas as caixas, os processos de reparo seguiriam exatamente o descrito abaixo no item 6.4.1.

Após a realização do reparo das caixas de passagem, os reparos na parede de alvenaria seguiram os seguintes processos:

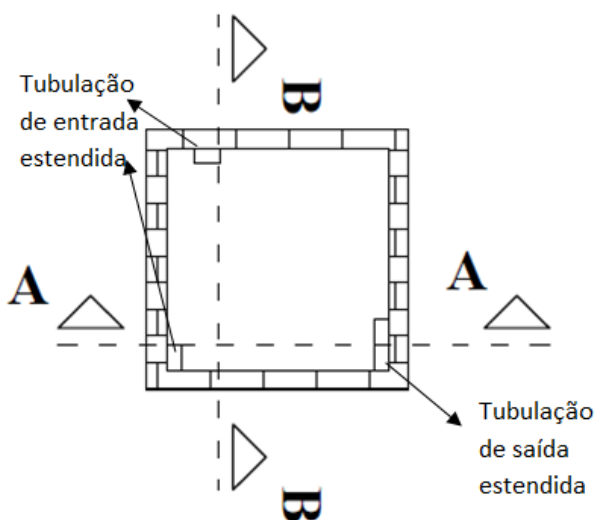
- Execução da verga e contraverga apresentados no item 6.4.2 deste trabalho;
- Aplicação de pasta de cimento, espuma ou gel de poliuretano nas fissuras de maior dimensão;
- Retirada total da camada de argamassa da região externa e interna;
- Aplicação de tela de aço presa com pregos ou graves metálicas na alvenaria, tanto na fachada externa quanto interna;
- Execução do chapisco e aplicação de argamassa forte de cimento e areia no traço de 1:3 com aditivo impermeabilizante, na espessura entre 3 à 5 cm;
- Aplicação de camada de pintura acrílica como acabamento.

6.4.1. Recuperação das caixas de passagem

Para caixa de passagem de esgoto:

- Estender as tubulações de saída e entrada, como representado em planta pela Figura 30;

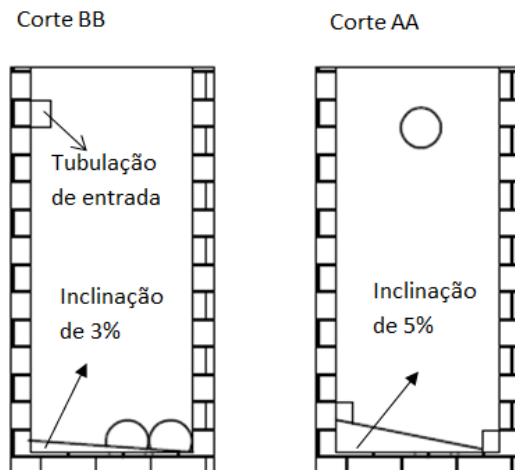
Figura 30: Representação em planta da caixa de passagem de esgoto.



Fonte: O Autor, (2018).

b) Nivelamento do fundo da caixa executado com o arredondamento dos cantos, com inclinação de aproximadamente 5% em direção à tubulação de saída e 3% de uma das laterais à tubulação de saída como apresentado pela Figura 31, formando assim um caminho para escoamento completo da água, evitando acúmulos;

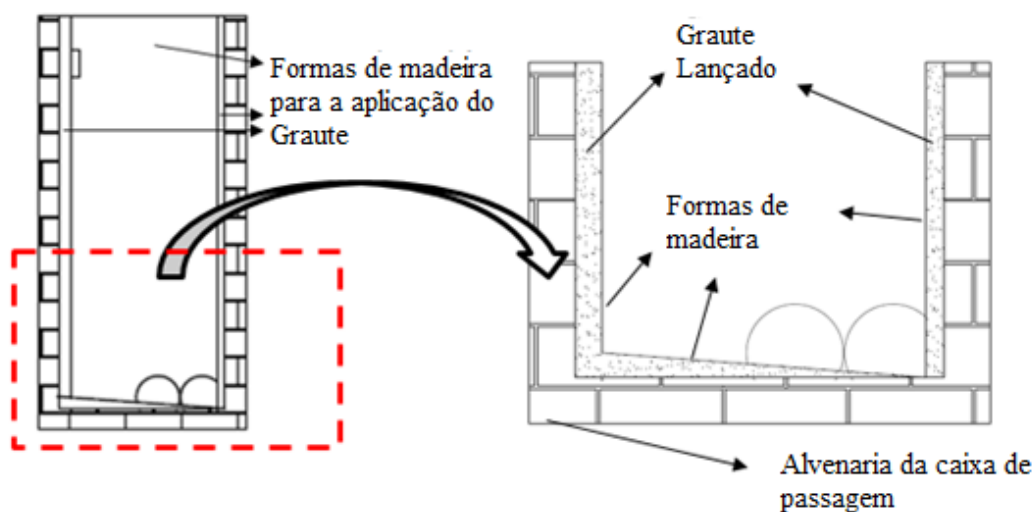
Figura 31: Cortes da caixa de passagem de esgoto e inclinação do fundo.



Fonte: O Autor, (2018).

c) Colocação de formas de madeira à 5 cm de distância do revestimento antigo, e aplicação de graute com aditivo impermeabilizante, como apresentado na Figura 32;

Figura 32: Representação das formas disposta na caixa de passagem de esgoto.



Fonte: O Autor, (2018)

d) Após a cura do graute e a retirada das formas, deverá ser efetuada a aplicação de três demãos de tinta asfáltica, afim de conceder total estanqueidade ao sistema.

De acordo com a NBR 15575-1 /2013, a vida útil de projeto dos elementos hidro sanitários deve ser maior ou igual a 20 anos, sendo assim o processo apresentado visa atender a durabilidade de acordo com a norma, entretanto a manutenção preventiva e frequente deve ser levada em conta.

A inclinação de 5% adotada é a adotada pela NTS 217 da SABESP, enquanto a inclinação de 3% foi determinada afim de evitar o acúmulo de água e material no interior da caixa de passagem.

O graute é utilizado por possuir grande trabalhabilidade, evitando acúmulo de vazios durante o preenchimento e auxiliando na uniformidade da seção para a aplicação do impermeabilizante, visto que a caixa de passagem de esgoto possui uma profundidade considerável, a qual dificultará a execução de serviços que requerem maior precisão de execução.

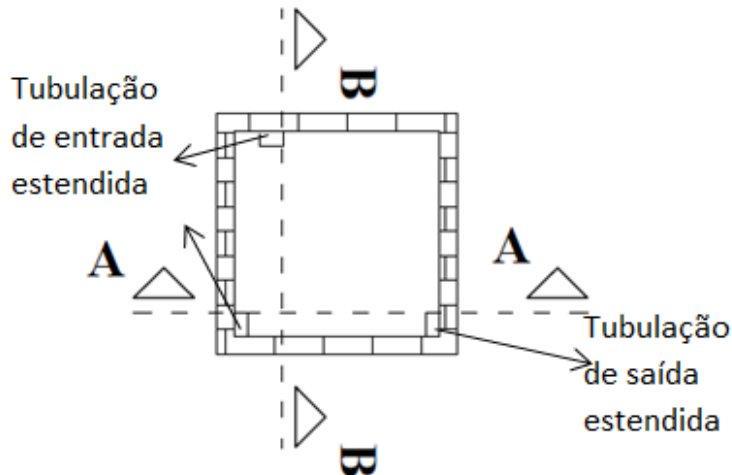
Outra forma de recuperação seria a construção de uma segunda caixa de passagem ao lado desta que apresentou problemas patológicos. Para isso, seria executada em blocos de alvenaria assentados com argamassa no mesmo traço da utilizada para o revestimento, 1:3 em proporções de cimento e areia. As tubulações que despejam na caixa fissurada, seriam prolongadas e ligadas nesta nova caixa e o processo de impermeabilização seria o mesmo apresentado anteriormente.

Este segundo processo tem a vantagem de não ser necessário interromper o uso do banheiro do quarto de enfermaria, porém, em contrapartida, prolonga o tempo de execução de demanda um custo maior de mão de obra.

Para caixa de passagem de água pluvial:

- a) Estender as tubulações de saída e entrada caso necessário, em regiões onde não ocorrer a substituição da tubulação vertical, como apresentado na
- b) Figura 33;

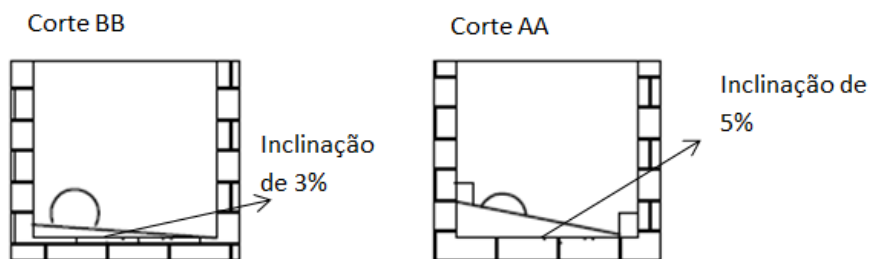
Figura 33: Representação em planta das caixas de passagem de água pluvial.



Fonte: O Autor, (2018)

c) Nivelamento do fundo da caixa, com inclinação de 5% em direção à tubulação de saída e 3% das laterais ao centro, formando assim um caminho para escoamento completo da água, evitando acúmulos (Figura 34);

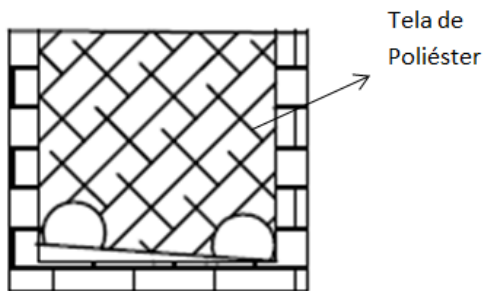
Figura 34: Cortes das caixas de passagem de água pluvial e inclinações do fundo.



Fonte: O Autor, (2018).

- d) Fechamento das trincas e fissuras com pasta de cimento;
- e) Aplicação de tela de poliéster por toda a seção da caixa, representado pela
- f) Figura 35;

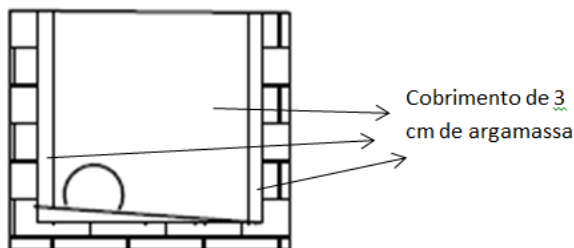
Figura 35: Representação da tela de poliéster aplicada nas caixas de passagem de água pluvial.



Fonte: O Autor, (2018).

g) Execução do chapisco e revestimento de 3 cm com argamassa forte de cimento e areia no traço 1:3 com aditivos impermeabilizantes, executada com o arredondamento dos cantos;

Figura 36: Representação da espessura das camadas de argamassa a serem aplicadas.



Fonte: O Autor, (2018).

h) Aplicação de camada de três demãos de tinta asfáltica para conferir maior estanqueidade ao sistema.

A pasta de cimento a ser utilizada para o fechamento das trincas, pode ser substituída por espuma expansível de poliuretano ou até mesmo por gel de poliuretano, o que facilitará a execução.

A tela de poliéster tem o intuito de conceder melhor estanqueidade do sistema, visto que este fora o principal agente causador do recalque. Como as caixas de passagem de água pluvial são mais rasas, o trabalho pode ser realizado de forma mais prática, sendo possível a execução mais rigorosa do acabamento.

Também é possível a substituição da tela de poliéster por um impermeabilizante a base de tinta asfáltica, como o neutrol aplicado na caixa de passagem de esgoto. Para isso será

necessário a adição de impermeabilizantes na argamassa, afim de garantir segurança ao sistema.

6.4.2. Fissuras ocasionadas por aberturas

Segundo Thomaz (1989) para fissuras ocasionadas pelo enfraquecimento localizado em paredes, devido a presença de aberturas, o simples emprego de bandagens no revestimento ou de tela de nylon na pintura, poderá solucionar o problema superficialmente.

Para a recuperação do comportamento monolítico da parede, o alívio das cargas aplicadas nos vértices das aberturas será necessário para cessar o efeito de fissuração. Para isso, em especial na abertura das janelas, será necessária a raspagem da alvenaria e a introdução de armadura longitudinal.

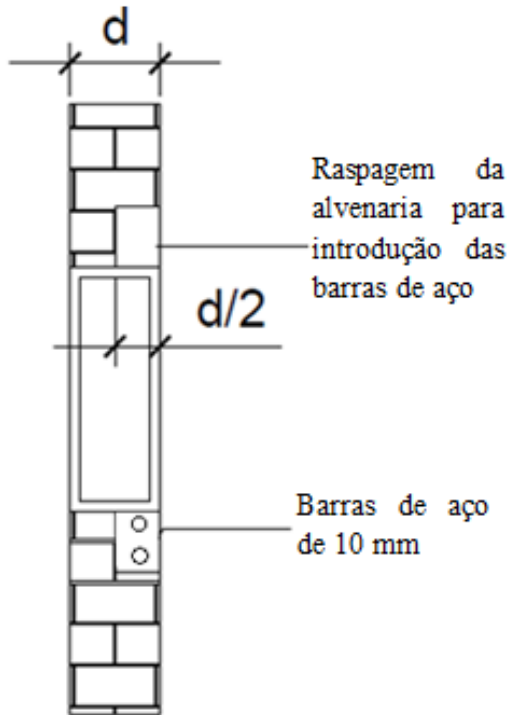
De acordo com a NBR 8545/84, as vergas e contravergas devem possuir um transpasse do vão de no mínimo 20 cm no sentido horizontal e altura mínima de 10 cm, porém não existem normativas que especifiquem a forma de dimensionamento da armadura longitudinal a ser empregada, Sabbatini (1974), como dito no item 6.3.2 deste trabalho, sugere a utilização de 2 barras de aço de 6,3 à 10 mm.

Em busca de uma maior resistência na parede de alvenaria, deve-se utilizar 2 barras de 10 mm, valor máximo expresso por Sabbatini (1974), dispostas nos trechos superior e inferior das vergas e contravergas.

O processo de introdução da verga e contraverga deverão obedecer as seguintes ordens e critérios para prevenção de erros construtivos que poderiam levar a novas fissurações

- Raspagem de uma das faces da alvenaria ao longo de todo o trecho da abertura com profundidade referente a metade da espessura da parede, altura de 10 cm e com 50 cm de transpasse do vão (Figura 37);
- Introdução de uma das barras de aço e aplicação de graute para concretagem das barras, concedendo maior facilidade na aplicação, é importante nesta etapa a utilização da colher de pedreiro, para o correto assentamento da massa, evitando a presença de vazios;

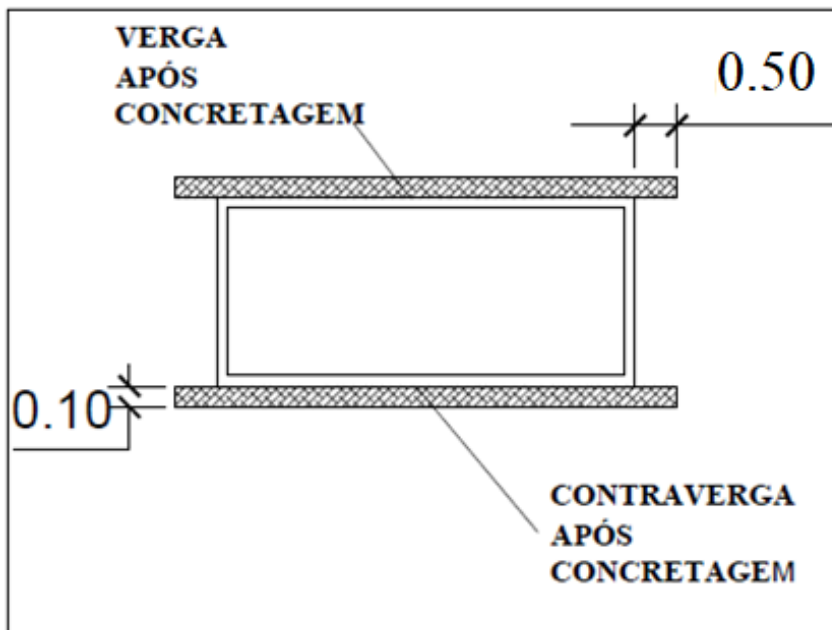
Figura 37: Modelo de execução de verga e contra verga - Raspagem da alvenaria.



Fonte: O Autor (2018).

- Curar a peça por no mínimo 7 dias e efetuar o mesmo procedimento para o lado interior da edificação (Figura 38).

Figura 38: Verga e Contra-verga concretadas.



Fonte: O Autor, (2018).

Na região superior da janela, ocasionalmente, o transpasse deverá adentrar a área restaurada, onde anteriormente estava o aparelho de ar condicionado, para isso deverá ser retirada o envoltório chumbado na parede, e recoberto com novos blocos assentados com argamassa forte, no traço 1:3. Apenas após a realização deste procedimento, que deverá ser feito a inserção das vergas e contravergas.

As fissuras apresentadas nas aberturas para os aparelhos de ar condicionado formaram-se devido a sua retirada dos aparelhos e a longa exposição à falta de homogeneidade da parede. Sua correção pode ser efetuada de forma simples com a aplicação de uma tela metálica, conforme apresentado anteriormente.

Pode-se ainda utilizar peças pré-moldadas nas dimensões apresentadas anteriormente, e assenta-las com argamassa no traço 1:3 (cimento e areia) e com a utilização de um adesivo estrutural para a ligação das metades internas e externas.

6.4.3. Recuperação do painel de alvenaria

As recuperações para as fissuras “A” e “C” poderão ser efetuadas de forma única por meio da substituição da argamassa de vedação e a da introdução de armadura na argamassa.

A utilização de argamassa armada tem função de prevenir o surgimento de fissuras futuras devido à problemas estruturais. As telas metálicas concedem maior resistência a tensões provenientes de deformações e sobrecarga, melhora a ductilidade e rigidez da alvenaria (ZANZARINI, 2016).

De acordo com a NBR 11.173/90 determina-se o valor mínimo de telas de aço de acordo com a espessura da seção transversal, sendo empregada uma tela de aço em casos com espessuras iguais ou menores que 20 mm ao longo da seção, acima disso deve-se empregar duas telas.

Buscando uma maior preservação da tela metálica, deve-se aplicar uma camada de argamassa de, no mínimo, 3 cm de espessura. Em vista disso e atendendo o prescrito pela NBR 11.173/90, deve-se utilizar o emprego de 2 telas metálicas disposta ao longo do trecho.

A aplicação das telas concederá maior resistência à parede de alvenaria, atendendo as necessidades de recuperação das fissuras do tipo “A”, ocasionadas pelo destacamento entre a alvenaria e os elementos estruturais (pilares e vigas) devido à variação térmica e do tipo “C” pelo recalque do pilar 2, o qual foi sessado devido aos serviços descritos no item 6.4.1.

De acordo com Thomaz (1989), o emprego de armaduras nos trechos fissurados devolve o comportamento monolítico da parede, para isso a tela deve estar mediamente

estendida ao longo do trecho, essa pode ainda ser fixada com o emprego de graves metálicas ou grampos.

Antes da aplicação das telas, deve-se executar a remoção da argamassa existente na parede. A remoção da camada antiga de argamassa deve-se pela necessidade de promover uma estanqueidade melhor à parede, conseguida a partir da aplicação de aditivos impermeabilizantes na argamassa.

A fim de prolongar a vida útil do serviço protegendo as telas metálicas aplicadas, deve-se usar uma argamassa forte de cimento-areia, no traço de 1:3 com aditivo impermeabilizante, prescindida de uma camada de chapisco com resina sintética, a fim de proporcionar maior aderência da argamassa ao substrato e evitar a retração da mesma. O traço deve-se ao fato que de argamassas a base de cal, quando não hidratadas corretamente e haver grânulos de cal viva, causará imperfeições no revestimento devido a hidratação do material, que pode ocorrer por ação da umidade ascendente (SANTIAGO, 2007).

O preenchimento das fissuras de maior dimensão ao longo da parede poderá ser realizado com introdução de pasta de cimento ou material expansível como poliuretano. De forma análoga, é possível ainda o preenchimento das fissuras com a própria argamassa a ser utilizada para a aplicação da tela metálica.

É importante ressaltar que as técnicas apresentadas neste capítulo devem ser realizadas para ambas as faces da parede, buscando conceder maior resistência ao elemento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior parte dos problemas encontrados nesta edificação são oriundos de efeitos que podem ser previstos durante a concepção do projeto, como variação térmica, umidade e alterações fora do escopo do projeto inicial, vale ressaltar que qualquer alteração posterior a execução da obra deve ser prescrita por um profissional, levando em consideração os efeitos que esta poderá causar.

No presente trabalho, dispensou-se a análise de atividade das fissuras, tomando como preceito o entendimento de que as mesmas continuaram ativas devidos a permanência de seus mecanismos causadores e a exposição à intempéries. Essa prática, em alguns casos, pode levar à inutilização do serviço de recuperação, com a volta das fissurações.

Vale reafirmar que a análise do local e elementos construtivos e naturais inseridos nas proximidades do local analisado é de suma importância para a real identificação dos mecanismos causadores e uma correta elaboração do plano de recuperação.

É de grande importância que, após a retirada do emboço da parede, seja verificado o estado da viga 2, caso a mesma apresente fissuras será necessário a execução do reparo estrutural, pois possivelmente a mesma sofreu danos devido ao efeito de recalque que originou a fissura C.

Foi possível atentar-se ao fato de que em casos específicos, é necessário o total entendimento do profissional quanto as necessidades da edificação, buscando otimizar os processos à serem empregados, evitando gastos excessivos e reduzindo o tempo de serviço.

Ressalta-se que para o total desempenho dos serviços prestados é necessário o acompanhamento contínuo da situação da edificação e a manutenção preventiva frequente, visando o prolongamento dos serviços apresentados.

8 BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 8545:1984: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos - Procedimento.** Rio de Janeiro, Julho de 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 11173:1990: Projeto e execução de argamassa armada - Procedimento.** Rio de Janeiro, Junho de 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 15575:2003: Edificações Habitacionais - Desempenho.** Rio de Janeiro, 2013.

BORBA, F.S. **Dicionário UNESP do português contemporâneo.** Editora Piá Ltda., 2011. ISBN: 978-85-64474-00-0.

CACZAN, Luciana. **Recalque diferencial: entenda esse fenômeno.** Artigo Eletrônico, Agosto/2017. Disponível em: <<https://engcivil.maquinadeaprovacao.com/posts/artigo/recalque-diferencial-entenda-este-fenomeno/43>>. Acesso em: 06 de Novembro de 2017.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações.** Editora LTC S.A. Rio de Janeiro – RJ, 1988. ISBN:85-216-0559-5.

DEL MAR. C. P. **Falhas, responsabilidades e garantias na construção civil – Identificação e consequências jurídicas.** São Paulo – SP: Editora Pini, 2007. ISBN: 978-85-7266-198-0.

DUARTE, RONALDO B. **Fissuras em alvenarias: Causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação.** Boletim Técnico, Porto Alegre – RS. CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia, 1998. CDU: 693.004.64.

GRANATO, José E. Apostila: **Patologia das construções**, (2002). Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadadasconstrucoes2002.pdf>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

HOLANDA JUNIOR, O. G. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural.** Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo – USP. São Carlos – SP. 2002.

JACÔME, C. C. E MARTINS, J.G. **Identificação e tratamento de patologias em edifícios.** Repositório. 1ª Edição. 2005.

LORDSLEEM JUNIOR, A. C. **Sistemas de recuperação de fissuras de alvenaria de vedação: Avaliação da capacidade de deformação.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP. São Paulo – SP. 1997.

MAGALHÃES, ERNANI F. **Fissuras em alvenarias: Configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado).

Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre – RS. 2004.

MAYR, L. R. **Falhas de projeto e erros de execução: Uma questão de comunicação.** Monografia (Pós Graduação). Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis – SC, 2000.

MILITITSKY, J. et al. **Patologia das fundações.** 2ª Edição. São Paulo – SP: Editora Oficina de Textos, 2015. ISBN: 978-857-975-183-7.

NOGUEIRA, Isabela L. S. **A importância do ambiente físico hospitalar no tratamento terapêutico do paciente hospitalizado.** Belo Horizonte – MG: Revista On-Line IPOG ESPECIALIZE - Instituto de Pós Graduação IPOG. Julho/2015. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=a-importancia-do-ambiente-fisico-hospitalar-no-tratamento-terapeutico-do-paciente-hospitalizado-998157.pdf>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

NORMA TÉCNICA SABESP. **NTS 217 – Ligação predial de esgoto – Procedimento.** Revisão 2, São Paulo – SP. Agosto de 2015.

OLIVARI, Giogio. **Patologia em edificações.** Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil com ênfase Ambiental. Universidade Anhembí Morumbi. São Paulo-SP, 2003.

OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** Monografia (Especialização). Curso de Especialização em Gestão de Avaliações e Perícias. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte – MG, 2012.

RIO BUENO, A. DEL. **Patología, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación.** Departamento de Estructuras de Edificación – E.T.D. de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madri – UPM. 05 de Maio de 2008.

SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP. São Paulo – SP. 1984.

SAHADE, R. F et al. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em argamassas de vedação.** X Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassas. Fortaleza – CE. Maio de 2013. ISSN: 2238-0191.

SANTIAGO, C. C. **Argamassas tradicionais de cal.** Salvador – BA. Editora da Universidade Federal da Bahia, 2007. 202 p. ISBN: 978-85-232-0471-6.

SENNA VALLE, J. B. **Patologia das alvenaria – Causa / Diagnostico / Previsibilidade.** Monografia (Especialização) – Curso de Especialização em Tecnologia da Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte – MG, 2008.

SILVA, A. P. e JONOV, C. M. P. **Falhas e patologias dos materiais de construção.** Apostila do Curso de Mestrado em Engenharia de Materiais e Construção. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Junho de 2016. Disponível em: < <http://www.demc.ufmg.br/adriano/>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

SILVA, A. P. e JONOV, C. M. P. **Patologia das construções** Apostila do Curso de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Fevereiro de 2011. Disponível em: < <http://www.demc.ufmg.br/adriano/>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

SILVA, A. P. e JONOV, C. M. P. **Manifestações patológicas nas edificações.** Apostila do Curso de Mestrado em Engenharia de Materiais e Construção. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Fevereiro de 2016. Disponível em: < <http://www.demc.ufmg.br/adriano/>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

SOUZA, V. C. M, e RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo – SP. Editora Pini, 1ª edição, 5ª triagem, 1998. ISBN: 85-7266-096-8.

THOMAZ, E. **Trincas de edifícios: Causas, prevenção e recuperação.** São Paulo – SP: Editora Pini, 1989. ISBN: 850-900-047-6.

ZANZARINI, J.C. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural – Estudo de caso.** Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Campo Mourão – PR, 2016.