



## **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Patrícia Anne Pereira da Silva

### FISSURAS EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM ALVENARIA ESTRUTURAL DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA - FAIXA 1

Palmas – TO

2017

Patrícia Anne Pereira da Silva

FISSURAS EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM ALVENARIA ESTRUTURAL DO  
PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA - FAIXA 1

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Msc. Fábio Henrique de Melo Ribeiro

Palmas – TO

2017

Patrícia Anne Pereira da Silva  
FISSURAS EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM ALVENARIA ESTRUTURAL DO  
PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA - FAIXA 1

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Msc. Fábio Henrique de Melo Ribeiro

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. M.e. Fábio Henrique de Melo Ribeiro Orientador  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA

---

Prof. M.e. Maria Carolina de Paula Estevam D' Oliveira  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA

---

Prof. Esp. Fernando Moreno Suarte Junior  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA

Palmas - TO

2017

Dedico este trabalho a Deus meu pai querido que me ilumina e me guia nos momentos de maiores dificuldades.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente e sempre, a Deus, por acalmar minhas inquietações e me incentivar sempre a lutar pelos meus ideais e atender aos meus pedidos, concedendo-me a paz e a força necessárias ao cumprimento desta missão.

A minha querida mãe Generosa Pereira da Silva e ao meu querido pai Raimundo José Correia que mesmo não presente nesses momentos acreditou no meu potencial tendo paciência e carinho.

Ao meu querido e amado esposo Gilmar Joelcio Freitas e Silva, pela parceira e compreensão, tão imprescindíveis na superação de momentos difíceis sempre estando ao meu lado.

A minha família, por todos os exemplos de honestidade, luta e superação.

Ao meu orientador, Prof. Fábio Henrique de Melo Ribeiro, pela paciência e contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos, que conheci durante o curso que nessa jornada compartilhamos as mesmas alegrias, as mesmas apreensões.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA, por compartilharem os seus conhecimentos, difundindo a educação e contribuindo ao nosso futuro.

Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de VENCER. Mahatma Gandhi

## RESUMO

SILVA, Patrícia Anne Pereira da. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural do Programa Minha Casa Minha Vida – faixa 1**. 2017.72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2017.

Com o desenvolvimento de programas habitacionais para sanar o déficit de moradias, o Governo Federal lançou em 2009 o Programa Minha Casa Minha Vida com o intuito de subsidiar a aquisição de moradias para famílias de baixa renda. Para suprir essas demandas de moradias populares o sistema de alvenaria estrutural ganhou amplo espaço, principalmente pelo custo e rapidez de execução, rapidez esta, que abre espaço para possíveis manifestações patológicas, se não executada corretamente. O objetivo deste trabalho é avaliar os mecanismos de formação de fissuras encontradas nos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Palmas – TO. Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizadas inspeções nos quatro conjuntos habitacionais do programa, estas inspeções tinham por finalidade identificar os tipos mais frequentes de fissuras e os mecanismos de formação das mesmas posteriormente as análises de projetos para propor a recuperação destas manifestações. Diante do conhecimento dos mecanismos de formação destas patologias, haja vista que há uma grande carência de um sistema de controle de qualidade com rigorosa fiscalização na execução dessas obras, acaba por tornar as habitações populares vulneráveis a essas patologias.

Palavras-chaves: Programa habitacional; Moradias populares; Fiscalização de obras; Fissuras.

## ABSTRACT

SILVA, Patrícia Anne Pereira da. **Fissures in residential buildings in structural masonry of the My House My Life Program - band 1.** 2017. 72 f. Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO, 2017.

With the development of housing programs to address the housing shortage, the Federal Government launched the My House My Life Program in 2009 with the purpose of subsidizing the acquisition of housing for low-income families. To meet these demands of popular housing the structural masonry system has gained ample space, mainly for the cost and speed of execution, speed, which opens space for possible pathological manifestations, if not executed correctly. The objective of this work is to evaluate the mechanisms of formation of cracks found in the projects of the My House My Life Program in the city of Palmas - TO. For the development of the research, inspections were carried out in the four housing units of the program, these inspections were aimed at identifying the most frequent types of cracks and the mechanisms of formation of the same ones later the analyzes of projects to propose the recovery of these manifestations. Faced with the knowledge of the mechanisms of formation of these pathologies, since there is a great lack of a quality control system with strict supervision in the execution of these works, it ends up making the popular dwellings venerable to these pathologies.

Keywords: Housing program; Popular villas; Supervision of constructions; Fissures.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Programa Pró - Moradia .....	21
Figura 2 - Conjunto habitacional do Programa Minha Casa Minha Vida em Palmas – TO. ...	23
Figura 3 - Alvenaria estrutural de blocos de concreto.....	24
Figura 4- Unidades estruturais.....	25
Figura 5 - Argamassa de assentamento. ....	26
Figura 6 - Execução do grauteamento. ....	27
Figura 7 - Tipos de fissura e suas características.....	28
Figura 8 - Configurações típicas das fissuras em alvenaria.....	30
Figura 9 - Carregamento excessivo. ....	31
Figura 10 - Fissuras inclinadas. ....	32
Figura 11 - Fissuras de retração nas lajes. ....	33
Figura 12 - Fissuras mapeadas.....	33
Figura 13 - Fissuras por recalque de fundação. ....	35
Figura 14 - Fissuras que ocorrem numa laje de cobertura.....	36
Figura 15 - Fissura provocada pela expansão térmica da laje de cobertura. ....	36
Figura 16 - Fissuras provocadas pela expansão da argamassa de assentamento.....	37
Figura 17 - Fissuras provocadas pela expansão vertical.....	38
Figura 18 - Fissura horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo.....	39
Figura 19 - Fissuração de placas de gesso em forro. ....	39
Figura 20 - Fissuras em formato de mapa por retração plástica.....	50
Figura 21 - Fissura por movimentações Higroscópicas.....	51
Figura 22 - Fissuras por propriedades Higroscópicas dos materiais de construção. ....	52
Figura 23 - Fissura devido à má ligação dos materiais. ....	53
Figura 24 - Fissuras por movimentações térmicas. ....	54
Figura 25 - Fissura em torno da esquadria. ....	54
Figura 26 - Fissuras por movimentações higroscópica. ....	55
Figura 27 - Fissura na contra verga da janela.....	56
Figura 28 - Falta de aderência entre a contra verga e esquadria.....	57
Figura 29 - Fissura inclinada na abertura .....	57
Figura 30 - Fissura devido a retração higrotérmica dos materiais no shafts do banheiro .....	58
Figura 31 - Fissura por embutimento de conduíte.....	59
Figura 32 - Fissura próximo a luminária. ....	60

Figura 33 - Reparo com uso de tela de poliéster. ....	61
Figura 34 - Injeção de Graute em parede de alvenaria estrutural. ....	62
Figura 35 - Desvinculação entre a parede fissurada e o componente estrutural superior: a) Corte efetuado no topo da parede; b) Preenchimento com material deformável. ....	63
Figura 36 - Recuperação de fissura em alvenaria com o uso de bandagem de dessolidarização. ....	64
Figura 37 - Aplicação da tela de nylon. ....	65
Figura 38 - Recuperação da fissura por meio de abertura do sulco. ....	65

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Déficit habitacional nas regiões geográficas, Brasil - 2013-2014.....	19
Tabela 2 - Determinação de severidade de fissuras (NBR 6118).....	30
Tabela 3- Estimativa de vida útil de projeto (VUP). ....	40
Tabela 4- Distribuição dos conjuntos habitacionais estudados. ....	43
Tabela 5 - Resumo da quantidade de apartamento vistoriado. ....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Presença de fissuras mapeadas nos reservatórios .....	49
Quadro 2 – Resumo das alternativas de recuperação .....	66

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

FNHIS – Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

HBB – Programa Habitar Brasil – BID

MPa - Mega Pascal

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida

SEHAB – Secretaria de Habitação

UH – Unidade Habitacional

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	15
1.2 OBJETIVOS .....	16
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>16</b>
1.3 JUSTIFICATIVA .....	17
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1 DÉFICT HABITACIONAL NO BRASIL .....	19
2.2 PROGRAMAS HABITACIONAIS .....	20
<b>2.2.1 Programas habitacionais desenvolvidos em Palmas - TO</b> .....	<b>20</b>
2.3 PROGRAMAS MINHA CASA MINHA VIDA .....	22
2.4 ALVENARIA ESTRUTURAL .....	23
<b>2.4.1 Elementos Constituintes da alvenaria estrutural</b> .....	<b>24</b>
2.4.1.1 Unidades .....	24
2.4.1.2 Argamassa .....	25
2.4.1.3 Graute .....	26
2.4.1.4 Armaduras .....	27
2.5 PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL .....	27
2.6 DEFINIÇÃO DE FISSURAS .....	28
2.7 MECANISMOS DE FORMAÇÃO DAS FISSURAS .....	29
2.8 CLASSIFICAÇÕES DAS FISSURAS .....	30
2.9 CLASSIFICAÇÕES DAS FISSURAS QUANTO AS CAUSAS .....	31
<b>2.9.1 Carregamento Excessivo de Compressão</b> .....	<b>31</b>
<b>2.9.2 Retração</b> .....	<b>32</b>
<b>2.9.3 Recalque de fundação</b> .....	<b>34</b>
<b>2.9.4 Movimentações térmicas</b> .....	<b>35</b>
<b>2.9.5 Reações Químicas</b> .....	<b>37</b>
<b>2.9.6 Movimentações higroscópicas</b> .....	<b>37</b>
2.9 DURABILIDADE E MANUTENÇÃO .....	39
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>41</b>
3.1 PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
3.2 ANÁLISES DE DOCUMENTOS .....	41

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICA .....	42
3.4 INSPEÇÕES.....	46
3.5 MANUTENÇÕES .....	47
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>48</b>
4.1 ANÁLISES DAS ÁREAS EXTERNAS.....	48
<b>4.1.1 Fissuras de retração plástica .....</b>	<b>48</b>
<b>4.1.2 Movimentações Higroscópicas.....</b>	<b>50</b>
4.2 ANÁLISES DAS ÁREAS INTERNAS .....	51
<b>4.2.1 Fissuras causadas pelas propriedades higroscópicas dos materiais de construção.</b>	<b>51</b>
<b>4.2.2 Ligação dos materiais devido a movimentação higroscópica .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.3 Movimentações térmicas.....</b>	<b>53</b>
<b>4.2.4 Movimentações higroscópicas dos materiais.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2.5 Concentração de tensões nas esquadrias .....</b>	<b>55</b>
<b>4.2.6 Movimentação Higrotérmica dos Materiais .....</b>	<b>58</b>
<b>4.2.7 Fissuras devido à pequena espessura de cobrimento dos eletrodutos .....</b>	<b>58</b>
4.3 RECUPERAÇÕES DAS FISSURAS .....	60
<b>4.3.1 Recuperação para fissuras de retração plástica .....</b>	<b>61</b>
<b>4.3.2 Recuperação de fissuras devido à concentração de tensões nas esquadrias .....</b>	<b>61</b>
<b>4.3.3 Recuperação de fissuras por movimentações térmicas .....</b>	<b>62</b>
<b>4.3.4 Recuperação de fissuras por movimentações higroscópicas .....</b>	<b>63</b>
<b>4.3.5 Recuperação de fissuras devido à pequena espessura de cobrimento dos conduítes .....</b>	<b>64</b>
<b>4.3.6 Recuperação de fissuras devido às propriedades higroscópicas dos materiais .....</b>	<b>65</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Fundação João Pinheiro o déficit habitacional está ligado diretamente às deficiências no universo de moradias. Engloba aquelas sem condições de uso pela precariedade das construções ou desgaste da estrutura. Estima-se que o déficit brasileiro corresponde a 5,846 milhões de domicílios, dos quais 85,7% estão situados nas áreas urbanas. No Brasil, essa carência está mais concentrada na faixa de renda de até 3 salários – mínimos, o déficit nessa faixa equivale a 83,4% das habitações urbanas.

Com o crescimento populacional de 12,3% em dez anos (IBGE, 2010) e aumento do déficit brasileiro, o Governo Federal lançou em 2009 o Programa Minha Casa Minha Vida em que o Governo subsidia a aquisição de moradias para famílias de baixa renda. Os critérios utilizados para obtenção da moradia são analisados de acordo com as faixas de renda. É um importante programa, pois amplia às famílias carentes o acesso a moradias, proporcionando uma redução na desigualdade social.

Existe ampla demanda de moradia no país e pela facilidade de crédito imobiliário que até em meados de 2016 era grande, segundo dados da (Caixa Econômica Federal, 2017) estima-se que em 2016 houve um crescimento de em média 30% nas habitações populares, Com isso as obras de alvenaria estrutural ganharam amplo espaço principalmente pelo seu custo e rapidez de execução, rapidez esta que por outro lado abre espaço para possíveis prejuízos aos moradores, tendo em vista as quantidades de habitações em pequeno prazo. Com isso os mais prejudicados são os futuros moradores, pois por serem na maioria das vezes pessoas de baixo poder aquisitivo, acabam por encontrar dificuldades em realizar eventuais manutenções, devido à ausência de recursos financeiros disponíveis.

Segundo Prazeres (2017), a carência de um sistema de controle de qualidade eficaz, com rigorosa fiscalização no programa, acaba por tornar as habitações populares vulneráveis ao grande número de manifestações patológicas existentes, dentre estas estão às fissuras.

As fissuras são manifestações patológicas comuns em alvenaria estrutural, ocorrem tanto nas características físicas do material, como também devido a deficiências de projeto, especificações de materiais, execução e utilização errada do edifício.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais fatores que contribuem para os possíveis surgimento de fissuras em edifícios de alvenaria estrutural, que por consequência afete vida útil da construção?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho consiste em avaliar os mecanismos de formação das fissuras encontradas nos edifícios em alvenaria estrutural do Programa Minha Casa Minha Vida, faixa 1, localizados na cidade de Palmas – TO, buscando identificar suas possíveis causas e consequências.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as fissuras quanto a forma e a tipologia, bem como levantar as principais referências bibliográfica sobre os mecanismos e as causas geradoras;
- Diagnosticar causas e configurações típicas na geração das fissuras;
- Elencar possíveis soluções para estas manifestações patológicas nas edificações caso;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A demanda habitacional é um grande obstáculo no Brasil, sendo fruto principalmente do sistema político que até então não trabalhava no sentido de expandir o acesso à moradia, com isso se faz necessário a criação do Programa Minha Casa Minha Vida que têm como meta atingir a faixa da população de menor poder aquisitivo que é responsável por cerca de 90% do déficit habitacional. O PMCMV apresenta uma estrutura que prevê atender famílias de zero a 10 salários-mínimos.

Frente ao cenário da crise nacional o PMCMV apresenta um importante segmento na geração de renda e emprego no setor da construção civil. Logo que para sanar o déficit foram desenvolvidas práticas inovadoras, segundo o Programa de Inovação Tecnológica para maior rapidez, menos desperdícios nas construções, maior produtividade e durabilidade entre essas práticas estão *steel frame*, *BRICKAWALL*, *Wood frame*, casas de plástico e alvenaria estrutural (PINA, 2013). A mais usual em edificações são as de Alvenaria estrutural que é um sistema construtivo no qual, a própria alvenaria desempenha a função estrutural dispensando o uso de vigas e pilares, sistema que comparado com as mais usuais em edificações trabalha otimizando o tempo e custo, sendo um método construtivo que se não for bem preparado pode ocasionar manifestações patológicas dos demais tipos.

A incidência de manifestações patológicas em edificações de alvenaria estrutural e de alta relevância para toda a equipe, desde os operários até os técnicos, pois quando se tem o conhecimento dos problemas ou defeitos que possam surgir em fase de construção a chance de se cometer erros reduz muito, entre as manifestações patológicas mais frequentes estão as fissuras.

As fissuras são manifestações patológicas comuns em alvenaria estrutural, pois os materiais empregados na fabricação das unidades, tais como cerâmica, concreto e demais matérias-primas, assim como a argamassa utilizada são delicados, e apresentam baixa resistência à tração. Como a alvenaria é formada por unidades e argamassas, ela também apresenta essas características (HOLANDA 2002 *apud* SAMPAIO 2010).

Ainda segundo Prazeres (2017) as fissuras nos Empreendimentos do MCMV podem atribuir diversos aspectos, podendo ser provenientes da falta compatibilização entre projetos, uso de materiais de qualidade suspeita, falta de controle adequada dos serviços, omissão de algumas especificações do projeto e falta de cumprimento das normas pertinentes.

Um relevante programa como o MCMV, não poderia se mostrar abstraído às novas requisições da sociedade no que diz a respeito à sustentabilidade, pois deve-se buscar

constantemente a sustentabilidade de forma a igualar a proteção ambiental e viabilidade técnica/econômica em obras de engenharia.

Por este motivo este trabalho visa analisar suas causas e propor soluções para redução de fissuras e conseqüentemente à diminuição de manutenções futuras.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DÉFICT HABITACIONAL NO BRASIL

De acordo com o Ministério das Cidades (Fundação João Pinheiro, 2016), o conceito de déficit habitacional está ligado diretamente a carência nas moradias, englobando residências sem condições de uso em razão da precariedade das construções ou do desgaste da estrutura. Inclui ainda a necessidade de incremento das moradias, em função da coabitação familiar forçada, dos habitantes de baixo poder aquisitivo com dificuldades de pagar aluguel e dos locais com grande densidade.

Segundo dados da Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios (Pnad) para o ano de 2013 e 2014 (Tabela 1), a estimativa é de que o déficit habitacional no Brasil corresponde a 5,846 milhões de moradias, dos quais 5,010 milhões, ou 85,7% estão localizados nas áreas urbanas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Tabela 1 - Déficit habitacional nas regiões geográficas, Brasil - 2013-2014.

Especificação	2013				2014			
	Total	Urbano	Rural	Total relativo	Total	Urbana	Rural	Total Relativo
Norte	652.998	508.147	144.851	13,7	632.067	498.787	133.280	12,8
Nordeste	1.844.141	1.275.263	568.878	10,8	1.900.646	1.389.189	511.457	10,8
Centro Oeste	474.433	453.158	21.275	9,5	464.480	442.270	22.210	9,0
Sul	628.104	581.579	46.525	6,3	645.189	608.807	36.382	6,3
Sudeste	2.246.364	2.192.692	53.672	7,9	2.425.679	2.376.198	49.481	8,3

Fonte: Ministério das Cidades (2016).

Comparando com o ano anterior (2013), o déficit habitacional no Brasil apresentou um aumento de 223 mil unidades, passando de 5,846 milhões (valor recalculado) para 6,068 milhões. No Tocantins, essa queda foi de aproximadamente 13 mil unidades, de 61.088 em 2013 para 48.212 em 2014. Em outros estados, no entanto, ocorreu um aumento considerável no número de imóveis deficitários.

Segundo dados da Pesquisa Nacional de Amostra (PNAD) 2013, revelam que mais de 5,5 milhões de moradias precisam ser construídas em todo o País para sanar com o déficit habitacional, e uma das alternativas são os programas habitacionais em que o governo subsidia parte do financiamento para que todas as pessoas se enquadrem e consiga almejar o sonho da casa própria.

## 2.2 PROGRAMAS HABITACIONAIS

### 2.2.1 Programas habitacionais desenvolvidos em Palmas - TO

Em Palmas, os programas habitacionais passaram a ser desenvolvidos, com mais efetividade, pela Prefeitura a partir do fim da década de 1990. Ressalta-se que, nos primeiros anos da década de 1990, a cidade estava iniciando seu processo de construção, a infraestrutura urbana era bastante precária, e o acesso aos terrenos se dava de forma diferente do modelo atual.

Os programas habitacionais desenvolvidos pela Prefeitura se localizam predominantemente em áreas mais distantes do centro da cidade com renda per capita inferior, repetindo um padrão que se tornou característico em Palmas desde sua construção. Desde a criação de Palmas, é perceptível o estímulo para que a população de baixa renda se concentrasse nas zonas mais periféricas do perímetro urbano.

A partir de 1998, de acordo com Melo Júnior (2008), foi desenvolvido em Palmas o Programa Morar Melhor, primeiro programa habitacional de Palmas, que se destinava a construir moradia para famílias com renda de até três salários-mínimos. Nesse programa, era requisito que o beneficiário já possuísse o lote regularizado, sendo essa a sua contrapartida. Se no local já houvesse outra moradia, considerada inadequada, seria derrubada e a nova habitação construída. Esse programa foi desenvolvido em várias partes da cidade.

O Pró-Moradia, iniciado em 2000, foi o segundo programa desenvolvido pelo município. A construção das habitações era executada pela Secretaria de Infraestrutura; e o trabalho técnico social, pela SEHAB. Foi desenvolvido nos bairros Aurenny I e II, nas quadras 605 e 607 Norte (antigas ARNOs 72 e 73) e em outros bairros. A proposta era semelhante ao Morar Melhor. O programa não se caracterizava por construção de unidades agrupadas, e sim de forma isolada ou pulverizada pelas quadras, principalmente nas quadras da população de baixa renda (LUCINI, 2013) conforme a figura 1, habitações populares do Pró - Moradia.

Figura 1- Programa Pró - Moradia



Fonte: Coelho (2010).

Em 1999, iniciou-se o Programa Habitar Brasil – BID (HBB) em Palmas, que, além de construção de habitação, tinha como objetivo a capacitação de técnicos do quadro municipal para buscar soluções para assentamentos precários e inclusão social dos cidadãos dessas áreas (LUCINI, 2013). Com a habilitação do corpo técnico municipal, “surgiu a necessidade de institucionalizar a questão do planejamento urbano e da habitação de maneira mais integrada, visualizando-se aspectos mais amplos do setor” (MELO JÚNIOR, 2008, p.112).

Na proposta de planejamento institucional dentro do HBB, o acordo previa a elaboração da Política Municipal de Habitação, a revisão das leis urbanísticas (Lei de Uso do Solo, Código de Obras, Lei de Parcelamento Urbano) e elaboração do Sistema de Controle e Gestão do Território Urbano.

Com o objetivo de promover maior regularização fundiária, foi desenvolvido o programa URIAP- Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários. O programa tem como objetivos a regularização fundiária e implantação de infraestrutura urbana com a participação dos beneficiados, desde a concepção até a implantação dos projetos, tendo sido beneficiada a comunidade do bairro Lago Sul.

Ainda segundo Lucini (2013), o Programa Cidade Solidária também previa o desenvolvimento de trabalho técnico social, a requalificação das áreas desocupadas, a construção de um centro de educação infantil e um centro comunitário com posto policial.

O Programa Construindo Juntos, desenvolvido na 1306 Sul, intencionava atender a 1180 famílias. Esse programa teve forte atuação do Movimento Nacional de Luta pela Moradia (MNLN), desde o início, primeiramente por meio da ocupação da área e posteriormente por meio da articulação política, permitiu a formação de um convênio que

garantissem recursos para a construção dos imóveis. Nesse programa, foram abrangidas as três esferas de governo e ocorreu assim a descentralização de recursos e ações (CORIOLANO, 2010 *apud* LUCINI, 2013). São envolvidos os seguintes programas: Crédito Solidário, Programa de Subsídio para Habitação (PSH), “Imóvel na Planta e Cheque-Moradia (crédito de ICMS às empresas de construção civil, originário do Governo Estadual)” (MELO JÚNIOR, 2008, p. 128). No Crédito Solidário, a proposta era a construção por meio de mutirão.

A participação popular deu-se por meio de mutirão em que os “beneficiários envolveram-se e capacitaram-se para trabalhar na obra, com acompanhamento de profissionais da área da arquitetura, engenharia civil e serviço social” (MELO JÚNIOR, 2008, p. 129).

O PAC foi o programa menos burocrático, comparando com o HBB, que exigia relatório detalhado em termos de etapas a serem construídas, no programa foi construído 1001 unidades habitacionais onde seria desenvolvido o trabalho técnico social. O PAC foi desenvolvido em duas etapas no PAC 1- além das habitações eram desenvolvidas a infraestrutura básica, já no PAC 2 as construções das habitações ficou sob responsabilidade do PMCMV e o PAC 2 atuou apenas na construção de infraestruturas básicas da área (LUCINI, 2013).

“Outro programa desenvolvido na cidade foi o Programa de Habitação de Interesse Social (FNHIS). Foram assinados contratos em 2008 e em 2009, denominados FNHIS 2008 e FNHIS 2009” (LUCINI, 2013).

### 2.3 PROGRAMAS MINHA CASA MINHA VIDA

O Programa Habitacional Federal MCMV, lançado em 2009, tem como objetivo principal sanar as necessidades de habitação da população de baixa renda nas áreas urbanas, garantindo o acesso à moradia digna com padrões mínimos de sustentabilidade, segurança e habitabilidade. O programa funciona por meio de subsídios e financiamentos a beneficiários organizados de forma associativa por uma entidade organizadora e com recursos provenientes do Orçamento Geral da União – OGU, aportados ao Fundo de Desenvolvimento Social – FDS (CARTILHA PROGRAMA MCMV, 2009) como mostra figura 2.

Figura 2 - Conjunto habitacional do Programa Minha Casa Minha Vida em Palmas – TO.



Fonte: Zelaya (2015).

Com objetivo de diminuir o déficit habitacional brasileiro e tornar acessível a prestação da casa própria com a capacidade de pagamento dos cidadãos menos favorecidos, a meta inicial do Programa Minha Casa Minha Vida é de atingir um milhão de moradias voltadas para famílias com até 10 salários-mínimos. Em 2011 foi lançada a segunda fase do PMCMV que visa a construção de mais dois milhões de unidades habitacionais com o dobro dos R\$ 64 bilhões da primeira parte do projeto, totalizando três milhões de residências em seis anos. O plano habitacional prevê, ainda, apenas 1% de encargos – e não 6%, como normalmente e a quitação da primeira parcela somente na entrega do imóvel (BIJORA, 2013).

Ainda segundo Bijora (2013), o foco do Programa Minha Casa Minha Vida, de fato, é a população de baixa renda, onde está concentrada a maior parte do déficit habitacional do país. Para famílias com até três salários-mínimos a prestação é de apenas 10% da renda (mínimo de R\$ 50), por 10 anos.

Com a criação dos programas habitacionais, o Brasil objetiva além de reduzir o déficit habitacional criou medidas anticíclica de fomento à geração de empregos locais, portanto atuou num setor extremamente manufaturado da economia a construção civil e ainda ampliou a oferta de moradias às pessoas que não teriam condições de adquirir financiamentos, utilizando-se de uma política de subsídios (PINTO, 2015).

#### 2.4 ALVENARIA ESTRUTURAL

Segundo Marinowski (2011), a alvenaria consiste em um sistema construtivo formado por um conjunto, ligados ou não por meio de argamassas com a finalidade de separação dos ambientes, isolamento térmico e acústico.

De acordo com Sampaio (2010), a alvenaria estrutural é um método construtivo no qual os elementos que desempenham a função estrutural é a própria alvenaria dispensando o uso de vigas e pilares, o que pode acarretar redução de custo e tempo.

Ainda Roman; Filho (2007) evidencia que a alvenaria estrutural como sistema construtivo em que as paredes e lajes enrijecedoras funcionam estruturalmente em substituição de pilares e vigas utilizados em processos construtivos tradicionais, sendo dimensionado segundo métodos de cálculos racionais e de confiabilidade determinável como mostra a figura 3.

Figura 3 - Alvenaria estrutural de blocos de concreto.



Fonte: PINI (2012).

### **2.4.1 Elementos Constituintes da alvenaria estrutural**

De acordo com Sampaio (2010), a alvenaria estrutural é composta por unidades, sendo denominadas por blocos; argamassa; graute e armadura (construtiva ou de cálculo). As combinações destes elementos formam as paredes, pilares, vergas, coxins e cintas.

#### **2.4.1.1 Unidades**

As unidades são componentes principais da alvenaria, estas são responsáveis pelas características resistentes do material, quando composta por blocos permite sua modulação e conseqüentemente evita desperdício na obra no mercado.

Este material pode ser encontrado em concreto, cerâmica ou silico – calcáreas como pode ser visto na figura 4. Além disso, elas são classificadas como maciças ou vazadas de acordo com a área de vazios, quando possuir até 25% da área total formada por vazios é maciça e essa área superior a 25% e vazada, estes vazios das unidades possibilita a passagem de tubulação elétrica e hidráulica e para execução de cintas de amarração e vergas, e permite ainda o preenchimento do graute para a fixação da armadura na estrutura (GUILHERME, 2012).

Segundo a NBR 6136 (2007) estabelece que cada unidade de bloco de concreto tenha uma resistência característica mínima de 4,5 Mpa para blocos sujeitos a compressão já para blocos cerâmicos a resistência característica é de 3,0 Mpa.

No Brasil as unidades de concreto são as mais utilizadas nas construções seguidas pelas de cerâmica.

Figura 4- Unidades estruturais.



Unidade cerâmica



Unidade de concreto



Unidade Silico-calcárea

Fonte: Google Imagens (2017).

#### 2.4.1.2 Argamassa

A junta de argamassa é composta por uma pasta aglomerante e por agregados granulares e para contribuir na suas melhorias de propriedades são acrescentados aditivos. Suas funções é unir as unidades, transmitir e uniformizar tensões deve evitar entrada de água e vento na edificação, sua composição é basicamente de areia, cimento, cal e água.

Em alguns casos acrescenta – se aditivos para a melhoria de algumas de suas propriedades. Para garantir tais funções a argamassa deve possuir características como: trabalhabilidade, capacidade de retenção de água, obter resistência de forma rápida e boa aderência para trabalhar como mostra a figura 05.

Figura 5 - Argamassa de assentamento.



Fonte: Google Imagens (2017).

#### 2.4.1.3 Graute

Segundo Sampaio (2010), o grauteamento é uma técnica que consiste no preenchimento dos vazios dos blocos para ter – se um aumento da resistência da parede aos esforços de flexão, cisalhamento e compressão, como mostra na figura 6. Ainda têm característica de solidarizar as unidades com eventuais armaduras distribuídas em seus vazios.

A NBR 8798 (1985) dividiu a consistência do graute conforme suas finalidades, para o preenchimento de espaços pequenos, deve – se adotar grautes mais finos de forma que sua menor dimensão seja inferior a 50mm, já para espaços maiores usa – se um graute mais grosso, garantindo um preenchimento ideal. “Para que o bloco e o graute atuem como estrutura homogênea é necessária que exista uma boa aderência entre ambos” (THOMAZ e HELENE, 2000 apud GUILHERME e ROCHA, 2012).

Figura 6 - Execução do grauteamento.



Fonte: SAMPAIO (2010).

#### 2.4.1.4 Armaduras

As armaduras utilizadas na alvenaria estrutural é a mesma usada em estruturas de concreto armado, pois possuem a finalidade de aumentar a capacidade de resistência da estrutura aos esforços de tração ou compressão.

Elas são submersas no graute para garantir o trabalho em conjunto com os outros componentes da alvenaria

## 2.5 PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Patologia de acordo com os dicionários é o estudo de doenças, atualmente vêm sendo empregado na Engenharia, que estuda anomalias nas edificações, em virtude de incompatibilidade de projetos, mão de obra precária, materiais de baixa qualidade, falta de fiscalização entre outros.

As manifestações patológicas em empreendimentos não acontecem de forma isolada e sem objetivo, regularmente têm origem relacionada a algum problema cometido em alguma das fases do sistema de concepção de uma edificação, sendo importante o entendimento da origem do problema e o histórico da construção para que se possa apontar e classificar em que

fase do processo aconteceu o erro que veio a ocasionar determinado problema patológico (HELENE, 2003).

De acordo com Verçoza (1991), com o conhecimento sobre os problemas que pode vir a apresentar, as chances de se cometer erros reduzem bastante. Além disso, segundo o mesmo autor quanto maior a responsabilidade por parte de técnicos e mão de obra, maior é conhecimento sobre as patologias.

Dentre as manifestações mais comuns em alvenaria estrutural estão às formações de eflorescência, penetrações de água em fachada e deslocamentos cerâmicos, sendo que a que se apresenta com maior incidência são as fissuras (SAMPAIO, 2010).

Isso ocorre porque as matérias-primas utilizadas na fabricação de blocos e tijolos são materiais frágeis e de baixa resistência à tração. As fissuras podem ser acarretadas por diversos fatores tais como: recalque de fundação, movimentações térmicas, movimentações higroscópicas, atuação de sobrecarga, deformabilidade excessiva, retração de produtos e alterações químicas de produtos.

## 2.6 DEFINIÇÃO DE FISSURAS

A palavra fissura no vocabulário da engenharia faz alusão ao surgimento de rupturas aparentes ocasionadas no concreto, podendo ser devido a ação mecânica ou por fatores físicos e reação química. As fissuras são caracterizadas por aberturas em superfícies de peças estruturais ou não estruturais que compõe uma edificação, afetando a área em que a mesma tenha surgido, podendo evoluir posteriormente para outras formas de patologia mais prejudiciais à estrutura.

Corsini (2010), demonstra os tipos de fissura em alvenaria, sendo as seguintes conforme a figura 7:

Figura 7 - Tipos de fissura e suas características.



Fonte: Adaptado de CORSINI (2010).

Qualquer obra em que seja empregado concreto na sua execução o surgimento de fissuras é uma constante, sem que seja possível prever o tempo de ocorrência, que varia de dias ou anos para que venha a se tornar visível. Os fatores de formação e surgimento de fissuras são bastante diversificados e de difícil determinação de causa (FIGUEIREDO, 2005).

Conforme descreve Souza; Ripper (1998), as fissuras apresentam uma prevalência mais acentuada em relação as outras patologias que acometem edificações de uma maneira geral. As primeiras detecções de fissuras podem acontecer ainda na execução da obra. Deve-se ter em mente que ações preventivas podem ser colocadas em prática desde os primeiros serviços executados, buscando minimizar os efeitos da movimentação dos insumos de obra empregados nas etapas construtivas das edificações.

A severidade das fissuras é definida em norma para que ações mitigadoras sejam implementadas de acordo com a necessidade do caso, levando-se em consideração o grau de deformidade apresentada. Para isso, a NBR 6118, estabelece os parâmetros de aferição para cada caso.

## 2.7 MECANISMOS DE FORMAÇÃO DAS FISSURAS

As fissuras são originadas principalmente pela baixa resistência à tração dos materiais. Quando a solicitação é maior que a capacidade de resistência desse material, as fissuras tende a aliviar estas tensões.

São várias as causas que podem originar as fissuras tais como: baixo desempenho às solicitações de tração, flexão e cisalhamento, retração da argamassa, recalque de fundação, sobrecargas, deformações de elementos estruturais (SAMPAIO (2010).

A forma em que a da fissura se apresenta é influenciada por vários fatores, incluindo a rigidez relativa das juntas com relação às unidades, a presença de aberturas e as restrições da parede são as causas das fissuras, conforme a tabela 2.

A fissuração pode ser considerada como causa mais frequente de falha de desempenho da alvenaria. Elas, entretanto, prejudicam a estética, o conforto do usuário e a estanqueidade da construção (GRIMM 1988 a 1997).

Tabela 2 - Determinação de severidade de fissuras (NBR 6118).

<b>Espessura</b>	<b>Meio de exposição</b>	<b>Tipo de agente degradante</b>
0,2 mm	Para elementos expostos a agentes agressivos muito fortes	Industrial e respingos de maré
0,3 mm	Para elementos expostos a agentes agressivos de moderado a fortes	Urbano, marinho e industrial
0,4 mm	Para elementos estruturais expostos a agentes agressivos fracos	Rural e submerso

Fonte: NBR 6118 (2014).

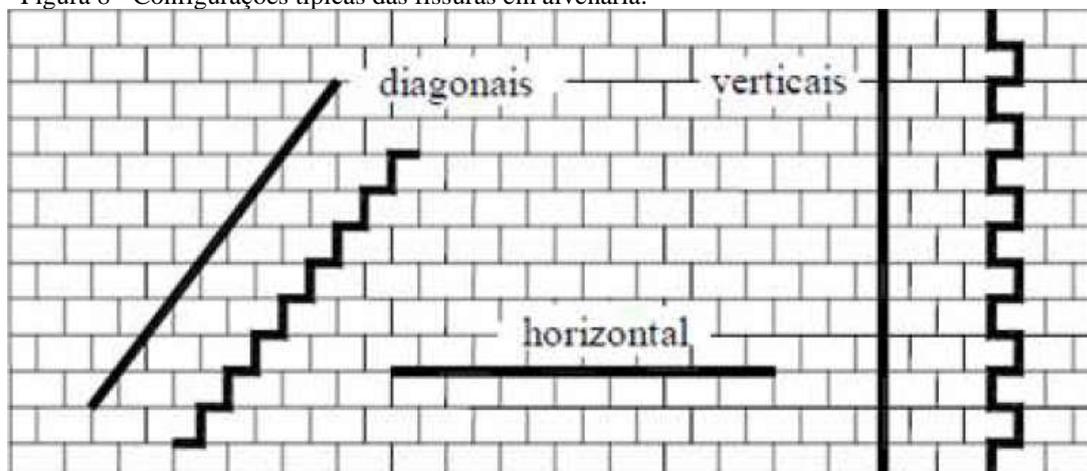
A disposição ou traçado da fissura nas peças estruturais podem facilitar a determinação do agente causador da patologia, devendo ser observado alguns fatores como tamanho, trajeto, espessura de abertura, proximidade de engastamentos e etc, de forma que se tenha melhor precisão quanto a incidência da mesma.

Para profissionais que atuam no setor construtivo pode haver definição conflituosa em o que são fissuras, rachaduras ou trincas. As rachaduras apresentam especificidades que a diferenciam de trincas e fissuras, haja vista que suas aberturas são mais acentuadas e com maior grau de profundidade. No caso das trincas a diferenciação é feita levando-se em consideração somente o comprimento, já que as aberturas são bastante assemelhadas com as fissuras em relação as dimensões.

## 2.8 CLASSIFICAÇÕES DAS FISSURAS

Para Sampaio (2010), as fissuras se desenvolvem nas direções horizontais, verticais, diagonais ou por alguma combinação destas, conforme Figura 08.

Figura 8 - Configurações típicas das fissuras em alvenaria.



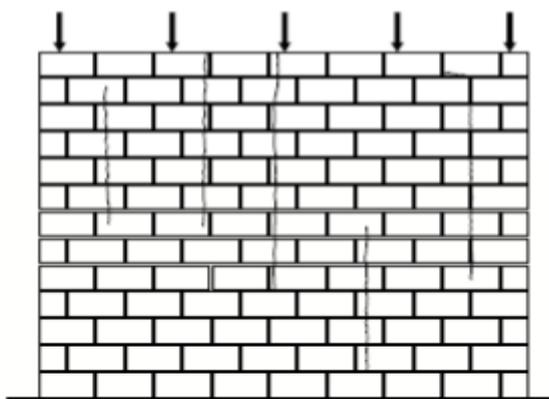
Fonte: SAMPAIO (2010).

As fissuras se classificam de acordo com sua atividade em ativas ou passivas. As fissuras ativas (ou vivas) são aquelas que apresentam variações de abertura ao longo do tempo. Se essas variações oscilam em torno de um valor médio podem ser correlacionadas com a variação de temperatura e umidade. Já as passivas (ou mortas) são causadas por solicitações que não apresentam variações sensíveis ao longo do tempo. E por isso podem ser consideradas estabilizadas.

## 2.9 CLASSIFICAÇÕES DAS FISSURAS QUANTO AS CAUSAS

### 2.9.1 Carregamento Excessivo de Compressão

Figura 9 - Carregamento excessivo.



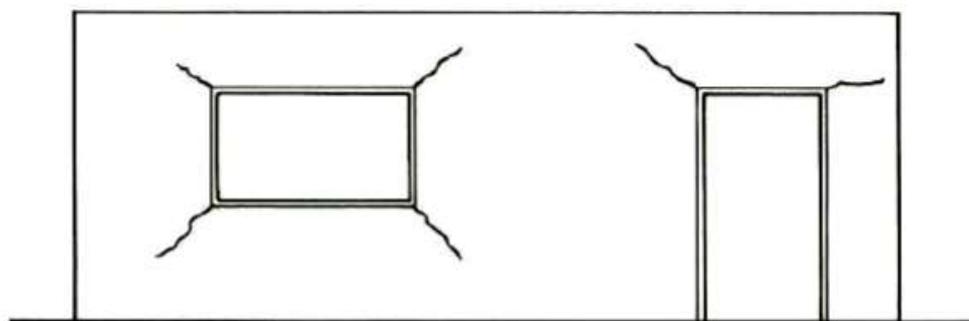
Fonte: Foto do caderno técnico de alvenaria estrutural-Bauer

Fissuras causadas por carregamento excessivo de compressão comumente são verticais, e segundo Duarte/1998 (*apud* Richter, 2007) são resultante de esforços transversais de tração induzidos nos elementos pelo atrito da superfície da junta de argamassa com a face das unidades. Quando ocorre a compressão a argamassa também se deforma, porém com uma intensidade menor. Durante esse processo há uma expansão lateral da argamassa, que transmite tração lateral as unidades, estes esforços laterais são os responsáveis pelas fissuras verticais apresentada na figura 09.

Ainda segundo Sampaio (2010), sempre que ocorrer a aplicação de cargas verticais acumuladas deve ser feita uma distribuição dos esforços através de coxins ou outros elementos. Quando isso é feito de forma correta poderá ocorrer esmagamentos localizados e formação de fissuras desde o ponto de aplicação da carga.

As fissuras oriundas da atuação de sobrecarga além das formas verticais e horizontais podem se manifestar em outras direções, devido à presença de aberturas nas alvenarias. Neste caso ocorre grande concentração de tensões nos vértices destes vãos, e as fissuras podem assumir diversas formas, sendo a mais comum as fissuras inclinadas a 45° partindo dos cantos da abertura, Figura 10.

Figura 10 - Fissuras inclinadas.



Fonte: THOMAZ (2004).

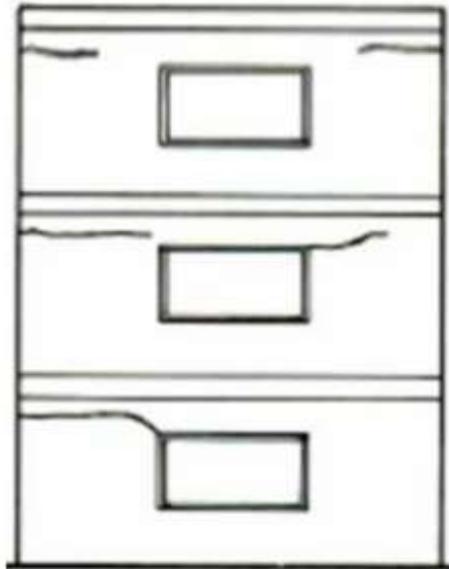
## 2.9.2 Retração

Segundo Thomaz (2004), a hidratação do cimento consiste na alteração de compostos anidros mais solúveis em compostos hidratados menos solúveis, ocorrendo na hidratação à formação do gel ao redor dos grãos dos compostos anidros. Ainda de acordo com Thomaz (2004), para que ocorra a reação química entre a água e os compostos de anidros é necessária cerca de 20 a 32% de água em relação ao fator água cimento. Para a formação do gel é necessária uma quantidade adicional em torno de 15 a 25%.

Em função da trabalhabilidade, os concretos e argamassas normalmente são preparados com alto teor de água, o que vem acentuar a retração, a mesma pode se distinguir de três formas que ocorrem num produto preparado com cimento: retração química, retração de secagem e retração por carbonatação.

A retração química conforme Richter, 2007 a retração é um fenômeno físico onde os materiais à base cimentícia, inicialmente em estado plástico têm uma redução do seu volume, causados principalmente pelas condições de temperatura e a evolução da matriz do cimento, como mostra na figura 11.

Figura 11 - Fissuras de retração nas lajes.

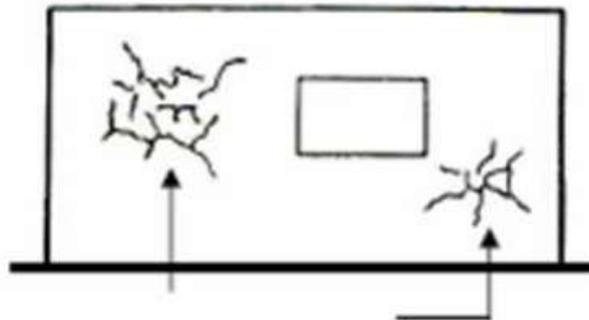


Fonte: Bauer, (2005).

Este tipo de retração pode causar fissuração devido à rotação nas fiadas de blocos próximos a laje causada por seu encurtamento. A configuração mais comum de fissuras ocasionadas por retração são as fissuras horizontais que se localizam logo abaixo das lajes ou nos cantos superiores.

A retração por secagem ocorre principalmente devido a quantidade excedente de água na preparação do concreto ou argamassa, as mesmas permanecem livres no interior da massa evaporando posteriormente, estas evaporações geram forças capilares resultando na redução do seu volume. As fissuras oriundas por retração das argamassas de revestimento apresentam distribuição uniforme com linhas mapeadas, figura 12.

Figura 12 - Fissuras mapeadas.



Fonte: THOMAZ, (2001).

Retração por carbonatação é formada a partir da cal hidratada nas reações de hidratação do cimento reagir com o gás carbônico presente no ar, produzindo o carbonato de cálcio, esta reação há perda de volume, gerado a chamada retração por carbonatação.

### **2.9.3 Recalque de fundação**

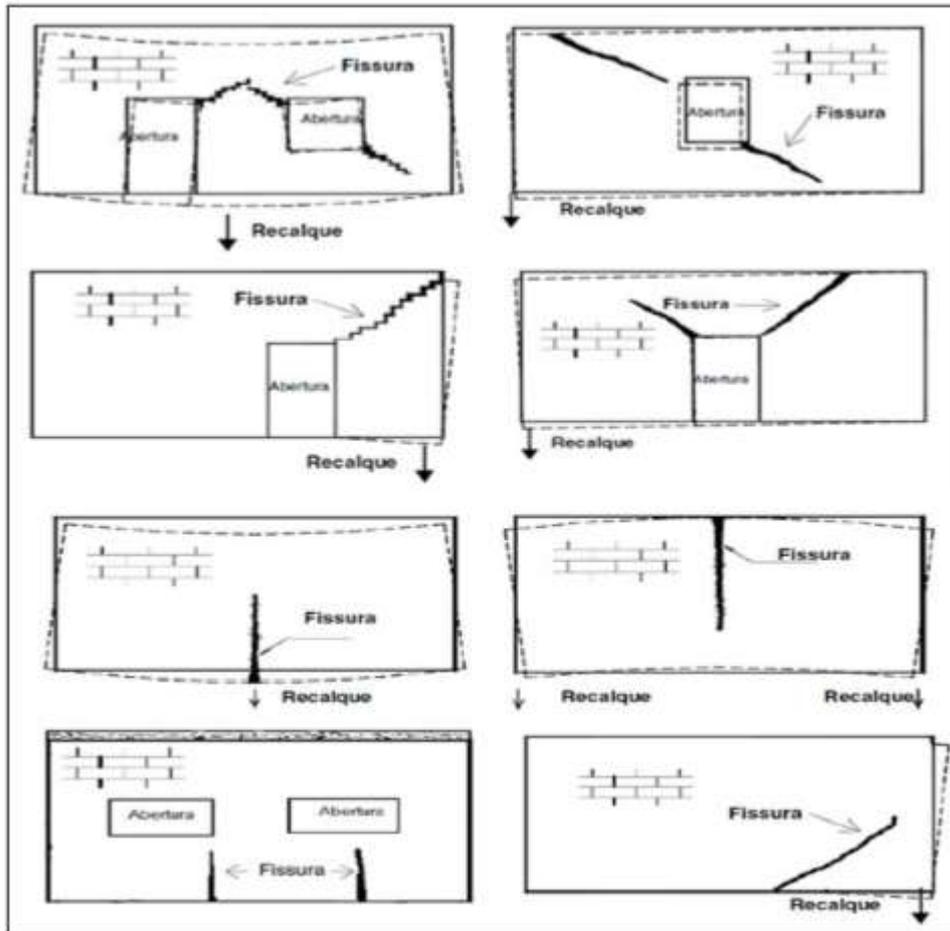
Segundo Thomaz (2001), os recalques podem ser ocasionados devido ao assentamento de fundação em seções de corte e aterro. As estruturas de alvenaria são estruturas rígidas, tendo pouca flexibilidade para absorção de deformações. Por possuírem baixa resistência a flexão e cisalhamento, ocorrem fissuras ainda que a deformação sofrida seja pequena.

Quando os solos são submetidos a carregamentos eles não apresentam deformações regulares, provocando recalques diferenciais na estrutura. A deformação sofrida pelo solo é influenciada pela composição deste, nível de lençol freático alto, tipo de fundação e interferências do entorno.

De acordo com Duarte (1998), as fissuras causadas por recalque de fundações quando evoluídas podem ter origem ligada a falhas na estrutura de fundação da obra ou por recalques, com o passar do tempo pode comprometer a estabilidade da edificação conforme a figura 13. Ainda segundo o autor as fissuras que possuem como origem recalque de fundação, tende a se localizarem no pavimento térreo da construção, mas dependendo da gravidade e do tipo de construção, o grau de fissuração é constante podendo chegar aos pavimentos superiores.

As aberturas das fissuras serão diretamente proporcionais a sua atividade, a estrutura do edifício e todas as demais condições de entorno têm influência direta na dimensão da fissura. Junior (2002) ressalta que estas se desenvolvem em direção vertical ou diagonal e também se inclinam para o ponto onde ocorreu maior recalque.

Figura 13 - Fissuras por recalque de fundação.



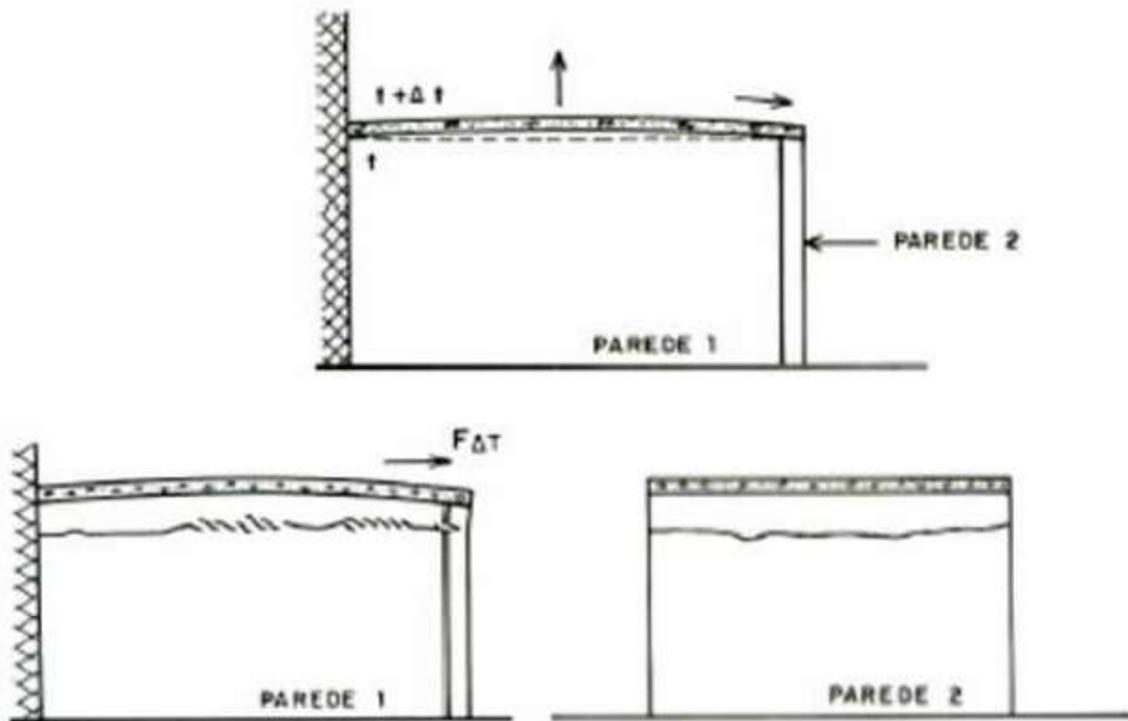
Fonte: ALEXANDRE (2008).

## 2.9.4 Movimentações térmicas

Os componentes e elementos de uma construção estão sujeitos a variações de temperatura, diárias ou sazonais, que geram alterações dimensionais nos materiais, através da dilatação e contração dos mesmos, Thomaz (1990), estas variações dimensionais tende a ser maior em áreas expostas, como cobertura e paredes externas.

Segundo Sampaio (2010), as variações de térmicas estão relacionadas tanto com as propriedades físicas dos materiais empregados quanto com a gradiente de temperatura. Por essa razão, podem ocorrer de forma diferenciada entre materiais distintos de um mesmo componente. Devido à variação de temperatura, as fissuras horizontais decorrentes de movimentações térmicas são as mais comuns em lajes de cobertura por receber maior intensidade solar, como indicada na figura 14.

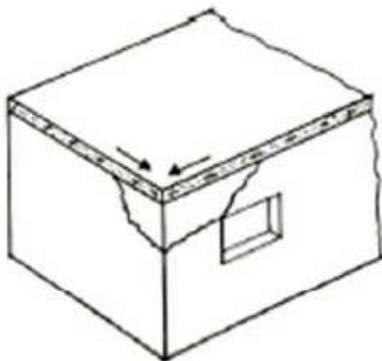
Figura 14 - Fissuras que ocorrem numa laje de cobertura.



Fonte: THOMAZ, (2012).

As áreas mais suscetíveis a fissuração são as coberturas e paredes externas por receber maior incidência solar e maior variação térmica. No entanto, as fissuras podem ocorrer mesmo em lajes sombreadas, parte da laje calorífica absorvida pelas telhas é reirradiada para a laje. Em função das dimensões da laje, da natureza dos materiais constituintes das paredes, do grau de aderência entre a parede e a eventual presença de aberturas, poderá desenvolver fissuras inclinadas próximas ao topo das paredes, como indica na figura 15.

Figura 15 - Fissura provocada pela expansão térmica da laje de cobertura.



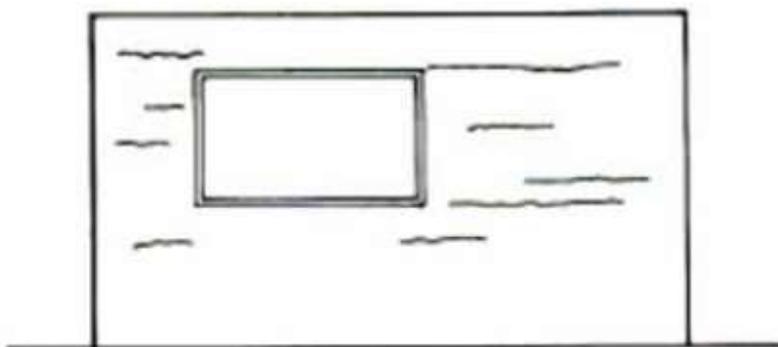
Fonte: THOMAZ, (2012).

### 2.9.5 Reações Químicas

Os materiais de construção são suscetíveis de deterioração pela ação de substâncias químicas, principalmente as soluções ácidas, as fissuras ocasionadas por reações químicas apresentam de forma horizontal, e ocorrem principalmente devido a expansão da argamassa provocada pela alteração química de seus materiais constituintes (SILVA, 2013).

De acordo com Sampaio (2010), quando as argamassas de assentamento são feitas com cales mal hidratados, podem apresentar um aumento de volume devido à pressão e quase dobrar do tamanho inicial caso os óxidos livres hidratem. Essa expansão pode causar fissuras, deslocamento, desagregações e pulverulências nos revestimentos de argamassa. Para Richter (2007), estas fissuras estão presentes principalmente nas fachadas devido a presença de umidade, pode ocorrer tanto por difusão iônica ou sucção capilar. Esse ataque por sulfatos presente nas águas de chuvas vai gerar uma reação expansiva capaz de fissurar o elemento, quando houver formação da etringita, como mostra na figura 16.

Figura 16 - Fissuras provocadas pela expansão da argamassa de assentamento.



Fonte: THOMAZ (2012).

### 2.9.6 Movimentações higroscópicas

Segundo Thomaz (1989), as mudanças de umidade provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção, o grande aumento do teor de umidade produz uma expansão do material enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração. Essa variação causa deformação excessiva de lajes

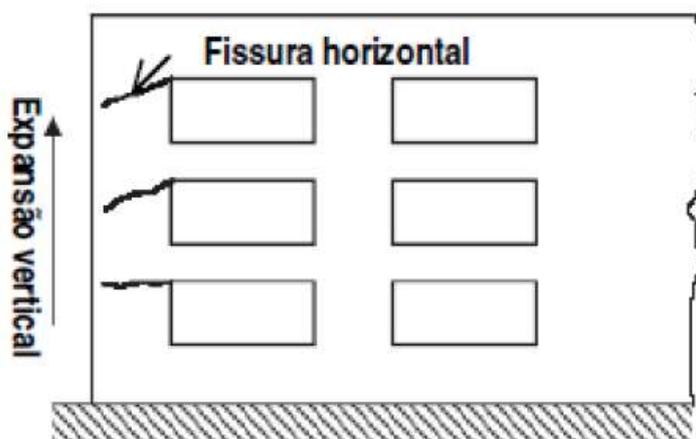
ancoradas nas paredes produzindo esforços de flexão laterais resultando no aparecimento de fissuras.

A umidade pode penetrar nos componentes da alvenaria através de diversas vias:

- Capilaridade: Umidade que vêm do solo;
- Provenientes da execução da obra: Devida ao excesso de água usada nos materiais, vazamento de reservatório ou de instalações hidráulicas;
- Proveniente da produção dos componentes: Fabricação dos componentes à base de ligantes hidráulicos, usa – se uma quantidade de água superior à necessária para que ocorram as reações de hidratação. Está água em excesso continua em estado livre no interior do componente, e ao se evaporar, provoca contração do material;
- Proveniente de fenômenos meteorológicos: Devida à água de chuva ou de condensação;

As fissuras provocadas por variação de umidade dos materiais de construção são muito semelhantes à causadas por variação de temperatura. De acordo com Hendry (2001 *apud* ALEXANDRE, 2008, p. 76) a expansão da alvenaria na direção vertical pode levar ao aparecimento de fissuras horizontais próximo às aberturas das janelas, como pode ser observado pela Figura 17.

Figura 17 - Fissuras provocadas pela expansão vertical.

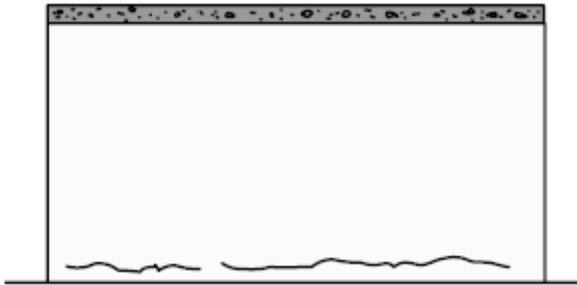


Fonte: ALEXANDRE (2008)

Fissuras horizontais também podem aparecer na base de paredes (Figura 18), onde há falha na impermeabilização dos alicerces. Neste caso os componentes da alvenaria estão diretamente em contato com o solo que absorvem sua umidade, apresentando

movimentações diferenciadas em relação a fiadas superiores de que estão sujeitas à insolação direta e à perda de água por evaporação.

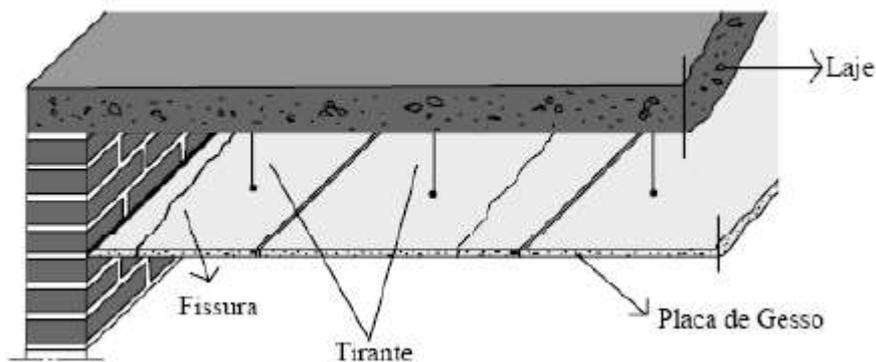
Figura 18 - Fissura horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo.



Fonte: THOMAZ (1989).

Além da alvenaria outro material que apresenta movimentações higroscópicas é o gesso, não sendo recomendado seu uso em ambientes molháveis do edifício e, sobretudo em suas partes externas. Um problema típico que vêm aumentando muito é o fissuramento de placas de gesso usadas em forro, conforme mostra a figura 19, pela observância de juntas de movimentações entre as paredes e o forro.

Figura 19 - Fissuração de placas de gesso em forro.



Fonte: THOMAZ (1989).

## 2.9 DURABILIDADE E MANUTENÇÃO

Segundo a NBR 6118 de 2003, Vida Útil de projeto é o período de tempo que a estrutura de concreto mantém suas características, atendendo os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e construtor.

Mehta e Monteiro (2008 p. 122) deixam claro que um material chega ao fim da sua vida útil quando suas propriedades estiverem se deteriorando de forma que sua utilização e manutenção se tornam sem segurança e com custo elevado.

São oferecidas diretrizes para as definições dos prazos mínimos de garantia por parte dos construtores e incorporadores. Já os prazos mínimos de VUP para cada sistema da edificação são definidos conforme tabela 3:

Tabela 3- Estimativa de vida útil de projeto (VUP).

<b>Sistema</b>	<b>VUP mínima (anos)</b>
Estrutura	$\geq 40$
Vedação vertical externa	$\geq 40$
Vedação vertical interna	$\geq 20$
Cobertura/Hidrossanitário	$\geq 20$
Pisos internos	$\geq 13$

Fonte: Mehta e Monteiro (2008).

A manutenção de estruturas é uma preocupação de todos os profissionais técnicos envolvidos na implantação de grandes estruturas, e sua conceituação é bastante difundida e baseada na combinação de ações de natureza técnica e/ou administrativo que tenham, por fim, garantir ou restabelecer, para uma determinada estrutura, as condições necessárias para que esta desempenhe, capazmente, as funções para as quais foi concebida.

As técnicas de manutenção dentro de estratégias específicas ou de planejamento prévio incluem a inclusão intervenções pontuais visando a correção emergencial, que são caracterizados pela necessidade pontual em face do ritmo e do estágio de execução da obra, de forma que os procedimentos e anotações inerentes às inspeções sejam devidamente registrados para fins informativos e documentais, possibilitando o acompanhamento e análise do comportamento das partes que compõem toda a estrutura (SOUZA E RIPPER, 1998).

Conforme descreve Corsini (2010), os procedimentos voltados para a manutenção preventiva são aqueles implementados a partir de informações postuladas através das inspeções técnicas regulares, seguindo os critérios estabelecidos pela norma visando a minimização de chances de ocorrência de acometimento de patologias ou de evolução de patologias já existentes.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para que os objetivos apresentados nesse trabalho sejam obtidos, apresenta-se neste capítulo que refere-se a pesquisa de estudo de caso, com a finalidade principal de diagnosticar as fissuras presentes nos conjuntos habitacionais baseado em revisões bibliográficas referente a temática escolhida que será utilizado para a conclusão da pesquisa.

A pesquisa constitui em uma análise qualitativa que é um método indutivo para o entendimento de como o objeto em estudo se comporta e desenvolve-se, proporcionando assim a compreensão profunda do tema abordado. Dentro de uma perspectiva exploratória a abordagem qualitativa ainda permite ao pesquisador levantar hipóteses e identificar variáveis no contexto estudado (NEVES, 1996).

#### 3.1 PESQUISAS BIBLIÓGRAFICAS

Para conhecimento científico referente ao tema do presente trabalho foi seguida a metodologia de revisão bibliográfica.

Onde inicialmente foram definidas palavras chaves relativas ao tema. Sendo elas: Manifestações patológicas, Alvenaria estrutural, fissuras, edifícios, Programa Minha Casa Minha Vida e Edificações de interesse popular. Posteriormente foram escolhidas as bases de dados, entre elas Google acadêmico, Portal de periódicos do CAPES e REBAE para facilitar as buscas de informações.

Entretanto para ajudar na busca e seleções de dados foram usadas os indicadores booleanos (OR e AND) com as referidas palavras chaves, aplicando todas as combinações possíveis para obter pesquisas em artigos científicos, dissertações de mestrado e artigos de revistas.

#### 3.2 ANÁLISES DE DOCUMENTOS

Inicialmente foram realizadas visitas a superintendência da Caixa Econômica Federal para obtenção de cópias de projetos, memoriais e todas as documentações referentes aos conjuntos habitacionais. Nessas visitas foram feitas entrevistas do tipo livre a profissionais da área, a fim de obter informações técnicas referentes ao programa habitacional.

As análises de projetos foram de forma comparativa de acordo com a NBR 15961-2/2011 e para verificar o desempenho das edificações de alvenaria estes serão confrontados com a NBR 15575/2013 de Edificações Habitacionais onde será feita as verificações dos seguintes requisitos: Projetos como referência a norma de desempenho, verificar a existência de possíveis erros construtivos como base nos memoriais, adequado uso, operação e as manutenções das unidades habitacionais.

Para as análises dos memoriais estes foram analisados com o manual da Caixa Econômica Federal que estabelece diretrizes para os materiais empregados na obra, controle tecnológico e execução da alvenaria para atender os desempenhos mínimos.

Nas realizações das inspeções vai ser verificado se os manuais de uso do proprietário estão sendo utilizados através de entrevistas e visita ao local.

### 3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICA

Segundo Lakatos e Marconi (1985), não sendo possível atingir todos os elementos do conjunto que se pretende observar, adota-se a amostragem para reduzir o número sujeitos num estudo, sem o risco de invalidar resultados ou de uma generalização, pois todos têm as mesmas chances de ser estudado. A amostra é um subconjunto do universo.

Para o estudo das fissuras, definiu-se o número de apartamentos que seriam visitados, dado que a visita dos setecentos e trinta e seis apartamentos que compõem os conjuntos habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Palmas – TO mostrou-se inviável. Portanto, decidiu-se por uma amostra de 11% do número total de apartamentos, conforme o cálculo do tamanho da amostra mostrado nas equações abaixo.

De acordo com os memoriais descritivos das obras do Programa Minha Casa Minha Vida faixa 1 na cidade de Palmas – TO os conjuntos habitacionais Flores do cerrado, Flores da Amazônia, Lago Sul I e II foram construídos em alvenaria estrutural de blocos de concreto e cerâmico, onde os mesmos possuem as mesmas características físicas de quatro pavimentos e quatro apartamentos por andar com aproximadamente 45m<sup>2</sup> e possuem dois quartos, um banheiro social, sala, cozinha e área de serviço, sendo os conjuntos habitacionais Flores da Amazônia e Cerrado construídos em alvenaria de bloco de concreto com telhado de platibanda, para o Lago Sul I todos os blocos foram feitos em bloco cerâmico com telhado convencional e telha aparente de fibrocimento, já o conjunto Lago Sul II os blocos A, H, I, J, L, M, N, são construídos de blocos estrutural de cerâmica, os blocos: B, C, D, E, F, G, K, são em blocos estrutural de concreto com telhado aparente de fibrocimento, conforme a tabela 4.

Tabela 4- Distribuição dos conjuntos habitacionais estudados.

CONJUNTO HABITACIONAL	ANO DE ENTREGA	QUANTIDADE DE APT.	ALVENARIA
Flores do Cerrado	2012	112 unid.	Estrutural concreto
Flores da Amazônia	2012	112 unid.	Estrutural concreto
Lago Sul I	2015	288 unid.	Estrutural cerâmico
Lago Sul II	2015	224 unid.	Cerâmico/ concreto
<b>TOTAL</b>		<b>736 unidades</b>	

Fonte: Patrícia Anne Pereira da Silva (2017).

Para determinar o tamanho da amostra foi utilizado o método de determinação em relação ao tamanho da amostra (n). Conforme a equação abaixo:

$$n = \frac{S^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + S^2 p \cdot q}$$

Sendo:

n = tamanho da amostra;

N= tamanho da população;

e= erro amostral tolerável;

S= nível de confiança escolhido;

p = percentagem com o qual o fenômeno se verifica – percentagem dos elementos da amostra favorável ao atributo pesquisado;

q = percentagem complementar, isto é, (100-p) – percentagem dos elementos da amostra desfavorável.

Considerando – se um erro amostral de 15,4% e o tamanho da população de 736 unidades habitacionais, tem – se:

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 736}{0,154^2 \cdot (736-1) + 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}$$

$$n = 77 \text{ unidades habitacionais}$$

$$n = 77 \text{ unidades habitacionais}$$

Os 77 apartamentos vistoriados representam, aproximadamente, 11% do total que compõe os conjuntos habitacionais em estudo.

Tabela 5 - Resumo da quantidade de apartamento vistoriado.

<b>Conjunto habitacional</b>	<b>Ano de entrega</b>	<b>Quantidade de apartamento a ser visitado</b>
Flores do Cerrado	2012	12
Flores da Amazônia		6
Lago Sul I	2015	36
Lago Sul II		23
		<b>n total = 77 unidades</b>

Fonte: Patrícia Anne Pereira da Silva (2017).

Os apartamentos dos conjuntos habitacionais Flores do Cerrado e Amazônia foram selecionados de forma aleatória, conforme a indicação do síndico optou – se por escolher os apartamentos com maiores reclamações de incidências patológicas.

O síndico de cada conjunto habitacional ficou responsável por comunicar aos moradores da realização das inspeções.

Foram realizadas visitas, durante a semana e nos sábado no período da manhã e tarde. A relação dos apartamentos visitados do conjunto habitacional Flores do Cerrado segue abaixo:

- Bloco A: 102; 304; 404;
- Bloco B: 103; 304; 401;
- Bloco C: 301; 401; 403
- Bloco D: 103; 202; 301; 401;
- Bloco E: 401;
- Bloco F: 103; 404;
- Bloco G: 104;

A relação dos apartamentos visitados do conjunto habitacional Flores do Amazônia segue abaixo:

- Bloco E: 101; 202; 404;
- Bloco F: 102; 201;
- Bloco G: 103; 302;

Os apartamentos do conjunto também foram visitados conforme a indicação do síndico, os blocos (A, B, C, D), não houve nenhuma indicação, pois eles haviam passado recentemente por reformas pela construtora.

Os apartamentos dos conjuntos habitacionais Lago Sul I e II, foram vistoriados de forma aleatória, segundo as revisões bibliográficas os apartamentos com mais probabilidade de ter maiores incidência de patologias são os apartamentos térreo e último pavimento, dessa forma para cada bloco visitado escolhia um apartamento térreo e último pavimento, sempre tentando intercalar as fachadas conforme as presenças dos moradores.

A relação dos apartamentos e blocos visitados no residencial Lago Sul I segue abaixo:

- Bloco A: 102; 403;
- Bloco B: 101; 302;
- Bloco C: 103; 303;
- Bloco D: 101; 103;
- Bloco E: 102; 404;
- Bloco F: 104; 401;
- Bloco G: 101; 402;
- Bloco H: 102; 302;
- Bloco I: 101; 402;
- Bloco K: 302; 401;
- Bloco L: 101; 404;
- Bloco M: 103; 404;
- Bloco N: 102; 401;
- Bloco O: 203; 301;
- Bloco P: 204; 302;
- Bloco Q: 204; 402
- Bloco R: 103; 401;
- Bloco S: 101; 404;

Relação dos apartamentos e blocos visitados do residencial Lago Sul II segue abaixo:

- Bloco C: 103;
- Bloco D: 103; 402;
- Bloco E: 101; 403;
- Bloco F: 101; 201; 302; 401;

- Bloco G: 101; 102; 401;
- Bloco I: 402;
- Bloco J: 403;
- Bloco K: 102;
- Bloco L: 103; 401;
- Bloco M: 101; 403;
- Bloco N: 101; 103; 201; 401;

Nos blocos (A, B e H) não foram realizadas visitas aos apartamentos devido à ausência dos moradores, diante disto para compor a amostra foi visitado apartamentos do segundo e terceiro pavimento.

### 3.4 INSPEÇÕES

A inspeção é uma atividade de avaliação do estado da edificação que abrange coleta de elementos de projetos e de construção realizada principalmente para orientar as atividades de manutenção (VILLANUEVA, 2015).

As vistorias foram realizadas nos período de 15 de agosto a 02 de outubro de 2017, no conjunto habitacional Lago Sul I (Av. D, Bairro Aurenly III Palmas - TO); Lago Sul II (Av. D, Bairro Lago Sul, Palmas - TO); Flores do Cerrado (Av. D Bairro Lago Sul, Palmas - TO); e Flores da Amazônia (Av. D Bairro Lago Sul, Palmas - TO).

A inspeção utilizada no trabalho é do tipo detalhada, pois segundo Cascudo (1997), “A inspeção detalhada tem por objetivo quantificar a extensão da deterioração e caracterizar os elementos da estrutura”. No estudo as realizações das inspeções são de acordo com a metodologia do IBAPE/SP e NBR 14037/2011, onde foi verificado o grau de risco de cada unidade.

Nas vistorias às edificações é importante levar em consideração todos os dados técnicos referentes às mesmas, e na obtenção de maiores informações foram utilizados questionários (APÊNDICE A), com a metodologia do IBAPE/SP e Andrade (1992), ambos adaptados com questões mistas, onde uma pessoa de cada apartamento selecionado responderá os mesmos. Para a realização do questionário equivalerá questões relacionadas aos indícios das patologias, tempo de entrega da obra, alguma manutenção e questões climáticas.

No tocante as vistorias foram usadas ferramentas para auxiliar na busca de informações peculiares de cada manifestação patológica, tais como: fissurômetro, máquina fotográfica, prancheta e papéis para anotações.

### 3.5 MANUTENÇÔES

As manutenções são conjuntos de atividades realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação para que as necessidades e segurança não sejam interrompidas (NBR 5674/2012).

Para o estudo será proposto diretrizes para o sistema de rotina de manutenções de acordo com as NBR 5674/2012 que trata sobre os requisitos gerais para o sistema de manutenções de edificações e NBR 14037/2011 - Diretrizes para elaboração de manual de uso, operação e manutenção das edificações, trabalhos de conclusão de graduação e artigos científicos. Entretanto, após as vistorias os dados obtidos serão tabulados e para cada fissura aparente será propostas soluções de acordo com manuais de fabricante que contém dados em relação a manutenção e reparo. Também será averiguado junto com as inspeções se os usuários fazem manutenções preventivas de acordo com os manuais de uso e operação, pois é através destes que ficam explícitas as condições de uso e manutenções do imóvel.

Segundo Martins (2008), a manutenção preventiva é aquela que é executada a parti de conjunto de atividades que visa evitar falhas nas instalações, com o comprometimento da sua funcionalidade. A manutenção depende diretamente de informações a respeito da edificação, sendo fundamentados a parti de dados dos fabricantes, históricos de manutenções e avaliações através de rotinas periódicas e de inspeções predial.

Porém geralmente o custo após a falha é muito maior que na manutenção preventiva e em outros tipos de manutenção, devido a compras e contratação de profissionais em caráter emergencial.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa da pesquisa, as fissuras observadas nas etapas anteriores foram comparadas com as informações obtidas na pesquisa bibliográfica com a finalidade de detectar seus mecanismos causadores e diagnósticos. A análise dos dados foi realizada de forma sistemática, na qual primeiramente foram avaliadas as causas das manifestações patológicas das paredes internas, posteriormente das paredes externas/ fachadas. E, em seguida com a utilização destes dados foi realizado o estudo de mecanismo de formação de cada manifestação patológica do tipo fissura, concluindo assim o diagnóstico. Antes, porém, é importante ressaltar, que os diagnósticos das fissuras ocorreram de forma comparativa com os documentos da edificação, pelas vistorias e entrevistas aos moradores.

### 4.1 ANÁLISES DAS ÁREAS EXTERNAS

Nessas inspeções foi levada em consideração toda a área externas incluindo salão de festas, escadas entre apartamentos e fachadas dos blocos.

#### 4.1.1 Fissuras de retração plástica

De acordo com as fissuras encontradas nas inspeções e a revisão bibliográfica pode – se constatar que nos reservatórios inferiores as fissuras presentes são de origem de retração plástica (Figura 20), são ocasionadas principalmente pela perda de água durante o endurecimento ou mesmo por ação intensiva de ventilação e/ou insolação, sendo que as mesmas aparecem em muitas fachadas leste, tendo toda a insolação no período matutino.

De acordo com Thomaz (1989), a retração das argamassas aumenta com alto consumo de aglomerantes, com a porcentagem e finos existentes na mistura e com o teor de água de amassamento. Além desses fatores outros também podem contribuir para as fissuras de retração que são a falta de aderência com a base, número de camadas aplicadas, espessuras das camadas e o tempo decorrido entre a aplicação de uma camada e outra.

Ainda segundo Thomaz (1989), as fissuras desenvolvidas por retração das argamassas de revestimento apresentam distribuição uniforme, com linhas mapeadas que se cruzam formando ângulos bastante próximos a 90°.

Concluiu-se, então, que as fissuras da manifestação patológica são ocasionadas pela retração da argamassa de assentamento, a umidade do reservatório ao penetrar nessas fissuras, torna o ambiente propício a proliferação de microrganismos– tais como o fungo, que deixam

manchas escuras nas fachadas semelhantes às manchas de bolor. Contudo, para se ter certeza do microrganismo que se está tratando, seria necessária uma análise laboratorial. Na tabela 06 está presente a manifestação patológica do reservatório de cada bloco.

No quadro 1, foram relacionadas às fissuras mapeadas nos reservatórios e as manchas escuras de bolor presente com a direção solar das fachadas dos sete blocos, não incluindo as paredes reentrantes. Nessa análise, foi atribuída à cada fachada a denominação “CRÍTICO”, “REGULAR” OU “MÍNIMO” de acordo com a Norma de Inspeção do IBAPE/SP, de modo a indicar o nível que a manifestação aparece. Esta análise foi feita para ver se há relação entre as manchas escuras e fissuras com a exposição aos raios solares, pois pode haver um indicativo de que as mesmas estejam relacionadas com a umidade do reservatório.

Quadro 1- Presença de fissuras mapeadas nos reservatórios.

Fissuras mapeadas nos reservatórios de acordo com as fachadas dos blocos		
A	Oeste	Regular qt. de fissuras e bolor
B	Oeste	Regular qt. de fissuras e mínima presença de bolor
C	Oeste	Mínima presença de fissuras
D	Oeste	Apenas presença de bolor
E	Leste	Crítica presença de fissuras e mínima de bolor
F	Leste	Crítico presença de fissuras e bolor
G	Leste	Apenas presença de bolor

Fonte: Autor (2017).

O quadro 1 deixa visível que quanto maior a incidência dos raios solares nas fachadas, menor é a quantidade de manchas escuras de bolor mapeando as fissuras, portanto conclui-se que a umidade pode haver relação com as manchas presentes no reservatório inferior.

Figura 20 - Fissuras em formato de mapa por retração plástica.



Fonte: Autor (2017).

#### 4.1.2 Movimentações Higroscópicas

Para estas manifestações de fissuras acompanhadas por manchas brancas de eflorescências, estas ocorreram na fachada oeste do bloco, entre o apartamento térreo e 1º pavimento, estas foram formadas por nessa área haver umidade constante devido às infiltrações nos banheiros ocasionadas pelo mau uso e impermeabilização mal executada do 1º pavimento, como indicada na figura 21. Para o mecanismo de formação da fissura segundo Thomaz (1989), com o aumento do teor de umidade os elementos que integram a construção produzem uma expansão, com essas tensões internas gera as fissuras de origem higroscópica. A água em excesso tenderá a evaporar-se, provocando uma contração do material.

Figura 21 - Fissura por movimentações Higroscópicas.



Fonte: Autor (2017).

## 4.2 ANÁLISES DAS ÁREAS INTERNAS

Nestas análises internas são apresentadas as manifestações patológicas encontradas em cada apartamento que compõem a amostra dos conjuntos habitacionais de alvenaria estrutural do Programa Habitacional Minha Casa Minha Vida na cidade de Palmas - TO, alguns apartamentos não foram encontrados fissuras, porém os mesmos compõem a amostra.

### 4.2.1 Fissuras causadas pelas propriedades higroscópicas dos materiais de construção

Essas fissuras ocorreram próximas as luminárias nas placas de gesso como mostra a figura 22, isto ocorre principalmente porque o gesso apresenta movimentações higroscópicas acentuadas, segundo Thomaz (1996), um problema específico neste caso de movimentações higroscópicas é o fato de que nos edifícios ocorre o fissuramento de placas de gesso constituintes de forros, pela inobservância de juntas de movimentação entre as paredes e o forro.

Ainda de acordo com Thomaz (1996), as mudanças higroscópicas ocasionam modificações nas dimensões dos materiais que integram os elementos e componentes da construção, com o aumento da umidade, há uma expansão do material e com a redução ocorre ao contrário.

Figura 22 - Fissuras por propriedades Higroscópicas dos materiais de construção.



Fonte: Autor (2017).

#### 4.2.2 Ligação dos materiais devido a movimentação higroscópica

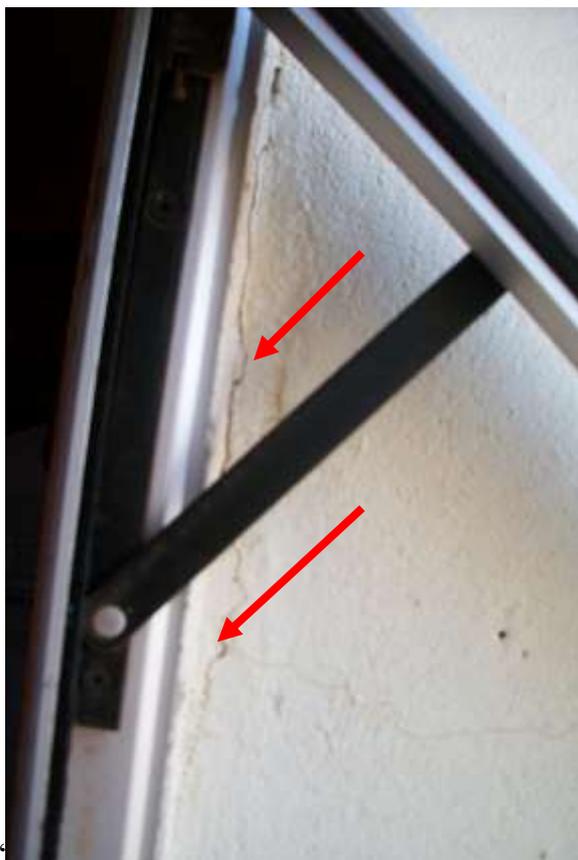
Como mostra na figura 23 a manifestação caracteriza – se, respectivamente por apresentar fissuras verticais ao lado da janela. Esta percorre a dimensão da janela inteira tanto dentro UH quanto fora.

Pelas inspeções e relato do morador a possível causa para esta manifestação é a movimentação higroscópica devido às regiões de aberturas estarem expostas a intempéries, como sol e chuva, e caso não houver elementos que resistam a essa exposição, pode haver movimentação higroscópica nos arredores.

Visto que durante as inspeções foi observado na parte externa aos blocos que há uma grande deficiência na inclinação dos telhados, fazendo com que a água acumule nas janelas, isto aliado com a possível falta de vedação e impermeabilização faz com que haja infiltração de água da chuva na interfase alvenaria / esquadria. A parede ao sofrer períodos de umedecimento e secagem, expande/comprime e dá origem a fissuras na região.

Para Thomaz (1989), os fatores que acarretam o destacamento das esquadrias é mal aderência entre argamassa e componentes da alvenaria, tipo de junta adotada e módulo de deformação dos materiais em contato.

Figura 23 - Fissura devido à má ligação dos materiais.



Fonte: Autor (2017).

#### 4.2.3 Movimentações térmicas

Esta manifestação de fissura estava presente em um apartamento de último pavimento, no sentido horizontal entre as fachadas das paredes leste e sul, esta ocorre principalmente em áreas com maior incidência solar e consequente maior variação de temperatura. Segundo Valle (2008), as coberturas planas são as áreas mais expostas às mudanças térmicas comparadas com as alvenarias, portanto surgem movimentos diferenciais em sentidos diferentes entre a parede e cobertura, causando as fissuras horizontais. De acordo com Sampaio (2010), estas movimentações térmicas estão relacionadas tanto com as propriedades físicas dos materiais quanto com o gradiente de temperatura, os coeficientes de dilatações destes materiais são conhecidos, porém a variação a ser assumida no projeto é difícil de ser estabelecida, pois varia da cor, localização, exposição, orientação da edificação e fatores climáticos.

Durante a visita foi questionada a época da origem da fissuração e o morador informou que as mesmas estavam aumentando e estavam presentes depois de uns 3 anos de uso do apartamento como mostra na figura 24.

Figura 24 - Fissuras por movimentações térmicas.



Fonte: Autor (2017).

Outra fissura ocasionada por variação térmica pode ser visto na figura 25, onde a presença de aberturas nas paredes propicia o aparecimento destas devido à região ser naturalmente enfraquecida. Essa fissuração em contorno da esquadria ocorreu em parede de fachada sul com grande insolação.

De acordo com Casado (1998), estas fissuras ocorrem devido às principais movimentações diferenciais em função da junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica.

Figura 25 - Fissura em torno da esquadria.



Fonte: Autor (2017).

#### 4.2.4 Movimentações higroscópicas dos materiais

Esta configuração de fissuração estava presente na placa de gesso do último pavimento, sendo que pelas visitas foi observado o provável uso de juntas de movimentações para minimizar as ocorrências de fissuras. Como estas estavam presentes apenas no último pavimento, há grande chance de ser ocasionada pela presença de umidade, uma vez que durante o questionamento ao morador sobre o problema visto, ele relatou que quando há chuva o apartamento molha todo pelos detalhes das juntas. Juntamente com o relato do morador e pela manifestação pode se relatar que houve movimentação higroscópica do material figura 26, como o gesso apresenta acentuadas movimentações higroscópicas, não sendo recomendado seu uso em ambientes molháveis de edifícios.

De acordo com Braga (2010), este problema de fissuramento é típico em placas de gesso principalmente pela inobservância das juntas de movimentações entre a parede e o forro.

Figura 26 - Fissuras por movimentações higroscópica.



Fonte: Autor (2017).

#### 4.2.5 Concentração de tensões nas esquadrias

As manifestações patológicas com destacamento das esquadrias e com inclinações nos cantos das aberturas são provenientes da concentração de tensões por estas estarem presentes

na contra verga, de acordo com as inspeções os materiais utilizados entre a contra verga e a esquadria não tem aderência e provavelmente de baixa qualidade, fazendo com que apareça o destacamento e fissuras, figuras 27, 28 e 29. De acordo com os projetos alvenaria estrutural (Paginações) os tamanhos dos blocos de canaleta usados para vergas e contra verga estão ultrapassando apenas 13 cm para cada lado, não chegando ao limite mínimo de 15 cm estabelecido pela NBR 8798/1985, facilitando assim as fissuras relacionadas a verga e contra verga. Com os destacamentos e falta de aderência do material de assentamento com a esquadria, há infiltração de água e umidade fator que influencia no surgimento fissuras.

Segundo Bauer (2005), em trechos com a presença de aberturas, existirá considerável concentração de tensões no contorno dos vãos. No caso da inexistência ou subdimensionamento de vergas e contra vergas, as fissuras se desenvolverão a partir dos vértices das aberturas. Nos painéis de alvenaria onde existem aberturas as fissuras devido à atuação de sobrecargas uniformemente distribuídas formam-se a partir dos vértices dessa abertura e sob o peitoril. Essas fissuras podem se manifestar em diversas configurações, em função de intervenientes, tais como: dimensões do painel de alvenaria e da abertura, posição que a abertura ocupa no painel, anisotropia dos materiais que constituem a alvenaria, dimensões e rigidez de vergas e contra vergas e outros (THOMAZ, (1989)).

Figura 27 - Fissura na contra verga da janela.



Fonte: Autor (2017).

Figura 28 - Falta de aderência entre a contra verga e esquadria.



Fonte: Autor (2017).

Figura 29 - Fissura inclinada na abertura



Fonte: Autor (2017).

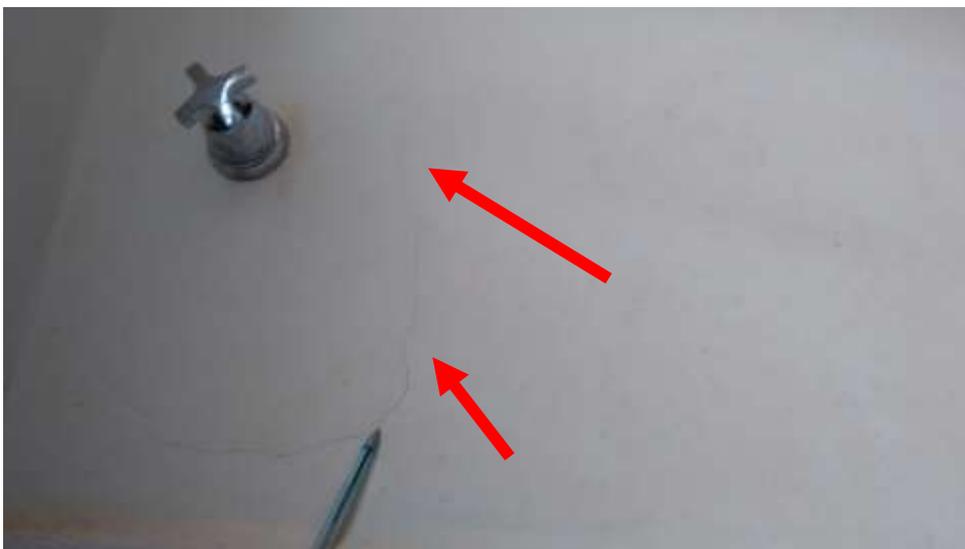
#### 4.2.6 Movimentação Higrotérmica dos Materiais

Estas fissuras estavam localizadas nos banheiros no *shaft* ligando o registro ao chuveiro como mostram na figura 30, estas tem aberturas superficiais. Segundo relato dos moradores, as fissuras começaram a aparecer depois de um ano de uso do apartamento. Dentre a hipótese provável da manifestação patológica têm se a movimentação higrotérmica dos materiais pelo ambiente onde está exposta e pela forma da abertura.

As fissuras estavam presentes na placa do *shafts* do banheiro contornando os registros e chuveiros, devido ao ambiente ser de fachada e umidade constante toma propício e essas movimentações pelos diferentes tipos de materiais.

Segundo Casotti (2007), as fissuras causadas por variação de umidade dos materiais de construção são muito parecidas àquelas provocadas pela variação de temperatura. Entre um caso e outro, as aberturas poderão variar em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e das amplitudes de variação da temperatura ou da umidade.

Figura 30 - Fissura devido a retração higrotérmica dos materiais no shafts do banheiro



Fonte: Autor (2017).

#### 4.2.7 Fissuras devido à pequena espessura de revestimento dos eletrodutos

Durante as inspeções foram observada fissuras nas lajes próximas a luminárias e fissuras próximas aos conduítes, estas manifestações estavam presentes na forma vertical e horizontal. De acordo com questionários realizados nas visitas os moradores relatam que as

fissuras próximas a laje começaram a aparecer a partir de um ano de uso do apartamento e que as mesmas crescem.

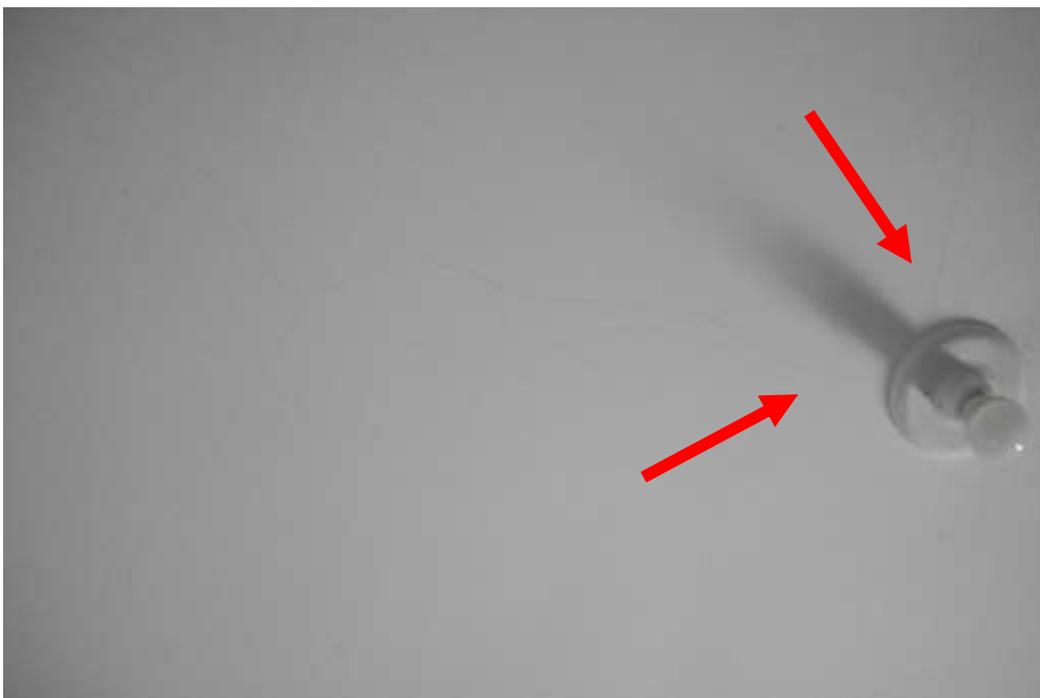
A partir desses relatos dos moradores infere-se que as manifestações patológicas ocasionadas devido à pequena espessura de cobrimento e presença de conduítes no interior das alvenarias devem-se à etapa de execução. Considera-se que o projeto não foi seguido à risca o que gerou quebras, cortes na alvenaria e mal cobrimento da argamassa na laje. Segue abaixo as figuras 31 e 32 que mostra as fissuras verticais e horizontais causada por enfraquecimento da alvenaria, provavelmente por quebra da mesma para o embutimento de conduíte e cobrimento inadequado da argamassa na laje.

Figura 31 - Fissura por embutimento de conduíte.



Fonte: Autor (2017).

Figura 32 -Fissura próximo a luminária.



Fonte: Autor (2017).

#### 4.3 RECUPERAÇÕES DAS FISSURAS

Recuperação dos componentes das fissuras só deverá ser realizada em função de um diagnóstico mais preciso, para após o conhecimento da manifestação saber qual técnica aplicar em cada caso. Depois de entendida que a recuperação do componente não compromete a segurança da estrutura, há diversas questões que deverão ser analisadas antes de estabelecer o processo de recuperação, tais como: Implicações da fissuras em termos de desempenho global do componente, sazonalidade, estágio do movimento que deu origem a fissura, época apropriada para a execução do reparo e possibilidade de um reparo definitivo ou provisório.

Os reparos definitivos deverão ser projetados tendo-se em mente as causas que deram origem ao problema: todos os esforços devem ser orientados no sentido de supri-las ou minimizá-las. Assim sendo, as reabilitações deverão basear-se nas medidas preventivas.

As alvenarias são os componentes do edifício mais suscetível à fissuração, sendo as fissuras de parede as de maior realce aos olhos dos usuários. Sendo assim, as suas recuperações são as que mais se verificam nas obras. A seguir, serão apresentados os procedimentos de reparo para as fissuras encontradas nos conjuntos habitacionais.

### 4.3.1 Recuperação para fissuras de retração plástica

No caso de fissuras de retração plástica da argamassa de revestimento do reservatório inferior, como se pode ver na figura 20, a restauração pode ser feita com a utilização de pinturas elástica com aplicação de três ou quatro demãos de tinta à base de resina acrílica, empregando – se ainda reforço com tela de poliéster ou polipropileno, com aproximadamente 12 cm de largura, aplicando-se de seis a oito demãos de tinta elástica, à base de resina acrílica em locais mais danificados, como ilustrado na figura 33.

Figura 33 - Reparo com uso de tela de poliéster.

SRF	Materiais Empregados	Representação Esquemática
C	③ Massa acrílica ② Tela de Poliéster com bandagem central ① Massa Acrílica	

Fonte: ZANZARINI (2016) (apud/Machado/2013).

### 4.3.2 Recuperação de fissuras devido à concentração de tensões nas esquadrias

Segundo Thomaz (1989), as fissuras oriundas de concentração de tensões só serão eficientemente recuperadas caso se consiga uma melhor distribuição das tensões. Sendo assim para a recuperação das fissuras devido à concentração de tensões devido às aberturas usa – se resina epóxi expansiva ou graute.

O graute pode ser empregado no preenchimento de trincas e rachaduras assim como no preenchimento dos furos dos blocos, este é recomendado geralmente em fissuras com aberturas maior que 2 mm (SAMPAIO, 2010), como mostra na figura 34.

Como neste caso figura 27 e 29 as fissuras não ultrapassa dois milímetros usa – se resina epóxi, inicialmente faz furação ao redor da fissura de ambos os lados para melhor penetração da resina, depois preencher todo o desenho da fissura, está têm excelente aderência ao substrato e alta resistência mecânica a compressão, tração e cisalhamento.

Depois de recuperadas as fissuras, uma boa prática é a utilização de pintura elástica encorpada com aplicação de três ou quatro demãos de tinta a base de resina acrílica, está combate na retração da argamassa e absorção de umidade.

Figura 34 - Injeção de Graute em parede de alvenaria estrutural.



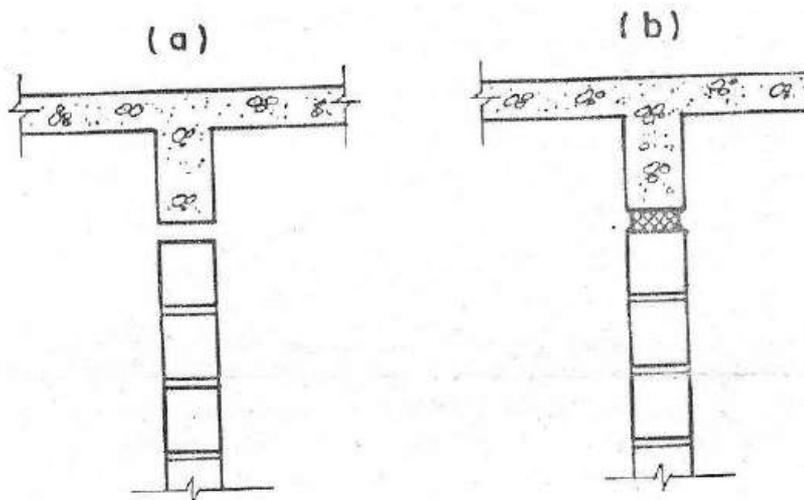
Fonte: Tomazevic, 1993 (apud Refati 2013, p. 73).

#### **4.3.3 Recuperação de fissuras por movimentações térmicas**

A recuperação da fissura causada por movimentação térmica, de acordo com a metodologia de Zanzarini (2016), figura 24, implicará o uso de selante flexível (poliuretano, silicone etc.), para aplicação do mesmo inicialmente na região da fissura faz um sulco no formato de Vê, com aproximadamente 20 mm de largura e 10 mm de profundidade, depois da deverá ser procedida de uma boa limpeza da poeira à parede, devendo está estar bem seca quando for aplicar o selante. Para os procedimentos de recuperação da fissura ter melhor desempenho é melhorar a insolação térmica da cobertura e alvenaria de fachada.

Na laje de cobertura está apoiada em alvenaria portante, cuja fissura apresenta atividade considerável, pode-se, segundo Thomaz (1989, p. 169), executar o escoramento da laje, e a remoção da última junta de assentamento e a introdução de material flexível. Quando o escoramento da laje for impossível, pode ser feita a raspagem da junta até a profundidade de aproximadamente 10 mm e preenche-la com selante flexível. Na Figura 35 (a e b) Ilustra-se essa metodologia.

Figura 35 - Desvinculação entre a parede fissurada e o componente estrutural superior: a) Corte efetuado no topo da parede; b) Preenchimento com material deformável.



Fonte: THOMAZ (1989).

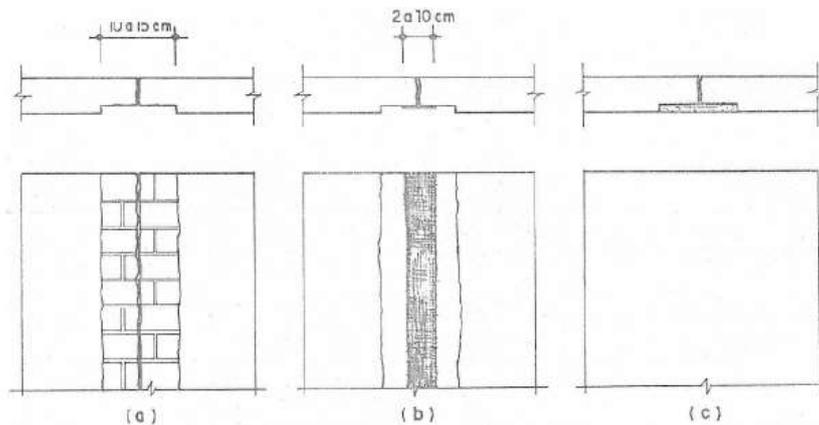
#### 4.3.4 Recuperação de fissuras por movimentações higroscópicas

Antes de iniciar o processo de recuperação das fissuras por movimentações higroscópicas, deverá ser realizadas manutenções nos banheiros do térreo e 1º pavimento para solucionar os problemas de infiltrações existentes, haja vista que este é o agente causador das manifestações patológicas.

Depois de solucionada todas as infiltrações iniciam – se o processo de recuperação das fissuras ativas provocadas por movimentação higroscópica que apresentam elevadas movimentações, figura 21, e podem ser reparadas, segundo Thomaz (1989) fazendo-se uso de telas metálicas leves, como por exemplo, tela de estuque (metal “*deployée*”), inserida na nova argamassa a ser aplicada na superfície ou a interseção de uma bandagem que propicie a dessolidarização entre o revestimento e a parede na região da fissura.

As etapas para a recuperação de fissuras com bandagem de dessolidarização podem ser visualizadas na Figura 36 (a, b, c).

Figura 36 - Recuperação de fissura em alvenaria com o uso de bandagem de dessolidarização.



Fonte: THOMAZ (1989).

- Remoção do revestimento da parede, numa faixa com largura de aproximadamente 10 a 15 cm;
- Aplicação da bandagem com distribuição regular para ambos os lados da fissura, ficando entre 2 e 10 cm;
- Aplicação de chapisco externamente à bandagem e recomposição do revestimento com argamassa com baixo módulo de deformação (traço 1: 2: 9).

A recuperação de fissuras com bandagem de dessolidarização admite a absorção da movimentação da fissura por uma faixa de revestimento não aderente à base. Segundo THOMAZ (1989) assim sendo, quanto melhor a dessolidarização pela bandagem e a base e quanto maior for sua largura, menores serão as tensões introduzidas no revestimento pela variação na abertura da fissura e melhor será o desempenho do reparo, reduzindo a probabilidade do reaparecimento da fissura no revestimento.

#### 4.3.5 Recuperação de fissuras devido à pequena espessura de cobrimento dos conduítes

A fissuração na laje é por retração enfraquecida pela pequena espessura de cobrimento dos conduítes representada na figura 31, a recuperação para este tipo de fissura segundo Zanzarini (2016) é superficialmente através da introdução de bandagem no revestimento ou de tela nylon na pintura, requerendo a aplicação de seis a oito demãos de tinta elástica, como mostra na figura 37.

Figura 37 - Aplicação da tela de nylon.



Fonte: Guia da Obra (2015).

#### 4.3.6 Recuperação de fissuras devido às propriedades higroscópicas dos materiais

A metodologia de recuperação desta manifestação patológica figura 22, segundo Thomaz (1989), como a fissura não apresenta grande movimentação, sua recuperação pode ser feita usando o próprio sistema de pintura de parede.

De acordo com Zanzarini (2016), pode – se recuperar este tipo de manifestação aplicando um selante flexível, como poliuretano ou silicone em um sulco aberto na região da fissura em forma de V, com aproximadamente dez milímetros de largura e dez milímetros de profundidade, de acordo com os procedimentos descritos na figura 38.

Figura 38 - Recuperação da fissura por meio de abertura do sulco.

SRF	Materiais Empregados	Representação Esquemática
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>④ Tinta 100% Acrílica (5 a 6 demãos)</li> <li>③ Selante Acrílico (2 demãos)</li> <li>② Fundo Preparador de Paredes</li> <li>① Abertura em "V" (1x1 cm)</li> </ul>	

Fonte: Machado (2013).

A seguir será apresentado no quadro 2 o resumo de reparo para as fissuras encontradas nas inspeções dos conjuntos habitacionais em estudo.

Quadro 2- Resumo das alternativas de recuperação

Causa da fissura	Alternativas de recuperação
Movimentação Higroscópica	Bandagem de dessolidarização
Retração Plástica	Pintura elástica
Movimentação Térmica	Selante Flexível
Movimentação Higroscópica dos materiais	Sistema de pintura de parede
Tensões nas esquadrias	Bandagem de dessolidarização
Movimentação Higrotérmica	Selante flexível
Cobrimento dos Eletrodutos	Bandagem no revestimento ou tela de nylon na pintura

Fonte: Autor (2017).

## 6 CONCLUSÃO

Ao realizar esse trabalho ficou clara a grande importância da qualidade de todas as etapas para construção de qualquer empreendimento, tanto na fase de planejamento, projeto ou execução.

A realização deste trabalho de análise de fissuras em alvenaria estrutural é uma proposta para servir de subsídio para melhorar a qualidade das habitações no PMCMV que utilizam o processo construtivo de alvenaria estrutural com blocos de concreto e cerâmico. Para tal, fez – se um levantamento das manifestações patológicas de fissuras que acometiam os empreendimentos edificados em estudo no referido processo. A análise dessas manifestações resultou num diagnóstico que identificou os mecanismos de formação das fissuras que apareceram nas edificações.

De acordo com as inspeções realizadas os problemas mais comuns a essas edificações em estudos são as fissuras por cobrimento inadequado dos conduítes nas lajes e fissuras nas esquadrias.

Nas paredes internas dos apartamentos as fissuras ocorreram em maior número devido a problemas na verga e contra verga, movimentações higroscópicas próximas as esquadrias, retração das argamassas de revestimento. Já nas lajes das UH os problemas que mais ocorreram foi movimentações higroscópicas dos materiais, movimentação térmica da laje e pequenas espessuras de cobrimento dos eletrodutos presentes no interior destas.

Nas fachadas dos blocos os problemas de fissuras foram ocasionados pela retração plástica da argamassa de revestimento e movimentações higroscópicas devido a problemas de infiltração entre os apartamentos.

Durante as análises de memoriais e projetos foram observados que há deficiências ou erros nas fases de elaboração dos projetos, nas inspeções foram verificados erros de execução e materiais usados na execução dos empreendimentos serem de baixa qualidade que originam patologias.

Os conjuntos habitacionais flores do cerrado e flores da Amazônia ambos entregue em 2012, foram os que apresentaram menos manifestações patológicas do tipo fissura, porém as fissuras que estavam presentes nestes a maioria é ocasionada por umidade e por concentração de tensões nas esquadrias.

Para os empreendimentos Lago Sul I e II ambos entregue em 2015, estes apresentou maiores manifestações patológicas quanto a fissuras estas, estavam presentes na maioria dos apartamentos inspecionados, as fissuras por pequeno cobrimento dos eletrodutos nas lajes,

destacamento das esquadrias de fachadas, ausência ou insuficiência de verga e contra verga e movimentações higroscópicas.

Durante a realização das inspeções e estudos, as fissuras presentes nos conjuntos habitacionais de acordo com a norma de Inspeção do IBAPES/SP, podem ser classificadas com grau de risco mínimo relativo a pequenos prejuízos, recomendando programação e intervenção em médio prazo.

Diante dos resultados obtidos na realização deste estudo percebe – se que há problemas com a fiscalização dos empreendimentos durante a execução dos mesmos, pois durante as visitas as UH os moradores reclamaram bastante de problemas no apartamento desde a posse do mesmo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 8798. Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.** Rio de Janeiro: ABNT, 1985.

\_\_\_\_\_. **NBR 5674. Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto — Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 6136. Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR 14037. Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575. Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575. Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575. Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 15961-2. Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras.** Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

AGUIAR, J. E. **Durabilidade, proteção e recuperação das estruturas.** Notas de aula. Especialização em Construção Civil (Especialização) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011.

ALEXANDRE, Ilídio F. **Manifestações Patológicas em Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda Executados em Alvenaria Estrutural: Uma análise da Relação de Causa e Efeito.** 2008. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17357/000714642.pdf?sequence=1>>.

ANDRADE, Cármem. **Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras.** São Paulo: Pini, 1992.

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas.** In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações.** São Paulo: IBRACON, 2005.

AZEVEDO, M. T. **Patologia das Estruturas de Concreto.** Ciência e Tecnologia. v.2; São Paulo, 2011.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do Concreto Armado – Notas de Aula.** UNESP. Bauru, São Paulo, 2006.

BEZERRA, J. E. A. **Estruturas de Concreto Armado: Patologia e Recuperação.** Fortaleza, 1998.

BIJORA, Helito. **Estudo sobre a satisfação dos moradores e principais patologias decorrentes de ampliações em residências construídas com recursos do programa minha casa minha vida na cidade de Campo Mourão, PR.** Trabalho de conclusão de curso. Campo Mourão: UTFP, 2013.

BRANDÃO, A. M. S.; PINHEIRO, L. M. **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto.** Cadernos de Engenharia de Estruturas. EESC. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

CASCUDO, Oswaldo. **O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas.** Goiânia. UFG. São Paulo: Pini, 1997.

CASOTTI, Denis Eduardo. **Causas e Recuperação de Fissuras em alvenaria.** Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) – Curso de Engenharia Civil, da Universidade de São Francisco, Itatiba, 2007.

CORSINI, Rodnei. **Trinca ou fissura? - Como se originam, quais os tipos, as causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras.** São Paulo: PINI, Edição 160 - Julho/2010

DA SILVA, T. J. **Como estimar a vida útil de estruturas projetadas com critérios que visam a durabilidade.** WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2002.

DUARTE, R.B. **Fissuras em alvenaria: causas principais medidas preventivas e técnicas de recuperação, 1998.** Boletim técnico nº 25 – Porto Alegre.

EVANGELISTA, A. C. J. **Avaliação da Resistência do Concreto Usando Diferentes Ensaios Não Destrutivos.** Tese de D. Sc., UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

FIGUEIREDO, E. P. **Mecanismo de Transporte de Fluidos no Concreto.** São Paulo: IBRACON, 2005.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil 2016.** – Informativo CEI Demografia. Belo Horizonte: FJP, abril de 2016. Disponível em <<http://www.fjp.gov.br>> Acessado em 16/04/2017.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** Trabalho de conclusão de curso. Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

GRANATO, J. E. **Apostila: Patologia das construções.** São Paulo, 2002.

GUILHERME, Alexandre E.S.; ROCHA, Elton Alean. **Patologias em Alvenaria Estrutural de Blocos Cerâmicos**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia do Concreto- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ª ed - São Paulo: PINI, 2003.

\_\_\_\_\_. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.

HENDRY, A. W.; SINHA, B. P.; Davies S. R.; **Design of Masonry Structures: Third Edition of Load Bearing Brickwork Design, 1997**. University of Edinburgh.

ISAIA, G. C. **Durabilidade do concreto ou das estruturas de concreto**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.

JUNIOR, O. G. H. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural, 2002**. Dissertação (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1985.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. São Paulo: Escola Politécnica da USP. Tese de M. Sc., Universidade de São Paulo, 1985.

LIMA, M. G. **Ação do meio ambiente sobre as Estruturas de Concreto**. In.: Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005.

LUCINI, Andréia Cristina Guimarães Cantuaria. **O espaço das construtoras e o programa minha casa minha vida em Palmas - TO: o estado e a sociedade criando um mercado**. Dissertação de Mestrado. Palmas: UFT, 2013.

MALHEIROS, A. M. **Patologia e recuperação das estruturas de concreto**. Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2007.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. São Paulo: Pini, 2007.

MARINOSKI, D. **Alvenarias: conceitos, alvenaria de vedação, processo executivo**. Aula de Tecnologia de Edificação III da UFSC. Florianópolis (2011).

MEDEIROS, M. H. F.; HELENE, P. R. L. Durabilidade e proteção do concreto armado. **Revista Técnica**, São Paulo, 2009.

MEHTA P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto – Microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2008.

MELO JÚNIOR, L. G. de. **Retama: de quem é esta terra? Uma avaliação da segregação a partir dos programas de habitação e ordenamento territorial de Palmas. 2008**.

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Cartilha institucional do programa habitacional minha casa minha vida**. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.

\_\_\_\_\_. **Déficit habitacional no Brasil**. Brasília: Ministério das Cidades, 2016.

MORAIS, E.; GROSSI, M.V. F. **Reforço estrutural em estruturas de concreto armado**. Mackenzie, São Paulo, 2013.

NEVES, J. L. **Pesquisa Qualitativa** - Características, uso e possibilidades. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v.1, n°3, 2°SEM./1996.

PIANCASTELLI, E. M. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado**. Apostila para Curso de Extensão, Ed. Depto. Estruturas da Escola de Engenharia da UFRG, Belo Horizonte, 1997.

PINA, G. L. **Patologia nas habitações populares**. Trabalho de conclusão de curso. Rio de Janeiro: Escola Politécnica do Rio de Janeiro, 2013.

PINTO, Jones Vieira. **Condomínios fechados faixa 1 do programa minha casa, minha vida: efeitos negativos para usuários e cidades, um estudo em Pelotas-RS: revisão dos programas habitacionais**. Pelotas – RS: UFPEL, 2015.

PRAZERES, Leandro. **Laudo aponta que maior obra do Minha Casa Minha Vida tem 4.000 pessoas em risco. 2017**. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2017/03/01/laudo-aponta-que-maior-obra-do-minha-casa-minha-vida-tem-4000-em-situacao-de-risco.htm>. Acesso em 05 de março de 2017.

RELVAS, FERNANDO JOSÉ. **Curso de estruturas de concreto: projeto, execução e reparo. Reforço de peças de concreto armado, com chapas de aço**. Apostila. Dezembro 2004.

REZENDE, L. V. S. **Resistência do concreto dosado em central - classificação e aspectos de durabilidade**. CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL. Florianópolis, 1996.

RIGAZZO, ALEXANDRE DE OLIVEIRA. **Reforço em pilares de concreto armado por cintamento externo com mantas flexíveis de fibras de carbono**, Tese M. Sc., Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

ROMAN, H; FILHO, S. **Manual de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos**. São Paulo: IPT, 2007.

ROQUE, J. A. **Sistema construtivo em aço patinável e bloco de concreto celular autoclavado: análise de protótipo de Moradia de Interesse Social**. Tese de M. Sc. PPGSS-ECM, Universidade São Francisco. Itatiba, 2003.

SAMPAIO, B. M. **Fissuras em Edifícios Residenciais em Alvenaria Estrutural**. Tese de mestrado. Universidade Estadual de São Paulo, São Carlos, 2010.

SABINO, M. A. **Avaliação da carbonatação em pilares de concreto armado em garagens**. Monografia (Graduação). UniCEUB, Brasília, 2014.

SANTOS, M. R. G. **Deterioração das estruturas de concreto armado**. Monografia (Graduação). UFMG, Belo Horizonte, 2012.

SOUZA, E. S. **Técnicas de recuperação e reforço de estruturas de concreto armado**. Monografia (Graduação). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

SOUZA, R. A **Contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: Aplicação às janelas de uso habitacional**. Tese de M. Sc. - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

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

TAUIL, C. A; NESSE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. 1ª ed. São Paulo: PINI, 2014.

TAKEUTI, A. R. **Reforço de pilares de concreto armado por meio de encamisamento com concreto de alto desempenho**. Tese M. Sc., São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1999.

THOMAZ, E. **Fissuras de Alvenaria**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas 2012.

\_\_\_\_\_. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. 1.ed. São Paulo: Pini/EPUSP/IPT, 1989. 194 p.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora FAAP, 1991.

ZANZARINI, José Carlos. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural – Estudo de caso**. 2016. 82 f. TCC(Curso de Engenharia Civil) – Departamento acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO



### **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Empreendimento: \_\_\_\_\_

Bloco: \_\_\_\_\_

Pavimento: \_\_\_\_\_

Apartamento: \_\_\_\_\_

### **QUESTIONÁRIO VISITA TÉCNICA**

1) Primeiro usuário?  Sim  Não Qual? \_\_\_\_\_

2) Quanto tempo de uso tem o apartamento? \_\_\_\_\_

3) Foi executada alguma reforma?  Sim  Não Quando? \_\_\_\_\_

Qual? \_\_\_\_\_

4) Existe alguma época do ano em que apresenta algum problema no apartamento?

Sim  Não Qual? \_\_\_\_\_

5) Quando foi observado esse problema de?  Fissura  Infiltração  Queda do revestimento da parede  Deslocamento cerâmico  Impermeabilização  Cobertura  Vazamentos Outros \_\_\_\_\_

Quando? \_\_\_\_\_

6) Com relação as fissuras presentes você sabe informar se estão aumentando?

Sim  Não

7) Qual sua percepção com relação a esse problema?

\_\_\_\_\_

8) A construtora executou algum reparo no apartamento?  Sim  Não

Qual? \_\_\_\_\_

9) Recebeu o Manual do Proprietário?  Sim  Não

10) Faz uso do Manual do Proprietário?  Sim  Não