

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ  
VANESSA WENDT**

**ESTUDO DE CASO: INTERDIÇÃO DEVIDO ÀS MANIFESTAÇÕES  
PATOLÓGICAS APARENTES EM UMA OBRA NA CIDADE DE CASCAVEL - PR**

**CASCAVEL - PR  
2017**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ  
VANESSA WENDT**

**ESTUDO DE CASO: INTERDIÇÃO DEVIDO ÀS MANIFESTAÇÕES  
PATOLÓGICAS APARENTES EM UMA OBRA NA CIDADE DE CASCAVEL - PR**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Professor Orientador: Engenheiro Civil  
Especialista Ricardo Paganin.**

**CASCAVEL - PR  
2017**

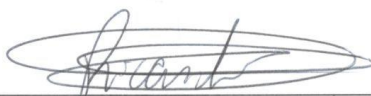
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

VANESSA WENDT

**ESTUDO DE CASO: INTERDIÇÃO DEVIDO ÀS MANIFESTAÇÕES  
PATOLÓGICAS APARENTES EM UMA OBRA NA CIDADE DE CASCAVEL - PR**

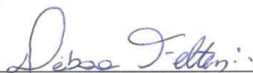
Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor **Engenheiro Civil Especialista Ricardo Paganin**.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Orientador Prof. **Especialista Ricardo Paganin**  
Centro Universitário Assis Gurgacz  
Engenheiro Civil



---

Professora **Mestre Débora Felten**  
Centro Universitário Assis Gurgacz  
Engenheira Civil



---

Professora **Mestre Karina Sanderson Adame**  
Centro Universitário Assis Gurgacz  
Engenheira Química

Cascavel, 09 de novembro de 2017.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e auxílio em meio a tantas tribulações, sem Ele nada disso seria possível. Também agradeço pela família maravilhosa que eu tenho, que nunca mediu esforços para poder me ajudar nos estudos, vida pessoal e profissional.

Além disso, agradeço ao meu professor orientador, por toda a paciência durante essa caminhada turbulenta do último ano da faculdade, sempre me auxiliando e orientando com sabedoria.

Agradeço à empresa Maximus Perícias e a todos os colegas de trabalho, pela compreensão, paciência e auxílio na coleta de todos os dados necessários para o desenvolvimento do presente trabalho.

Aos meus amigos, meu muito obrigada pela compreensão de minha ausência e por mesmo assim me proporcionarem momentos de alegria e diversão em meio a tanta preocupação com a vida acadêmica.

Ao Centro Universitário Assis Gurgacz, no qual passei cinco anos inesquecíveis, sem dúvida, os melhores de minha vida até hoje, pois foi onde conheci pessoas de bem, de caráter e pelo networking criado com professores, colegas e profissionais do ramo da Engenharia Civil durante estes anos de graduação.

## **EPÍGRAFE**

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade”  
(Albert Einstein)

## RESUMO

As manifestações patológicas são caracterizadas por ocorrência de fissuras, deslocamentos, infiltrações e diversos outros fatores que podem ter origem na execução, projeto ou falha humana. O objetivo do presente trabalho foi identificar as prováveis causas das manifestações patológicas, classificar o grau de risco e, por meio do mesmo, propor um reparo para manifestações de grau de risco elevado. Utilizou-se a metodologia quantitativa, qualitativa e descritiva, nas quais os dados obtidos na visita ao local foram classificados e analisados por meio de pesquisa bibliográfica e após análise do grau de risco, obteve-se um posicionamento sobre a proposta de reparo. As manifestações de maior incidência não foram as de maior gravidade, visto que apenas um ponto de recalque ocasionou maiores danos à edificação do que diversos pontos de fissuras mapeadas, por exemplo. A análise resultou em 13% das anomalias sendo de recalque, a menor porcentagem do estudo, porém, de maior gravidade, já as anomalias provenientes de dilatação dos materiais ocuparam 56% do total das manifestações patológicas encontradas na edificação, seguidas pelas fissuras mapeadas com um total de 31%. A proposta de reparo sugerida foi a mesma que a adotada, visto que possuía um caráter estritamente técnico e propôs a solução total dos problemas patológicos gravíssimos identificados no local.

**Palavras-chave:** Recalque diferencial. Reparo estrutural. Recuperação estrutural.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Gráfico relacionado à origem das manifestações patológicas.....                       | 15 |
| Figura 2: Fissura devido à movimentação térmica da laje .....                                   | 22 |
| Figura 3: Fissura por dilatação térmica.....                                                    | 22 |
| Figura 4: Fissuras de movimentação térmica .....                                                | 23 |
| Figura 5: Danos prováveis em estruturas devido à movimentação estrutural. ....                  | 24 |
| Figura 6: Fissuras características de recalque diferencial.....                                 | 24 |
| Figura 7: Fissuras características de recalque diferencial.....                                 | 25 |
| Figura 8: Fissuras características de recalque diferencial.....                                 | 25 |
| Figura 9: Fissuras características de recalque diferencial.....                                 | 25 |
| Figura 10: Fissuras provenientes de retração em lajes.....                                      | 26 |
| Figura 11: Fissuras provenientes de retração em lajes.....                                      | 26 |
| Figura 12: Fluxograma metodológico.....                                                         | 30 |
| Figura 13: Localização da edificação na cidade de Cascavel – PR .....                           | 30 |
| Figura 14: Fachada frontal do Salão Paroquial São Pedro Apóstolo.....                           | 31 |
| Figura 15: Classificação de gravidade de acordo com escala GUT.....                             | 33 |
| Figura 16: Indicando planta baixa do pavimento térreo da edificação .....                       | 36 |
| Figura 17: Indicando planta baixa do mezanino 01 .....                                          | 37 |
| Figura 18: Indicando planta baixa do mezanino 02 .....                                          | 37 |
| Figura 19: Fissuras mapeadas na fachada da edificação.....                                      | 39 |
| Figura 20: Fissuras mapeadas na fachada da edificação.....                                      | 39 |
| Figura 21: Fissura na lateral do pilar .....                                                    | 40 |
| Figura 22: Fissura na junção entre viga, pilar e alvenaria .....                                | 41 |
| Figura 23: Fissura nas laterais do pilar .....                                                  | 41 |
| Figura 24: Fissura na junção entre pilar/alvenaria (A) e no corpo da alvenaria (B).....         | 42 |
| Figura 25: Fissuras de recalque na junção entre fachada frontal e fachada lateral direita ..... | 43 |
| Figura 26: declividade do terreno no sentido do muro .....                                      | 44 |
| Figura 27: Ausência da viga de fechamento.....                                                  | 45 |
| Figura 28: Modelo de execução de elementos estruturais .....                                    | 46 |
| Figura 29: Consolo fissurado.....                                                               | 48 |
| Figura 30: Escoramento da laje por meio de escoras de eucalipto .....                           | 49 |
| Figura 31: Escoramento da viga por meio de pilares metálicos.....                               | 50 |
| Figura 32: Estaca-mega executada, antes da concretagem.....                                     | 51 |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 33: Levantamento da laje com macaco mecânico .....                        | 51 |
| Figura 34: Escoramento em macacos mecânicos .....                                | 52 |
| Figura 35: Consolos demolidos e estrutura escorada.....                          | 52 |
| Figura 36: Atirantamento dos pilares e escoramento das vigas e da laje .....     | 53 |
| Figura 37: Substituição dos consolos existentes por consolos metálicos .....     | 53 |
| Figura 38: Alvenaria de fechamento executada e rebocada .....                    | 54 |
| Figura 39: Gráfico de frequência das manifestações patológicas encontradas ..... | 55 |

## SUMÁRIO

|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1.....</b>                                                                 | <b>10</b> |
| 1.1 INTRODUÇÃO .....                                                                   | 10        |
| 1.2 OBJETIVOS.....                                                                     | 11        |
| 1.2.1 Objetivo geral.....                                                              | 11        |
| 1.2.2 Objetivos específicos .....                                                      | 11        |
| 1.3 JUSTIFICATIVA .....                                                                | 11        |
| 1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....                                                       | 12        |
| 1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....                                                        | 12        |
| 1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....                                                       | 13        |
| <b>CAPÍTULO 2.....</b>                                                                 | <b>14</b> |
| 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                                         | 14        |
| 2.1.1 Patologias na construção civil.....                                              | 14        |
| 2.1.1.1 Patologias ocasionadas na concepção da estrutura (projeto) .....               | 16        |
| 2.1.1.2 Patologias ocasionadas na execução da obra .....                               | 17        |
| 2.1.1.3 Patologias geradas na etapa de utilização devido à ausência de manutenção..... | 18        |
| 2.1.2 Causas da deterioração das estruturas .....                                      | 19        |
| 2.1.3 Tipos de manifestações patológicas.....                                          | 20        |
| 2.1.3.1 Fissuras .....                                                                 | 20        |
| 2.1.4 Reparo, recuperação, reforço e restauro .....                                    | 26        |
| 2.1.5 Método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) .....                               | 27        |
| <b>CAPÍTULO 3.....</b>                                                                 | <b>29</b> |
| 3.1 METODOLOGIA .....                                                                  | 29        |
| 3.1.1 Tipo de estudo e desenvolvimento metodológico.....                               | 29        |
| 3.1.2 Caracterização da amostra.....                                                   | 30        |
| 3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados .....                          | 31        |
| 3.1.4 Análise dos dados .....                                                          | 32        |
| <b>CAPÍTULO 4.....</b>                                                                 | <b>34</b> |
| 4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                                                      | 34        |
| 4.1.1 Visita ao local.....                                                             | 34        |
| 4.1.2 Manifestações Patológicas .....                                                  | 38        |
| 4.1.2.1 Fissuras mapeadas (reboco) .....                                               | 39        |
| 4.1.2.2 Fissuras por ocorrência de dilatação térmica dos materiais .....               | 40        |

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1.2.3 Recalque diferencial – Fissuras .....           | 43        |
| 4.1.3 Ações para desinterdição do local .....           | 47        |
| 4.1.4 Frequência das manifestações patológicas .....    | 55        |
| <b>CAPÍTULO 5.....</b>                                  | <b>57</b> |
| 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                          | 57        |
| <b>CAPÍTULO 6.....</b>                                  | <b>58</b> |
| 6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....              | 58        |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                | <b>59</b> |
| <b>APÊNDICE A – PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO .....</b> | <b>61</b> |
| <b>APÊNDICE B – PLANTA BAIXA MEZANINO 01 .....</b>      | <b>62</b> |
| <b>APÊNDICE C – PLANTA BAIXA MEZANINO 02.....</b>       | <b>63</b> |

## CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUÇÃO

Segundo o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA, 2017), o Brasil possuía há alguns anos atrás um déficit de 20 mil engenheiros por ano, quando comparado com a Rússia, Índia e China. A instalação de programas como Minha Casa, Minha Vida, PAC – Programa de Aceleração do Crescimento, obras para a Copa do Mundo de 2014, Jogos Olímpicos de 2016 e demais obras de grande proporção em todo o país, gerou uma grande demanda por profissionais da área de Engenharia Civil, contribuindo para uma grande procura pelo curso de Engenharia Civil no Brasil.

Gomide, Fagundes e Gullo (2015) citam a importância em realizar auditoria nas edificações, como serviço paralelo de controle a cada etapa construtiva, a fim de evitar execução incorreta das etapas da obra e, conseqüentemente, o aparecimento de manifestações patológicas e prejuízos. Na grande maioria dos casos, a auditoria só é contratada quando a não conformidade já vem causando prejuízos.

Para Thomaz (2007), manifestações patológicas são caracterizadas como ocorrência de fissuras, destacamentos, infiltrações, deslocamentos da edificação e podem ser consequência da execução de edificações, visto que há a necessidade de adotar medidas de improviso no ato da execução devido à ausência de mão-de-obra treinada e qualificada, deficiência na fiscalização da execução, projetos incompatíveis e/ou mal detalhados, características dos materiais e até mesmo da utilização.

Souza e Ripper (1998) referenciam qual seria a origem das manifestações patológicas em estruturas de concreto, levando em consideração diversos estudos feitos por diferentes instituições e chegam à conclusão de que a origem das patologias se dá, em geral, na fase final do projeto de engenharia, ou seja, na execução do anteprojeto ou do projeto de execução.

De acordo com Helene (1992), é necessário realizar um diagnóstico completo, o qual deve levar em consideração as consequências das manifestações patológicas na estrutura como um todo, sendo as considerações divididas em dois tipos: as que afetam as condições de segurança da estrutura e as que comprometem o funcionamento e utilização da edificação. Em geral, as manifestações patológicas costumam possuir um processo evolutivo, onde as mesmas tendem a se agravar com o passar do tempo, podendo levar a danos maiores.

Levando tais fatos em consideração, é de extrema importância o diagnóstico correto das manifestações patológicas a fim de prevenir maiores danos. Vale ressaltar a importância da cautela aliada ao conhecimento técnico do profissional que avalia a situação da obra, onde em casos de risco a segurança dos usuários, a mesma deve ser interditada até que o reparo seja totalmente executado e a edificação esteja liberada para uso novamente.

Com esse trabalho, avaliou-se a situação do Salão Paroquial da Paróquia São Pedro Apóstolo, na cidade de Cascavel – PR, pois o mesmo encontra-se interditado, a fim de verificar as prováveis causas que levaram à interdição e as possíveis ações necessárias para que a edificação volte a ser utilizada com segurança.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Levantar as prováveis causas das manifestações patológicas que levaram à interdição do Salão Paroquial São Pedro Apóstolo na cidade de Cascavel – PR.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar as manifestações patológicas aparentes da edificação;
- Classificar o grau de risco das manifestações patológicas identificadas;
- Realizar o mapeamento das manifestações patológicas encontradas;
- Propor métodos de reparo e/ou recuperação para as manifestações patológicas classificadas com grau de risco elevado.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo NBR 6118/2014 – Projeto de estruturas de concreto, as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de forma que conservem a segurança e estabilidade da edificação durante sua vida útil, tornando necessário que sejam respeitados o Estado Limite

de Serviço (ELS) e o Estado Limite Último (ELU). O ELS está relacionado ao conforto do usuário, durabilidade, boa aparência e utilização das estruturas, já o ELU é relacionado a diversos fatores, como perda de equilíbrio estrutural, esgotamento da capacidade resistente da estrutura em todo ou em parte, entre outros. O ELU é conhecido como o estado do colapso e/ou da ruína, o qual determina a paralisação do uso da estrutura de imediato.

Levando em consideração o acontecimento do ELU, Cunha, Lima e Souza (1996) referenciam um acidente ocasionado em Volta Redonda no estado do Rio de Janeiro, em 31 de agosto de 1991, no qual a ausência de projeto e de supervisão técnica ocasionou a ruína de um edifício de quatro pavimentos, com oito vítimas fatais e 24 pessoas feridas, concluindo que; para contribuir no colapso de qualquer estrutura, dois fatores são cruciais, sendo eles: a falta de projeto estrutural e/ou detalhamento do mesmo e erros de execução.

No caso do Salão Paroquial, a estrutura *a priori* atingiu o esgotamento da capacidade resistente em parte, caracterizando que a mesma possa ter atingido seu ELU. Tendo em vista que a edificação costuma receber público com frequência tanto durante a semana, quanto nos finais de semana, torna-se importante a avaliação da situação da edificação, verificando então se a interdição é válida e necessária para a segurança dos usuários, assim como a identificação dos problemas que possam ter levado a edificação a atingir a situação atual.

Com isso, a identificação das manifestações patológicas que levaram à interdição da edificação e a determinação de suas possíveis causas e origens torna-se essencial para o entendimento do quadro e equacionamento geral dos problemas.

#### 1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são as manifestações patológicas observadas no Salão Paroquial São Pedro Apóstolo localizado na cidade de Cascavel - PR e quais as possíveis causas das mesmas?

#### 1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

As manifestações patológicas tem sua origem em causas intrínsecas ou extrínsecas. As intrínsecas são originadas devido a falhas humanas na fase de execução e/ou utilização ou falhas naturais. Já as extrínsecas se originam de falhas humanas na fase de projeto e/ou utilização e ações mecânicas, físicas e químicas. Na fase de projeto, por exemplo o estrutural,

existem diversos pontos a serem observados pelo profissional que elabora o projeto, caso os pontos cruciais não sejam observados, manifestações patológicas de gravidade elevada irão ocorrer e comprometer a estrutura e segurança do(s) usuário(s) da edificação.

Ao realizar-se o levantamento, pode-se observar que as manifestações patológicas presentes na edificação são, em sua maioria, fissuras, sendo causadas principalmente por problemas relativos à movimentação da estrutura.

## 1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa se limitará ao levantamento das manifestações patológicas do Salão Paroquial da Paróquia São Pedro Apóstolo, localizado na Rua Hercílio Luz, esquina com Rua Flamboyant, s/n, Bairro Alto Alegre na cidade de Cascavel – PR.

O salão paroquial possui área de 1.740,72 m<sup>2</sup>, onde estão localizados dois mezaninos, um em cada canto do salão, o qual possui formato retangular. A edificação, objeto do estudo, possui dois banheiros femininos, dois banheiros masculinos, um lavabo, um bar, uma cozinha e uma área de festas. O salão não possui projeto aprovado perante a Prefeitura Municipal de Cascavel – PR e foi construído no ano de 2008, não passando por reformas desde então.

As patologias serão levantadas e mapeadas por meio de inspeção visual *in loco* e, posteriormente, analisadas por meio de revisão bibliográfica. Não serão realizados testes laboratoriais. O trabalho se delimita ao estudo e apontamento das causas das manifestações patológicas e apresentação de uma proposta de reparo das mesmas, a fim de possibilitar a reutilização do local como salão paroquial para recebimento do público da comunidade.

## CAPÍTULO 2

### 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados conceitos como: definição de manifestações patológicas das estruturas, causas de manifestações patológicas, técnicas de recuperação e reforço de estruturas de concreto, auditorias em edificações e manutenção estrutural.

#### 2.1.1 Patologias na construção civil

Para Helene *et al* (2011), o termo “patologia” vem do grego (pátos, doença e logos, estudo) e é muito utilizado em diversas áreas da ciência, pois tratam-se de estudos investigativos das alterações físicas devido a doenças. O estudo tem como princípios a investigação da doença, seguida de um estabelecimento de prognóstico. O termo patologia utilizado na saúde cabe na engenharia civil, pois o esqueleto humano pode ser comparado à estrutura das edificações.

Quando há a incidência de doenças na saúde, após estudo e verificação das causas, o médico receita remédios para recuperação do paciente. Pode ser feita uma analogia com as patologias na construção civil, pois quando uma estrutura apresenta problemas, é comum fazer reparos por meio de procedimentos técnicos (procedimento cirúrgico) e correta especificação dos materiais (remédios). O grande problema da construção civil é que há alguns anos atrás os reparos eram feitos sem o envolvimento de profissionais especialistas em patologias, no entanto, existe muito material produzido por professores e pesquisadores de universidades sobre o assunto e, atualmente, mais e mais profissionais vêm procurando especialização nessa área, o que é considerado uma vitória da engenharia civil, levando em consideração a necessidade e preocupação quanto às edificações sustentáveis, seguras e duráveis (Silva, 2011).

Segundo Souza e Ripper (1998), desde os primórdios, o ser humano vem se preocupando com a construção de edificações que se adaptem às suas necessidades, fato esse que contribui muito para a busca por conhecimento e desenvolvimento das tecnologias de construção, abrangendo concepção do projeto, cálculo, detalhamento da estrutura, especificação e emprego dos materiais e técnicas construtivas. Sendo assim, a construção civil

tem um crescimento acelerado; sendo suscetível a maiores riscos, dentro de certo limite. Esses riscos, praticamente, forçam a busca por conhecimentos mais específicos tanto de materiais e técnicas construtivas, quanto de reparo e manutenção de edificações.

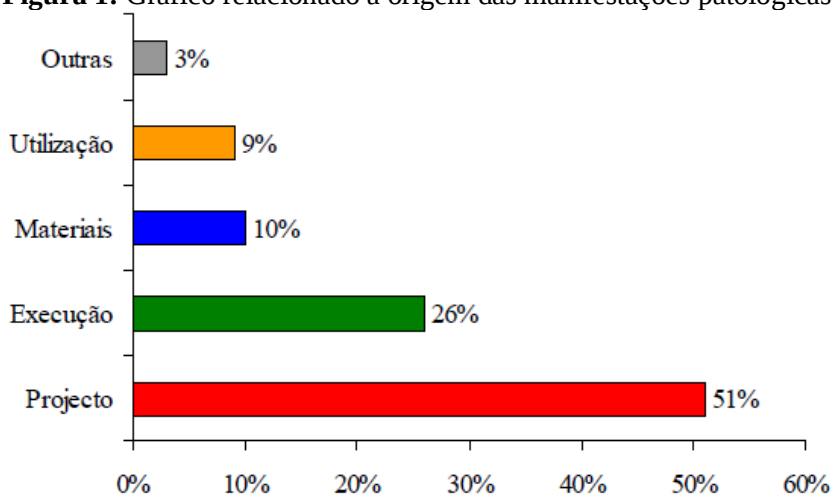
Bertolini (2006) enfatiza a importância da escolha correta dos materiais quando na concepção do projeto da edificação, visto que o material tem papel fundamental e, caso seja especificado de maneira incorreta ou utilizado para um fim ao qual não se destina, originam-se manifestações patológicas. É importante definir os parâmetros de projetos que indiquem as propriedades dos materiais: físicas, químicas e mecânicas, a fim de que os mesmos se comportem da forma esperada e para que as especificações consideradas no projeto ocorram de fato.

Thomaz (2007) aponta que as fissuras podem ter sua origem congênita na fase de projeto arquitetônico, visto que os profissionais responsáveis por tal fase devem se precaver, pois sabe-se que a movimentação dos materiais e dos componentes da estrutura na construção civil é inevitável.

Gonçalves (2015) enfatiza que as manifestações patológicas possuem sua origem em um conjunto de fatores interligados entre si e não em fatores isolados. A origem das manifestações patológicas pode ser classificada de acordo com a anomalia, a causa que levou ao problema ou até mesmo a etapa construtiva em que ocorreu, além das falhas no controle de qualidade que interferem na fiscalização dos processos de produção.

De acordo com estudos realizados em Portugal, a Figura 1 ilustra um gráfico, o qual leva em consideração a origem das manifestações patológicas.

**Figura 1:** Gráfico relacionado à origem das manifestações patológicas.



Fonte: COUTO (2007).

### 2.1.1.1 Patologias ocasionadas na concepção da estrutura (projeto)

Para Souza e Ripper (1998), inúmeras patologias podem ter sua origem na concepção da estrutura em sua fase de projeto, seja na parte de estudo preliminar, elaboração do anteprojeto, seja na elaboração do projeto de execução. O custo para realizar o reparo das anomalias com origem na fase de concepção do projeto de estrutura leva em consideração a antiguidade da falha, por exemplo, quanto mais antiga a falha, mais complexo e custoso é o problema, pois exige mais tempo para reparo e readequação de todas as etapas seguintes.

Segundo Souza e Ripper (1998), as falhas ocasionadas no estudo preliminar ou anteprojeto são responsáveis pelo encarecimento de toda a construção e por transtornos inesperados quanto à utilização da edificação. Erros desse tipo são gravíssimos, pois são os maiores responsáveis por problemas patológicos complexos, como: falha na avaliação da resistência do solo, locação inadequada de elementos estruturais, erros de cálculo estrutural, compatibilização errônea entre projetos de arquitetura e estruturais, especificação errada dos materiais, erros de dimensionamento, insuficiência de detalhamentos necessários, entre outros. As manifestações patológicas decorrentes da falha na concepção do projeto são caracterizadas por fissuração das mais diversas causas, perda de aderência, desgaste do concreto, entre outros.

De acordo com Helene (1992), grande percentagem das manifestações patológicas possui origem nas etapas de planejamento e projeto e, ainda, considera as falhas provenientes de projeto com maior gravidade que as falhas oriundas de execução em desconformidade ou ausência de qualidade dos materiais, visto que é melhor investir um tempo maior no detalhamento e estudo da estrutura a ser executada, do que tomar decisões apressadas ou até mesmo fazer adaptações de última hora no ato da execução.

Thomaz (2007) enfatiza que as incompatibilidades entre os projetos de arquitetura, estrutura e fundações acarretam a edificação a sofrer tensões que ultrapassam a resistência dos materiais, deixando-os suscetíveis a ações desfavoráveis originando, conseqüentemente, o aparecimento de manifestações patológicas.

Para Thomaz (2007), ainda há a ausência de diálogo entre o projetista e os fabricantes dos materiais, pois ao projetar a estrutura, o projetista não leva em consideração as especificações técnicas dos materiais. A falta de comunicação e/ou atenção induz a erros como projetar sem levar em consideração se a estrutura da fundação é rígida ou flexível, não considerar recalques diferenciais e acomodações estruturais ao projetar vedações e sistemas de piso, entre outros.

Souza e Ripper (1998) evidenciam que na maioria dos casos, as falhas decorrentes da concepção de projeto são evidentes e seriam facilmente evitadas por meio da escolha e da especificação correta tanto dos materiais, quanto dos métodos executivos.

#### 2.1.1.2 Patologias ocasionadas na execução da obra

Souza e Ripper (1998) citam a sequência lógica que deveria ocorrer na execução da obra, sendo que a execução só deveria ser feita após a finalização total da concepção dos projetos. No entanto, essa não é a realidade, pois raramente tal sequência acontece, sendo necessário realizar adaptações e/ou modificações de grande ou pequena escala com as obras em andamento, contribuindo largamente para a incidência de erros; deixando a edificação suscetível a manifestações patológicas futuras.

Para Helene (1992), toda medida tomada durante a execução que diferencie das especificações de projeto, implica num custo 5 (cinco) vezes superior ao que seria gasto caso a decisão tivesse sido tomada a nível de projeto para proteção e durabilidade estrutural. Pode ser citada, como exemplo, a redução da relação água/cimento do concreto para aumento da durabilidade. Se a mesma medida fosse tomada na etapa de projeto possibilitaria o redimensionamento da estrutura, o que levaria à diminuição da seção dos elementos estruturais, redução da taxa de armadura, economia de formas e redução do volume de concreto utilizado e do peso próprio da estrutura.

Para Souza e Ripper (1998), são diversas as causas que desencadeiam anomalias nas edificações devido à execução incorreta, estando elas associadas a fatores como: causas climáticas desfavoráveis, atrasos na obra, falta de condições locais de trabalho, mão de obra não especializada, ausência de controle de qualidade da execução, materiais de baixa qualidade, sabotagem, entre outros.

Souza e Ripper (1998) também comentam sobre a falta de capacitação profissional da equipe, que pode acarretar em graves erros de execução, desde a implantação do canteiro de obras, escoramento, formas, a não observação de pontos importantes quanto à armadura (cobrimento, espaçamento, quantidade de estribos, qualidade do concreto, entre outros), até a utilização do concreto inadequado. Tais causas desencadeiam manifestações patológicas, como: fissuração por cisalhamento, esmagamento, flexão, deficiência das armaduras, torção, recalque diferencial, entre outros.

Thomaz (2007) cita a ausência de registro e divulgação de dados sobre acidentes ocorridos devido a manifestações patológicas, falhas construtivas e erros de projetos. Levando em consideração tal fato, pretende passar o conhecimento de erros construtivos a fim de evitar que sejam repetidos por outros profissionais, por meio de um vasto conhecimento na área, com intuito de chamar a atenção para a ocorrência de erros construtivos e/ou de projeto, com a intenção de prevenir manifestações patológicas e, quando não for possível a prevenção, para que sejam aplicadas as respectivas técnicas eficientes de reparo.

#### 2.1.1.3 Patologias geradas na etapa de utilização devido à ausência de manutenção

De acordo com a NBR 5674 (2012), as edificações são construídas para atender as necessidades dos usuários durante vários anos e ao longo de seu uso devem fornecer condições adequadas ao uso para qual se destinam. A fim de evitar que as edificações sejam descartáveis, visto que tal fato seria inviável no ponto de vista comercial e sustentável, deve-se manter um programa de manutenção das edificações, tanto nas edificações novas; quanto nas edificações que já estão em uso.

Souza e Ripper (1998) definem o usuário como o maior interessado no bom desempenho estrutural da edificação, porém; muitas vezes, por descuido ou ignorância passam a ser o agente causador da deterioração estrutural. As causas das manifestações patológicas decorrentes da falta de manutenção são o desconhecimento técnico, incompetência da empresa e/ou equipe que realiza a manutenção, falta de investimento por parte do(s) proprietário(s) na edificação, entre outros. A título de informação, uma das manifestações patológicas que podem ocorrer devido ao descuido quanto à manutenção é a ruína da estrutura devido ao excesso de carga, proveniente do acúmulo de água com origem no entupimento dos drenos, tudo isso por descuido na limpeza dos drenos.

Para Gomide, Fagundes e Gullo (2015), a manutenção predial é a garantia de durabilidade estrutural, esta pode ser obtida por meio de inspeção predial por equipe capacitada. Tendo em vista que a inspeção pode ser considerada uma vistoria mais aprimorada da edificação. A sua função é apontar as falhas, defeitos, condições críticas, analisar o desempenho, segurança e conforto da edificação. Também tem como função, identificar deficiências no atendimento ao manual do proprietário, assim como observar a ausência de informações essenciais para que os proprietários possam tomar as devidas providências quanto à manutenção.

Gomide, Fagundes e Gullo (2015) concluem que a inspeção predial pode ser uma forma de prevenção ao surgimento de manifestações patológicas futuras, pois ao identificar as anomalias da edificação, o proprietário teria o tempo de reparar a edificação antes se deparar com situações indesejadas.

### 2.1.2 Causas da deterioração das estruturas

Segundo Souza e Ripper (1998), ao analisar uma estrutura de concreto que apresente manifestações patológicas, é de extrema importância a realização de um estudo para diagnosticar o desenvolvimento e descobrir a origem da deterioração estrutural não apenas para que seja proposto um reparo, mas para que após reparada a estrutura não volte a se deteriorar.

Ainda de acordo com os autores, as causas da deterioração são divididas em causas intrínsecas e extrínsecas, as primeiras possuem origem nos materiais e peças estruturais durante a fase de execução e/ou utilização da edificação, sendo elas por falha humana, deficiência no ato da concretagem ou por causas naturais. Já as segundas são classificadas como fatores que atacam a estrutura de “fora para dentro”, sendo elas: falhas humanas durante o projeto e/ou utilização da estrutura, ações mecânicas, físicas, químicas e biológicas.

De acordo com Helene (1992), os agentes causadores das manifestações patológicas podem ser variados, sendo eles: sobrecargas, variações térmicas e de umidade, causas intrínsecas e extrínsecas, agentes atmosféricos, incompatibilidade dos materiais, entre outros. Vale ressaltar que ao diagnosticar uma anomalia, a causa será um fator importante para definição do reparo, visto que cada causa irá corresponder a uma terapia diferenciada, que seja eficiente e compatível com a anomalia.

Para Souza e Ripper (1998), as causas extrínsecas de falha humana durante a concepção do projeto da estrutura são divididas em seis diferentes causas: a modelização estrutural inadequada, avaliação incorreta das cargas atuantes na estrutura, detalhamento inexistente ou incorreto, inadequação ao ambiente, incorreção na avaliação da interação entre o solo e a estrutura e a ausência de dimensionamento de juntas de dilatação.

Para Thomaz (2007), a deterioração das estruturas; como o aparecimento de fissuras, por exemplo, pode ter origem em fenômenos de atuação de sobrecargas ou concentração de tensões, movimentações por variações térmicas e de umidade, deformabilidade excessiva das

estruturas, alterações químicas dos materiais utilizados para a construção e retração dos materiais (argamassa, cimento, concreto).

Souza e Ripper (1998) classificam a avaliação da interação entre o solo e a estrutura um elemento responsável pela estabilidade da edificação, sendo imprescindível em qualquer construção o conhecimento das características do solo por meio de estudos e sondagens. É comum que a sondagem seja deixada em segundo plano ou não tenha a interpretação adequada dos dados fornecidos, levando à escolha inadequada da fundação a ser utilizada, gerando recalques de apoio e, como consequência, o aparecimento de manifestações patológicas diversas.

Toda edificação está sujeita a deslocamentos verticais lentos (recalques) por um determinado período de tempo até que o equilíbrio entre o carregamento aplicado e o solo seja atingido. Em projetos que possuem erros de dimensionamento ocorre o recalque diferencial, causando o aparecimento de manifestações patológicas na alvenaria e na estrutura em si.

### 2.1.3 Tipos de manifestações patológicas

As manifestações patológicas podem se caracterizar em diversas formas, no entanto, segundo Thomaz (2007); dentre os inúmeros problemas patológicos que afetam as edificações em geral, o mais incidente é caracterizado pelo aparecimento de fissuras. A fissura pode ter causas distintas e caracteriza-se como o aviso de um eventual estado de alerta para a estrutura da edificação, o comprometimento da estrutura quanto à estanqueidade e também como desconforto psicológico que a anomalia exerce sobre os usuários.

Para efeitos de estudo desse trabalho, serão apresentadas fissuras provenientes de movimentações térmicas, recalque e fissuras mapeadas devido à retração da argamassa.

#### 2.1.3.1 Fissuras

Segundo Souza e Ripper (1998), as fissuras são consideradas manifestações patológicas típicas de estruturas de concreto, sendo o dano de ocorrência mais comum e o que mais chama a atenção de leigos, sejam eles proprietários ou usuários da edificação, pois causam o alerta para anormalidades que estejam ocorrendo na estrutura. É de extrema importância verificar a origem, intensidade e magnitude do quadro de fissuração existente

para que a fissura possa ser caracterizada como uma deficiência estrutural, pois as estruturas em concreto fissuram por natureza, visto que o concreto é um material com baixa resistência à tração.

Segundo a NBR 6118 (2014), a fissuração em estruturas de concreto é inevitável devido a grande variabilidade do material e a baixa resistência à tração, no entanto, é necessário manter um bom desempenho quanto à durabilidade da edificação e à aceitabilidade sensorial dos usuários. Para isso, a norma estipula valores limites para a abertura de fissuras, sendo assim, aquelas que estiverem dentro do limite pré-estabelecido pela norma não implicam em perda da durabilidade ou perda de segurança da edificação quanto ao ELU.

Segundo Thomaz (2007), as alvenarias são os componentes de uma edificação mais suscetíveis à fissuração, sendo também a manifestação patológica de maior facilidade de reconhecimento por parte dos usuários devido aos aspectos provocados, sejam eles estéticos, psicológicos e/ou de desempenho.

De acordo com Simons e Menzies (1977), as deformações em estruturas podem ocorrer por diversos fatores, sendo eles: aplicação de cargas estruturais, colapso da estrutura do solo devido ao encharcamento, buracos de escoamento, entre outros.

Segundo Thomaz (2007), as fissuras em edifícios podem ser ocasionadas por fatores como recalques de fundações, deflexão dos componentes estruturais, alterações químicas nos materiais de construção, retração de argamassas e do concreto e atuação de sobrecargas na estrutura. Os elementos de uma edificação estão sujeitos a variações de temperatura diárias e sazonais, deixando a edificação suscetível à movimentação de dilatação ou contração, desenvolvendo tensões que podem ocasionar fissuras. Cada material que compõe a estrutura possui um coeficiente de dilatação térmica diferente, levando em consideração que a estrutura esteja sujeita a mesma variação de temperatura, os materiais terão movimentações de expansão ou retração em níveis diferentes, ocasionando a fissuração.

Ainda segundo Thomaz (2007), as fissuras podem ser ocasionadas por mudanças higroscópicas, pois os materiais que compõem a edificação são, em sua grande maioria, porosos; sendo assim, na presença de umidades elevadas ocorre uma expansão do material, enquanto sua umidade reduzida deixa o material suscetível à contração. A expansão e contração são fenômenos naturais dos elementos das edificações, no entanto, quando há a presença de vínculos que impeçam ou restrinjam essas movimentações, ocorre fissuração dos elementos componentes do sistema construtivo.

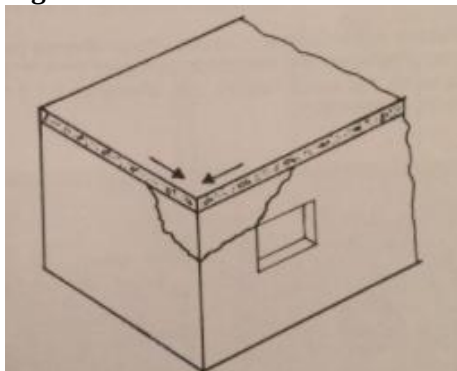
Thomaz (2007) define a sobrecarga como uma solicitação externa que pode ter sido prevista ou não em projeto. A atuação de sobrecargas sobre a estrutura pode ocasionar a

fissuração da edificação sem que isso implique na ruptura dos componentes ou na instabilidade da estrutura.

#### 2.1.3.1.1 Fissuras devido a movimentações térmicas

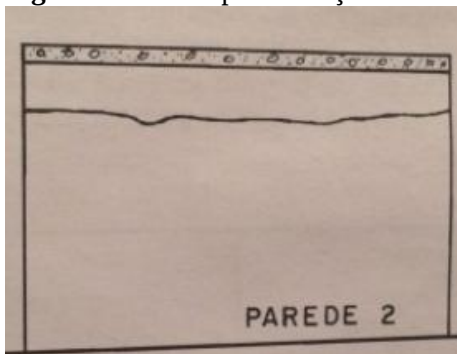
As fissuras provenientes de movimentação térmica, ilustradas nas Figuras 2, 3 e 4 podem surgir, de acordo com Thomaz (2007), em função da junção de dois ou mais materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica sujeitos à variação de temperatura semelhante, na exposição de elementos a solicitações térmicas naturais diferentes e ao gradiente de temperatura a qual um mesmo componente está exposto.

**Figura 2:** Fissura devido à movimentação térmica da laje



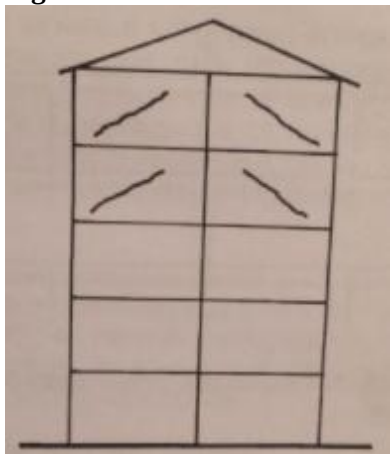
Fonte: THOMAZ (2007)

**Figura 3:** Fissura por dilatação térmica



Fonte: THOMAZ (2007)

**Figura 4:** Fissuras de movimentação térmica



Fonte: THOMAZ (2007)

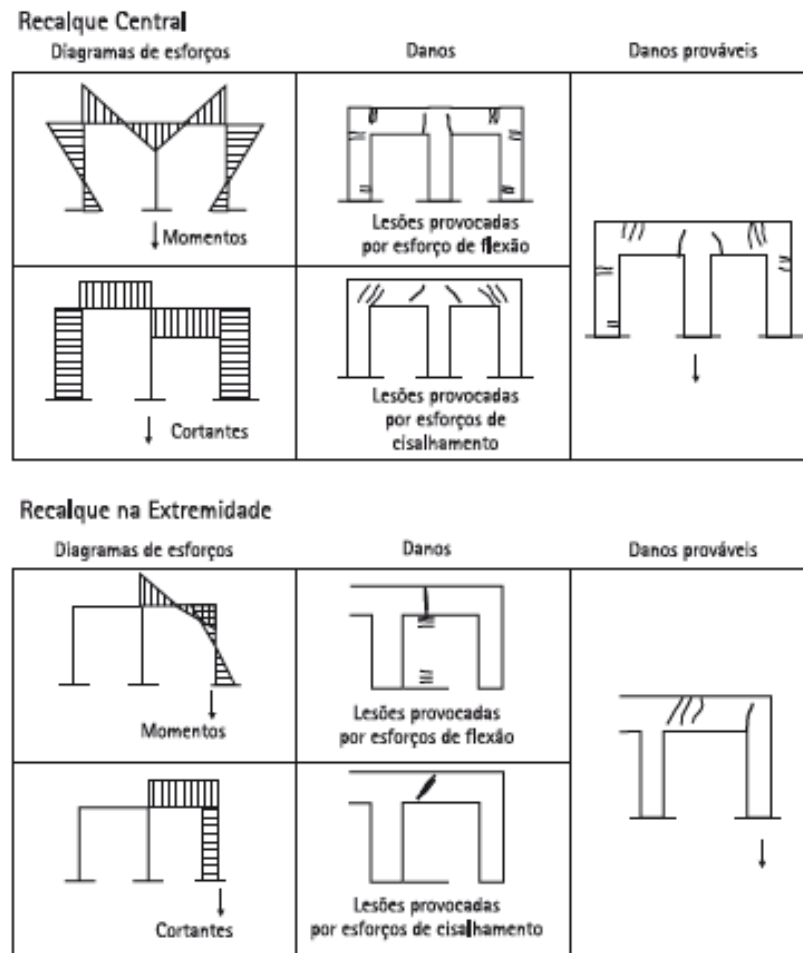
#### 2.1.3.1.2 Fissuras ocasionadas devido a recalque

Cintra, Aoki e Albiero (2011) definem recalque de fundações como deslocamento vertical para baixo em referência a uma superfície indeslocável, podendo ocorrer imediatamente quando aplicado algum carregamento no solo ou em função do tempo, chamado de recalque de adensamento.

Segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2015), as manifestações patológicas devido ao recalque podem acontecer por uma série de fatores, isolados ou interligados, sendo eles a ausência ou a investigação incorreta do subsolo, influência de vegetação, problemas envolvendo mecanismos de interação entre o solo e a estrutura, variabilidade do solo, entre outros.

Para Milititsky, Consoli e Schnaid (2015), a manifestação patológica reconhecível devido à movimentação das fundações é a fissuração de elementos estruturais. Sempre que acontece o rompimento da ligação entre dois elementos estruturais ou a resistência deles for superada pelas cargas exercidas na edificação, ocorrem fissuras. A Figura 5 ilustra os diagramas de momento fletor e cortante das estruturas e os danos prováveis devido à movimentação da fundação caracterizada por recalque central ou recalque em extremidades.

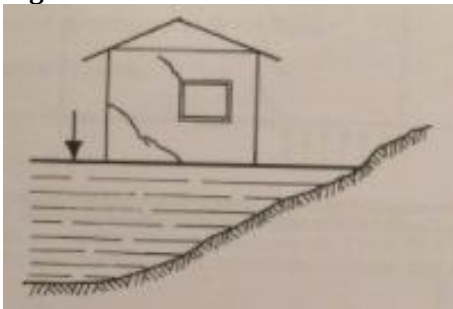
**Figura 5:** Danos prováveis em estruturas devido à movimentação estrutural.



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2015).

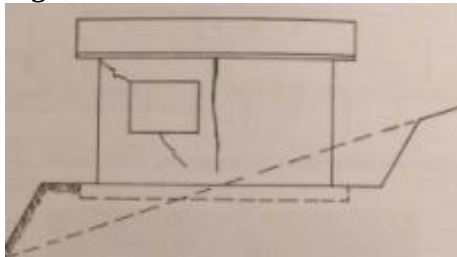
De acordo com Thomaz (2007), o solo é constituído de partículas sólidas envoltas em água, ar e matéria orgânica, e sob o efeito de cargas externas torna-se suscetível a deformações. Ao passo que estas sejam diferenciadas ao longo do plano de fundações de uma obra, tensões de intensidades diferentes serão introduzidas na estrutura da edificação, ocasionando a fissuração da mesma. As Figuras 6, 7, 8 e 9 ilustram alguns casos de fissuras provenientes de recalque.

**Figura 6:** Fissuras características de recalque diferencial



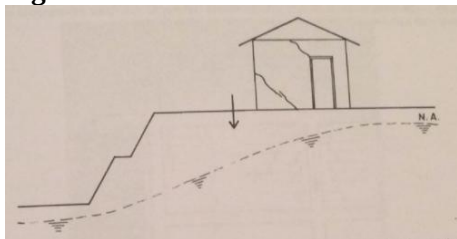
Fonte: THOMAZ (2007)

**Figura 7:** Fissuras características de recalque diferencial



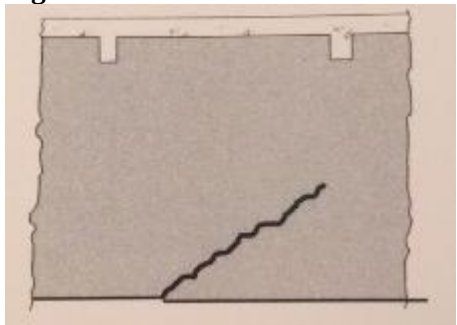
Fonte: THOMAZ (2007)

**Figura 8:** Fissuras características de recalque diferencial



Fonte: THOMAZ (2007)

**Figura 9:** Fissuras características de recalque diferencial



Fonte: HELENE (1992)

#### 2.1.3.1.3 Fissuras mapeadas – retração da argamassa

Segundo Freitas, França e França, as fissuras mapeadas possuem facilidade de desagregação, distribuem-se por toda a superfície do revestimento e também pode ocorrer deslocamento em placas. Uma das causas é a retração da argamassa por excesso de agregados finos, utilização do cimento como único aglomerante e excesso ou escassez de água de amassamento.

Thomaz (2007) afirma que a retração das argamassas aumenta conforme o teor de água de amassamento, porcentagem de finos e com o consumo de aglomerantes. Outros fatores que influenciam são a aderência da argamassa com a base, o número de camadas

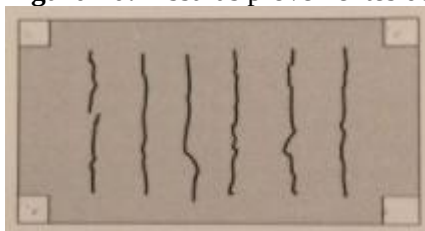
aplicadas, assim como suas respectivas espessuras e o tempo de intervalo entre as aplicações. Além da ação intensa de ventilação e insolação na superfície.

Ainda de acordo com o autor, as fissuras por retração de argamassa de revestimento possuem uniformidade, as linhas mapeadas se cruzam formando ângulos de aproximadamente 90 graus.

De acordo com Peña (2004), a retração é apontada como um fenômeno significativo na formação de fissuras. São diversos fatores que influenciam no surgimento de tais anomalias, sendo eles separados em dois grupos: quanto à composição da mistura e quanto às condições de exposição da superfície revestida. Relação água-cimento e volume de aglomerante são os fatores que mais influem na composição. Já quanto à exposição, as causas que influenciam são o tempo de cura, umidade relativa do ar, temperatura e vento.

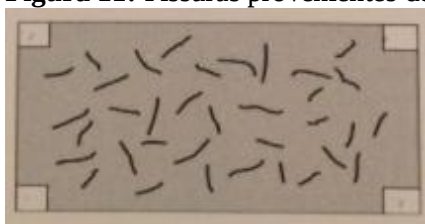
As Figuras 10 e 11 ilustram, de acordo com Helene (1992), a ocorrência de fissuras provenientes de retração em lajes.

**Figura 10:** Fissuras provenientes de retração em lajes



Fonte: HELENE (1992)

**Figura 11:** Fissuras provenientes de retração em lajes



Fonte: HELENE (1992)

#### 2.1.4 Reparo, recuperação, reforço e restauro

Segundo Souza e Ripper (1998), reforço é definido como um serviço que requer uma prévia de cálculo estrutural e pode ser efetuado em função da alteração das cargas das estruturas, como por exemplo, aumento da carga de utilização, ou por consequência dos danos sofridos pela estrutura, sendo o segundo caso caracterizado como trabalho de recuperação.

Para Thomaz (2007), os reparos definitivos em estruturas só poderão ser executados após o conhecimento das causas e origens do problema causador das manifestações patológicas. Os métodos de recuperação devem sempre se basear nas medidas preventivas recomendadas para que a solução corretiva adotada seja de fato eficiente. Ao se tratar de recalques de fundação, por exemplo, a recuperação em si do componente fissurado é a parte menos importante para a resolução do problema, visto que é necessário avaliar a movimentação da estrutura e o reparo somente poderá ser realizado após a paralisação total do movimento da edificação.

Lapa (2008) diferencia os conceitos apresentados nesse subitem, onde reparo representa pequenas correções realizadas na estrutura, recuperação visa devolver à estrutura as características originais de desempenho perdidas e reforço consiste em aprimorar o desempenho da mesma.

Para Souza e Ripper (1998), as estruturas podem apresentar-se doentes em diferentes graus, sendo necessário realizar intervenção para assegurar a sua integridade. Quando os serviços interventivos realizados não empregarem o uso de materiais que visam aumentar ou reconstituir capacidade portante da estrutura, são chamados de serviços de reparo ou recuperação estrutural. Em contrapartida, quando tais materiais forem utilizados visando aumentar a capacidade de carga da estrutura, o serviço é denominado reforço.

Ainda de acordo com os autores, os trabalhos de reforço são necessários em estruturas de concreto que, por motivos diferenciados, necessitem aumentar a capacidade portante da estrutura, correção de falhas com origem em projeto ou em execução, modificar o uso para qual se destina, regeneração da capacidade portante (perdida devido a acidentes), modificações arquitetônicas que influenciem na estrutura ou ate mesmo regeneração devido a desgastes ou deterioração estrutural.

Para Peres (2001), os trabalhos correspondentes a restauro de estruturas são indicados para edificações históricas, consideradas como Patrimônio ambiental Urbano. Levando em considerações o seu valor histórico que corresponde a cultura dos povos, são de extrema valia a recuperação e conservação de tais edificações.

#### 2.1.5 Método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)

Segundo Sotille (2014), a ferramenta GUT é um método para tomada de decisão, criado por Kepner e Tegoe em 1981 e serve para avaliar um determinado problema de acordo

com sua gravidade, urgência e tendência, auxiliando na tomada de decisão racional.

Sotille (2014) classifica esse método como uma ferramenta para tomada de decisão onde se podem priorizar as ações a serem tomadas a respeito de um determinado problema de forma racional. Essa ferramenta responde a três perguntas importantes antes de tomar qualquer decisão acerca de algum problema, sendo elas: O que devemos fazer primeiro? Por quê? Por onde começar?

De acordo com Cesar (2013), os três fatores avaliados nessa ferramenta são classificados individualmente, onde a gravidade avalia o impacto que o problema pode ocasionar no cenário em que está sendo avaliado. A urgência relaciona o tempo necessário para tomada de decisão e posterior resolução do problema e, leva em consideração também os danos que ocorrerão caso o problema não seja sanado. Já a tendência, analisa o potencial que o problema tem de crescer e se alastrar, ou até mesmo de redução/desaparecimento do mesmo.

Sotille (2014) cita ainda que, é de extrema importância classificar os três fatores em uma escala de um a cinco, onde em cada um dos itens Gravidade, Urgência e Tendência é estabelecido um critério onde o número um é classificado como pouca prioridade e o número cinco como o caso mais grave do fator avaliado no momento, visto que ao final da aplicação do método, os fatores podem ser multiplicados.

Para efeitos deste trabalho, os valores adotados para cada um dos fatores (gravidade, urgência e tendência) foram somados.

## CAPÍTULO 3

### 3.1 METODOLOGIA

#### 3.1.1 Tipo de estudo e desenvolvimento metodológico

A pesquisa desenvolvida tratou de forma qualitativa, quantitativa e descritiva os temas abordados. Sendo qualitativa, pois avaliou-se cada problema, identificando o risco que o mesmo gera para a edificação. De acordo com Goldenberg (1997) a pesquisa qualitativa leva em consideração a compreensão mais ampla de determinado assunto, mas não avalia os dados de acordo com representatividade numérica.

Quantitativa, pois todos os problemas foram levantados e quantificados, de acordo com Fonseca (2002) a metodologia quantitativa é caracterizada por sua objetividade, se baseia na linguagem matemática, onde de fato quantifica os dados a fim de descrever um fato. O autor também enfatiza a importância de aliar a metodologia quantitativa com a qualitativa, onde é possível obter uma quantidade maior de dados que seriam obtidos utilizando as duas metodologias isoladas.

E por fim, descritiva, pois as situações mais relevantes foram abordadas especificadamente e discutidas de maneira específica em cada item. Segundo Lanzoni, a metodologia descritiva consiste em avaliar os dados sem que ocorra a interferência do autor do trabalho nos dados. A metodologia descritiva é utilizada para as pesquisas que visam estudar a correlação entre diferentes variáveis, no caso deste trabalho avalia a manifestação patologia e correlaciona as possíveis causas e origens das mesmas..

Os dados foram levantados a partir de inspeção visual por meio da vistoria do objeto da pesquisa, com a finalidade de levantar e estudar as manifestações patológicas presentes na estrutura do salão paroquial, localizado na cidade de Cascavel – PR.

Após a visita *in loco*, optou-se pelo mapeamento das manifestações patológicas identificadas, assim como pela pesquisa bibliográfica para que os objetivos do trabalho pudessem ser atingidos conforme fluxograma da Figura 12

**Figura 12:** Fluxograma metodológico

Fonte: Autor (2017).

### 3.1.2 Caracterização da amostra

O levantamento foi realizado em um salão paroquial localizado no bairro Alto Alegre, na cidade de Cascavel – PR, conforme a Figura 13. O lote no qual realizou-se o estudo de caso possui outras edificações além da edificação inspecionada, sendo elas uma Igreja, a secretaria da igreja e um abrigo paroquial, no entanto, o estudo foi restrito apenas às manifestações patológicas existentes no salão paroquial, ilustrado na Figura 14.

**Figura 13:** Localização da edificação na cidade de Cascavel – PR

Fonte: GEOPortal (2017)

**Figura 14:** Fachada frontal do Salão Paroquial São Pedro Apóstolo



Fonte: Google (2017)

O salão paroquial possui área de 1.740,72 m<sup>2</sup>, onde estão localizados dois mezaninos, um em cada canto do salão, o qual possui formato retangular. A edificação possui dois banheiros femininos, dois banheiros masculinos, um lavabo, um bar, uma cozinha e uma área de festas, conforme os Apêndices A, B e C.

O mezanino do lado direito possui oito salas de aulas, as quais são utilizadas para catequese, com uma área de 268,51 m<sup>2</sup> e o mezanino do lado esquerdo possui oito quartos, os quais são utilizados para realização de retiros paroquiais, com área de 329,06 m<sup>2</sup>.

O mezanino direito, os dois banheiros femininos e os dois banheiros masculinos foram interditados devido à alegação de comprometimento estrutural segundo um profissional de engenharia que acompanha a situação.

### 3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

O levantamento dos dados foi realizado por meio de inspeção visual *in loco*, onde foram realizadas vistorias técnicas no salão paroquial no período entre maio e julho de 2017.

*A priori*, as anomalias foram analisadas visualmente para posteriormente serem fotografadas. Para a coleta de dados foram utilizados os seguintes materiais:

- Câmera fotográfica digital, CANON EOS 5D;
- Marreta;

- Talhadeira;
- Trena;
- Escada.

Nas vistorias foram levantados todos os dados necessários referentes às manifestações patológicas, as quais foram identificadas, classificadas e, em alguns casos; receberam uma proposta de reparo estrutural.

#### 3.1.4 Análise dos dados

Após o levantamento dos dados, foi realizada a identificação de cada manifestação patológica por meio de revisão bibliográfica e da mesma forma, foram caracterizadas a gravidade e as prováveis causas e origens das manifestações patológicas, a fim de propor uma solução de reparo para as manifestações patológicas de risco elevado.

Os dados levantados foram tabulados e representados por meio de gráficos de frequência das manifestações patológicas. As mesmas foram classificadas quanto ao risco que apresentavam à estrutura da edificação de acordo com o método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência).

O método GUT foi elaborado por Kepner e Tegoe em 1981 e serve para classificar dados diversos, sua metodologia consiste em contribuir para a tomada de decisões conforme a prioridade que se estabelece com a classificação, no qual é possível analisar os dados e elaborar uma matriz que leva em conta a gravidade, urgência e tendência.

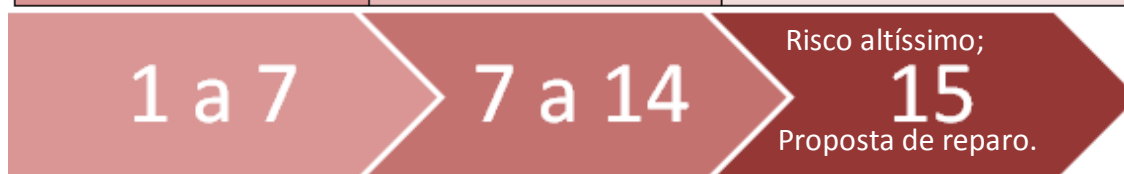
Para avaliar a gravidade, leva-se em consideração a intensidade do dano, classificando numa escala de 1 (um) a 5 (cinco), em que 1(um) é considerado sem gravidade e 5 (cinco) extremamente grave.

A urgência é determinada de acordo com a rapidez com a qual o dano deve ser reparado, para não causar maiores danos ou prejuízos, sendo classificado, também, numa escala de 1 (um) a 5 (cinco), em que 1(um) indica que não tem pressa para reparar o dano e 5 (cinco) pede ação imediata contra o dano.

A avaliação da tendência se dá por uma escala de 1 (um) a 5 (cinco), igualmente feito com a gravidade e a urgência, e leva em consideração o comportamento do dano ao longo do tempo, sendo 1 (um) classificado como um dano estável, ou seja, não vai piorar e 5 (cinco) como um dano totalmente instável, o qual pode piorar rapidamente. Os itens acima citados, inclusive a escala de classificação de gravidade, podem ser visualizados na Figura 15.

**Figura 15:** Classificação de gravidade de acordo com escala GUT

| GRAVIDADE              | URGÊNCIA                  | TENDÊNCIA                     |
|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 = SEM GRAVIDADE      | 1 = NÃO TEM PRESSA        | 1 = NÃO VAI PIORAR            |
| 2 = POUCO GRAVE        | 2 = PODE ESPERAR UM POUCO | 2 = VAI PIORAR EM LONGO PRAZO |
| 3 = GRAVE              | 3 = O MAIS CEDO POSSÍVEL  | 3 = VAI PIORAR EM MÉDIO PRAZO |
| 4 = MUITO GRAVE        | 4 = COM ALGUMA URGÊNCIA   | 4 = VAI PIORAR EM POUCO TEMPO |
| 5 = EXTREMAMENTE GRAVE | 5 = AÇÃO IMEDIATA         | 5 = VAI PIORAR RAPIDAMENTE    |



Fonte: AUTOR (2017)

Após avaliar os dados conforme sua gravidade, urgência e tendência, é elaborada uma matriz, na qual faz-se a soma dos resultados obtidos para cada item, em cada dado. O valor total obtido pela soma de G+U+T revela a prioridade de reparo dos danos, em que se determinou, para efeitos deste trabalho, que os dados que apresentarem classificação GUT entre 1 (um) e 7 (sete), serão classificados como risco inexistente a leve. Os dados que obtiverem classificação GUT entre 8 (oito) e 14, serão classificados como risco médio a alto e, concluindo, os dados que possuírem classificação 15 na escala GUT, além de serem classificados como risco altíssimo, receberão uma proposta de reparo.

## CAPÍTULO 4

### 4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1.1 Visita ao local

Na vistoria *in loco*, foram encontradas inúmeras anomalias na edificação, as quais foram quantificadas por meio do Quadro 1. As anomalias predominantes foram as fissuras, as quais possuem causas distintas e serão discutidas no decorrer do trabalho.

**Quadro 1:** Resumo geral das manifestações patológicas

| AMBIENTE                                      | MANIFESTAÇÃO | OBSERVAÇÃO                                                                                                    |
|-----------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fachada                                       | Fissura      | Fissura com inclinação a 45 graus, acompanhando extensão da parede e ultrapassando para a parede transversal. |
| Consolos dos pilares pré-moldados             | Fissura      | Fissura nos consolos dos pilares no ponto de recalque                                                         |
| Fachada oeste - lateral esquerda da porta (3) | Fissura      | Fissura vertical na lateral do pilar pré-moldado                                                              |
| Fachada oeste - lateral direita da porta (3)  | Fissura      | Fissura vertical na lateral do pilar pré-moldado                                                              |
| Marquise das portas (1) e (2)                 | Fissura      | Fissura horizontal acompanhando toda a extensão da marquise                                                   |
| Marquise da porta (2)                         | Fissura      | Fissura horizontal na "laje" da marquise                                                                      |
| Marquise da porta (1)                         | Fissura      | Fissura horizontal com acompanhamento vertical, na junção entre pilar/viga e alvenaria.                       |
| Marquise da porta (3)                         | Fissura      | Fissura horizontal acompanhando toda a extensão da marquise                                                   |

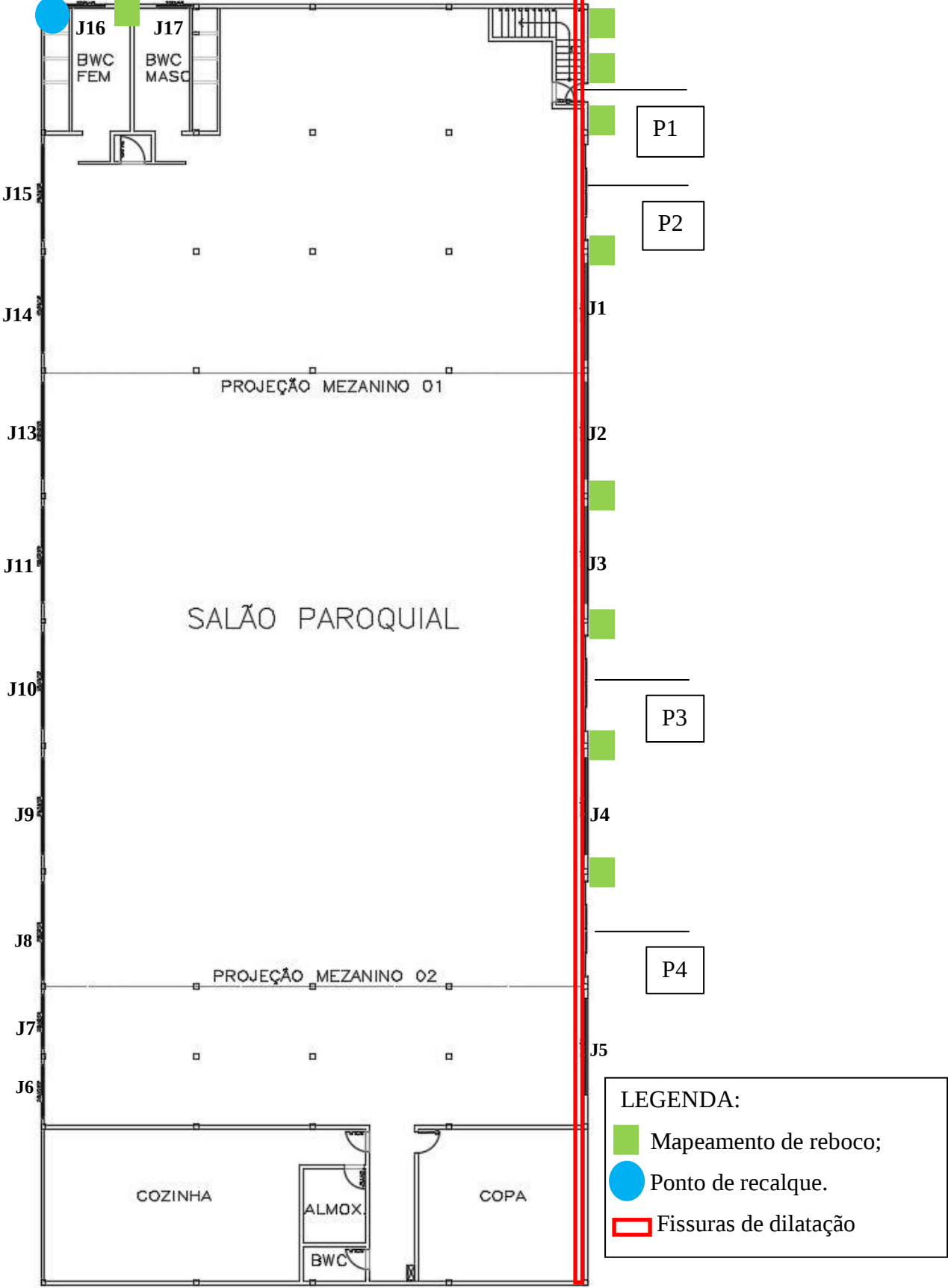
|                                  |                      |                                                                              |
|----------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Lateral direita da porta (4)     | Fissura              | Fissura vertical na junção entre pilar e alvenaria                           |
| Marquise da porta (4)            | Fissura              | Fissura horizontal acompanhando toda a extensão da marquise                  |
| Entre janela e marquise 3        | Fissura              | Fissura horizontal com leve inclinação no canto direito                      |
| Acima da porta 4                 | Fissura              | Fissura horizontal com processo de infiltração                               |
| Entre porta e janela             | Mapeamento de reboco | Mapeamento de reboco/textura com processo de infiltração                     |
| Acima da porta (3)               | Mapeamento de reboco | Manchas de infiltração de água através da marquise e do mapeamento de reboco |
| Entre porta e janela             | Mapeamento de reboco | Mapeamento de reboco/textura com processo de infiltração e apodrecimento     |
| Acima da porta (4) e na marquise | Mapeamento de reboco | Manchas de infiltração de água através da marquise e do mapeamento de reboco |
| Fachada lateral                  | Mapeamento de reboco | Ao longo de toda a fachada                                                   |

Fonte: Autor, (2017)

Da mesma forma, observou-se também a presença de infiltrações, oxidação das esquadrias em alumínio, fissuras com mapeamento de reboco, ausência de impermeabilização em marquises e desconformidade na instalação das pingadeiras das janelas.

Optou-se ainda por apresentar um mapeamento dos problemas identificados, conforme Figuras 16, 17 e 18 para que a discussão fosse facilitada, sendo utilizada a legenda apresentada na Figura 16. A legenda foi meramente ilustrativa, sendo utilizada apenas para diferenciar os tipos de manifestações patológicas e a sua localização, não sendo utilizadas para demonstrar a gravidade dos problemas.

Figura 16: Indicando planta baixa do pavimento térreo da edificação



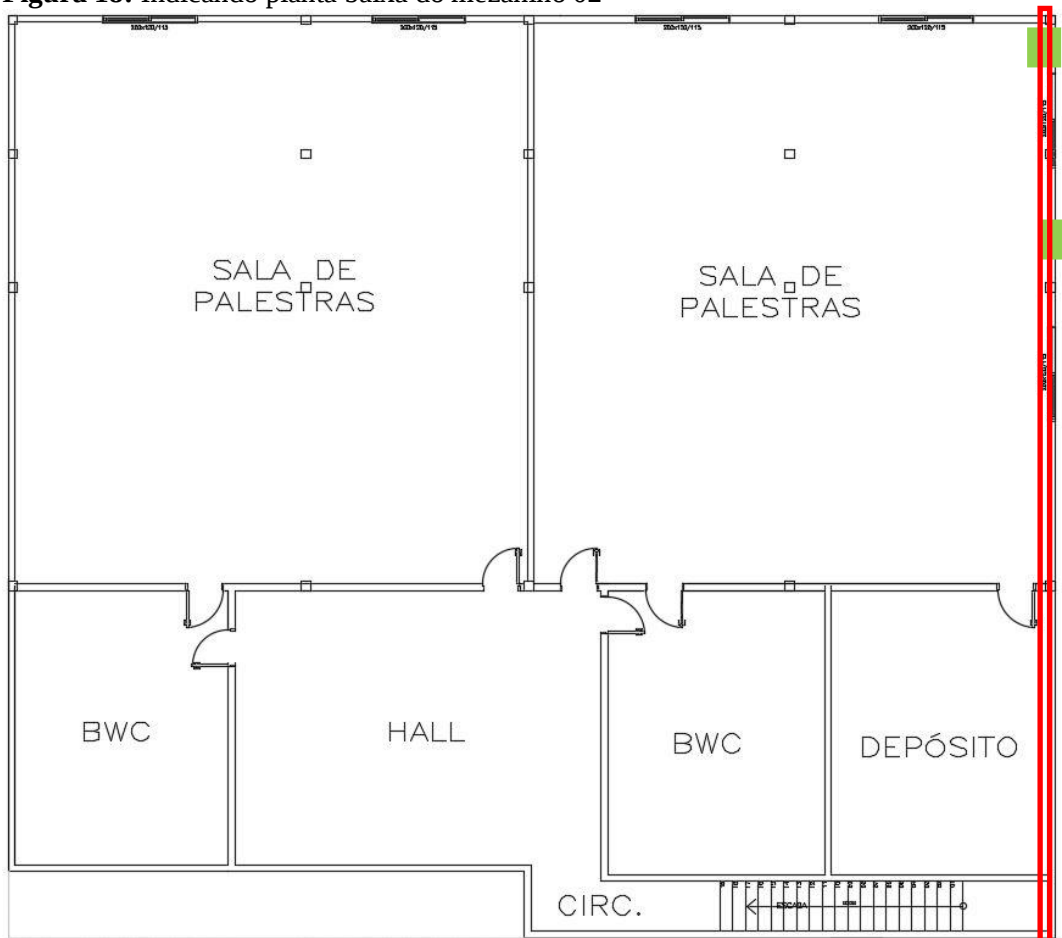
Fonte: Autor (2017).

**Figura 17:** Indicando planta baixa do mezanino 01



Fonte: Autor (2017).

**Figura 18:** Indicando planta baixa do mezanino 02



Fonte: Autor (2017).

Por meio da análise e do mapeamento das manifestações patológicas constatou-se que a grande maioria das anomalias não afetaram a estrutura da edificação, com exceção do ponto de recalque, que possui fissuras nos elementos estruturais.

A maior parte das anomalias encontra-se tangenciando os elementos estruturais como pilares e vigas, no entanto não afetam a estrutura dos mesmos.

De acordo com a metodologia adotada para classificação das anomalias, o Quadro 2 demonstra a ordem de prioridade de reparo das anomalias conforme matriz GUT.

**Quadro 2:** Classificação das anomalias de acordo com a escala GUT

| PROBLEMA                                             | Gravidade                 | Urgência                      | Tendência | Prioridade |
|------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------|------------|
| 1. FISSURAS DEVIDO A RECALQUE DIFERENCIAL            | 5                         | 5                             | 5         | 15         |
| 2. FISSURAS DEVIDO A DILATAÇÃO TERMICA DOS MATERIAIS | 2                         | 2                             | 2         | 6          |
| 3. FISSURAS MAPEADAS (REBOCO)                        | 2                         | 1                             | 3         | 6          |
| GRAVIDADE                                            | URGÊNCIA                  | TENDÊNCIA                     |           |            |
| 1 = SEM GRAVIDADE                                    | 1 = NÃO TEM PRESSA        | 1 = NÃO VAI PIORAR            |           |            |
| 2 = POUCO GRAVE                                      | 2 = PODE ESPERAR UM POUCO | 2 = VAI PIORAR EM LONGO PRAZO |           |            |
| 3 = GRAVE                                            | 3 = O MAIS CEDO POSSÍVEL  | 3 = VAI PIORAR EM MÉDIO PRAZO |           |            |
| 4 = MUITO GRAVE                                      | 4 = COM ALGUMA URGÊNCIA   | 4 = VAI PIORAR EM POUCO TEMPO |           |            |
| 5 = EXTREMAMENTE GRAVE                               | 5 = AÇÃO IMEDIATA         | 5 = VAI PIORAR RAPIDAMENTE    |           |            |

Fonte: AUTOR (2017)

De acordo com o descrito no item **3.1.4 Análise dos dados**, a análise foi realizada por meio da Matriz GUT, na qual obteve-se que as fissuras provenientes de recalque diferencial possuem classificação 15 e necessitam de ação imediata, visto que podem agravar o caso rapidamente, encontrando-se em estado crítico, no entanto, todas as manifestações patológicas apresentadas no Quadro 2 serão descritas, brevemente, no próximo item.

#### 4.1.2 Manifestações patológicas

Conforme as manifestações levantadas e apresentadas anteriormente, pode-se discutir as manifestações com maior gravidade conforme a classificação GUT.

#### 4.1.2.1 Fissuras mapeadas (reboco)

As fissuras mapeadas formam um aglomerado, mapeando o revestimento da fachada, devido às fissuras, ocorre um processo de infiltração. Algumas fissuras mapeadas presentes na edificação podem ser visualizadas nas Figuras 19 e 20.

**Figura 19:** Fissuras mapeadas na fachada da edificação



Fonte: AUTOR (2017)

**Figura 20:** Fissuras mapeadas na fachada da edificação



Fonte: AUTOR (2017)

De acordo com a escala GUT, utilizada para classificação das anomalias quanto à ordem de prioridade de manutenção, as fissuras de dilatação térmica estão caracterizadas com prioridade 6 (seis).

➤ **Fissuras mapeadas:**  $G + U + T = \text{PRIORIDADE}$   
 $2 + 1 + 3 = 6$

De acordo com Peña (2004), a causa das fissuras mapeadas pode ocorrer devido à retração da argamassa, onde os fatores que influenciam tal manifestação patológica são: excesso de água de amassamento, excesso de finos nos agregados e a exposição às variações térmicas e de umidade.

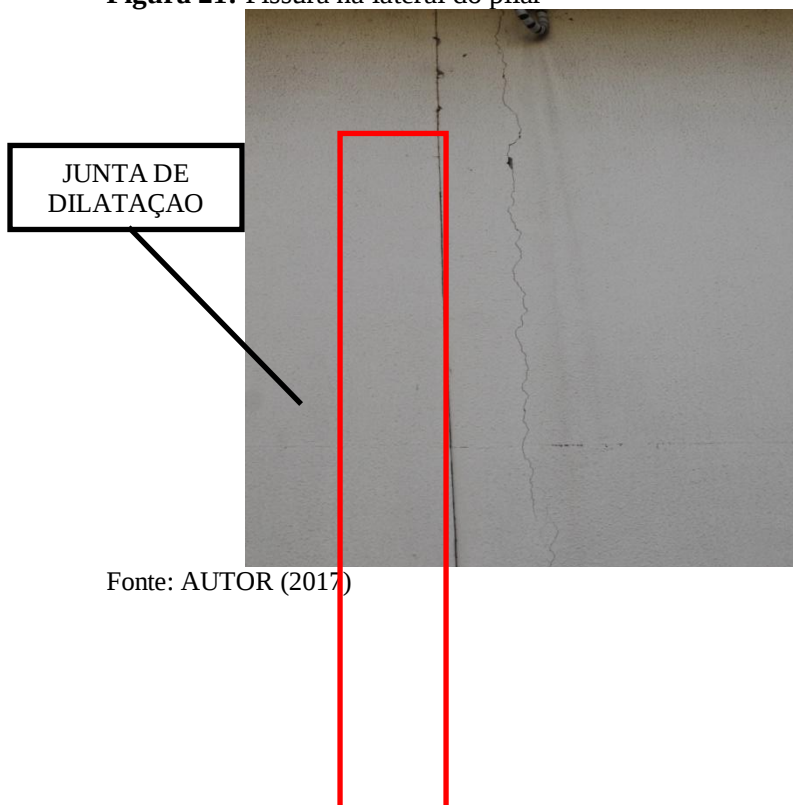
Além dos itens citados anteriormente a causa desta manifestação ainda pode ser atribuída à falta de manutenção na pintura da edificação, que favorece o ataque de agente externos agressivos.

A origem desta manifestação patológica pode ser atribuída a princípio à execução, visto que em caso de retração da argamassa, as fissuras poderiam ser evitadas executando um traço mais adequado levando em consideração as questões climáticas da região e, no caso da pintura, a origem seria atribuída à manutenção em desconformidade da edificação.

#### 4.1.2.2 Fissuras por ocorrência de dilatação térmica dos materiais

As fissuras verticais acompanhando a extensão do pilar e horizontais, na região superior da parede, próximo à laje, fazem parte de 31% das anomalias quantificadas na edificação e possivelmente foram causadas por movimentações térmicas diferenciais e/ou higroscópicas. Conforme as Figuras 21, 22 e 23.

**Figura 21:** Fissura na lateral do pilar



Fonte: AUTOR (2017)

**Figura 22:** Fissura na junção entre viga, pilar e alvenaria



Fonte: AUTOR (2017)

**Figura 23:** Fissura nas laterais do pilar



Fonte: AUTOR (2017)

De acordo com a escala GUT, utilizada para classificação das anomalias quanto à ordem de prioridade de manutenção, as fissuras de dilatação térmica estão caracterizadas com prioridade 6 (seis).

- **Fissuras devido à dilatação térmica dos materiais:**  $G + U + T = \text{PRIORIDADE}$   
 $2 + 2 + 2 = 6$

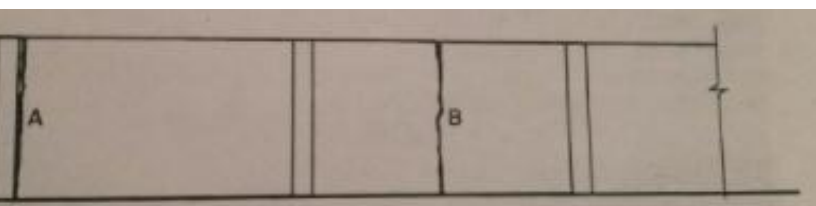
De acordo com Thomaz (2007), os elementos de uma estrutura estão suscetíveis às variações de temperatura sazonais e diárias, tal fato acarreta na variação dimensional dos materiais utilizados para a construção da edificação.

Tais variações dimensionais podem ser diferenciadas, como por exemplo, na junção de dois elementos construtivos diferentes, onde cada elemento possui um coeficiente de dilatação térmica diferenciado e, cada um, se comporta de maneira diferente quando na presença de variação térmica.

As variações térmicas podem ser caracterizadas por dilatação ou contração. No caso da edificação inspecionada, tal fato ocorre na junção entre a estrutura em concreto (pré-moldada) e a alvenaria, onde o tijolo cerâmico, a argamassa e o concreto possuem coeficientes de dilatação diferenciados, ocasionando a fissuração acompanhando o contorno do pilar.

De acordo com Thomaz (2007), em muros de grande extensão podem ocorrer fissuras devido a movimentações térmicas, sendo elas tipicamente verticais e ocorrem no encontro entre os pilares e a alvenaria ou até mesmo no próprio corpo da alvenaria, conforme Figura 24.

**Figura 24:** Fissura na junção entre pilar/alvenaria (A) e no corpo da alvenaria (B)



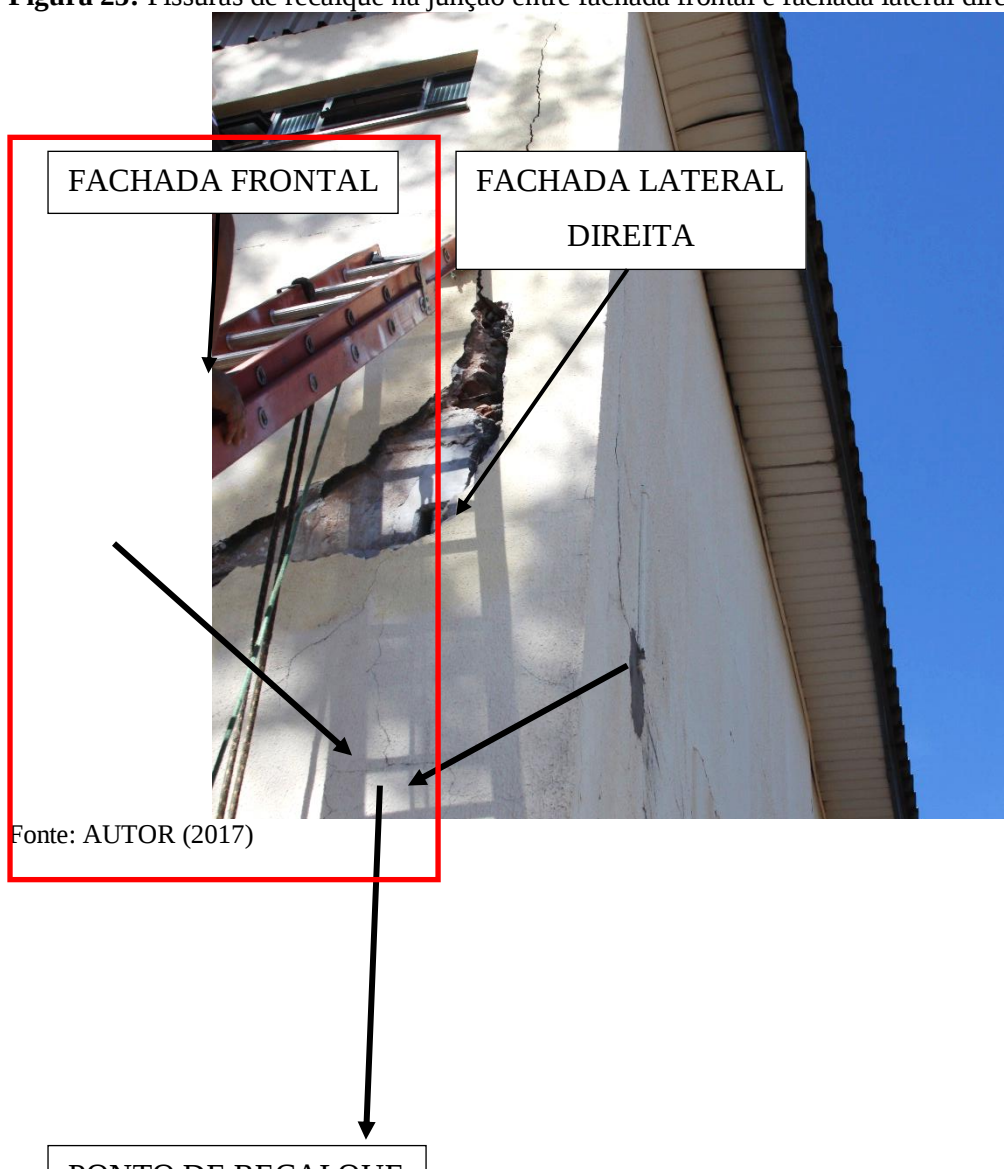
Da mesma forma que ocorre em muros, a fissura na junção entre o pilar e a alvenaria também ocorre em paredes de grande extensão, que é o caso do salão paroquial avaliado, no entanto, no caso da edificação analisada, a fissuração acompanha além da junção entre o pilar e a alvenaria, a junção entre a viga e a alvenaria.

As fissuras provenientes de movimentações térmicas possivelmente possuem origem nos materiais utilizados, devido às propriedades de dilatação dos mesmos ou na execução da edificação devido à ausência de amarração entre a alvenaria e o elemento estrutural.

#### 4.1.2.3 Recalque diferencial – Fissuras

As fissuras provenientes de recalque diferencial acompanham a extensão do pilar e descem diagonalmente ao sentido contrário ao ponto de recalque, conforme pode ser visualizado na Figura 25.

**Figura 25:** Fissuras de recalque na junção entre fachada frontal e fachada lateral direita



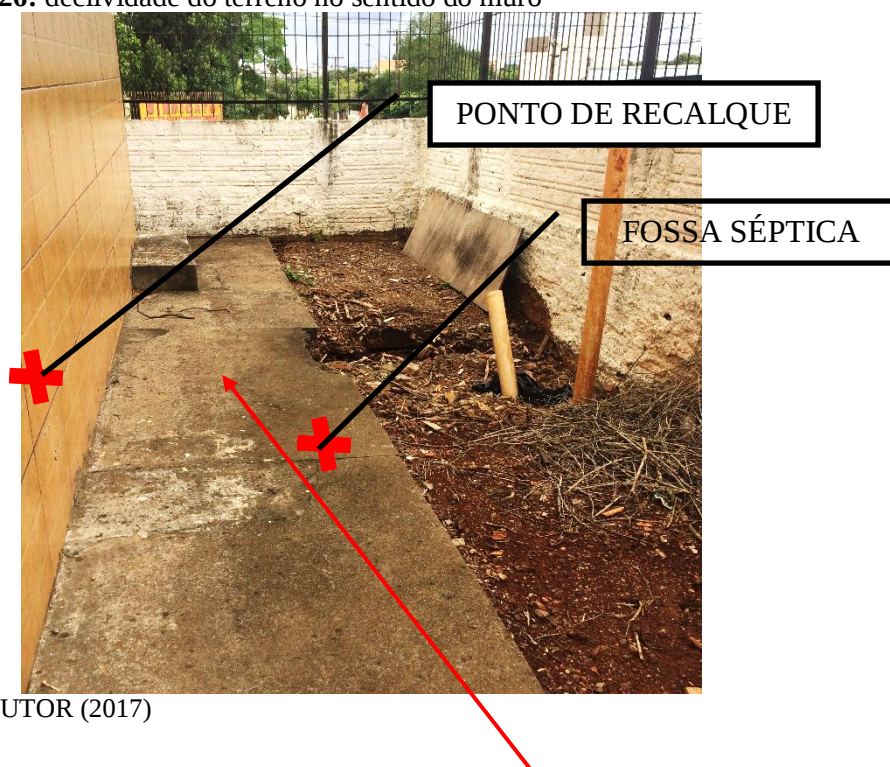
De acordo com a escala GUT, utilizada para classificação das anomalias quanto à ordem de prioridade de manutenção, as fissuras provenientes de recalque diferencial da fundação estão caracterizadas com prioridade 15 (quinze).

- **Fissuras devido a recalque diferencial da fundação:**  $G + U + T = PRIORIDADE$   
 $5 + 5 + 5 = 15$

No caso da edificação em questão, a causa das fissuras provenientes de recalque diferencial da fundação se dá pela existência de uma fossa séptica na lateral da edificação, a qual, além de não estar em uso, não foi desativada de acordo com as normas específicas.

Além do exposto acima, o terreno possui declividade sentido ao muro, o qual não possui escoamento das águas pluviais e, quando na presença de chuvas torrenciais, gera um acúmulo de água no canto do muro, região próxima à fossa e ao ponto de recalque da edificação, conforme indicado na Figura 26.

**Figura 26:** declividade do terreno no sentido do muro



Fonte: AUTOR (2017)

Um fato aliado ao outro, ocasionou o carreamento do solo para dentro da fossa, gerando um alívio de tensões na região da fundação da edificação, o que ocasionou o recalque diferencial.

De acordo com Thomaz (2007), o solo é constituído de partículas sólidas envoltas em água, ar e matéria orgânica, onde sob o efeito de cargas externas está suscetível a deformações diferenciadas caracterizadas como recalque, tal fato acarreta em manifestações patológicas

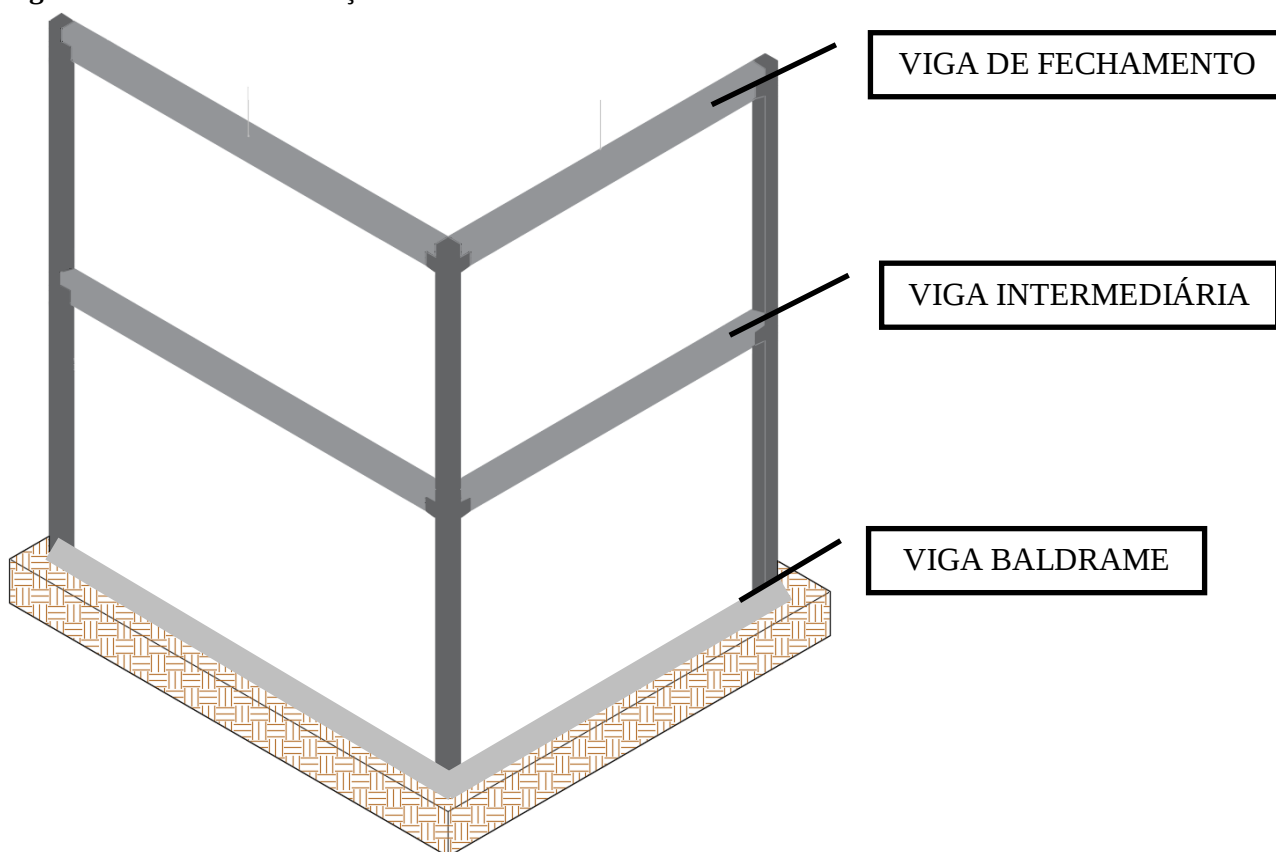
que segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2015), a manifestação patológica reconhecível devido à movimentação das fundações é a fissuração de elementos estruturais.

Além do exposto, a edificação não possui viga de fechamento, conforme pode ser visualizado na Figura 27, sendo que o elemento citado é necessário para estabilidade global da edificação, conforme ilustrado na Figura 28.

**Figura 27:** Ausência da viga de fechamento



Fonte: AUTOR (2017)

**Figura 28:** Modelo de execução de elementos estruturais

Fonte: AUTOR (2017)

Tais anomalias têm origem em um possível erro de projeto e execução, visto que, buscou-se, para fins deste trabalho, maiores informações sobre a edificação e obteve-se as seguintes informações: a edificação não possui projeto arquitetônico, estrutural e demais complementares e, além disso, a execução não foi acompanhada por profissional habilitado para tal, aliado ao exposto, a edificação foi construída no ano de 2002 e não passou por nenhum tipo de manutenção desde então.

Para realizar o reparo da estrutura, sugere-se; primeiramente, a estabilização do ponto de recalque, item imprescindível para proceder com qualquer tipo de manutenção, pois de acordo com Thomaz (2007) é necessário avaliar a movimentação da estrutura e o reparo somente poderá ser realizado após a paralisação total da movimentação de recalque da edificação.

Levando em consideração as circunstâncias em que a edificação se encontra, é necessário aterrar a fossa séptica, para que o recalque não volte a ocorrer. Após aterramento da fossa, sugere-se a execução de um sistema de drenagem das águas pluviais, visto que a água costuma acumular no canto do lote, na junção entre os muros da fachada frontal e fachada lateral (direita).

Com a drenagem executada, é necessário demolir as alvenarias externas (fachada frontal e fachada lateral direita), a fim de diminuir o peso exercido nos consolos que encontram-se danificados.

Com a demolição das alvenarias realizada, o próximo passo é a estabilização do ponto de recalque, por meio de reforço da fundação, no entanto, é imprescindível tomar cuidado com o tipo de fundação adotada, visto que não pode ocorrer vibração durante a execução, pois a edificação encontra-se em estado crítico.

Após a realização do reforço da fundação, sugere-se a inserção de consolos metálicos, para evitar a substituição total dos elementos estruturais danificados. O último passo do reparo é a execução da alvenaria, demolida para realizar os procedimentos. Maiores informações e discussões serão apresentadas no item 4.1.4 Ações para desinterdição do local.

#### 4.1.3 Ações para desinterdição do local

A situação mais crítica de acordo com a escala GUT foi o ponto de recalque, na região de junção entre a fachada frontal e fachada lateral direita, onde a mesma obteve grau 15 e foi classificada com risco altíssimo. Nesse caso, a interdição do local torna-se válida levando em consideração que a edificação estava em risco de ruína devido ao comprometimento dos elementos estruturais conforme Figura 29.

**Figura 29:** Consolo fissurado



Fonte: AUTOR (2017)

A proposta de reparo sugerida pelo presente trabalho foi acatada pelos responsáveis pela edificação e supervisionada por um profissional da área de Engenharia Civil habilitado para tal. Neste caso a equipe foi composta por um Engenheiro Civil e o autor deste trabalho.

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho foram feitas as intervenções sugeridas para a desinterdição do local, sendo possível, então, apresentar neste item o resumo das ações realizadas. Para melhor entendimento, a descrição das ações foi dividida em 13 (treze) etapas, sendo estas descritas na sequência.

### **1. Aterramento da fossa séptica:**

Inicialmente realizou-se o aterramento da fossa séptica que está em desuso, pois a mesma encontra-se a menos de dois metros da fundação comprometida da edificação e contribuía diretamente para o acontecimento do recalque diferencial.

### **2. Demolição da alvenaria dos muros e das paredes internas e externas da região interditada:**

A fim de diminuir a carga exercida sobre a fundação, a demolição da alvenaria foi um item importantíssimo realizado, pois as paredes exerciam um peso sobre os consolos dos pilares pré-moldados que se encontravam comprometidos.

### **3. Realinhamento dos pilares por meio de tirantes metálicos:**

O pilar de canto encontrava-se desalinhado, pendendo para o lado de fora da edificação, devido à ausência de viga de fechamento. Ainda com as alvenarias demolidas,

realizou-se o realinhamento dos pilares por meio de tirantes metálicos. Os quais permaneceram nos pilares até o reforço da fundação ser executado.

#### **4. Escoramento da laje por meio de escoras de eucalipto:**

O escoramento realizado na laje por meio de escoras de eucalipto conforme Figura 30, foi necessário a fim de evitar que a laje cedesse, visto que as vigas seriam posteriormente erguidas por meio de macacos mecânicos.

**Figura 30:** Escoramento da laje por meio de escoras de eucalipto



Fonte: AUTOR (2017)

#### **5. Escorar as vigas por meio de pilares metálicos para evitar a torção dos elementos de concreto pré-moldado:**

O escoramento realizado tanto na laje, por meio de escoras de eucalipto, quanto nas vigas, por meio de pilares metálicos conforme Figura 31, foi necessário a fim de evitar que a laje cedesse e as vigas sofressem momento torsor, levando em consideração a posterior suspensão da estrutura da edificação, por meio de macacos mecânicos.

**Figura 31:** Escoramento da viga por meio de pilares metálicos



Fonte: AUTOR (2017)

**6. Escavação do solo e preparação do mesmo para receber o reforço da fundação:**

Realizou-se a demolição dos muros por meio de retroescavadeira e também a escavação do solo, a fim de encontrar a fundação e repará-la.

**7. Execução da estaca-mega para reforço da fundação existente, tanto escavação quanto concretagem do bloco:**

A estaca-mega foi realizada em total acordo com a NBR 6122/2010, por empresa habilitada e reconhecida na cidade de Cascavel – PR e região. A estaca foi cravada no solo por meio de macaco hidráulico, sem nenhuma vibração, contribuindo para a integridade da estrutura em sua totalidade. Tal procedimento pode ser visualizado na Figura 32.

**Figura 32:** Estaca-mega executada, antes da concretagem



Fonte: AUTOR (2017)

**8. Realinhamento da laje da estrutura, com a utilização de macacos mecânicos, a fim de erguer a laje que cedeu 4 (quatro) centímetros:**

Após a concretagem do bloco da estaca e seu respectivo período de cura, foi executado o nivelamento da laje, por meio de macacos mecânicos, conforme Figuras 33 e 34, com o auxílio de escoras metálicas, fabricadas na medida certa para o escoramento entre a viga intermediária e o macaco mecânico, o qual encontrava-se apoiado na viga baldrame.

**Figura 33:** Levantamento da laje com macaco mecânico



Fonte: AUTOR (2017)

**Figura 34:** Escoramento em macacos mecânicos



Fonte: AUTOR (2017)

**9. Execução dos consolos metálicos para substituição dos consolos pré-moldados que encontravam-se condenados:**

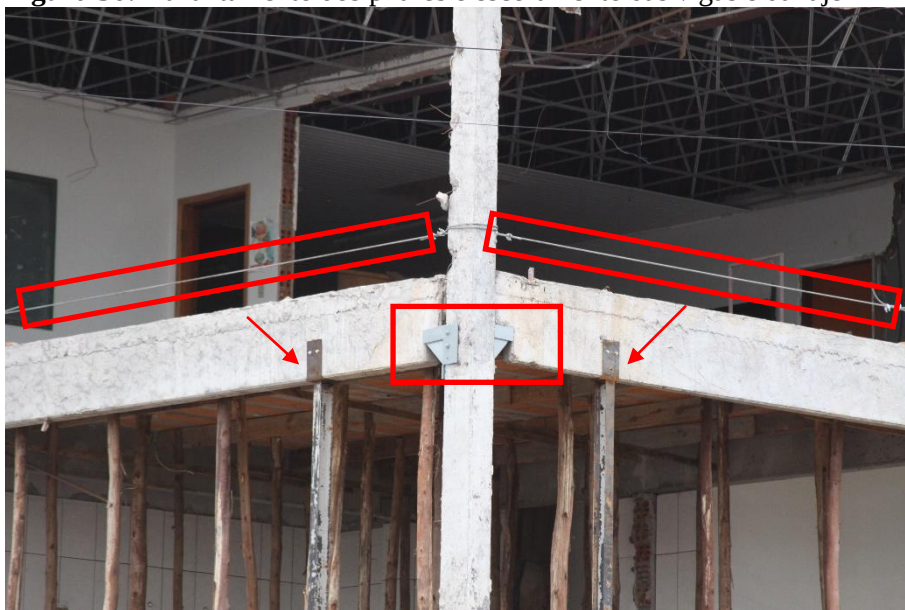
Os consolos existentes foram demolidos, conforme a Figura 35, pois já não exerciam sua função estrutural necessária aos esforços solicitantes da presente edificação. A laje e as vigas encontravam-se escoradas e os pilares atirantados quando foram executados os consolos metálicos, conforme visualizado nas Figuras 36 e 37, por empresa habilitada na cidade de Cascavel – PR.

**Figura 35:** Consolos demolidos e estrutura escorada



Fonte: AUTOR (2017)

**Figura 36:** Atirantamento dos pilares e escoramento das vigas e da laje



Fonte: AUTOR (2017)

**Figura 37:** Substituição dos consolos existentes por consolos metálicos



Fonte: AUTOR (2017)

#### **10. Execução das vigas de fechamento:**

Após retirar as escoras da edificação, foram executadas as vigas de fechamento na região de junção entre a fachada frontal e fachada lateral direita.

#### **11. Execução das paredes em DRYWALL na região interna da laje, devido ao peso específico das paredes em gesso acartonado ser inferior ao da alvenaria:**

As paredes internas da região afetada foram demolidas, a fim de diminuir o peso exercido sobre a fundação e elementos estruturais comprometidos. Após realizar os passos do

1 (um) ao 11 (onze), optou-se por executar paredes de divisórias para as salas de aula e banheiros do mezanino 01 em gesso acartonado (DRYWALL), também executados por empresa especializada e reconhecida na cidade de Cascavel – PR e região.

### **12. Execução da alvenaria de fechamento:**

A alvenaria de fechamento convencional foi executada por profissionais da construção civil contratados e acompanhada pelo Engenheiro Civil supervisor da edificação, responsável pela execução do reparo e pela autora do presente trabalho.

### **13. Execução do chapisco, emboço, reboco, pintura (acabamentos em geral).**

Os itens necessários para a execução dos acabamentos da alvenaria foram executados pela mesma equipe citada no Item 12. Até a data de entrega do presente trabalho, pôde-se acompanhar até a execução dos acabamentos de reboco, conforme ilustrado na Figura 38. Os acabamentos de pintura e instalação de janelas serão executados no decorrer das semanas seguintes à entrega do trabalho.

**Figura 38:** Alvenaria de fechamento executada e rebocada

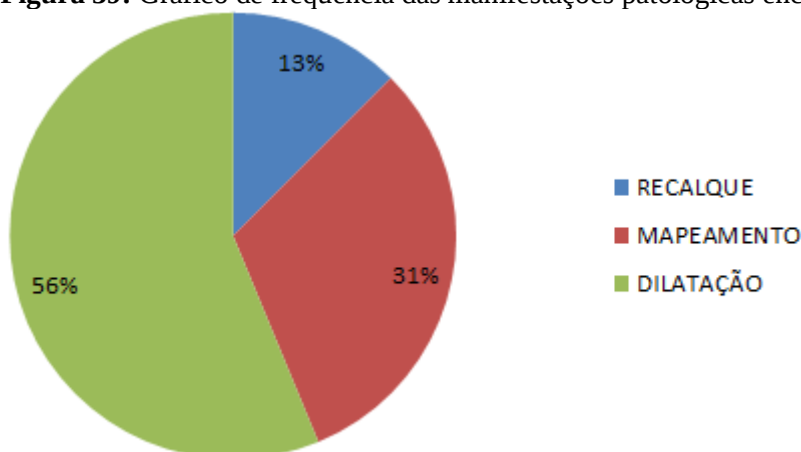


Fonte: AUTOR (2017)

#### 4.1.4 Frequência das manifestações patológicas

A Figura 39 ilustra o gráfico de frequência das manifestações patológicas mapeadas na edificação.

**Figura 39:** Gráfico de frequência das manifestações patológicas encontradas



Fonte: AUTOR (2017)

Por meio do gráfico observa-se que as anomalias de maior incidência são as fissuras mapeadas e as fissuras provenientes de dilatações térmicas/higroscópicas. Aquelas provenientes de recalque diferencial são as de gravidade altíssima, de acordo com a escala GUT. No entanto, a incidência das manifestações patológicas não resume a gravidade das mesmas.

Observam-se, ainda na Figura 39, as porcentagens obtidas no presente trabalho, onde as anomalias ocasionadas por dilatação dos materiais abrangem 56% do total das manifestações patológicas encontradas no local.

Já as anomalias caracterizadas pelas fissuras mapeadas, compreendem 31% do total e as provenientes de recalque diferencial ocupam 13% de todas as manifestações patológicas encontradas na edificação. Tais anomalias são responsáveis pela menor porcentagem em relação à incidência das mesmas na edificação, no entanto são caracterizadas por oferecer um grau de risco altíssimo à edificação, conforme escala GUT.

Durante a elaboração do trabalho uma das dificuldades encontradas foi quantificar as anomalias, devido à característica das fissuras mapeadas e de dilatação térmica, que na maioria dos casos as fissuras se encontram e acabam tornando-se uma manifestação patológica.



## CAPÍTULO 5

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados obtidos neste trabalho, conclui-se que a principal causa da interdição do local foi a ocorrência do recalque diferencial devido à existência da fossa séptica em desuso, porém não desativada de maneira correta, acarretando o comprometimento na integridade da estrutura, onde a mesma atingiu o seu ELU.

Além de fissuras na alvenaria, os elementos estruturais também sofreram manifestações patológicas, principalmente os consolos dos pilares pré-moldados. A estrutura da alvenaria convencional sofreu deslocamento com a supraestrutura, devido à ocorrência do recalque diferencial.

A fim de identificar e quantificar as anomalias presentes na edificação, foi realizado o mapeamento das anomalias em planta baixa em que as anomalias com maior incidência, ou seja, que mais se manifestaram na edificação, são as de menor gravidade quanto à escala GUT, sendo elas fissuras provenientes de dilatação dos materiais, ocupando uma porcentagem de 56% das anomalias identificadas no local e de mapeamento do revestimento argamassado, as quais são caracterizadas por 31% das manifestações patológicas existentes na edificação.

O salão paroquial possui apenas um ponto de recalque, o qual é responsável por 13% das manifestações existentes no local, sendo ele na junção entre a fachada frontal e a fachada lateral direita.

No entanto, um único ponto de recalque causou maiores danos à estrutura da edificação e levou à interdição da mesma, do que as manifestações patológicas de maior incidência como as fissuras mapeadas em praticamente toda a fachada lateral esquerda.

A proposta de reparo sugerida foi a mesma que a adotada, visto que possuía uma abordagem estritamente técnica, visando a estabilização total das movimentações provenientes de recalque e integridade da supraestrutura, onde preservou-se os elementos estruturais existentes, por meio de alívio de cargas provocados pela alvenaria e, somente após a execução de todo o reparo, a alvenaria de fechamento foi novamente executada.

Além da proposta de reparo, houve por parte da acadêmica, juntamente com o profissional Engenheiro Civil habilitado, uma ação beneficente, onde praticamente todos os reparos executados foram por meio de doações conseguidas por ambos, visando a reutilização do salão paroquial para os fins aos quais se destina.

## **CAPÍTULO 6**

### **6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

1. Verificação da eficiência do método de reparo utilizado,
2. Custo do método de reparo,
3. Comparação do custo do método adotado com outros métodos possíveis.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6118, **Projeto de Estruturas de Concreto**. 2014.

BERTOLINI, L. **Materiais de Construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo, Oficina de Textos, 2006.

CESAR, F. I. G. **Ferramentas Gerenciais Da Qualidade**. 1º. ed. São Paulo: Biblioteca24horas, Seven System International Ltda., 2013.

CINTRA, J.C.A.; AOKI, N.; ALBIERO, J. H. **Fundações diretas, projeto geotécnico**. São Paulo, Oficina de Textos, 2011.

COUTO, J. P., COUTO, A. M. **Importância da revisão de projectos na redução dos custos de manutenção das construções**. In: 3º Congresso Nacional Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007.

CUNHA, A. J. P.; LIMA, N. A.; SOUZA, V. C. **Acidentes estruturais na construção civil**. Vol. 1. São Paulo: PINI, 1996.

CUNHA, A. J. P.; LIMA, N. A.; SOUZA, V. C. **Acidentes estruturais na construção civil**. Vol. 2. São Paulo: PINI, 1998.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FREITAS, A. H. C., FRANÇA, P. M., FRANÇA T.M. **Patologias em fachadas**.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar. Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 12 Ed. Rio de Janeiro: RECORD, 2011.

GOMIDE, T. L. F.; FAGUNDES, J. C. P. N.; GULLO, M. A. **Engenharia diagnóstica em edificações**. 2 Ed. São Paulo: PINI, 2015.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. 2015. Projeto de Graduação (Bacharelado Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

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

LANZONI, H. P. **Metodologia Científica**. Ed. COC Empreendimentos Culturais. (Apostila de disciplina a distância para modalidade presencial).

LAPA, J. S.. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. 2008. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologia das fundações**. 2 Ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2015.

O Estado de São Paulo, 27 de fevereiro de 2012. Disponível em: <http://opinioao.estadao.com.br/noticias/geral,a-falta-de-engenheiros-imp-,840931>

PEÑA, M. R. G. **Estudo da fissuração associada à retração em argamassas para reparo em estruturas de concreto**. 2004. Dissertação. (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica – Universidade de São Paulo.

PERES, R. M. **Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico – um estudo de caso**. 2001. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre.

SILVA, F. B. da. Revista Técnica, Setembro de 2011. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/174/patologia-das-construcoes-uma-especialidade-na-engenharia-civil-285892-1.aspx>, 2011.

SIMONS, N.E.; MENZIES, B. K. **A short course in foundation Engineering**. Butterworth-Heinemann, 1977.

SOTILLE, M. A. **A ferramenta GUT – Gravidade, Urgência e Tendência**. PM Tech Capacitação em projetos, 2014.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989, 12ª tiragem: 2007.

APÊNDICE A – PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO



## APÊNDICE B – PLANTA BAIXA MEZANINO 01



## APÊNDICE C – PLANTA BAIXA MEZANINO 02

