



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LUCAS DE OLIVEIRA MACEDO

**DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA
ESTRUTURAL. ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS/TO**

Palmas/TO
2019

LUCAS DE OLIVEIRA MACEDO

**DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA
ESTRUTURAL. ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS/TO**

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação da Profª Dra Indara Soto Izquierdo.

Palmas/TO
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- M141 d Macedo, Lucas de Oliveira.
 Diagnóstico de manifestações patológicas em alvenaria estrutural. Estudo de caso na cidade de Palmas/TO. / Lucas de Oliveira Macedo. – Palmas, TO, 2019.
 72 f.

 Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Civil, 2019.
 Orientadora : Indara Soto Izquierdo

 1. Alvenaria Estrutural. 2. Manifestação Patológica. 3. Diagnóstico. 4. Habitação Social. I. Título

CDD 624

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

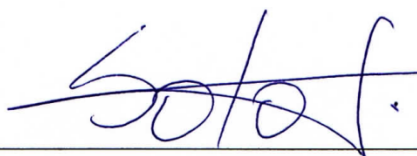
LUCAS DE OLIVEIRA MACEDO

DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA
ESTRUTURAL. ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS/TO

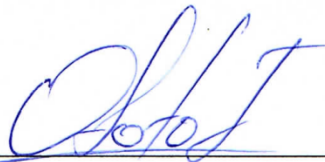
Monografia foi avaliada e apresentada à UFT –
Universidade Federal do Tocantins – Campus
Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Civil
para obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Civil e aprovada em sua forma final pela Orientadora e
pela Banca Examinadora.

Data da Aprovação 11/07/2019

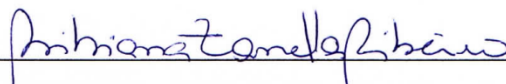
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Indara Soto Izquierdo - Orientadora, UFT



Prof. Dra. Orieta Soto Izquierdo - Examinadora, UFT



Prof. Ms. Bibiana Zanella Ribeiro – Examinadora, UFT

AGRADECIMENTO

Primeiramente, quero agradecer a Deus por ter me conduzido e iluminado durante todo desenvolvimento deste trabalho. Obrigado, meu Deus.

Estendo minha gratidão e reconhecimento a Professora Dra Indara Soto Izquierdo por ter proposto o tema desta pesquisa e pelo incentivo e disponibilidade com que me orientou.

Aos meus pais Francisca Hilderlene e José Antônio e irmãos Ana Cecília e Guilherme pela contribuição imensurável durante todo o processo acadêmico. Sem vocês não chegaria aqui.

Aos meus avós Aldaires, Jurimar, Hilda e Raimundo por tudo que me ensinaram.

A todos os meus familiares pelo incessante estímulo.

E por fim, não menos importante, agradeço todos os meus colegas de caminhada pela colaboração incalculável.

RESUMO

A alvenaria estrutural vem ganhando destaque no Brasil ao longo das últimas décadas, sendo cada vez mais empregada, principalmente em empreendimentos habitacionais de interesse social. Foi diante desse cenário que este trabalho se desenvolveu. O foco do estudo recaiu sobre três conjuntos residenciais, administrados pela prefeitura municipal e financiadas pelo PAC. Esses empreendimentos estão localizados na cidade de Palmas no estado do Tocantins. Os objetivos da pesquisa foram: fazer um levantamento de manifestações patológicas, determinar causas, propor soluções e elaborar um orçamento conectado com as conclusões. Para obter sucesso na pesquisa foram realizadas visitas a essas obras, análise de projetos e levantamento bibliográfico. Dessa forma, foi elaborado um parecer das manifestações patológicas por observação direta. Assim, tornou-se possível identificar as causas propulsoras das patologias detectadas. Também, ocorreram discussões sobre os preceitos do processo construtivo, nas etapas de projeto e execução, que funcionam como método preventivo a esses problemas. Além disso, são discorridas considerações acerca do método GUT e a viabilidade técnica e financeira dos empreendimentos em questão.

Palavras-Chave: Alvenaria Estrutural, Empreendimentos Habitacionais, Manifestações Patológicas.

ABSTRACT

The structural masonry is gaining the spotlight in these past decades in Brazil, being each time more and more employed, especially in social interest enterprises. This work was developed based on these principals. The study highlighted three residential sets, administrated by the municipal town hall and financed by PAC. These enterprises are located in the city of Palmas in the Tocantins state. The objectives of the research were: take into account the pathological manifestations, determine causes, to offer solutions and elaborate a budget connected to the conclusions. In order to obtain success in the research visits to the sites were made, project analyses and a bibliography study. In addition, it was elaborated an analysis of the pathological manifestations by direct observation. Therefore, it became possible to identify the propelling causes for the pathologies detected. Also, there were discussions about the precepts of the constructive process, the phases of the project and its execution that worked as a preventive measure to these problems. Besides this, discourses were held involving the GUT method and the viability technique and the enterprises financially stability into question.

Key-Words: Structural Masonry, Habitational Enterprises, Pathological Manifestations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplos de Unidades	19
Figura 2 - Classificação das fissuras	23
Figura 3 - Esquematização das configurações básicas das fissuras	23
Figura 4 - Fissuras devido a carregamentos excessivos de compressão	24
Figura 5 - Fissuras devido à concentração de tensões no contorno dos vãos.....	25
Figura 6 - Ruptura localizada da alvenaria sob o ponto de aplicação da carga e propagação de fissuras a partir desse ponto.....	25
Figura 7 - Fissura horizontal devido à movimentação higroscópica	26
Figura 8 - Fissuras provocadas pela expansão da argamassa de assentamento.....	26
Figura 9 - Fissuras mapeadas	27
Figura 10 - Fissuras devido a recalque diferencial	27
Figura 11 - Degradação da alvenaria por causa da eflorescência	28
Figura 12 - Grautemento	31
Figura 13 - Tira de aço reforçando a parede	32
Figura 14 - Aplicação de tela metálica.....	33
Figura 15 - Localização do local de estudo	37
Figura 16 – Vista superior do conjunto habitacional	37
Figura 17 – Fachada Interna e fachada Externa	38
Figura 18 – Apartamento Tipo	38
Figura 19 – Fissuras Mapeadas/Fachadas	45
Figura 20 – Causa “A”	46
Figura 21 – Causa “B”	47
Figura 22 – Causa “C”	48
Figura 23 – Causa “D”	48
Figura 24 – Causa “D”	49
Figura 25 – Causa “E”	49
Figura 26 – Corrosão das armaduras	50
Figura 27 – Corrosão das esquadrias	51
Figura 28 – Rasgo na alvenaria	52
Figura 29 – Rasgo e blocos quebrados.....	53
Figura 30 – Rasgo na alvenaria (Referência)	53

Figura 31 – Embutidos na alvenaria	53
Figura 32 – Juntas verticais e horizontais	54
Figura 33 – Material mal acomodado	55
Figura 34 – Material mal acomodado	55
Figura 35 – Atual situação do PAC - Meta 6	56
Figura 36 – Atual situação do PAC – Meta 6.....	57
Figura 37 – Atual situação do PAC – Meta 7.....	57
Quadro 1 - Quadro norteador para análise interna.....	40
Quadro 2 - Quadro norteador para análise externa	40
Quadro 3 - GUT.....	41
Quadro 4 – Causa de manchas de umidade nas paredes internas	43
Quadro 5 – Causas das fissuras nas paredes externas/fachadas	44
Quadro 6 – Causas das manchas nas paredes externas/fachadas.....	44
Quadro 7 – Método GUT	60
Quadro 8 – Quantitativo das circunstâncias referente ao tratamento para combater a umidade no pavimento térreo	62
Quadro 9 – Custo parcial para o tratamento que visa combater a umidade no pavimento térreo	62
Quadro 10 – Quantitativo das circunstâncias referente ao reparo das fissuras mapeadas	62
Quadro 11 – Custo parcial para o tratamento das fissuras mapeadas	63
Quadro 12 – Quantitativo das circunstâncias referente ao reparo das manchas de umidade... ..	63
Quadro 13 – Custo parcial para o tratamento das manchas de umidade.....	64
Quadro 14 - Norteador/ Ambiente Interno.....	71
Quadro 15 - Norteador/ Ambiente Externo.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Gravidade.....	34
Tabela 2 - Urgência.....	35
Tabela 3 - Tendência.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
LCO	Licitações, Contratos e Obras
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
SICAP	Sistema Integrado de Controle e Auditoria Pública
TCE	Tribunal de Contas do Tocantins

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Contextualização	13
1.2 Justificativa	14
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo Geral.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Breve Histórico	16
2.2 Tipos de Alvenaria	17
2.3 Materiais da Alvenaria	18
2.3.1 Unidade.....	18
2.3.2 Argamassa.....	19
2.3.3 Graute	20
2.3.4 Armaduras.....	20
2.4 Manifestações Patológicas em Alvenaria Estrutural	20
2.4.1 Fissuras	22
2.4.1.1 Classificação das fissuras	22
2.4.1.2 Estudo das possíveis causas do surgimento de fissuras.....	24
2.4.2 Eflorescência.....	27
2.4.3 Infiltração de água.....	28
2.5 Recuperação e Reforço da Alvenaria Estrutural	29
2.5.1 Injeção de resina polimérica ou graute.....	30
2.5.2 Grauteamento.....	30
2.5.3 Elementos estruturais de aço.....	31
2.5.4 Argamassa Armada	32
2.5.5 Concreto Projetado.....	33
2.6 Método GUT	34
2.6.1 Campos de análise	34
3 METODOLOGIA	36
3.1 Local de estudo	36
3.2 Levantamento de Subsídios	38

3.3 Diagnóstico e Prognóstico	40
4 RESULTADOS	42
4.1 Conjunto Habitacional PAC – Meta 4.....	42
4.2 Diagnóstico das manifestações patológicas do empreendimento observado	42
4.2.1 Exame das razões das manifestações patológicas	43
4.2.1.1 Paredes Internas	43
4.2.1.2 Paredes Externas/Fachadas	44
4.2.1.3 Esquadrias	45
4.2.1.4 Estruturas de concreto armado	45
4.3 Estudo das origens das manifestações patológicas	45
4.3.1 Infiltrações de água pelas soleiras ou interface alvenaria/esquadria - CAUSA “A”	46
4.3.2 Infiltrações de água através das paredes externas - CAUSA “B” e CAUSA “C”	47
4.3.3 Ausência de juntas de dilatação – CAUSA “D”	48
4.3.4 Impermeabilização deficiente da viga baldrame – CAUSA “E”	49
4.3.5 Estruturas de concreto armado	50
4.3.6 Esquadrias	50
4.4 Análise da Execução.....	51
4.4.1 Contextualização do Empreendimento.....	51
4.4.2 Rasgos nas alvenarias para instalação de eletrodutos e blocos quebrados	52
4.4.3 Variação na espessura das juntas horizontais e verticais.....	54
4.4.4 Desorganização dos canteiros de obras	54
4.5 Conjunto Habitacional PAC - Metas 6 e 7	55
4.6 Tratamentos Propostos	57
4.6.1 Juntas de dilatação.....	58
4.6.2 Reparo das fissuras mapeadas.....	58
4.6.3 Tratamento para combater a umidade no pavimento térreo	59
4.6.4 Tratamento das plataformas de concreto armado	59
4.6.5 Reparo das manchas de umidade	59
4.6.6 Eliminação do Bolor.....	60
4.7 Grau de priorização (Ferramenta GUT).....	60
4.8 Levantamento de Quantitativo	61
5 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS.....	66
APÊNDICE A	70

APÊNDICE B	71
APÊNDICE C	72

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é um método de construção que vem sendo amplamente difundida e empregada no campo nacional da construção civil. Este fato se deve principalmente pelo o emprego desse método construtivo na execução de edifícios habitacionais de baixa renda. Ciente disto, diversos autores estudam a qualidade desses empreendimentos, sendo fundamental identificar as causas indutoras de anomalias nessas estruturas.

Na alvenaria estrutural os elementos que desempenham a função estrutural são a própria alvenaria, dispensando o uso de pilares e vigas, o que acarreta redução de custos, ou seja, é uma alvenaria destinada a resistir cargas, além de seu peso próprio (MICHELON, 2016).

Pode-se destacar que a utilização da alvenaria estrutural, seja de bloco de concreto ou cerâmico, propicia algumas facilidades construtivas como: técnicas de execução simplificadas; menor diversidade de materiais empregados e redução do número de especializações de mão de obra empregada. Uma das principais desvantagens é a impossibilidade de adaptações nos arranjos arquitetônicos, a menos que sejam previstos em projeto.

1.1 Contextualização

Os desafios da construção civil vão além da produção de edifícios mais econômicos, e englobam também, a redução do déficit habitacional no Brasil, uma situação que afeta principalmente as classes menos favorecidas (PICCHI; AGOPYAN, 1993). Em 2015, o déficit habitacional estimado, no Brasil, correspondeu a 6,355 milhões de domicílios, já o estado do Tocantins apresentou um déficit habitacional de 49.726 moradias, em 2015 (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2018).

Visando cobrir ou diminuir esse déficit habitacional o governo brasileiro lançou em 2007 diversos programas habitacionais, entre os quais se destaca o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), na construção de unidades residenciais contempladas por estes programas tem-se utilizado, com frequência, a alvenaria estrutural racional (ALEXANDRE, 2008).

Na opinião de Pereira (2008), é um problema na gestão de empreendimentos habitacionais a necessidade de se construir, em um espaço curto de tempo, um volumoso número de unidades, com desperdício mínimo e de boa qualidade. Ciente disso e com a ideia de economia e rapidez na construção, insere-se o sistema de alvenaria estrutural, que, após um período de recessão e pouca aceitação, tem sido largamente empregado (RIZZATTI JUNIOR, 2015).

O processo construtivo em alvenaria estrutural se concretizou como uma metodologia eficaz de construção. Isso se deve principalmente pela habilidade de racionalização dos processos e, também, pela redução de custos (BRUINSMA, 2014). Por isso, esse sistema construtivo torna-se promissor, principalmente, em empreendimentos habitacionais multifamiliares.

Ademais, com certa recorrência nota-se o aparecimento de patologias nestas estruturas e, dessa forma, diante desse cenário é necessário ressaltar que uma obra de engenharia civil é o resultado da combinação de múltiplos materiais heterogêneos e de uma mão de obra comumente não especializada e de ampla rotatividade. Além disso, deve-se adicionar a essas questões a agressividade ambiental e a má utilização e conservação dos empreendimentos. Tudo isso propicia o surgimento de manifestações patológicas que tendem afetar a segurança e a funcionalidade do imóvel. (VITÓRIO, 2003).

E mesmo com todo o desenvolvimento tecnológico dos materiais empregados na construção civil o mau emprego dos métodos construtivos pode ocasionar um produto final acometido de diversas patologias que podem ir desde falhas estruturais até a má qualidade dos acabamentos (BRUINSMA, 2014).

1.2 Justificativa

As patologias em imóveis ou vícios aparentes de acordo com o código do consumidor são relevantes, pois, podem constatar um estado de perigo latente para a estrutura ou, o dever de manutenção para impedir implicações futuras ou ainda provocar insegurança nos moradores, gerando discussões e às vezes demandas judiciais (OLIVARI, 2003). Atualmente existe a ABNT NBR 15575: 2013 - “Edificações Habitacionais” que estabelece parâmetros técnicos para diversos requisitos de uma edificação. Além disso, essa norma estabelece as responsabilidades de cada ente envolvido na construção seja ele construtor, projetista ou fabricante de materiais.

De acordo com Ioppi e Arruda (1994), o surgimento de anomalias, por exemplo as

fissuras, afeta diretamente o usuário em pontos essenciais, dentre os quais destaca-se: o aviso de um eventual estado perigoso; o comprometimento da durabilidade e/ou estanqueidade da edificação; o constrangimento psicológico a que são submetidos os ocupantes da edificação, temerosos ou simplesmente contrariados por terem de se habituar ao problema.

Os processos de classificação, análise, estudo de causas e consequências das patologias possibilita ajudar as construtoras e os profissionais da área sobre a necessidade de se investir na sua prevenção. Além disso, quando se dispõe conhecimento para os usuários sobre a correta utilização e manutenção das edificações também está contribuindo para prolongar a vida útil dos empreendimentos.

Com isso, é de extrema importância a investigação, em obras de engenharia civil, de falhas e avarias que, acarretam, algumas vezes, acidentes de natureza grave, como desabamentos, além de propiciarem a depreciação do patrimônio e altos custos de recuperação.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar as manifestações patológicas em edifícios residenciais, de interesse social, em alvenaria estrutural e com isso, propor soluções para os problemas apresentados pela estrutura.

1.3.2 Objetivos Específicos

Dessa forma, como objetivos específicos se têm:

- Realizar o levantamento da atual situação dos edifícios residenciais em alvenaria estrutural;
- Avaliar as ações desencadeadoras das manifestações patológicas na alvenaria estrutural;
- Propor metodologias para solucionar os problemas, a partir do diagnóstico das patologias existentes;
- Orçar subsídios que serão necessários para realizar a execução dos serviços de engenharia civil, imprescindíveis na solução de possíveis problemas da estrutura em estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tauil e Nesse (2010) definem alvenaria como um agrupamento de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa adequada, o que origina uma estrutura vertical coesa. O objetivo dessa associação é a vedação de espaços, apresentar capacidade de resistir a cargas advindas da gravidade, promover segurança, suportar a ação do fogo, isolar e proteger acusticamente os ambientes e colaborar para a conservação do conforto térmico.

2.1 Breve Histórico

Desde Antiguidade, a alvenaria estrutural vem sendo empregada como modelo de produção, ou seja, é um dos mais antigos utilizados pela humanidade. Mas, de acordo com Mohamad (2015), os conhecimentos da alvenaria estrutural foram utilizados, a princípio, de forma empírica, portanto, as construções eram calcadas na experiência dos construtores, em que a forma garantia a rigidez e a estabilidade estrutural. Como consequências disso, as estruturas eram mais robustas quando se comparadas às utilizadas atualmente.

As pirâmides do Egito, o coliseu Romano e a Catedral de Notre-Dame são exemplos de construções que marcaram a humanidade pelos aspectos estruturais e arquitetônicos. Em comum, são obras formadas por unidades de blocos de pedra ou cerâmicos intertravados, com ou sem a presença de material ligante (MOHAMAD, 2015).

Outro edifício marcante em alvenaria estrutural é o “Monadnock”. Uma obra construída em Chicago, Estados Unidos, entre os anos de 1889 e 1891. O empreendimento é constituído de 16 pavimentos e 65 m de altura, cujas paredes do primeiro pavimento possuem 1,80 m de espessura. Todavia, nota-se que esse tipo de construção era marcado pela dificuldade de racionalização do processo executivo e pelas limitações de organização espacial, tornando o sistema lento e de custo elevado (CAMACHO, 2006).

Nesse sentido, o aparecimento do concreto e do aço possibilitou a construção de estruturas esbeltas e de grande altura, e com isso, a alvenaria ficou destinada a construções de pequeno porte ou sendo utilizada somente como elemento de fechamento (ANTUNES, 2011).

Com o passar do tempo, foram se desenvolvendo novos métodos construtivos, como também, descobertos novos materiais para serem empregados na execução das estruturas. A alvenaria mesmo já existente foi sendo aperfeiçoada e por volta de 1950, em especial na Suíça, começaram a surgir normas que possibilitaram dimensionar a espessura necessária das

paredes e a resistência das alvenarias, baseadas em cálculos racionais e experimentações laboratoriais.

O pontapé inicial da alvenaria estrutural não armada moderna foi uma construção do engenheiro suíço Paulo Haller. O empreendimento é um edifício de 13 pavimentos construído em 1951, na Basiléia, Suíça.

No Brasil, a alvenaria estrutural despontou como uma técnica de construção apenas no final da década de 1960, pois anteriormente era enquadrada como uma “alvenaria resistente”, ou seja, fruto apenas de conhecimento empírico. Com isso, não existiam parâmetros que fixassem o dimensionamento e segurança dos elementos estruturais (MOHAMAD, 2015).

Os primeiros prédios em alvenaria armada no Brasil foram construídos no ano de 1966 em São Paulo, e formam o conjunto habitacional “Central Parque Lapa”. Já o marco inicial da alvenaria não armada, no Brasil, foi em 1977, com a construção do edifício Jardim Prudência na cidade de São Paulo.

2.2 Tipos de Alvenaria

A classificação tipológica tem como intuito ajudar no discernimento do comportamento mecânico-estrutural e no esclarecimento quanto à origem das patologias. Com relação às alvenarias podemos agrupá-las em paredes com idênticas características morfológico-construtivas, mas também, categorizá-las de acordo com as unidades de alvenaria, às características de assentamento e às características do(s) ligante(s) (VALLE, 2008).

Do ponto de vista da capacidade de suporte as alvenarias podem ser reunidas de acordo com a sua utilização e/ou a sua função, ou seja, a estrutura está sendo empregada para absorver esforços e cargas previamente definidas em projetos, ou somente para vedação. Dito isso, podemos ter: alvenaria estrutural; alvenarias não armadas, alvenaria parcialmente armada, alvenarias armada e alvenaria protendida.

Nas alvenarias estruturais não se empregam pilares e vigas, já que as paredes são autoportantes e compõem a estrutura da edificação dividindo as cargas uniformemente ao longo das fundações. Já as alvenarias não armadas são formadas pela combinação de blocos e argamassa, que absorvem os esforços atuantes. Nessas estruturas, são previstas apenas armaduras de amarração (prevenção de trincas), porém, elas não são consideradas no dimensionamento das paredes. Em relação às alvenarias parcialmente armadas existe também a união blocos e argamassa, mas emprega-se a armadura para absorver os esforços em

algumas partes das paredes, sendo as outras partes calculadas como alvenaria não armada (TAUIL; NESSE, 2010).

Ademais, as alvenarias armada são compostas pela união de blocos, argamassa, graute e armadura, dimensionada para resistir aos esforços solicitantes, independentemente das armaduras construtivas. E por fim a alvenaria protendida, que constitui um tipo de alvenaria reforçada por uma armadura ativa (pré-tensionada) que submete a alvenaria a esforços de compressão. Esse tipo de alvenaria é pouco utilizado, pois os materiais, dispositivos e mão de obra para a protensão têm custo muito alto para o nosso padrão de construção (TAUIL; NESSE, 2010).

2.3 Materiais da Alvenaria

Os principais componentes da alvenaria estrutural são: bloco, junta de argamassa, graute e armadura. A ABNT NBR 15961-1: 2011 – “Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto Parte 1: Projeto” classifica componente como a menor parte constituinte dos elementos da estrutura. A norma prossegue definindo elemento com uma parte da obra suficientemente elaborada, constituída da reunião de um ou mais componentes.

2.3.1 Unidade

No Brasil, segundo Camacho (2006), são mais empregadas, para empreendimentos de alvenaria estrutural, as unidades de concreto, unidades de cerâmica e unidades silício-calcárias (ordem decrescente de utilização). O autor ainda defende que com relação aos aspectos de resistências, as unidades são fundamentais. Já Teixeira (2014) corrobora afirmando que a função primordial da alvenaria estrutural é resistir a esforços de compressão. Assim, pensando na resistência global da parede, a resistência dos blocos se torna fundamental.

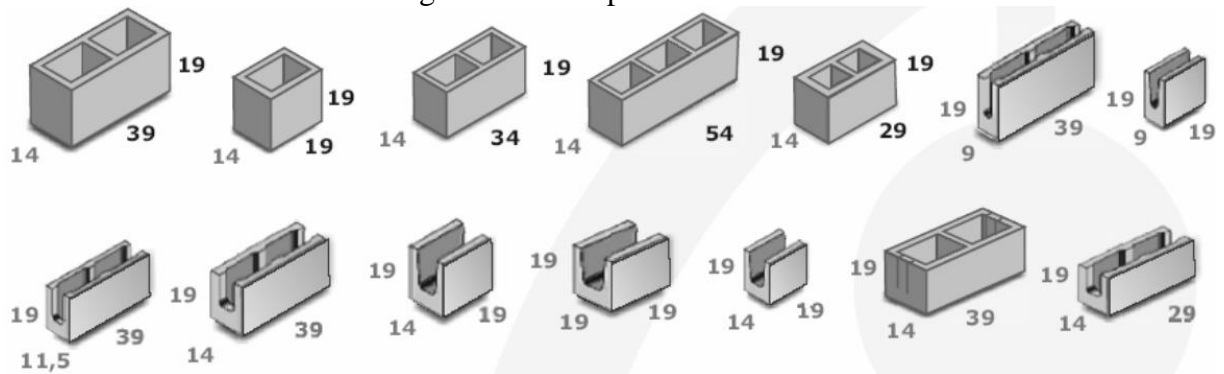
Além disso, as unidades possuem uma classificação quanto à forma. Se ela for maciça a unidade é intitulada como tijolo, já quando a unidade tem uma estrutura vazada classifica-se como bloco. Também, ressalta-se que se o índice de vazios for igual e/ou inferior a 25 % da área total, a unidade é considerada maciça. Caso contrário à unidade é qualificada como vazada.

Ainda assim, com relação à aplicação, podemos distinguir em dois tipos: de vedação e estrutural. No Brasil, existe uma regulamentação que estabelece parâmetros quanto as

resistência mínima que as unidades estruturais devem apresentar. A ABNT NBR 6136: 2014 - “Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural- Requisitos” institui que a resistência característica do bloco à compressão axial em relação à área bruta (f_{bK}) deve ser ≥ 4 MPa, aos 28 dias.

Também, a legislação brasileira estabelece através da ABNT NBR 15270: 2005 – “Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural — Terminologia e requisitos” que os blocos cerâmicos portantes devam apresentar resistência mínima de 4MPa. A Figura 1 exemplifica algumas unidades de blocos estruturais.

Figura 1 – Exemplos de Unidades



Fonte: Richter, 2007

2.3.2 Argamassa

A argamassa de assentamento é composta por cimento, agregado miúdo, água e cal e tem como atribuições básicas a solarização das unidades, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver pequenas deformações e impedir a passagem de água e ventilação para dentro da edificação. Rabelo (2004) afirma que a resistência da argamassa pouco contribui para a resistência à compressão final da parede.

Com o intuito de executar bem suas funções a argamassa deve apresentar certa trabalhabilidade e isso inclui a facilidade com que o executor da obra consegue espalhar a argamassa sobre a superfície do bloco, a aptidão para penetração da argamassa nos poros do bloco e a competência de não escorrer pelo efeito das fiadas subsequentes. Além disso, a argamassa tem que ter capacidade de retenção de água evitando danos a sua função de ligante. Também, a argamassa tem que apresentar aderência para agir associado ao bloco resistindo aos esforços de cisalhamento e tração (SAMPAIO, 2010).

2.3.3 Graute

O Graute é um compósito de cimento, agregado miúdo e graúdo, água, cal e adições dedicadas a atribuir trabalhabilidade e a capacidade de reter a água de hidratação à mistura (RABELO, 2004).

Sampaio (2010) reitera que o grauteamento é um dos artifícios mais empregados no reforço da alvenaria estrutural. Sua função é a ocupação dos vazios dos blocos e canaletas de concreto e também a promove a solarização de possíveis armaduras com os blocos. Com isso, é possível acrescentar a capacidade portante da alvenaria à compressão, que pode também trabalhar em conjunto com as armaduras, para combater possíveis esforços de tração e também de compressão (RABELO, 2004).

A ABNT NBR 15961-1: 2011 estabelece que quando especificado o graute, sua influência na resistência da alvenaria precisa ser verificada em laboratório, nas condições de sua utilização. Também, segundo a NBR 15961-1: 2011, os elementos de alvenaria armada deverão apresentar um valor mínimo de 15 MPa de resistência à compressão.

2.3.4 Armaduras

Quando se refere às armaduras para alvenaria estrutural, constata-se que são mesmas empregadas nas estruturas de concreto armado, mas, ressalta-se a necessidade dessas armaduras estarem envoltas por graute, para assim, garantir o trabalho conjunto com o restante da estrutura (RAMALHO; CORRÊA, 2003). De acordo com Rabelo (2004), os principais intuitos desse componente são: o travamento das alvenarias, o aumento da resistência à compressão das alvenarias e quando existir, oferecer resistência a esforços de tração.

2.4 Manifestações Patológicas em Alvenaria Estrutural

Inspirado na medicina a engenharia civil passou a utilizar e empregar o termo patologia. O uso de um termo médico na engenharia se deve principalmente pela semelhança dos objetos de estudos destas duas áreas de formação, o ser humano e a edificação. A etimologia da palavra patologia nos remete a sua origem grega, onde: páthos, doença, e lógos, estudo. Desse modo, a patologia nas edificações concentra-se em estudar as anomalias ou

problemas do edifício e as modificações anatômicas e funcionais em decorrências dessas disfunções (FRANÇA *et al.*, 2011).

Segundo Souza e Ripper (1998), as patologias compõem uma área de estudo da Engenharia das Construções (ciência que examina as causas, mecanismos de ocorrência, formas de manifestações e implicações das falhas na estrutura).

Mais adiante, França *et al.* (2011) prossegue no comparativo entre a engenharia civil e a medicina. Os autores detalham que estas doenças (patologias) podem ser contraídas congenitamente, ou seja, ao longo da execução da obra (uso inapropriado de materiais e métodos construtivos), na elaboração do projeto, e também, ao longo de sua vida. A ruína da estrutura seria equivalente, fazendo um paralelo, como a morte de um paciente. Da mesma forma, conforme o tipo e porte da obra, a ruína de uma construção pode acarretar perdas de centenas de vidas, além das perdas financeiras.

Além disso, Souza e Ripper (1998) defendem a classificação dos problemas patológicos em simples e complexos. Uma característica da primeira categoria é a possibilidade de padronização. Além disso, quando a manifestação patológica é dita simples o diagnóstico e as profilaxias são evidentes. Já para a solução dos problemas patológicos complexos não convém utilizar instrumentos convencionais e esquemas rotineiros de manutenção, pois, esses exigem um exame mais minucioso e individual, dessa forma, é imprescindível o conhecimento mais profundo em patologias das estruturas.

Diante do exposto cabe fazer uma ressalva, manifestação patológica e patologia não são termos sinônimos. A primeira é decorrente de um mecanismo de degradação e a patologia é uma ciência composta por um complexo de teorias que servem de amparo para elucidar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica (FRANÇA *et al.*, 2011).

Ademais, Vitório (2003) assegura que, de maneira geral, as anomalias das alvenarias que formam as paredes são extremamente visíveis e isto é devido à própria natureza dos materiais e do comportamento dos componentes. O autor ainda prossegue afirmando que o surgimento de manifestações patológicas nas alvenarias estruturais é mais preocupante, pois ocorrerá um impacto direto na estabilidade do imóvel.

Também, segundo Vitório, as anomalias mais usuais nas alvenarias são as fissuras, as eflorescências e as infiltrações de água. Sampaio (2010) corrobora com essa alegação afirmando que a fissura é a manifestação patológica mais comum em alvenaria estrutural.

2.4.1 Fissuras

De acordo com Vitório (2003), as causas para a ocorrência das fissuras nem sempre são prontamente assinaladas, mas a identificação dos motivos é extremamente importante para o emprego adequado dos procedimentos de correção. Corsini (2010) ainda defende que as fissuras podem comprometer a estética, a durabilidade e as características estruturais do empreendimento. Basicamente, segundo o autor, a origem da fissura se deve a atuação de tensões nos materiais. Com isso, quando a solicitação é superior a capacidade de resistência do material, a fissura possui a predisposição de aliviar tensões.

Via de regra as alvenarias possuem um bom desempenho à compressão, mas essa situação não se repete quando se trata das solicitações de tração, flexão e cisalhamento. Geralmente as situações que provocam fissuração em alvenaria são ocasionadas por tensões de tração e cisalhamento (VITÓRIO, 2003). Holanda Júnior (2002) explica que essa situação se deve ao fato dos componentes que constituem os blocos e tijolos (cerâmica, concreto e outras matérias-primas) serem elementos frágeis e, por isso, possuem baixa resistência à tração. Dessa forma, prossegue o autor, como a alvenaria é formada por um conjunto de blocos ou tijolos ligados por juntas de argamassa apresentará, da mesma forma, tal característica (baixa resistência à tração).

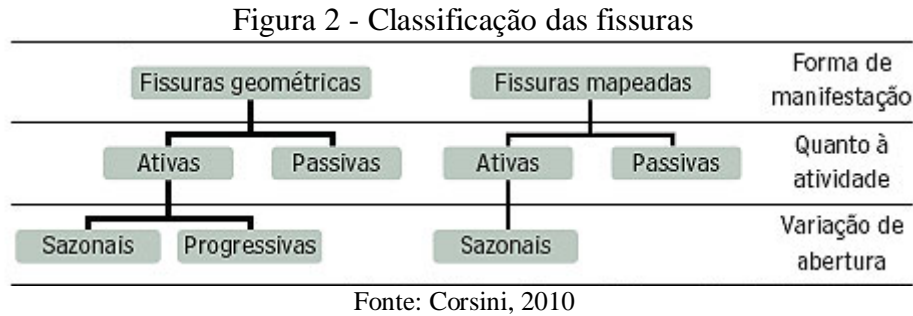
Ainda é possível elencar outras razões que interferem na fissuração e nas características mecânicas da alvenaria, dentro os quais: a heterogeneidade devido ao uso de materiais diferentes, com propriedades mecânicas e elásticas distintas; a geometria, a rugosidade, a porosidade dos componentes e movimentações hidros cópicas e térmicas.

2.4.1.1 Classificação das fissuras

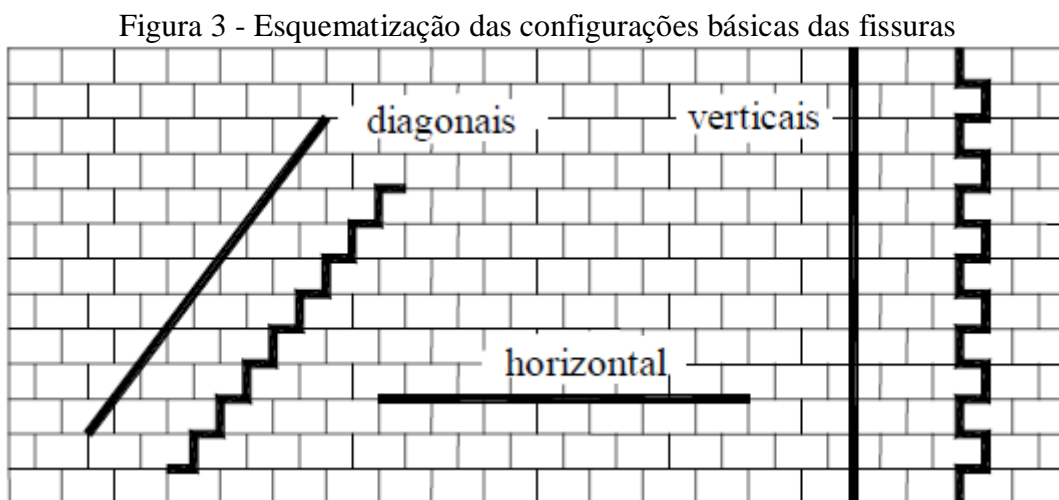
Nas alvenarias as fissuras podem ser catalogadas em função da sua forma de manifestação e do seu desenho (subdividido em: geométrico e mapeado). As últimas duas classes (geométrico e mapeado) podem ser segmentadas em fissuras ativas e passivas. As ativas também admitem uma nova subdivisão, podendo ser sazonais ou progressivas.

As fissuras geométricas ocorrem tanto nas unidades quanto nas juntas de assentamento. Já as mapeadas podem ser geradas por retração da argamassa, por abundância de finos no traço e por excesso de desempenamento. Geralmente, elas apresentam uma forma de “mapa”, e com constância, são aberturas superficiais.

As fissuras ativas ou vivas são aquelas que exibem alterações sensíveis de abertura e fechamento. Já as fissuras passivas ou mortas são ocasionadas por solicitações que não apresentam variações sensíveis ao longo do tempo, e assim, sendo consideradas estabilizadas. A Figura 2 traz uma tabela/resumo sobre a classificação das fissuras.



Quando uma parede de alvenaria é analisada as fissuras podem está dispostas em três direções: vertical, diagonal ou uma combinação dessas. As fissuras verticais podem ser retas, atravessando juntas e unidades, ou podem ter o a aparência escalonada, passando apenas pelas juntas. A Figura 3 demonstra uma esquematização das configurações das fissuras na alvenaria. De acordo com Antunes (2011) quando a resistência à tração do componente de alvenaria for igual ou inferior à resistência à tração da argamassa, a fissura terá um aspecto retilíneo. O autor ainda defende que a forma escalonada ocorre quando o componente possui uma resistência à tração superior a da argamassa.



Fonte: Júnior Holanda, 2002 p. 5

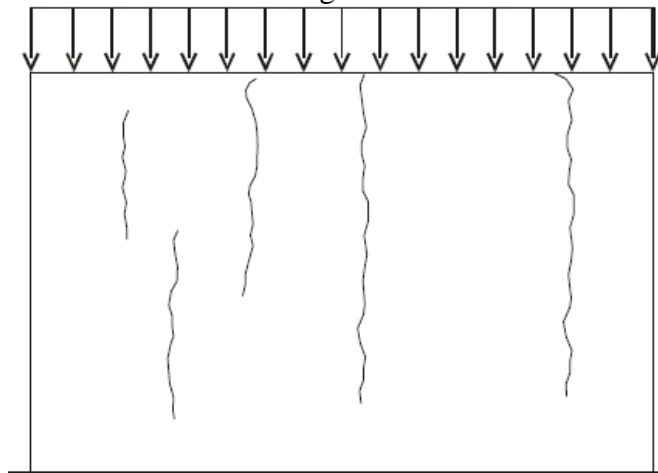
Por fim, a ABNT NBR 9575: 2003 – “Impermeabilização – Seleção e Projeto” traz parâmetros para classificar as fissuras quanto o tamanho de sua abertura. Ou seja, é

considerada fissura quando a abertura é inferior a 0,5 mm. Quando a abertura das fissuras são maiores que 0,5 mm e menor que 1 mm elas são classificadas como trinca.

2.4.1.2 Estudo das possíveis causas do surgimento de fissuras

A Figura 4 retrata uma configuração comum para fissuras ocasionadas por carregamentos excessivos de compressão. A principal característica delas é a sua disposição na vertical.

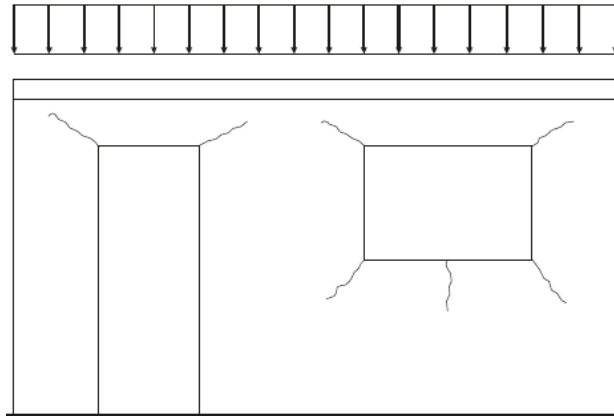
Figura 4 - Fissuras devido a carregamentos excessivos de compressão



Fonte: Vitório, 2003 p. 45

Já a Figura 5 retrata fissuras em locais que existem aberturas e nota-se que essas formam-se a partir dos vértices dessas aberturas e sob o peitoril (concentração de tensões no contorno dos vãos). Essas fissuras se exibem em diversas configurações e dependem de vários fatores entre eles: as dimensões do painel de alvenaria, dimensões da abertura, anisotropia dos materiais que constituem a alvenaria e as dimensões e rigidez de vergas e contravergas (VITÓRIO, 2003).

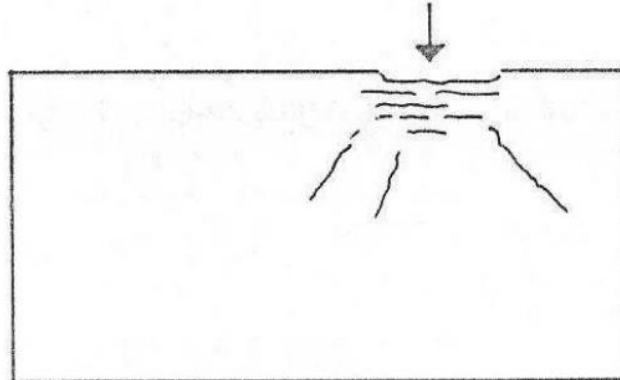
Figura 5 - Fissuras devido à concentração de tensões no contorno dos vãos



Fonte: Vitório, 2003 p. 49

Com relação à Figura 6 temos a demonstração de fissuras devido à ação excessiva de cargas localizadas. Por causa dessa configuração percebe-se que as fissuras são inclinadas a partir do ponto que ocorreu a ruptura do componente de alvenaria.

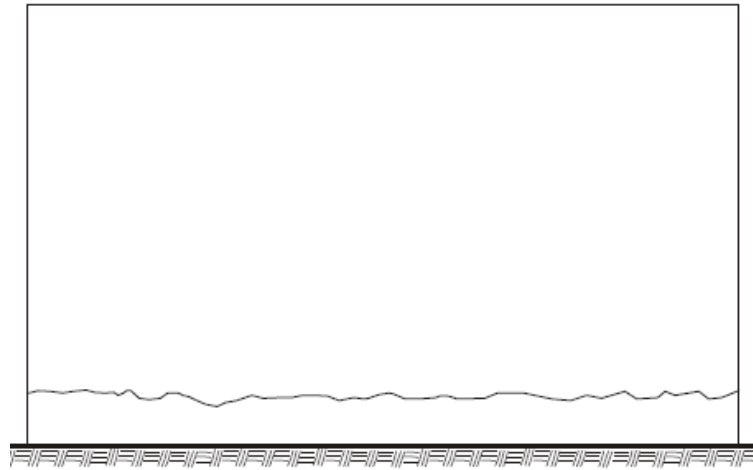
Figura 6 - Ruptura localizada da alvenaria sob o ponto de aplicação da carga e propagação de fissuras a partir desse ponto



Fonte: Sampaio, 2010 p. 21

Na Figura 7 destaca-se as fissuras horizontais devido movimentações higroscópica. Segundo Sampaio (2010) a umidade é a principal responsável pelas fissuras horizontais em alvenaria devido à variação de suas dimensões (contração e expansão). Essa variação prossegue a autora, ocasiona deformação excessiva de lajes ancoradas nas paredes acarretando esforços de flexão lateral, e assim, favorecendo o surgimento das fissuras.

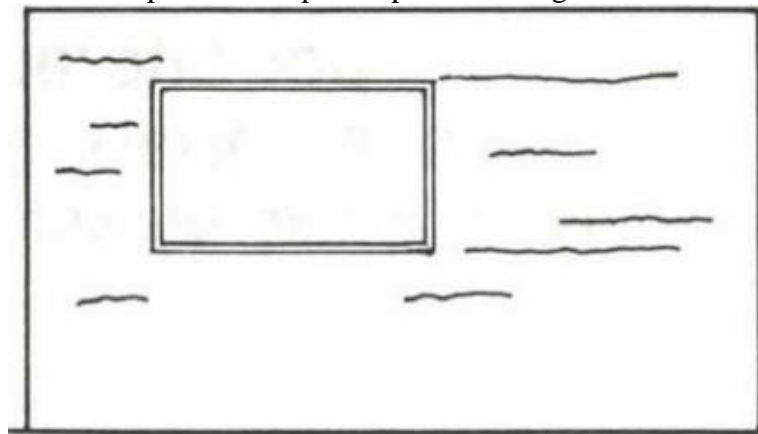
Figura 7 - Fissura horizontal devido à movimentação higroscópica



Fonte: Vitório, 2003 p. 46

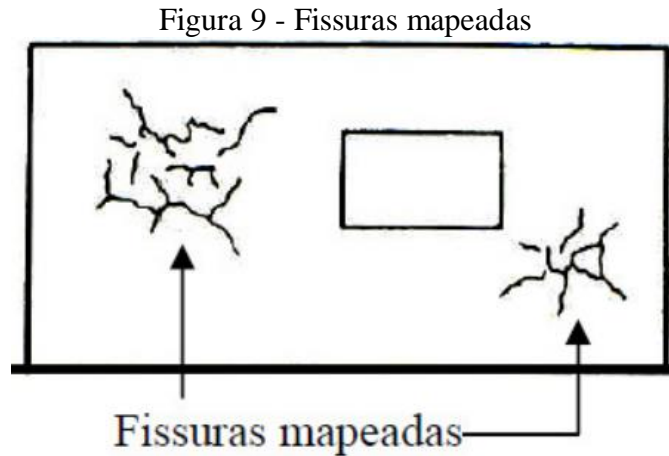
Já a expansão da argamassa de assentamento pode provocar fissuras horizontais no revestimento acompanhando as juntas de assentamento da alvenaria (SAMPAIO, 2010). A Figura 8 retrata esse quadro.

Figura 8 - Fissuras provocadas pela expansão da argamassa de assentamento



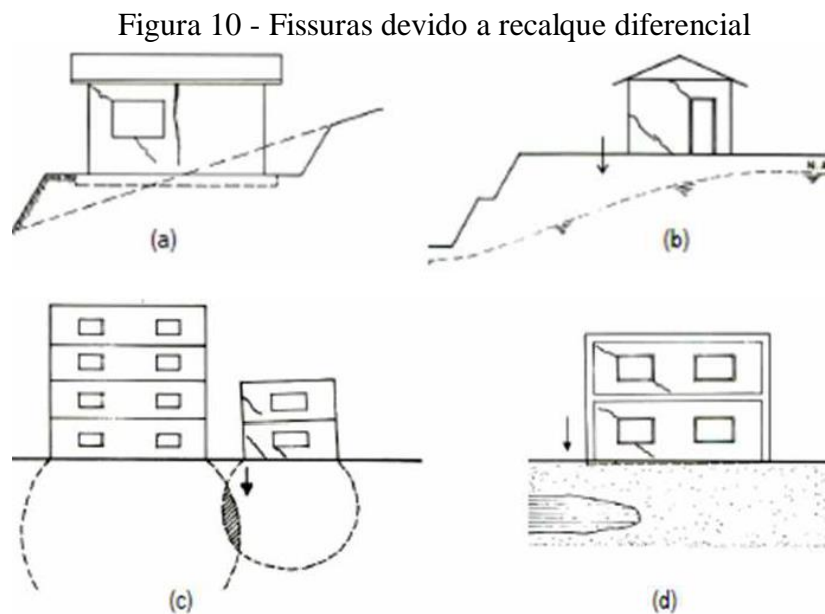
Fonte: Sampaio, 2010 p. 27

As fissuras mapeadas, como disposto na Figura 9, sofrem influência do consumo de aglomerantes, porcentagem de finos existentes na mistura e teor de água de amassamento. Além disso, o surgimento dessas fissuras pode ser devido à má aderência entre argamassa e a base (SAMPAIO,2010).



Fonte: Sampaio, 2010 p. 23

A Figura 10 compreende quatro situações que podem induzir o recalque diferencial da fundação. A seção (a) representa o recalque devido ao assentamento de fundações em seção de corte e aterro, o item (b) demonstra o aparecimento de fissuras devido o assentamento diferencial que ocorreu pelo rebaixamento do lençol freático, já o item (c) representa a influência de uma fundação em outra vizinha e, por último, o item (d) mostra as fissuras que ocorrem devido o recalque diferencial ocasionado por compactação diferencial de aterros.



Fonte: Sampaio, 2010 p. 25

2.4.2 Eflorescência

A eflorescência é um depósito de sais acumulado sobre a superfície das alvenarias, de composição e aspecto variáveis de acordo com o tipo de sal depositado. Sua origem está

ligada, geralmente, à evaporação da água da solução saturada de sal, que percola através dos materiais. A eflorescência pode modificar a superfície sobre a qual se assenta, podendo, em algumas situações, deteriorar fortemente as alvenarias (VITÓRIO, 2003).

As causas para o desencadeamento das eflorescências podem ser resumidas em três aspectos: o teor de sais solúveis existentes nos blocos, tijolos e/ou argamassa de assentamento ou revestimento, a existência de água para dissolver e carrear os sais solúveis até a superfície da alvenaria e a pressão hidrostática, de forma a produzir a força necessária para a solução migrar para a superfície (SILVA, 2011).

De maneira geral, as alvenarias e componentes de concreto estão suscetíveis ao fenômeno da eflorescência. A quantidade e as características dos depósitos salinos vão se alterar conforme a natureza dos produtos solúveis, das condições atmosféricas, da temperatura, umidade, vento etc (VITÓRIO, 2003). A Figura 11 expõe um exemplo de alvenaria acometida por eflorescência.

Figura 11 - Degradação da alvenaria por causa da eflorescência



Fonte: Silva, 2011 p. 25

2.4.3 Infiltração de água

Pesquisas realizadas no Brasil averiguaram que a incidência de problemas provocados pela umidade nas edificações é relativamente alta se comparada com outros tipos de problemas. (VITÓRIO, 2003).

Vitório (2003) argumenta que a umidade pode ter distintas origens como, por exemplo, advir da absorção de água do solo pelas fundações; da condensação do vapor de água nas superfícies ou no interior das edificações; do vazamento de tubulações de água ou de

esgoto e da infiltração de água da chuva que penetra nos edifícios, principalmente através das fachadas e cobertas.

Segundo Vitório (2003) a umidade por infiltração é a mais frequente em ocorrência. Além disso, o autor afirma que a infiltração de água nas fachadas e coberturas pode ser acentuada pela intensidade e direção dos ventos e da chuva.

O autor ainda prossegue discorrendo sobre uma série de recomendações que visam evitar os efeitos da umidade por infiltração, sendo elas: detalhes arquitetônicos e construtivos adequados para fachadas e cobertas, como por exemplos frisos, pingadeiras, rufos, beirais, platibandas, juntas, esquadrias e materiais de revestimento; conhecimento das propriedades dos materiais constituintes das alvenarias quanto à higroscopicidade, porosidade e absorção de água e o conhecimento sobre a intensidade e duração das precipitações na região.

2.5 Recuperação e Reforço da Alvenaria Estrutural

Em sequência ao processo de reconhecimento da(s) patologia(s), é necessário um estudo detalhado das opções para recuperação da alvenaria e, depois disso, procurar qual a alternativa que melhor satisfaz cada situação. Vale destacar que nem sempre a melhor alternativa, tecnicamente falando, será acatada pelo cliente, e isso se deve ao fato de que cada solução envolverá outras circunstâncias, como o custo e realidade local da obra em questão.

Segundo Mohamed (2015) as técnicas usualmente utilizadas nas intervenções em elementos de alvenaria estrutural empregam materiais convencionais como o aço e o concreto, em que novos pilares e vigas são adicionados à estrutura. Entretanto, técnicas como grauteamento, colagem de chapas metálicas, aplicação de argamassa armada ou protensão externa também podem ser aplicadas. Essas técnicas, apesar de serem geralmente abordada como técnicas de reforço de estruturas, também podem ser utilizadas em condutas que pretendem apenas à execução de um reparo localizado nas estruturas deterioradas, com a finalidade de restaurar sua capacidade de carga original.

Antes de continuar deve-se distinguir dois conceitos: recuperação da alvenaria estrutural e reforço da alvenaria estrutural. A primeira acontece quando objetiva-se devolver a capacidade estrutural inicialmente projetada para a edificação. Já o reforço é praticado quando, por algum motivo, se demanda um acréscimo da capacidade estrutural. Segundo Michelin (2016) esse reforço, executado na alvenaria, algumas vezes vem acompanhado da necessidade de execução de reforços nas fundações, devido ao fato de haver incremento de peso na estrutura.

Adiante, serão discutidas as técnicas mais empregadas no mercado para o reforço e recuperação de alvenaria estrutural.

2.5.1 Injeção de resina polimérica ou graute

A injeção é um método que se baseia na introdução de resina polimérica ou graute em furos feitos na parte externa da parede. O intuito é melhorar a conexão entre a alvenaria que precisa ser reforçada e a argamassa. Com essa prática é provável conceder maior rigidez ao elemento estrutural que está sofrendo com esforços de tração excessivos injetando nele um material que auxiliará na recomposição da estrutura. De acordo com Michelin (2016), a selagem das fissuras, através da aplicação desse método, estabelece também uma barreira hábil contra agressões externas à edificação.

Segundo Oliveira et al. (2016) a injeção de resina epóxi é mais utilizada para pequenas fissuras (menores do que 2,0 mm de largura) e a injeção de pasta de cimento é mais apropriada para aberturas maiores. Esta técnica tem se apresentado eficaz na restauração da rigidez inicial e resistência de estruturas danificadas, melhorando o seu comportamento mecânico global.

2.5.2 Grauteamento

A técnica de grauteamento, segundo Mohamad (2015), é a mais indicada para o reforço de estruturas em alvenaria estrutural quando se deseja acrescentar resistência à compressão, à flexão ou ao cisalhamento.

O autor prossegue afirmando que a técnica de grauteamento no caso de reforço estrutural consiste em: realizar um furo no bloco imediatamente acima do local a ser reforçado, pois a partir deste, o graute será espargido por gravidade/pressão aos demais blocos. Também, quando houver a necessidade, inserir armaduras e injetar o graute por meio do furo.

A ABNT NBR 15961-2: 2011 – “Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto Parte 2: Execução e controle de obras” estabelece que a altura máxima de lançamento do graute deve ser de 1,6 m, exceto se o graute for devidamente aditivado, garantindo a coesão sem segregação, situação em que a altura de lançamento máximo permitido é de 2,8 m. A mesma NBR preconiza a criação de janelas de visita nos pontos a serem grauteados para proceder-se

à limpeza destes e à inspeção da operação de grauteamento. A Figura 12 exemplifica o processo de grauteamento.

Figura 12 - Grauteamento



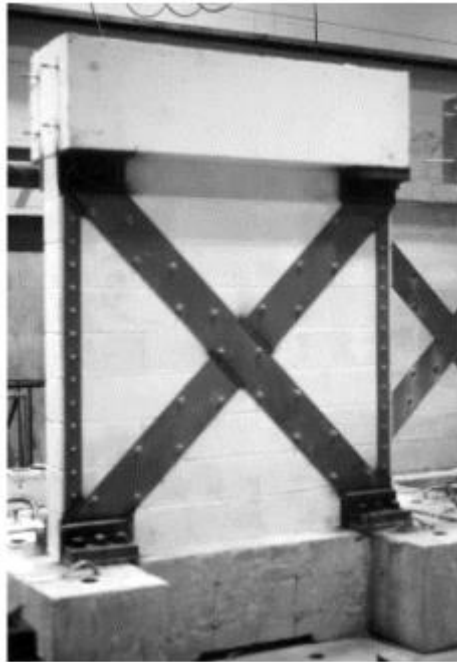
Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br>

2.5.3 Elementos estruturais de aço

Outra técnica de reforço de estrutural é a adoção de elementos de aço. Essa ação consiste em, segundo Mohamad (2015), incorporar elementos em aço, tanto na vertical, quanto na horizontal ou diagonal. O objetivo central é aumentar a rigidez da estrutura. O autor prossegue afirmando que essas estruturas podem ser acrescentadas para reforçar as paredes ou trabalharem como elementos totalmente independentes, ou seja, em caso de ruptura da alvenaria, o aço passaria a sustentar o resto da edificação.

Segundo Michelon (2016), visando à consumação dessa modalidade de reforço, é interessante seguir as seguintes etapas: primeiramente deve-se identificar a área a ser reforçada; depois averiguar qual o sentido de fixação do reforço metálico (vertical, horizontal ou diagonal) e dimensioná-lo conforme a área identificada, e por último fixar com parafusos as tiras metálicas na área apropriada (na própria parede ou em outro elemento construtivo de modo que, dessa forma, resista de modo independente). A Figura 13 traz um modelo de elemento estrutural de aço.

Figura 13 - Tira de aço reforçando a parede



Fonte: Michelin, 2016 p. 42

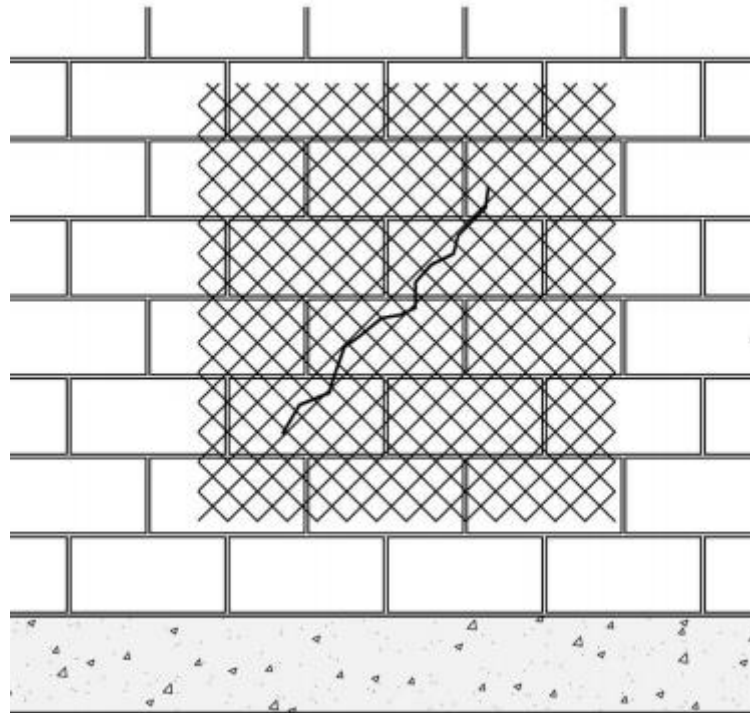
2.5.4 Argamassa Armada

Mohamed (2015) explana que a argamassa armada pode ser aplicada tanto para execução de pequenos reparos, visando amenizar problemas relacionados ao aparecimento de fissuras devidas a diferenças no comportamento térmico dos materiais (alvenaria de vedação), quanto para a execução de reforços estruturais (alvenaria estrutural).

Oliveira et al. (2016) ressalta que essa é uma das técnicas mais utilizadas na atualidade. Além disso, é um recurso aconselhado para alvenarias que precisam de reforço para conter fissuras provenientes de problemas estruturais ou em relação a qualquer mecanismo que interfira em suas propriedades mecânicas, como exemplo ações sísmicas, degradações por fatores ambientais e fendilhamento.

Ainda segundo os autores, para a efetivação do reparo a fissura deve ser preenchida com pasta de cimento e em seguida receber o elemento de reforço, seja tela de aço, redes de fibra de vidro ou fibra de carbono. O novo revestimento deve conter pequena espessura, porém, o suficiente para proteger a armadura de corrosão. Como desvantagem pode-se atribuir uma possível alteração estética em decorrência do reparo. A Figura 14 demonstra a configuração de uma argamassa armada.

Figura 14 - Aplicação de tela metálica



Fonte: Michelin, 2016 p. 44

2.5.5 Concreto Projetado

Segundo Michelin (2016), concreto projetado é um artifício composto por uma camada de concreto que será aplicada com o auxílio de equipamentos que deixarão esse concreto bem compacto, ou seja, com poucos vazios, o que acarretará em um aumento considerável da resistência da parede.

Mohamed (2015) afirma que essa opção geralmente é utilizada no reforço de parede de alvenaria quando pretende-se suprir esforços aplicados tanto no próprio plano como fora do plano da parede. Ainda, segundo o mesmo autor, a maior desvantagem dessa técnica é o tempo de cura necessário para poder aplicada carga na parede submetida ao reforço e, que para algumas edificações o aumento da espessura causado pela nova camada de concreto pode ser um contra indicativo.

Para a execução desse tipo de reforço deve-se obedecer as seguintes etapas: remoção do revestimento argamassado da parede a ser reforçada; projetar o concreto na parede utilizando equipamentos especiais e, por ultimo, refazer o revestimento (MICHELON, 2016).

2.6 Método GUT

A matriz de priorização de GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) foi desenvolvida por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe em 1981. O método GUT surgiu da necessidade de resoluções de problemas complexos nas indústrias americanas e japonesas.

O propósito desse instrumento é priorizar as ações de forma racional, levando em ponderação a gravidade, a urgência e a tendência do fenômeno, possibilitando optar pela ação mais vantajosa, ou seja, aquela menos prejudicial (SOTILLE, 2014).

2.6.1 Campos de análise

No método GUT é necessário atribuir uma nota para cada problema listado, dentro dos três aspectos principais que serão averiguados: Gravidade, Urgência e Tendência. Dessa forma, ao final será possível mensurar o grau de relevância, de acordo com as bases consideradas, da patologia estudada.

Na gravidade considera-se a intensidade e a profundidade dos danos que o problema pode causar se não atuar sobre ele (MEIRELES, 2001). É possível visualizar os princípios adotados para esse campo de análise na Tabela 1.

Tabela 1 - Gravidade

Gravidade

1 = Sem gravidade

2 = Pouco gravidade

3 = Grave

4 = Muito grave

5 = Extremamente grave

Fonte: “Adaptado de” Sotille, 2014 p. 2

Na urgência é observado o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis se não atuar sobre o problema (MEIRELES, 2001). A Tabela 2 traz os parâmetros considerados nesse quesito.

Tabela 2 - Urgência

Urgência

1 = Longuíssimo prazo (não há pressa)

2 = Longo prazo (pode aguardar)

3 = Prazo médio (o mais cedo possível)

4 = Curto prazo (com alguma urgência)

5 = Imediatamente (ação imediata)

Fonte: "Adaptado de" Sotille, 2014 p. 2

Já na tendência julga-se o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação (MEIRELES, 2001). Os critérios desse indicador estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Tendência

Tendência

1 = Desaparece ou não vai piorar

2 = Reduz-se ligeiramente ou vai piorar em longo prazo

3 = Permanece ou vai piorar em médio prazo

4 = Aumenta ou vai piorar em pouco tempo

5 = Piora muito ou vai piorar rapidamente

Fonte: "Adaptado de" Sotille, 2014 p. 3

Após delegar notas para as anomalias, seguindo os parâmetros GUT, faz-se necessário gerar um número que será fruto de toda a análise e que definirá qual o grau de prioridade daquele problema. O cálculo é feito da seguinte forma: pega-se os valores atribuídos a cada campo de análise e multiplica-se desta maneira (G) x (U) x (T), e com o resultado obtido desse produto será possível definir a ordem de prioridade dos serviços a serem executados.

3 METODOLOGIA

Este trabalho buscou estudar as manifestações patológicas existentes em habitações de interesse social, assim, para conseguir a resolução dos objetivos elencados, a metodologia de estudo abrangerá os seguintes processos: pesquisa exploratória, levantamento de subsídios, análise das informações obtidas nas duas etapas anteriores, sugestão de medidas reparadoras dos problemas encontrados e a elaboração de orçamento para verificar a viabilidade das propostas recomendadas.

3.1 Local de estudo

Esta pesquisa utiliza como referência principal o trabalho desenvolvido pelo Mattos (2018) e devido a isso o local de estudo será o mesmo escolhido por ele (Conjuntos habitacionais PAC – Meta 6 e 7). A intenção é aprofundar nas propostas de solução das manifestações patológicas e obter um levantamento de custo que contribuirá para vislumbrar a viabilidade dos reparos.

Também, durante o processo de escolha do local, ocorreu um encontro com o corpo técnico da Secretária Municipal de Habitação e optou-se por prosseguir o trabalho acadêmico incorporando mais um conjunto habitacional de interesse social: o PAC - Meta 4.

Ademais, como envolve um órgão público foi necessária uma solicitação junto a Secretaria Municipal de Habitação de Palmas para que seja permitida a visita nos locais escolhidos. A Figura 15 traz uma vista aérea da localização geográfica das áreas em questão. Serão três conjuntos habitacionais (Residenciais Metas 4, 6 e 7) que estão localizadas na região sul de Palmas, mais precisamente na quadra 1304 Sul (Meta 4) e 1306 sul (Metas 6 e 7).

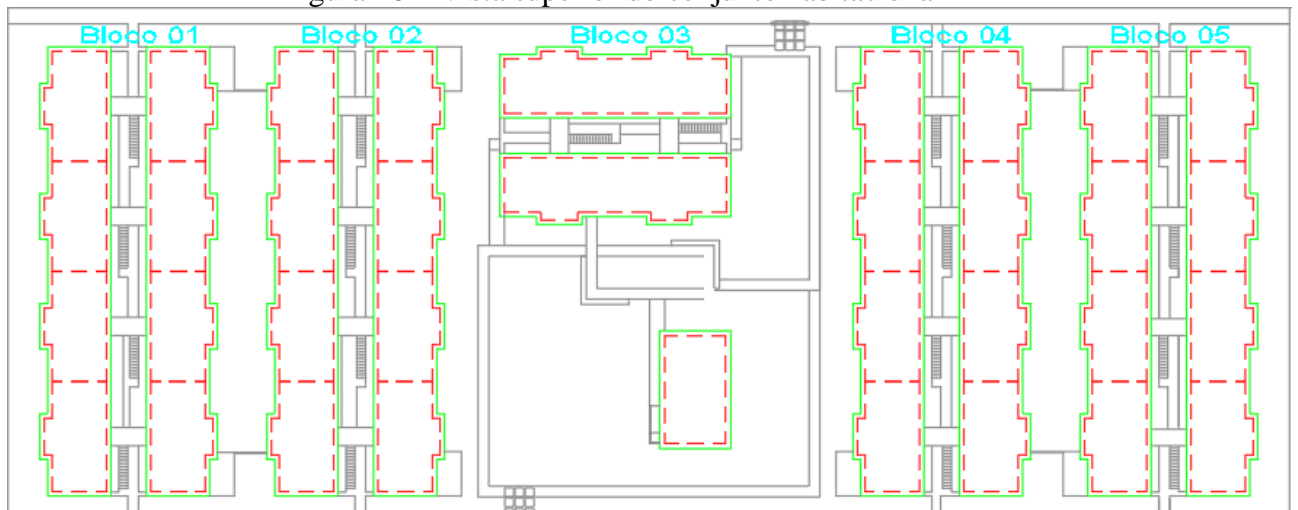
Figura 15 - Localização do local de estudo



Fonte: “Adaptado de” Mattos, 2018 p. 42

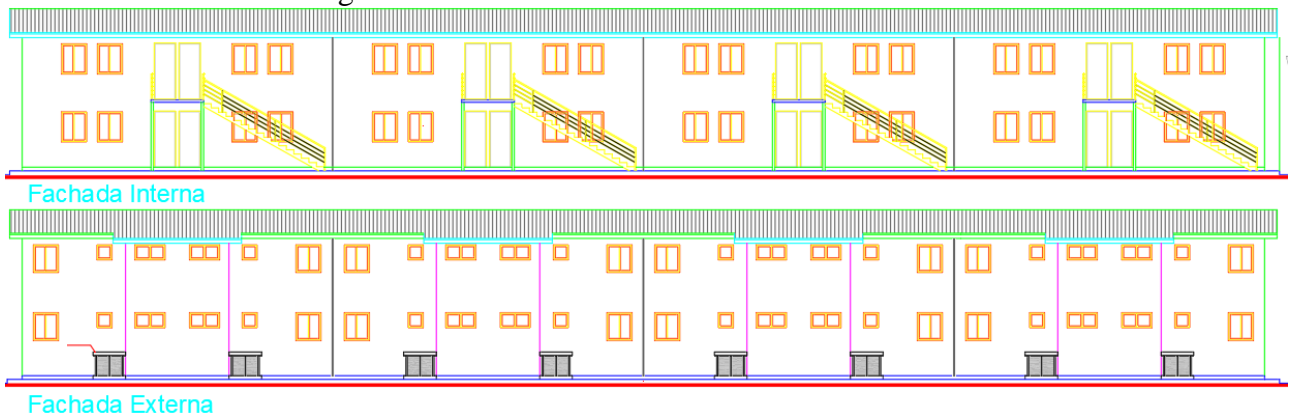
Os residenciais são formados por cinco blocos de duas torres cada. Todos os blocos possuem dois pavimentos, mas os blocos 1,2,4 e 5 contêm 32 unidades habitacionais, enquanto o bloco 3 possui 16 unidades habitacionais. A estrutura das edificações é composta por alvenaria estrutural de blocos de concreto, com exceção das escadas e passarelas de acesso. Na sua disposição os apartamentos, de 39,70 m², contam com um ambiente de sala, cozinha, dois quartos e um banheiro. Os residenciais estudados começaram a ser construídos em 2008. As Figuras 16, 17 e 18 são respectivamente: vista superior do conjunto habitacional, vista da fachada interna e da fachada externa e apartamento tipo.

Figura 16 – Vista superior do conjunto habitacional



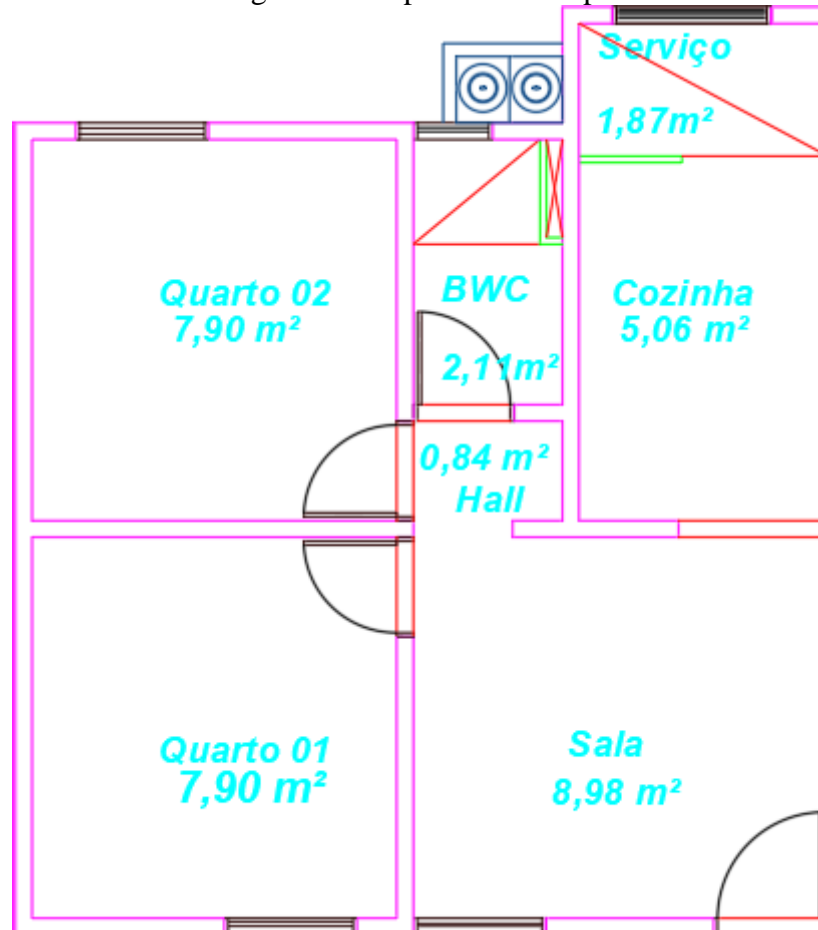
Fonte: “Adaptado de” Projeto Arquitetônico (Prefeitura Municipal de Palmas), 2007

Figura 17 – Fachada Interna e fachada Externa



Fonte: “Adaptado de” Projeto Arquitetônico (Prefeitura Municipal de Palmas), 2007

Figura 18 – Apartamento Tipo



Fonte: “Adaptado de” Projeto Arquitetônico (Prefeitura Municipal de Palmas), 2007

3.2 Levantamento de Subsídios

A segunda parte será a coleta de dados referente às obras em análise. Assim, será priorizada a catalogação das manifestações patológicas. Para isso, será fundamental à

inspeção visual acompanhada de registros fotográficos, a entrevista com o responsável técnico da obra (engenheiro, estagiário, mestre de obras) e o estudo do projeto.

A inspeção abrange uma coleta de elementos (sejam eles de projeto ou de construção), o exame minucioso da construção, a elaboração de relatórios, a avaliação do estado da obra e as recomendações.

Portanto, nessa etapa de levantamento de subsídios, a vistoria local revelará a existência e a gravidade do problema patológico. Com isso, será possível caracterizar o objeto sujeito à manifestação patológica, definir e comparar com desempenho esperado, verificar a real extensão do problema e identificar eventuais padrões de manifestações.

Ciente de que as obras em estudo apresentam diferentes níveis de execução, a verificação priorizará os seguintes pontos que podem causar manifestações patológicas, ou seja, serão apurados os itens:

- Falta de compatibilização entre os projetos;
- A não execução das juntas transversais, verticais e longitudinais;
- O processo de elevação das paredes;
- Os pontos de graute;
- A não execução das juntas de movimentação térmica;
- O emprego correto ou não de vergas e contravergas.

Dessa forma, a inspeção visual tem como finalidade apontar erros executivos que podem ter contribuído para as manifestações patológicas.

Caso esse artifício seja insuficiente para o entendimento das manifestações patológicas é viável realizar a anamnese, que é o outro método de se conseguir mais informações sobre os fenômenos identificados. A anamnese pode ser executada tanto por meios orais, entrevistando os responsáveis técnicos, quanto por documentos formais, analisando as plantas baixas da construção (LICHTENSTEIN, 1986).

Lichtenstein (1986) defende que o levantamento da história do edifício e da patologia, os exames e ensaios em campo e em laboratório não possuem aspecto meramente qualificativo. As informações obtidas nessas atividades do levantamento de subsídios contemplam um quadro de entendimento de como trabalha o edifício, como reage à ação dos agentes agressivos, porque surgiu e como foi o avanço da manifestação patológico.

A tabulação de dados deste trabalho contará com auxílio dos Quadros 1 e 2. Esse será um dispositivo que também contribuirá para organização dos dados na hora de se realizar a pesquisa em campo.

Quadro 1 - Quadro norteador para análise interna

Quadro Norteador - Ambiente Interno					
Empreendimento:				Data:	
Foto	Apt./Pavimento	Ambiente	Local	Manifestação Patológica	Observações

Fonte: “Adaptado de” Antunes, 2011 p. 177

Quadro 2 - Quadro norteador para análise externa

Quadro Norteador - Ambiente Externo					
Empreendimento:				Data:	
Foto	Apartamento	Orientação	Local	Manifestação Patológica	Observações

Fonte: “Adaptado de” Antunes, 2011 p. 177

O preenchimento das colunas cumprirá os seguintes requisitos:

- Foto: número da foto que faz referência ao local inspecionado;
- Apartamento: número do apartamento inspecionado;
- Local: denominação e numeração dada à estrutura predial avaliada (parede, cobertura, esquadrias etc);
- Ambiente: em que local do ambiente está localizado o local de análise (quarto, sala, cozinha);
- Manifestação patológica: qual foi a manifestação patológica encontrada e suas características;
- Observações: situação com algum grau de importância como, por exemplo, se ocorreram mudanças no projeto;
- Orientação: orientação solar da fachada em estudo.

3.3 Diagnóstico e Prognóstico

A próxima etapa compreende uma análise abrangente das manifestações patológicas identificadas. Assim, com o embasamento teórico será possível contrastar a atual situação do empreendimento com aquilo que era esperado. Dessa forma, será possível gerar um diagnóstico, ou seja, levantar suposições efetivas que visam elucidar as origens, causas e mecanismos de ocorrência que estejam propiciando uma depreciação de um dado elemento, componente ou subsistema.

De acordo com Tutikian e Pacheco (2013), os sintomas são dinâmicos, ou seja, o diagnóstico de um problema patológico não pode ser algo imediatista, mas sim, um estudo que considere todo o processo de desenvolvimento do caso, porque, assim como o aspecto de uma manifestação pode ser de um jeito durante um período, em outro estágio pode encontrar-se completamente distinto.

Com o diagnóstico concluído é viável fazer uma definição da conduta a ser adotada, ou seja, definir qual medida será empregada para o caso em questão. Mas, segundo Tutikian e Pacheco (2013), antes que se pratique qualquer atitude visando o reparo da estrutura, é importante à verificação das hipóteses de evolução do problema, ou seja, o prognóstico do caso. Em função do prognóstico será possível tomar a decisão sobre o que fazer, isto é, determinar as medidas de intervenção que culminaram no reparo da estrutura.

Ainda no prognóstico, será importante considerar o quadro de evolução natural do problema; as condições de exposição a que a edificação se encontra; o tipo de terreno em que esta localizada e a tipologia do problema. Além disso, no prognóstico deve-se considerar o grau de incerteza dos efeitos e o quão vantajoso é o reparo, ou seja, balancear o custo e o benefício e, por fim, analisar se no local existe tecnologia suficiente para a execução dos serviços.

O Quadro 3 mostra como deve ser a esquematização desse cálculo.

Quadro 3 - GUT

Problemas	G	U	T	GUT	Grau de Priorização
	Gravidade	Urgência	Tendência		

Fonte: "Adaptado de" Sotille, 2014 p. 3

A intenção de se utilizar o método GUT neste trabalho é estabelecer uma maior ou menor prioridade de uma demanda em relação a todas as solicitações encaminhadas. Com isso, visa-se propor soluções mais adequadas e a relação custo-benefício mais plausível.

4 RESULTADOS

4.1 Conjunto Habitacional PAC – Meta 4

Esta secção expõe os resultados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa. A priori, são expostas as observações que foram executadas para se chegar ao diagnóstico das manifestações patológicas aferidas nas visitas às edificações do PAC – Meta 4. Posteriormente, são explanadas algumas ponderações acerca dos projetos e das técnicas construtivas na etapa de execução dos empreendimentos elegidos pela pesquisa.

4.2 Diagnóstico das manifestações patológicas do empreendimento observado

A utilização do método de coleta de manifestações patológicas por investigação direta possibilitou a enumeração de diversas manifestações patológicas para cada empreendimento. Com interesse de se identificar cada um desses problemas sucedeu-se a visão de que inicialmente é necessário discernir a causa que provocou referida patologia, e baseado nesta, perscrutar a sua origem. Dessa forma, mediante os estudos bibliográficos, dos conhecimentos logrados ao longo das visitas e dos documentos das edificações pode-se chegar a uma provável causa dos problemas confirmados.

É notável que diversas vezes uma manifestação patológica apresente mais de uma causa como sua motivadora. Cientes disso, falha de projeto ou na execução podem promover mais de uma patologia. Entretanto, esse trabalho mira-se a apenas uma causa para cada problema e, para tanto o mesmo busca a causa principal de cada manifestação patológica.

Cabe ressaltar, que mesmo com a impossibilidade de obter determinadas informações com a prefeitura municipal de Palmas, as obras em questão são financiadas, em parte, por recursos públicos municipais, assim, cabe à entidade pública alimentar o sistema de controle do Tribunal de Contas do Tocantins (TCE-TO): Sistema Integrado de Controle e Auditoria Pública – Licitações, Contratos e Obras (SICAP – LCO). Com auxílio dessa ferramenta, foi possível obter a planta baixa, projeto estrutural e alguns relatórios de acompanhamento das obras.

Ademais, conveniu-se que para a averiguação e interpretação dos dados uma configuração sistemática de análise, sendo que, a princípio foi apreciada as causas das manifestações patológicas das paredes internas, posteriormente das paredes externas/ fachadas e, por fim, esquadrias e estruturas auxiliares (escadas e plataformas de acesso). E, assim, ocorreu o aproveitamento destes dados para a realização do estudo de origem de cada problema, findando assim o diagnóstico.

É importante frisar que com as causas e origens apuradas é possível visualizar os erros mais comuns nas fases de projeto e execução que estão desencadeando as manifestações patológicas de maior frequência nas edificações de alvenaria estrutural.

4.2.1 Exame das razões das manifestações patológicas

Este tópico é destinado ao estudo das causas das manifestações patológicas nos diversos sistemas que compõem o conjunto habitacional PAC – Meta 4. É importante salientar que as visitas aos empreendimentos ocorrem no mês de Abril, ou seja, no período chuvoso e isso tem influência nas manifestações da umidade.

4.2.1.1 Paredes Internas

Dentre as manifestações patológicas observadas durante as visitas às unidades habitacionais destacaram-se como principal problema nas paredes internas as manchas de umidade. As paredes internas, no período das visitas a campo, ainda estavam passando pelo processo de acabamento. Com isso, alguns cômodos, até aquele momento, estavam rebocados (banheiros, cozinhas e áreas de serviço), enquanto que, os demais já apresentavam acabamento em gesso. Vale destacar, que nenhuma parede interna contava com o sistema de pintura.

Quadro 4 – Causa de manchas de umidade nas paredes internas

Causas	Descrição
A	Infiltrações de água pelas soleiras ou interface alvenaria/esquadria
B	Infiltrações de água através das paredes externas - alvenaria e revestimentos
C	Infiltrações de água através das paredes externas nos vãos para ar-condicionado

Fonte: Autor

A Quadro 4 traz a nomenclatura utilizada para designar determinada causa e a sua descrição.

A causa “C” foi responsável por quase 78% das manchas de umidade nas paredes internas, fator que demonstra sua significância perante as outras causas.

Durante a pesquisa exploratória verificou-se a ausência de fissuras horizontais, verticais e diagonais nas paredes internas. Desta maneira, é possível levantar três hipóteses: durante a execução seguiu-se integralmente o projeto, não houve erros de execução e de projeto e, por fim, não existiu tempo hábil, até o momento da exploração, para o surgimento das patologias.

4.2.1.2 Paredes Externas/Fachadas

As manifestações patológicas observadas com maior constância nas paredes externas dos blocos dos empreendimentos foram às fissuras (verticais e horizontais) e as manchas de umidade. As causas desses dois tipos de fissuras estão descritas no Quadro 5. Já a relação das causas das manchas de umidade está presente no Quadro 6.

Quadro 5 – Causas das fissuras nas paredes externas/fachadas

Causas	Descrição
A	Infiltrações de água pelas soleiras ou interface alvenaria/esquadria
D	Ausência de juntas de dilatação

Fonte: Autor

Quadro 6 – Causas das manchas nas paredes externas/fachadas

Causas	Descrição
A	Infiltrações de água pelas soleiras ou interface alvenaria/esquadria
E	Impermeabilização deficiente das vigas baldrame

Fonte: Autor

Cabe observar que as fissuras mapeadas também estavam presentes nas fachadas. Entretanto, por ser difícil classificar a causa desse tipo de patologia e, devido o pesquisador não querer distorcer os resultados da pesquisa, optou-se por analisar separadamente as fissuras mapeadas.

A checagem dos dados coletados possibilitou inferir que 45% das fachadas analisadas apresentaram problemas com fissuras mapeadas, o que certifica à alta frequência deste tipo de patologia nestas edificações. A fim de fornecer maior informação sobre tal patologia, relata-se

que 44,4% das fissuras mapeadas surgiram nas fachadas com orientação leste, 44,4% nas fachadas oeste e, aproximadamente, 11,2% na fachada com orientação sul. A Figura 19 certifica a presença de fissuras mapeadas.

Figura 19 – Fissuras Mapeadas/Fachadas



Fonte: Autor

4.2.1.3 Esquadrias

Com relação às esquadrias percebeu-se que 54 janelas (aproximadamente 10 %) apresentaram processo de corrosão e 30 portas, com contato direto ao ambiente externo, estavam emperradas, ou seja, não permitiram o movimento de abrir e fechar.

4.2.1.4 Estruturas de concreto armado

As escadas e as plataformas de acesso ao segundo piso são estruturas de concreto armado. Com relação às escadas não se averiguou nenhuma manifestação patológica. Entretanto, quatro plataformas (cerca de 22%) apresentaram corrosão nas suas estruturas.

4.3 Estudo das origens das manifestações patológicas

Pautado nas razões expostas acima, e nas investigações dos projetos inferiu-se a origem das manifestações patológicas presenciadas, ou seja, elas são procedentes da etapa de projeto ou da etapa de execução da obra.

É pertinente esclarecer que para precisar se a origem das manifestações patológicas verificadas é resultado da etapa de projeto ou da etapa de execução a pesquisa segue o entendimento de que um projeto deve ser completo para ser considerado de qualidade. E, por projeto completo entende-se como um projeto que traz todas as especificações necessárias de forma correta e com clareza.

Dessa forma, é apontado como falha de projeto toda e qualquer ausência de especificação de produtos que serão empregados na obra ou inexistência de detalhes que demonstrem como deve se executar corretamente os serviços previstos. Também, são consideradas como falhas de projeto as especificações inadequadas ou erradas.

4.3.1 Infiltrações de água pelas soleiras ou interface alvenaria/esquadria - CAUSA “A”

A causa “A” é classificada como oriunda da etapa de projetos. A movimentação higroscópica nos arredores das aberturas das esquadrias deve-se basicamente às infiltrações de água da chuva através das soleiras ou da interface esquadria/alvenaria. Vale destacar que no caso em estudo a patologia em decorrência da causa “A” aconteceu, exclusivamente, nas portas que davam abertura para o ambiente externo, como é visível na Figura 20. É interessante evidenciar que o projeto estrutural trouxe especificações com relação à utilização de vergas e contravergas nas esquadrias, ou seja, nessa questão o projeto está concordando com as especificações técnicas.

Figura 20 – Causa “A”



Fonte: Autor

4.3.2 Infiltrações de água através das paredes externas - CAUSA “B” e CAUSA “C”

As infiltrações de água através das paredes externas (causa “B”) e dos vãos para ar-condicionado (causa “C”) ocorrem, essencialmente, devido à pequena espessura das paredes em si e dos revestimentos argamassados externos. Em nenhum dos projetos verificou-se alguma especificação ou observação acerca da espessura mínima exigida para paredes e para os revestimentos argamassados externos.

Além disso, ficou perceptível que optaram por vedar a abertura de ar-condicionado utilizando placas de gesso com espessura de 5 cm, ou seja, empregaram uma placa de vedação menor que as dimensões dos blocos, assim, permitiu-se a criação de vãos que possibilitaram a entrada de água.

Enfim, como a abertura de ar-condicionado não estava prevista no projeto arquitetônico, mas estava prevista no projeto estrutural (incompatibilidade de projetos), acredita-se que as infiltrações por essas fendas são em decorrência de erros de execução. Mas também, imagina-se que as infiltrações de água por meio das paredes externas são consequências de erros na etapa de projeto, já que, faltaram especificações claras no projeto. Nas Figuras 21 e 22 é possível ver manchas de umidade nas paredes internas dos empreendimentos.

Figura 21 – Causa “B”



Fonte: Autor

Figura 22 – Causa “C”



Fonte: Autor

4.3.3 Ausência de juntas de dilatação – CAUSA “D”

Durante o processo de anamnese foi possível dialogar com o engenheiro municipal Jesaias Barbosa de Sousa. Ele relatou que por falha de projeto não existia juntas de dilatação na interface de encontro das plataformas/patamares de escadas e a estrutura de alvenaria estrutural. As plataformas de circulação e as escadas são estrutura de concreto armada, assim, devido o concreto armado e do bloco de concreto estrutural trabalharem de forma diferentes pode-se estimar uma falta de harmonia entre a deformação dos patamares das escadarias e a estrutura de alvenaria estrutural. A causa “D” desencadeou duas patologias: fissuras (verticais e horizontais) e manchas de umidade. As Figuras 23 e 24 demonstram esse cenário.

Figura 23 – Causa “D”



Fonte: Autor

Figura 24 – Causa “D”



Fonte: Autor

4.3.4 Impermeabilização deficiente da viga baldrame – CAUSA “E”

O bolor está presente em todas as fachadas dos cinco blocos que compõe o conjunto habitacional (Figura 25). Assim, essa perspectiva expõe a falta de impermeabilização da fundação (vigas baldrames), ou seja, está ocorrendo à ascensão de água do solo para a estrutura de blocos.

Figura 25 – Causa “E”



Fonte: Autor

4.3.5 Estruturas de concreto armado

Ademais, notou-se que as partes inferiores de quatro plataformas de acesso aos apartamentos superiores apresentavam uma configuração indicativa de corrosão de suas armaduras. Essa situação deve ter sido desencadeada pelo emprego de um concreto com alto índice de vazios (concreto permeável) e, também, um concreto com cobrimento inadequado para a situação aquele estar exposto. Isso fica exemplificado na Figura 26.

Figura 26 – Corrosão das armaduras



Fonte: Autor

4.3.6 Esquadrias

O processo corrosivo das janelas e a inutilização das portas se devem por uma associação de fatores em que se destaca: a má qualidade do material/objeto e estocagem de materiais de forma incorreta, o que pode ocasionar avarias nas peças antes mesmo da sua utilização. A Figura 27 ilustra esse cenário.

Figura 27 – Corrosão das esquadrias



Fonte: Autor

4.4 Análise da Execução

Sabe-se que a qualidade de uma edificação depende de um projeto bem elaborado e da sua forma de execução. Para realizar obras que empregam alvenaria estrutural é muito importante a qualificação da mão-de-obra, materiais de qualidade e a utilização de ferramentas adequadas. A falta de conhecimento, acompanhamento, e até mesmo o descaso com os preceitos do processo construtivo prejudicam o procedimento correto de execução da alvenaria estrutural e trazem consigo uma série de problemas. Por meio das visitas às edificações conseguiu-se observar falhas construtivas que ocorriam com maior frequência, e conseqüentemente, visualizar os locais mais suscetíveis ao surgimento de manifestações patológicas. Nestes próximos itens pretende-se discutir estas incorreções.

4.4.1 Contextualização do Empreendimento

O conjunto habitacional PAC – Meta 4 possui um histórico conturbado de construção. Atualmente, 11 anos após o início da obra, a execução da construção está nas mãos da terceira construtora, a BF CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA. A atual ordem de serviço foi assinada em 24 de Abril de 2017 e o prazo inicial para entrega da obra era de 360 dias. O valor estimado dessa etapa é: R\$ 2.799.200,95. Em 2018, ocorreu a prorrogação desse prazo em 990 dias, sendo que, a previsão para conclusão passou a ser o dia 21 de Janeiro de 2021 e ainda houve ainda um aditivo de R\$ 690.709,31.

O responsável técnico pelo empreendimento não estava presente na obra durante as visitas e não foi possível dialogar com ele. Entretanto, durante as vistorias desse trabalho foi possível conversar com os funcionários que estavam presentes na obra (total de oito).

Segundo o relato dos funcionários, não existia um efetivo acompanhamento da obra por parte do engenheiro responsável nem pelo mestre de obra. Além disso, o engenheiro responsável é tido como uma pessoa desorganizada e que demorava a responder aos anseios da obra. Optou-se por manter o anonimato das fontes para evitar possíveis retaliações.

4.4.2 Rasgos nas alvenarias para instalação de eletrodutos e blocos quebrados

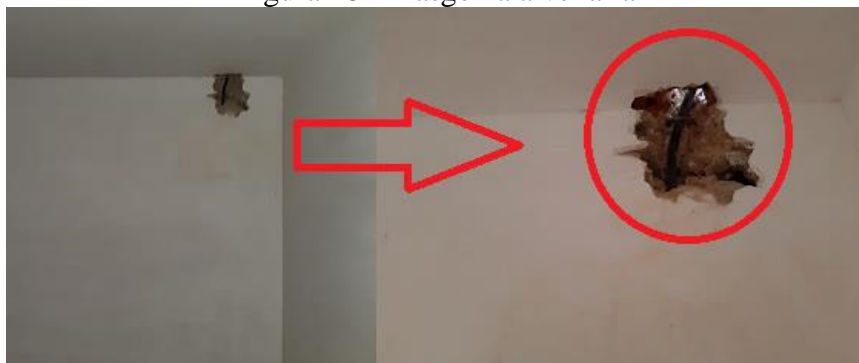
Na alvenaria estrutural as instalações elétricas e hidráulicas são realizadas simultaneamente à elevação das alvenarias. A quebra ou o corte de blocos, posteriores à elevação das paredes propicia, além de outros problemas, o comprometimento da estabilidade de obra. Para se executar instalações hidráulicas em edificações de alvenaria estrutural, deve-se optar pelas seguintes estruturas: paredes não estruturais, shafts, blocos hidráulicos ou tubulações aparentes, tudo para que não haja rasgos na alvenaria.

No empreendimento estudado é notável uma abundância de rasgos, posteriores à elevação das paredes, para instalação de eletrodutos. Foi constatado, também, um alto número de blocos quebrados. Todavia, não foi possível avaliar, por enquanto, as manifestações patológicas decorrentes desse cenário, mas é possível antever que, possivelmente, irão surgir trincas e fissuras nas paredes das estruturas, além da perda de capacidade de suporte.

Outrossim, esse tipo de situação induz a crer que houve uma incompatibilidade de projetos e, também, percebe-se uma falta de habilidade técnica por parte da mão de obra. Essas ocorrências são erros frutos de falhas tanto no projeto quanto na fase de execução.

As Figuras 28 e 29 são demonstrações do processo executivo adotado no conjunto habitacional. As imagens expõem os erros construtivos e a forma aleatória de como se executou rasgos nas alvenarias. Já as Figuras 30 e 31 são exemplos de como se deve desenvolver os processos construtivos da alvenaria estrutural.

Figura 28 – Rasgo na alvenaria



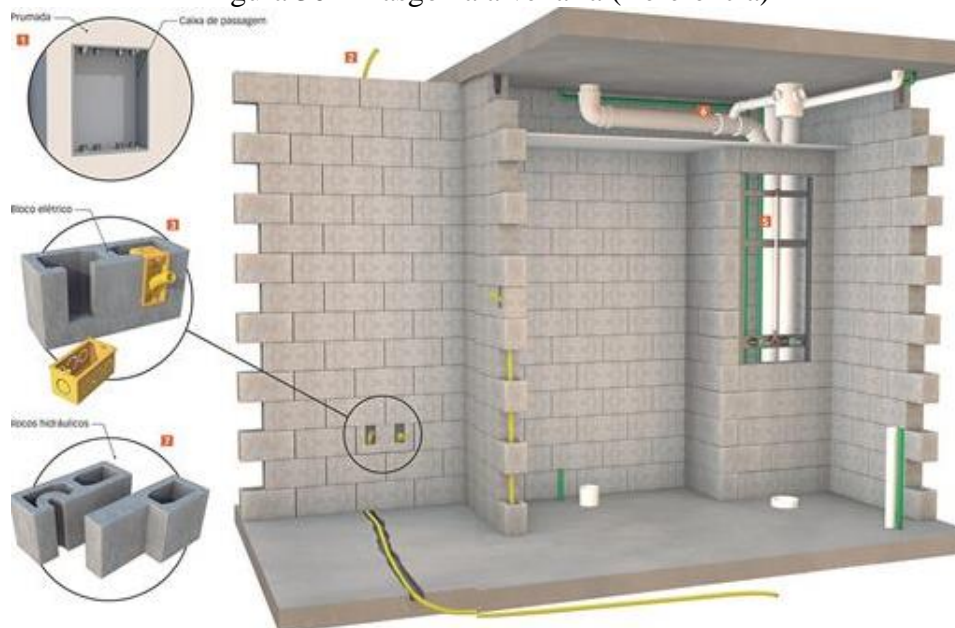
Fonte: Autor

Figura 29 – Rasgo e blocos quebrados



Fonte: Autor

Figura 30 – Rasgo na alvenaria (Referência)



<http://www.construcaomercado17.pini.com.br>

Figura 31 – Embutidos na alvenaria



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br>

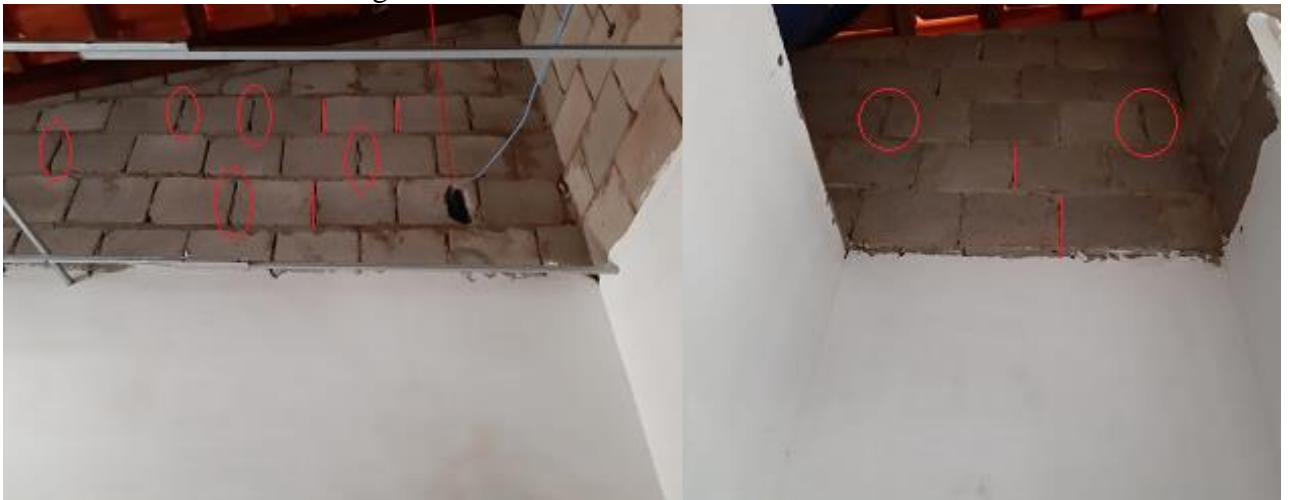
4.4.3 Variação na espessura das juntas horizontais e verticais

O não preenchimento das juntas verticais tem pouco efeito na resistência à compressão, mas afetam substancialmente a resistência à flexão e ao cisalhamento da parede.

A variação e/ ou existência de juntas verticais sem preenchimento de argamassa é um erro bastante comum (ANTUNES, 2011). Na obra visitada essa falha foi verificada nas áreas que ainda não apresentavam o reboco (ou seja, apartamentos do piso superior sem a presença do forro de PVC). Assim, foi possível detectar paredes com junta vertical ora preenchida, ora não preenchida, e nas preenchidas a variação de espessura de uma para outra era bastante dissemelhante. O correto é: juntas com espessuras uniformes e completamente preenchidas.

Ainda assim, no caso de mau preenchimento das juntas horizontais ocorre uma diminuição da resistência à compressão da parede. A espessura indicada para juntas horizontais é de 1 cm. Nesse quesito, o conjunto habitacional apresentou bom aspecto. A Figura 32 elucida a execução das juntas horizontais e verticais.

Figura 32 – Juntas verticais e horizontais



Fonte: Autor

4.4.4 Desorganização dos canteiros de obras

A organização e limpeza são determinantes para o bom desempenho dos trabalhadores, além de ser um importante fator de otimização de tempo de trabalho. No conjunto habitacional visitado não existia almoxarifado, dessa forma, materiais eram locados em diversas partes do empreendimento sem uma preocupação com a devida acomodação. Também, não existia uma organização operacional com relação ao fluxo de materiais, dessa

forma, era nítida a desorganização do canteiro de obras. Também, nesse caso, fica clara a falta de controle tecnológico. Nas Figuras 33 e 34 é possível conferir esse cenário. Tudo isso, corrobora com situações já descritas anteriormente: presença de blocos quebrados e esquadrias que não desempenham seu papel.

Figura 33 – Material mal acomodado



Fonte: Autor

Figura 34 – Material mal acomodado



Fonte: Autor

4.5 Conjunto Habitacional PAC - Metas 6 e 7

Inicialmente, este trabalho se predispões a, além da análise do conjunto habitacional PAC - Meta 4 (evento percorrido nos itens supracitados), averiguar a atual situação dos empreendimentos PAC – Metas 6 e 7. Entretanto, no transcorrer da pesquisa de campo esse cenário se modificou. O fiscal de obras do município de Palmas, Jesaias Barbosa de Sousa acompanhou a visita a esses conjuntos habitacionais e recomendou que não adentrasse o

interior destas, visto que, era notória a presença de animais peçonhentos e a proliferação de vegetação, assim, ficou comprometido a realização de uma análise dos fatos.

Além disso, segundo o fiscal municipal, haveria abertura de licitação para a contratação de uma empresa visando realizar testes que comprovassem a capacidade estrutural das vigas baldrame, já que, exames iniciais atestaram que essas não atendiam especificações de norma. Ou seja, estruturalmente, as obras já estavam comprometidas. Por fim, segundo Jesaias Barbosa, não existia, até então, uma vontade política para dar prosseguimento ao empreendimento. Assim, conclui-se que, do ponto de vista técnico, os conjuntos habitacionais PAC – Metas 6 e 7 não são viáveis.

Essa conjuntura fica ainda mais robusta quando se constata o pouco progresso dessas obras. O que se viu foram trabalhos de engenharia abandonados, expostos ao intemperismo do homem e do tempo. Não existe nenhuma preocupação, por parte da entidade pública, em conservar o que já foi executado (obra bastante deteriorada e incompleta).

Durante suas observações, Mattos (2018) também relatou esse cenário e demonstrou preocupação com isso. Ele afirmou, por diversas vezes, que a falta de limpeza do local, a insegurança do ambiente, pois era um espaço sujeito a invasões humanas e as obras em estágio inacabadas impossibilitaram parte do seu estudo.

As Figuras 35, 36 e 37 exemplificam a atual situação dos conjuntos habitacionais PAC – Metas 6 e 7. Nelas é possível constatar presença de entulhos e vegetação. Também, verifica-se a vigente perspectiva de deterioração dos empreendimentos. Além disso, fica claro o pouco desenvolvimento construtivo. Tudo isso impossibilitou uma análise mais aprofundada e relevante sobre os Metas 6 e 7.

Figura 35 – Atual situação do PAC - Meta 6



Fonte: Autor

Figura 36 – Atual situação do PAC – Meta 6



Fonte: Autor

Figura 37 – Atual situação do PAC – Meta 7



Fonte: Autor

4.6 Tratamentos Propostos

As técnicas de recuperação da estrutura assim como para correção das fissuras e das manchas de umidades nas paredes em alvenaria, foram estabelecidas considerando a configuração dessas, e de acordo com as orientações dos autores pesquisados.

4.6.1 Juntas de dilatação

De acordo com Camacho (2006) as juntas de dilatação têm por função absorver os movimentos que possam ocorrer na estrutura proveniente da variação de temperatura e devem estar presentes nas estruturas sempre que essa movimentação puder comprometer a integridade do sistema.

No caso do residencial PAC- Meta 4 a ausência de juntas de dessolidarização entre a estrutura de concreto armado e a estrutura de alvenaria estrutural desencadeou uma série de patologias: fissuras horizontais, verticais e manchas de umidade.

No cenário ideal as juntas de dilatação são idealizadas na fase de projeto, pois uma vez que se conclui a execução da estrutura, torna-se muito difícil efetuar modificações relevantes na mesma. Segundo Michelin (2016) ao empregar essa técnica em uma obra já edificada (juntas de dilatação), os custos tornam-se demasiadamente onerosos, além de demandar mão de obra especializada em razão dos perigos envolvidos ao se lidar com a separação de elementos estruturais.

Assim, esse trabalho não indicará nenhuma solução para resolver essa problemática. Entretanto, ficarão estabelecidas medidas que atenuem as manifestações patológicas, mas ciente, que a fonte causadora ainda estará em atuação.

4.6.2 Reparo das fissuras mapeadas

O método selecionado para a solução das fissuras mapeadas foi à argamassa armada. Assim, segue as etapas recomendadas para o reparo das fissuras com a utilização de argamassa armada:

- Remover toda a camada de revestimento por uma largura de aproximadamente 25 cm em ambos os lados da fissura;
- Garantir que toda a poeira e materiais soltos sejam eliminados com a limpeza do local. Essa limpeza pode ser feita com o auxílio de uma trincha;
- Colocar a tela sobre a fissura. Para a sua fixação pode ser utilizado pequenos pregos ou cravos metálicos;
- Aplicar sobre toda a área sem revestimento uma camada de chapisco;
- Refazer o revestimento.

4.6.3 Tratamento para combater a umidade no pavimento térreo

O surgimento de bolor no rodapé das fachadas sugere uma ascensão capilar da água. Assim, visando combater essa ascensão pretende-se impermeabilizar as primeiras fiadas. Esse processo é iniciado com a remoção de uma faixa de 60 cm, deixando os blocos de concreto aparentes, a partir do chão de todo o perímetro externo do empreendimento. Em seguida, aplica-se uma argamassa com aditivo polimérico, flexível, termoplástico indicada para vedar e eliminar vazamento e umidade.

4.6.4 Tratamento das plataformas de concreto armado

Com relação às plataformas de concreto armado aconselha-se, primeiramente, a recuperação das armaduras corroídas. Dessa forma, para obter esse objetivo propõe a adoção dos seguintes passos:

- Localizar a região a ser recuperada;
- Verificar a necessidade de escoras;
- Remover todo o concreto deteriorado e, assim, expor totalmente a armadura;
- Efetuar uma rigorosa limpeza na área a ser reparada;
- Verificar a necessidade de reforçar a estrutura;
- Determinar, de acordo com o cenário, qual a melhor metodologia de reparo.

A posteriori será apropriado realizar a impermeabilização das lajes de concreto armado. Ciente de que haverá tráfego de pessoas nessa estrutura recomenda-se a impermeabilização com manta asfáltica.

4.6.5 Reparo das manchas de umidade

A solução sugerida é à realização de uma nova camada de reboco nos panos próximos as aberturas, ou seja, onde apresentavam menor espessura, fazendo-se o uso de argamassa com aditivo hidrofugante, e assim, buscando minimizar a infiltração de água. Essa será a solução indicada para os casos de manchas de umidade nas paredes internas em contato com ambiente externo.

4.6.6 Eliminação do Bolor

No caso de remover as áreas afetadas por fungos (Bolor), recomenda-se uma limpeza com escova de piaçaba, aplicando-se uma solução de fosfato trissódico, detergente, hipoclorito de sódio e água nas partes afetadas.

Em seguida, a superfície deve ser enxaguada com água impa e seca com pano limpo. Uma das formas para prevenir e combater o bolor nas edificações consiste em adicionar fungicidas à argamassa. A utilização de fungicida, em concentração adequada, inibe o desenvolvimento dos fungos.

4.7 Grau de priorização (Ferramenta GUT)

O método GUT foi uma forma de discernir quais serão as prioridades na hora de se realizar os reparos necessários. Lembrando que essa ferramenta consiste na atribuição de “pesos” para os quesitos gravidade, urgência e tendência. Também cabe dizer que a distribuição de “pesos” atende um papel técnico, mas de cunho pessoal, ou seja, são conclusões aferidas pelo autor deste trabalho.

Ciente dessa linha de raciocínio destaca-se que, dentre as anomalias, a merecedora de maior grau de atenção é a deformação excessiva dos patamares das escadarias. E o problema com menor nível de preferência é a deficiência/problemas apresentados pelas esquadrias. O Quadro 7 resume as considerações acerca do método GUT.

Quadro 7 – Método GUT

Problema	G	U	T	GUT	Grau de Priorização
	Gravidade	Urgência	Tendência		
Infiltrações de água pelas soleiras ou interface alvenaria/esquadria (manchas de umidade)	2	3	3	18	2°
Infiltrações de água através das paredes externas - alvenaria e revestimentos (manchas de umidade)	2	2	3	12	4°

Infiltrações de água através das paredes externas nos vãos para ar-condicionado (manchas de umidade)	2	3	3	18	2°
Ausência de juntas de dilatação	4	3	3	36	1°
Bolor	1	3	3	9	5°
Fissuras Mapeadas nas Fachadas	2	2	2	8	6°
Deficiência nas esquadrias	1	2	2	4	7°

Fonte: Autor

4.8 Levantamento de Quantitativo

Um dos objetivos deste trabalho era a produção de uma planilha orçamentária. Acontece que, a confecção de uma planilha orçamentária demanda uma base de dados mais completa. Ou seja, a realização de visitas técnicas não é suficiente para embasar com confiança um orçamento. Logo, para evitar ilações sem conexão com a realidade evitou-se aprofundar nesse quesito.

Assim, os resultados expostos nos Quadros 8; 9; 10; 11; 12 e 13 estão fundamentados em convicções conquistadas com auxílio dos dados adquiridos com a combinação das informações contidas nos projetos, na bibliografia e conquistados com a realização da visita técnica. Desse jeito, optou-se por fazer um esboço do levantamento de custos.

Dessa forma, com os dados quantitativos e consciente de quais questões eram necessárias para realizar os tratamentos sugeridos conseguiu-se elaborar os resultados descritos nos quadros. É notável que esses dados não relatem o custo total de todo o processo, mas parte dele, principalmente o custo de aquisição dos principais materiais de determinados tratamentos.

Quadro 8 – Quantitativo das circunstâncias referente ao tratamento para combater a umidade no pavimento térreo

Tratamento para combater a umidade no pavimento térreo	
Comprimento (m)	113,12
Altura (m)	0,6
Área para impermeabilização (m ²)	67,87
Área para impermeabilização - Bloco 3 (m ²)	38,14
Quantidade por bloco (l)	10,86
Quantidade por bloco 3 (l)	6,1
Total de litros	49,54
Espessura da camada argamassada (cm)	1

Fonte: Autor

Quadro 9 – Custo parcial para o tratamento que visa combater a umidade no pavimento térreo

Tratamento para combater a umidade no pavimento térreo					
Insumo	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo (R\$)	Observação
Aditivo Impermeabilizante para Concreto e Argamassa	L	74,99	3	224,97	Rendimento de 160 ml/m ² Galão de 18l (VEDACIT)
Argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar Traço 1:0,2:5,4	M ³	166,61	1,06	176,61	TCPO- 13
Total (R\$)				401,58	X

Fonte: Autor

Quadro 10 – Quantitativo das circunstâncias referente ao reparo das fissuras mapeadas

Reparo das fissuras mapeadas		
Fachada Leste/Oeste (16)	Comprimento (m)	7
	Altura (m)	3
	Área delimitada (m ²)	21
	Espessura (cm)	1
	Volume (m ³)	0,21
Fachada Sul (02)	Comprimento (m)	3
	Altura (m)	2
	Área delimitada (m ²)	6
	Espessura (cm)	1
	Volume (m ³)	0,06
Total	Área (m ²)	348
	Volume (m ³)	3,48

Fonte: Autor

Quadro 11 – Custo parcial para o tratamento das fissuras mapeadas

Reparo das fissuras mapeadas				
Insumo	Unidade	Custo Unitário	Quantidade	Custo (R\$)
Tela metálica eletrosoldada Fios de diâmetro 1,24 mm e malha de 25 x 25 mm. Rolo com 25 metros de comprimento e 1 metro de altura (Facha Forte - Morlan)	UM	479	14	6706
Argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar Traço 1:0,2:5,4	M ³	166,61	3,48	579,80
Total (R\$)				7285,80

Fonte: Autor

Quadro 12 – Quantitativo das circunstâncias referente ao reparo das manchas de umidade

Reparo das manchas de umidade		
Parede Internas (Ar - condicionado) 288 Paredes	Comprimento (m)	4,24
	Altura (m)	2,79
	Área (m ²)	11,83
	Área (descontado as esquadrias, m ²)	10
	Área Total (m ²)	2888
	Espessura (cm)	1
	Volume (m ³)	28,88
Paredes Internas (Ambiente Externo) 10 Paredes	Comprimento (m)	3
	Altura (m)	2,79
	Área (m ²)	8,37
	Área Total (m ²)	83,7
	Espessura (cm)	1
	Volume (m ³)	0,837
Paredes (Portas) 72 Paredes	Comprimento (m)	1
	Altura (m)	0,4
	Área (m ²)	0,4
	Área Total (m ²)	28,8
	Espessura (cm)	1
	Volume (m ³)	0,29
Total	Área (m ²)	3000,50
	Volume (m ³)	30,01

Fonte: Autor

Quadro 13 – Custo parcial para o tratamento das manchas de umidade

Reparo das manchas de umidade					
Insumo	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo (R\$)	Observação
Aditivo Impermeabilizante para Concreto e Argamassa	L	74,99	27	2024,73	Rendimento: 160 ml/m ² Galão de 18l (VEDACIT)
Argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar Traço 1:0,2:5,4	M ³	166,61	30,00	4998,30	TCPO- 13
Total (R\$)				7023,03	X

Fonte: Autor

Os quadros 8 e 9 trazem evidências pertinentes a presença de umidade no pavimento térreo . Assim, para adquirir o montante necessário de insumos relatados para o reparo dessa patologia seria necessário R\$ 401,58. Já os quadros 10 e 11 trazem informações acerca do método de intervenção para eliminar as fissuras mapeadas e conclui-se que para adquirir tela metálica e argamassa mista será preciso R\$ 7285,20. Por fim os quadros 12 e 13 que detalham indicações sobre o tratamento das manchas de umidade.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho tinha como objetivos diagnosticar as manifestações patológicas, propor soluções e, embasado por planilhas orçamentárias, atestar a viabilidade técnica e financeira dos conjuntos habitacionais PAC - Metas 4, 6 e 7. Assim, diante do cenário discorrido neste estudo fica evidente que o residencial PAC – Meta 4 é viável do ponto de vista físico e financeiro. Esse entendimento é possível, apesar de não ter chegado a um orçamento conclusivo, pois a obra encontra-se em fase final de execução e apresenta manifestações patológicas que não condenam, pelo menos por agora, a estabilidade da alvenaria estrutural. Assim, se as sugestões de reparo forem acatadas o empreendimento conseguirá atender as demandas a que ele estará sujeito.

Também, é necessário reafirmar a inviabilidade dos residenciais PAC – Metas 6 e 7, pois, são obras que já apresentam uma estrutura bastante deteriorada. Além do que, não existe, por enquanto, vontade política para executar a construção e nem garantias acerca das resistências das vigas baldrames.

Ademais, é importante esclarecer que os empreendimentos estão sob o crivo do poder público, mas, não por isso, podem deixar de atender quesitos relacionados à qualidade. Vale destacar que o objeto estudado é formado por habitações de interesse social que impactarão diretamente, aproximadamente, 600 pessoas.

A qualidade da obra está conectada fortemente a um bom projeto/planejamento, e isso ficou claro nesse estudo, pois foi possível perceber que um projeto falho acarreta consequências indesejáveis a construção. Ou seja, imprecisões de projeto desencadearam gatilhos que possibilitaram o surgimento de manifestações patológicas. Sendo assim, o projeto ideal deve ser completo, detalhado e claro para evitar interpretações errôneas. Similarmente, notou-se que a ausência de controle tecnológico, o emprego de mão de obra má qualificada e utilização de materiais com baixa qualidade permitiram o desenvolvimento de patologias.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Ilídio Francisco. **Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito.** 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-1:** alvenaria estrutural – blocos de concreto parte 1: projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

_____. **NBR 15961-2:** alvenaria estrutural – blocos de concreto parte 2: execução e controle de obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

_____. **NBR 6136:** blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural- requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

_____. **NBR 15270:** componentes cerâmicos Parte 2: blocos cerâmicos para alvenaria estrutural — Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 9575:** impermeabilização – seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR 15575:** Edificações Habitacionais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BRUINSMA, Fernando Tremea. **Avaliação dos parâmetros de execução de espessuras de argamassa de assentamento e desaprumo em obras de alvenaria estrutural.** 2014. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2014/TCC_FERNANDO%20TREMEA%20BRUINSMA.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2018.

CAMACHO, J.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural,** 2006. Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural. Ilha Solteira, São Paulo.

CORSINI, Rodnei. Trinca ou Fissura. **Téchné,** set. 2010. Disponível em: <http://techn17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>. Acesso em: 22 de setembro de 2018.

FRANÇA, Alessandra A. V. et al. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **Téchne**, set. 2011. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/174/patologia-das-construcoes-uma-especialidade-na-engenharia-civil-285892-1.aspx>. Acesso em: 21 de setembro de 2018.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Diretoria de Estatística e Informações. **Déficit habitacional municipal no Brasil 2015**. Belo Horizonte: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Habitação/Fundação João Pinheiro, 2018.

HOLANDA JÚNIOR, Osvaldo Gomes de. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural**. 2002. 242 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

IOPPI, P.R; ARRUDA, H.A.C. Patologias da alvenaria estrutural de tijolo cerâmico e manifestações identificadas em edificações na cidade de Florianópolis: diagnóstico, terapia e prevenção. In: 5 TH INTERNATIONAL SEMINAR STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., 1994, Florianópolis. Anais. Florianópolis, 1994.

LICHTENSTEIN, Norberto B.. **Patologia das Construções: Procedimento para diagnóstico e recuperação**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986. Boletim Técnico.

MATTOS, Pedro Henrique Gomes de. **Atual situação patológica dos empreendimentos habitacionais de interesse social metas 6 e 7 da cidade de Palmas - TO**. 2018. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas Administrativas para identificar, observar e analisar problemas: Organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.

MOHAMAD, Gihad (Org.). **Construção em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho**. São Paulo: Blucher, 2015.

MICHELON, Diego. **Alvenaria Estrutural: recuperação e reforço de edificação residencial**. 2016. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

OLIVARI, Giorgio. **Patologia em Edificações**. 2003. 95 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, Francielly Djanira de et al. Principais patologias em edifícios de alvenaria estrutural. **Mirante**, Anápolis, v. 9, n. 2, p.294-310, dez. 2006. Mensal.

PEREIRA, Eliane Alves. **Diretrizes de gestão para obras habitacionais de interesse social**. 2008. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Faculdade

de Engenharia Civil, Uberlândia, 2008. Disponível em:
<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14113/1/Eliane.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

PICCHI, F.A.; AGOPYAN, V. **Sistemas da qualidade na construção de edifícios**. Boletim técnico, USP, São Paulo, 1993.

RABELO, Antônio Carlos Nogueira. **Dimensionamento de alvenaria estrutural segundo recomendações do eurocode 6**. 2004. 219 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Márcio R. S.. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003. 188 p.

RIZZATTI JUNIOR, Eduardo. **Modulação, paginação e cálculo de um edifício em alvenaria estrutural**. 2015. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em:
<http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2015/TCC_EDUARDO%20RIZZATTI%20JUNIOR.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2018.

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

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998. 245 p.

SOTILLE, Mauro. **A ferramenta GUT: Gravidade, Urgência e Tendência**. Rio de Janeiro: PM Tech Capacitação em Projetos, 2014.

SILVA, Isabelly Tatiane dos Santos. **Identificação dos fatores que provocam eflorescência nas construções em Angicos/RN**. 2011. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Angicos, 2011.

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2010. 188 p.

TCPO. Tabela de Composição de Preços para Orçamentos. São Paulo: PINI, 2008.

TEXEIRA, José Sipriano. Patologia em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. **Revista Pensar Engenharia**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p.1-20, jan. 2014. Semestral.

TUTIKIAN, B; PACHECO; M. **Boletín Técnico: Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil**. Merida, 2013.

VALLE, Juliana Borges de Senna. **Patologia das alvenarias:** Causa / Diagnóstico / Previsibilidade. 2008. 81 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

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

APÊNDICE A

Palmas/TO, 8 de Novembro de 2018.

Ao Senhor

Fábio Frantz Borges

Secretário Municipal de Habitação

Palmas/Tocantins

Senhor Secretário,

1. Eu, Lucas de Oliveira Macedo, brasileiro, solteiro, estudante, inscrito no CPF sob o nº XXX.XXX.XXX-XX e no RG nº XXXXXX, residente e domiciliado à XXXXXXXXXXXXX, fone XXXXXXXX, vem respeitosamente e junto com a Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Tocantins, representada pelo Profº Drº Salmo Moreira Sidel, e com o aprovação da orientadora acadêmica do trabalho de conclusão de curso Profº Dra Indara Soto Izquierdo, solicitar visita às unidades entregues e/ou não entregues dos edifícios de interesse social PAC – Meta 4, 6 e 7.

2. Se possível e com o intuito de engrandecer o conteúdo do trabalho acadêmico, gostaria de tirar fotografias das edificações. Dessa forma, essas informações serão aproveitadas para a realização do meu trabalho de conclusão do curso de engenharia civil na Universidade Federal do Tocantins.

Atenciosamente,

Profº Drº Salmo Moreira Sidel
Coordenador do Curso de Engenharia Civil – UFT

Profª Dra Indara Soto Izquierdo
Orientadora Acadêmica

Lucas de Oliveira Macedo
Solicitante

APÊNDICE B

Quadro 14 - Norteador/ Ambiente Interno

Quadro Norteador - Ambiente Interno					
Empreendimento: PAC - Meta 4				Data: Data: 22/04/2019	
Foto	Apt./Pavimento	Ambiente	Local	Manifestação Patológica	Observações
20	Todos apartamentos do piso inferior	Sala	Parede	Manchas de Umidade	Próximo a Portas
21	103,104,108(Bloco 1) 202,207(Bloco2) 104,108,205 (Bloco 3) 102 e 107 (Bloco 5)	Quarto	Parede	Manchas de Umidade	Parede Externa
22	Todos os Apartamentos	Quarto	Paredes	Manchas de Umidade	Ar- Condicionado
28	106 (Bloco 4)	Quarto	Parede	Bloco Quebrado	X
29	Apartamentos do segundo piso	Quarto Sala Cozinha	Parede	Blocos Quebrados	X

Fonte: Autor

APÊNDICE C

Quadro 15 - Norteador/ Ambiente Externo

Quadro Norteador - Ambiente Externo					
Empreendimento: PAC - Meta 4				Data: 22/04/2019	
Foto	Apt./Pavimento	Orientação	Local	Manifestação Patológica	Observações
19	Blocos 1 , 2 ,3 e 4	Leste/Oeste	Fachada	Fissuras Mapeadas	X
19	Bloco 3	Sul	Fachada	Fissuras Mapeadas	X
25	Todos os Blocos	Todas as Orientações	Fachada	Bolor	Falta de Impermeabilização da Fundação
23	Todos os Blocos	X	Fachada	Fissuras (Verticais e Horizontais)	Ausência de Juntas de Dilatação
26	Blocos 1,3 e 5	X	Plataforma	Corrosão	X

Fonte: Autor

Observação: Os Quadros norteadores 14 e 15 foram utilizados durante as visitas técnicas. Os dados contidos neles são um compilado de todas as informações levantadas durante as visitas.