



Monografia

ANÁLISE DE FISSURAS E TRINCAS NAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO CONSTRUÇÃO DE CASAS EM MINAS GERAIS

Autor: Cláudio Roberto Alves Ferreira

Orientador: Prof. Dalmo Lúcio Mendes Figueiredo

Co-Orientador: Prof. White José dos Santos

novembro/2016

Cláudio Roberto Alves Ferreira

**ANÁLISE DE FISSURAS E TRINCAS NAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO
CONSTRUÇÃO DE CASAS EM MINAS GERAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e avaliação das construções
Orientador: Prof. Dalmo Lúcio Mendes Figueiredo

Co-Orientador: Prof. White José dos Santos

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2016

A minha família, amigos e colegas de trabalho pelo apoio, carinho e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu força e sabedoria para poder vencer mais essa etapa da minha vida. Aos professores e funcionários do DEMC da UFMG em especial ao meu Co-orientador White José dos Santos pela dedicação e apoio para desenvolver esse trabalho. À minha família pelo carinho e companheirismo, em especial ao meu filho que pôde compreender o motivo da minha ausência temporária. E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Causas de patologia segundo estudos europeus	13
Figura 2- Vista frontal casa tipologia 1.....	27
Figura 3- Vista frontal casa tipologia 2.....	28
Figura 4- Vista frontal casa tipologia 3.....	29
Figura 5- Montagem de estruturas pré fabricadas	301
Figura 6- Montagem de estruturas e lajes pré fabricada.....	31
Figura 7- Montagem de laje.....	31
Figura 8- Concretagem de laje de piso.....	32
Figura 9- Alvenaria vedação.....	33
Figura 10- Alvenaria segundo pavimento	34
Figura 11- Alvenaria primeiro pavimento.....	34
Figura 12- Vista geral alvenaria.	35
Figura 13- Amassamento em gesso	36
Figura 14- Amassamento em gesso	36
Figura 15- Assentamento cerâmica na parede	37
Figura 16- Reboco	38
Figura 17- Chapisco e reboco sobre tela	39
Figura 18- Reboco externo.....	39
Figura 19- Cerâmica de parede.....	41
Figura 20- Assentamento de cerâmica de piso.	42
Figura 21- Execução de verga	50
Figura 22- Execução de verga	50

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	10
2- OBJETIVO	11
3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 – Definições de fissuras e trincas.....	13
3.2 – Definições de alvenaria de vedação	14
3.3 – Recalques diferenciais de fundação	155
3.3.1 Recalque diferencial devido a erros de projetos	16
3.3.2 Recalque diferencial devido a erros de execução	17
3.3.3 – Recalques diferencial devido a problemas no solo.....	17
3.4 – Falta de verga e contraverga.....	18
3.5 – Retração da argamassa	19
3.6 – Presença de umidade	21
4 - METODOLOGIA.....	24
5 – ESTUDO DE CASO.....	25
5.1 - Instruções de trabalho e execução de alvenaria elaborada pela equipe e obra ...	43
5.1.2 - Responsabilidade e autoridade	43
5.1.3- Materiais e equipamentos	44
5.1.4- Execução dos serviços	45
5.1.5 - Resultados esperados/ critérios de aceitação.....	47
5.1.6 - MANUSEIO / ARMAZENAMENTO / PRESERVAÇÃO	47
5.1.7- AÇÕES EM CASOS DE ANOMALIAS.....	48
5.1.8 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS	48
5.2- Medidas para evitar as patologias.....	49
6- CONCLUSÃO	51
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
8- APÊNDICE.....	54

LISTA DE NOTAÇÕES E ABREVIATURAS

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE = Instituto Brasileiro Geografia e Estatística

NBR = Norma Brasileira

SINDUSCON = Sindicato da indústria construção civil

IBAPE = Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícia

MOI = Mão de obra indireta

MOD = Mão de obra direta

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definição de fissuras e trincas	13
Tabela 2 - Origem da umidade nas construções	23

RESUMO

Minas Gerais possui o quarto menor déficit do Brasil, contudo ainda apresenta um déficit habitacional de 557,371 mil moradias o que levou a uma necessidade de construção de casas em alta escala no Estado nos últimos anos para suprir esta população. Com esse crescimento do número de construções, infelizmente, não veio acompanhado do necessário e criterioso cuidado na construção, principalmente da alvenaria de vedação. Diante desse cenário, o objetivo geral desse trabalho é analisar as principais causas dos surgimentos de fissuras e trincas em alvenaria de vedação, foram abordados aspectos importantes como recalques de fundação, falta de vergas e contra vergas para identificação das patologias em alvenaria de vedação. Essa identificação foi possível através do auxílio de fontes bibliográficas como o livro do autor THOMAZ, Ercio – Trincas em Edifícios, causas, prevenção e recuperação (2007), além de Normas técnicas da ABNT. Os principais motivos do surgimento das patologias em alvenaria de vedação foram a falta de verga e contra vergas em vãos de portas e janelas. Ficou evidenciado que a equipe responsável pela execução das alvenarias de vedação, não executava as vergas e contra vergas em algumas casas construídas, surgindo nessas casas as fissuras de 45° características desta patologia. Finalmente, o trabalho analisa a importância técnica das equipes de execução, dentre as principais, destaca-se a leitura e interpretação de projetos de fundação e alvenaria que demonstrou ser ineficiente pela equipe de execução.

Palavras chaves: Alvenaria, contra verga, verga, fundação, projetos e execução.

1- INTRODUÇÃO

O Déficit Habitacional Municipal no Brasil 2010, baseado nas informações do Censo Demográfico 2000, elaborado e divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000). Mostra que em Minas Gerais, o déficit habitacional era de 557 mil moradias (91,7%) e estava fortemente concentrado nas áreas urbanas. O déficit habitacional relativo do estado era 9,2%, o quarto menor do país (IBGE, 2000).

Ainda conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), Minas Gerais possui o quarto menor déficit do Brasil, contudo ainda apresenta um déficit habitacional de 557,371 mil moradias o que levou a uma necessidade de construção de casas em alta escala no Estado nos últimos anos para suprir esta população. Com esse crescimento do número de construções, infelizmente, não veio acompanhado do necessário e criterioso cuidado na construção, principalmente da alvenaria de vedação (SINDUSCON/MG - 2016)

Com a falta de planejamento e na maioria das vezes com projetos mal elaborados ou projetos não integrados, surgem as deficiências nas construções. E com o processo de redução de custos adotado pelas empresas e aceleração da velocidade de execução de obras, os erros na execução são verificados com frequência, principalmente como a falta de prumo, falta de esquadros e alinhamento de estruturas com alvenarias, falta de vergas e contra vergas, má qualidade dos materiais, emprego inadequado dos mesmos e sem deixar de citar a falta de planejamento, aliadas com baixa qualificação da mão de obra, resultam em surgimentos de patologia nas alvenarias de vedação. Empresas executoras mostram sinais de preocupação, já que os problemas patológicos manifestados em alvenarias, acarretam em prejuízos diretos com gastos para sua solução e recuperação, assim como o desgaste de imagem das empresas frente aos seus clientes e usuários.

Por esses motivos, a adequada estruturação das etapas de planejamento, projeto, materiais e execução tornam-se fundamentais para minimizar as patologias decorrentes nas alvenarias de vedação (MASSETTO; SABBATINI, 1998).

2- OBJETIVO

O objetivo geral desse trabalho é analisar as principais causas dos surgimentos de fissuras e trincas em alvenaria de vedação e propor medidas para as etapas de construção para evitar o surgimento destas patologias.

Para alcançar o objetivo geral, tem-se como objetivos específicos:

- Realizar uma revisão bibliográfica acerca dos tipos de fissuras e trincas, suas causas e efeitos nas alvenarias de vedação.
- Analisar e classificar os tipos de fissuras, trincas e suas causas do surgimento em alvenarias de vedação de um estudo de caso.
- Propor medidas a serem adotadas para evitar o surgimento de fissuras e trincas nas alvenarias de vedação.

3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – DEFINIÇÕES DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES.

A palavra Patologia, é derivada de duas palavras gregas e significa (páthos, doença, e logos, estudo), já normalmente utilizada em diversas áreas da ciência. Sua aplicação nas áreas de Ciências Biológicas é comumente utilizada, por se tratar de estudos investigativos referentes às alterações estruturais e funcionais das células, dos tecidos e dos órgãos, provocados por doenças. Por isso convencionou-se a chamar patologia das edificações aos efeitos sistemáticos desses defeitos (VERÇOSA, 1991).

Coelho (2008) define Patologia das construções como o ramo da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas, as origens e as conseqüências das deficiências das construções. Patologia significa não atendimento ao desempenho desejado.

A patologia da construção civil tem como preocupação fundamental o conhecimento das causas dos problemas e como evitá-los. Muitos estudos já foram realizados com esse objetivo, e já é possível ter uma ideia geral sobre causas de patologias. Pesquisas feitas na Europa, por exemplo, na década de 70, mostraram que a origem das falhas estão no projeto deficiente, nas falhas de execução, nos materiais empregados e na má utilização das casas pelos usuários, conforme figura 1. No entanto existem outros tipos de patologias mais e menos graves que essas (IBAPE, 2013).

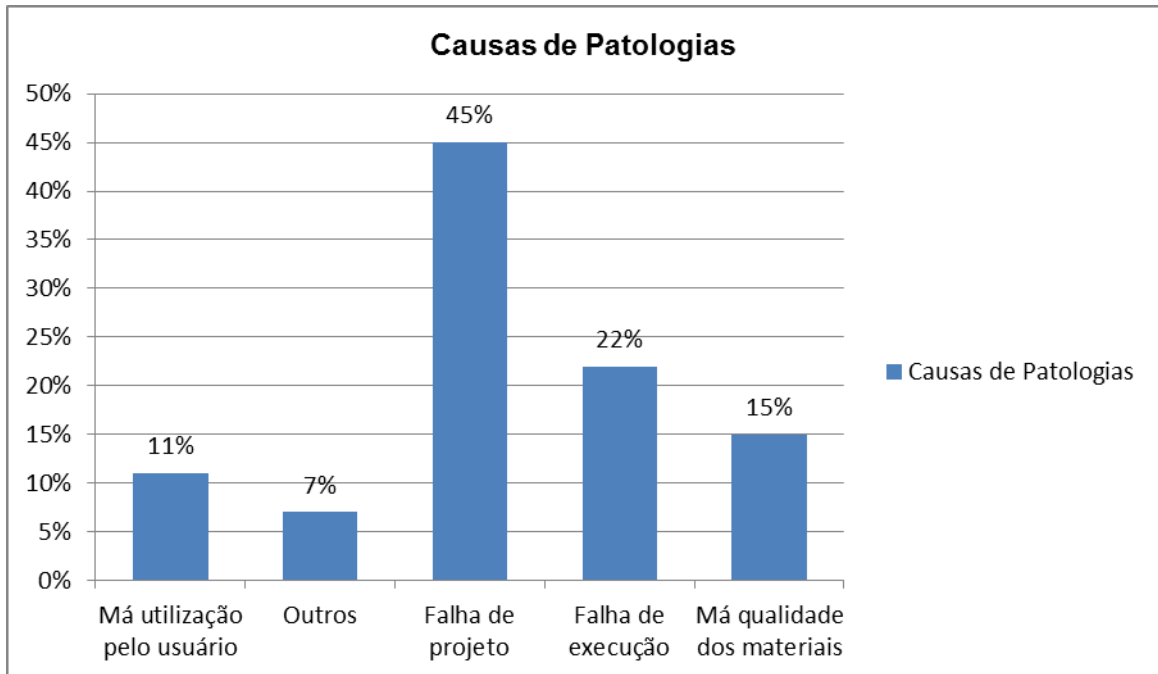


Figura 1 -Causas de patologias segundo estudos europeus. Fonte: IBAPE, 2013

Segundo o IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Arquitetura, o Brasil ainda está atrasado no estudo das patologias, havendo poucas pesquisas feitas nessa área em obras brasileiras.

3.1 – DEFINIÇÃO DE FISSURAS E TRINCAS

Fissuras e trincas são manifestações patológicas das edificações observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais. Se os materiais forem solicitados com um esforço maior que sua resistência acontece a falha provocando uma abertura, e conforme sua espessura será classificada como fissura ou trinca THOMAZ (1989).

TABELA 1 –DEFINIÇÃO DE FISSURAS E TRINCAS

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissuras	Até 0,5
Trincas	De 0,5 a 1,5

Fonte: Adaptado de THOMAZ (1989)

3.2 – DEFINIÇÕES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

São as paredes não portantes construídas em alvenaria utilizadas como fechamento e divisórias. São exemplos de alvenaria de vedação (MOLITERNO, 1995).

- Alvenaria de tijolo furados: executada com tijolos de 4, 6 ou 8 furos ou blocos de cerâmica extrudada.

- Alvenaria de blocos de concreto leve: executada em blocos de concreto celular

- Taipa de mão: executada com barro como material de vedação entre elementos estruturais de madeira nas moradias populares.

A técnica consiste em comprimir a terra em formas de madeira no formato de uma grande caixa, onde o barro socado é disposto em camadas de aproximadamente quinze centímetros de altura.

- Alvenaria de blocos cerâmicos: executados em blocos cerâmicos extrudados sem função estrutural.

Concluída a estrutura de concreto armado de uma obra (seu esqueleto), inicia-se a execução de sua alvenaria. Em obras de menor porte, as paredes são assentadas diretamente a partir das fundações, sobre um radier, baldrame ou sobre a parte superior das vigas (cintas) de concreto armado que amarram as sapatas de fundação. Para execução das alvenarias deve-se dispor do projeto arquitetônico completo, visto que, principalmente, nas plantas baixa e de corte é onde são encontradas as dimensões que devem ser obedecidas quando da confecção das alvenarias Pini (2003).

De forma geral, as fissuras em alvenarias de vedação carregadas axialmente começam a surgir muito antes de serem atingidas as cargas limites de ruptura. As fissuras que se manifestam nas alvenarias de vedação, decorrentes de cargas, são geralmente verticais originadas na deformação transversal da argamassa de assentamento e dos próprios componentes GRIMM (1988 a 1997).

Em casos específicos, podem aparecer fissuras horizontais em decorrência do esmagamento da argamassa de assentamento ou da ruptura de componentes de alvenaria de baixa resistência à compressão GRIMM (1988 a 1997).

Ainda, segundo GRIMM (1988 a 1997) a fissuração pode ser considerada como causa mais freqüente de falha de desempenho da alvenaria. As fissuras, entretanto, prejudicam a estética, o conforto do usuário, a estanqueidade da construção, ou seja, as condições de serviços deixam de ser atendidas.

Já Sabbatini (1985) classifica as causas da fissuração como causas primárias e imediatas.

As causas primárias consideradas são:

- deficiência dos materiais;
- erros de projeto;
- defeitos de execução,
- acidentes e utilização ou manutenção inadequada.

As causas imediatas são:

- as movimentações das fundações,
- as deformações estruturais excessivas,
- as variações de temperatura e umidade e os acidentes.

3.3 – RECALQUES DIFERENCIAIS DE FUNDAÇÃO

Uma das patologias mais significativas é o recalque diferencial. O recalque é o termo utilizado em engenharia civil para caracterizar o fenômeno que ocorre quando uma edificação sofre um rebaixamento devido ao adensamento do solo sob sua fundação (MILITITSKY, 2005).

O recalque é a principal causa de fissuras e trincas em edificações, principalmente quando ocorre o recalque diferencial, ou seja, uma parte da obra rebaixa mais que a outra gerando esforços estruturais não previstos e podendo até levar ao surgimento de rachaduras ou nos casos mais críticos a sua ruína (MILITITSKY, 2005).

Milititsky(2005) define recalque como sendo o deslocamento vertical para baixo sofrido pela base da fundação em relação à superfície do terreno. Esse deslocamento é resultante da deformação do solo proveniente da aplicação de

cargas ou devido ao peso próprio das camadas sobre a qual se apoia o elemento da fundação.

3.3.1 RECALQUE DIFERENCIAL DEVIDO A ERROS DE PROJETOS

Uma fundação é o resultado da necessidade de transmissão de cargas ao solo pela construção de uma estrutura. Seu comportamento a longo prazo pode ser afetado por inúmeros fatores, iniciando por aqueles decorrentes do projeto propriamente dito, que envolve o conhecimento do solo, passando pelos procedimentos construtivos e finalizando por efeitos de acontecimentos pós implantação, incluindo sua possível degradação (MILITITSKY, 1995).

Fundações são elementos que têm por finalidade transmitir as cargas de uma edificação para as camadas resistentes do solo sem provocar ruptura do terreno de fundação. A escolha do tipo de fundação a ser utilizado em uma edificação será em função da intensidade da carga e da profundidade da camada resistente do solo.

Segundo HACHICH (1996) as fundações são separadas em dois grandes grupos: fundações diretas (rasas) e fundações profundas.

Conforme a ABNT NBR 6122 (2010), as fundações superficiais (rasa ou direta) são elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação aos terrenos adjacentes é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação. Incluem-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos, os radier, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas. As fundações superficiais são tipicamente projetadas com pequenas escavações no solo não sendo necessários grandes equipamentos para a execução.

O descumprimento da ABNT NBR 6122 (2010) ocasionam erros, sendo os mais comuns:

- Insuficiência nos levantamentos, sondagens e ensaios;
- Não consideração da heterogeneidade do solo;
- Não consideração da presença de aterro, entulhos ou fossas,

- Ignorar variações no nível do lençol freático.

Embora seja difícil impedir o aparecimento de fissuras nas construções, medidas preventivas adotadas ainda na fase de projeto podem minimizá-las.

Além do cumprimento da ABNT NBR 6122 (2010), um projetista, no momento do dimensionamento, deve calcular a estrutura que seja resistente às ações que nela possam atuar ao longo de sua vida útil, porém, nenhuma estrutura é calculada para durar para sempre. Inevitavelmente, o tempo e suas intempéries, o solo, a água e todos os elementos que existem em volta de uma construção acabam por atingi-la, causando o surgimento de marcas, sendo mais frequentes na forma de manchas ou fissuras. A particularidade das fissuras existentes nas edificações são que elas assustam mais o usuário leigo, causando tremendo desconforto visual. Os estudos de engenharia comprovam que esta afirmativa possui falhas. Primeiro porque, conforme citado anteriormente, as estruturas não são eternas e também, nem sempre é de extrema gravidade o aparecimento de fissuras em uma edificação.

3.3.2 RECALQUE DIFERENCIAL DEVIDO A ERROS DE EXECUÇÃO

As fissuras acontecem inicialmente na parte mais frágil de uma edificação estruturada em concreto armado e vedada com blocos cerâmicos, ou seja, na parede de vedação. Porém, além das diversas ações externas que interferem a alvenaria, há também as referentes à construção. Conforme Taguchi (2010), a resistência do conjunto estrutura-parede sofre a interferência de alguns fatores e um deles é a forma de execução. Sendo assim, onde há maior desgaste e fragilidade na estrutura é onde aparecerão as primeiras patologias.

Ainda conforme Taguchi (2010), os erros mais comuns nas construções são:

- Fundações profundas com terra solta na base;
- Desvio da ponta da estaca devido à presença de matacões,
- Falta de alargamento na base de tubulões.

3.3.3 RECALQUE DIFERENCIAL DEVIDO A PROBLEMAS NO SOLO

Todos os tipos de solos, quando submetidos a um carregamento, sofrem recalques, em maior ou menor grau, dependendo das propriedades de cada solo

e da intensidade do carregamento. Os recalques geralmente tendem a cessar ou estabilizar após certo período de tempo, mais ou menos prolongado, e que depende das características geotécnicas dos solos (MILITITSKY, 2005).

Segundo Milititsky(2005), a causa mais frequente de problemas de fundações é a ausência ou incompleta investigação do subsolo. Em mais de 80% dos casos de mau desempenho de fundações de obras pequenas e médias, a ausência completa de investigação é o motivo da adoção de solução inadequada.

Para o mesmo autor, os problemas típicos decorrentes da ausência de investigação do solo são:

- Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo;
- Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando recalques, resultando em grandes deformações;
- Fundações sobre solos compressíveis sem estudos de recalques, resultando em grandes deformações;
- Fundações apoiadas em materiais de comportamento muito diferente, sem junta, ocasionando o aparecimento de recalques diferenciais;
- Fundações apoiadas em crosta dura sobre solos moles, sem análise de recalques, ocasionando a ruptura ou grandes deslocamentos da fundação;
- Fundação entre corte e aterro;
- Influência do bulbo de pressão da obra maior,
- Construção de anexo em época diferente da construção da casa.

Tensões de contato excessivas incompatíveis com as reais características do solo, resultam em recalques inadmissíveis ou ruptura (MILITITSKY, 2005).

3.4 – FALTA DE VERGAS E CONTRA VERGAS

Um fato primordial na fissuração da alvenaria é a presença de aberturas de portas e janelas, em cujos vértices ocorre acentuada concentração de tensões.

Na prática as fissuras nas aberturas são combatidas pela construção de vigas sobre as aberturas(vergas) ou sob aberturas(contravergas) (RODRIGUES, 2015)

A aplicação de cargas concentradas nas alvenarias, sem o emprego de dispositivos adequados para redistribuição de tensões, pode gerar o aparecimento de trincas inclinadas à partir do ponto de aplicação da carga (caso de tesouras ou vigas apoiadas diretamente sobre as alvenarias).

Sobre as aberturas das portas e janelas deverão ser colocadas vergas, que são pequenas vigas de madeira ou de concreto, para resistir aos esforços da alvenaria sobre as aberturas (RODRIGUES, 2015)

Ainda segundo Rodrigues, as vergas de madeira não devem ser colocadas em vãos superiores a 3m ou para esquadrias metálicas. As de concreto poderão ser pré-moldadas ou concretadas no local com altura mínima de 10 cm e a largura da parede

3.5 – RETRAÇÃO DA ARGAMASSA

Inicialmente cabe ressaltar que a argamassa é comumente conceituada como um material composto, formado potencialmente pela composição, em proporções adequadas, de aglomerantes de origem mineral, agregados miúdos e água, podendo ainda conter aditivos ou adições com propriedades de aderência e endurecimento (ABNT NBR 13529:1995).

A ABNT NBR 13529:1995 define revestimento em argamassa como sendo o revestimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final. Bonin (2005) lembra que esse revestimento deve ter ainda a finalidade de proteção da superfície. Deve-se salientar que o revestimento de camada única é também definido nessa norma como sendo o revestimento de um único tipo de argamassa, aplicado sobre a base de revestimento em uma ou mais demãos.

Como os revestimentos de argamassa são constituídos, de modo geral, por diversas camadas justapostas e materiais diferentes ligados entre si, qualquer deformação em uma dessas camadas faz surgir tensões em todo conjunto.

Essas tensões dependem de um grande número de fatores, tais como espessura, módulo de elasticidade e de outras características físicas da própria camada (Fiorito,1994).

Retração é o fenômeno que está associado ao processo de redução de volume aparente que sofrem as pastas de cimento, as argamassas e os concretos antes, durante e depois da pega, quando expostos a condições de secagem ambiental, sem que haja qualquer tipo de carregamento. Deve-se lembrar que a perda de água é considerada a principal causa da retração quando não se leva em consideração o efeito de contração térmica. Em geral, o efeito da retração está associado a uma deformação na estrutura da pasta de cimento hidratada, decorrente de diferentes fenômenos, cada fenômeno contribui, com uma parcela diferente para a deformação externa total do compósito de cimento (Gagné *et al.*, 1999). Segundo o autor, Aïtcin (2000) seria melhor falar em retrações, uma vez que a deformação medida é resultado de vários tipos de retração que podem ocorrer ao mesmo tempo, em mais de uma fase da existência do compósito do cimento.

A retração pode ser de diversas naturezas, podendo ocorrer em mais de uma fase da existência do compósito de cimento. A extensão da retração depende de vários fatores, incluindo as propriedades dos materiais, temperatura e umidade relativa do ambiente, a idade na qual o material é submetido ao ambiente seco e o tamanho do elemento construtivo. Mehta e Monteiro (2014) afirmam que quando os produtos cimentícios recém-endurecidos são expostos à temperatura e à umidade do ambiente, eles geralmente sofrem contração térmica (deformação de contração associada ao resfriamento) e retração por secagem (deformação de retração associada com a perda de umidade).

As argamassas com um alto teor de cimento estão mais sujeitas às tensões causadoras do aparecimento de fissuras, prejudiciais durante a secagem, além das trincas e possíveis deslocamentos da argamassa já no estado endurecido.

De acordo com Monteiro (2014) para um dado consumo de cimento, um aumento na relação água/cimento ocasiona aumento na retração por secagem. Em geral, ao elevar o teor de pasta nas argamassas ocorre um acréscimo nas deformações dependentes da umidade.

3.6 – PRESENÇA DE UMIDADE

A água está presente sob diferentes formas no interior de uma argamassa e apresenta uma grande diversidade de tipos de ligações com os componentes anidros:

- Água combinada quimicamente com a formação dos produtos hidratados da microestrutura;
- Água adsorvida: a adsorção é o fenômeno que governa a interação entre as moléculas de água (sob forma gasosa ou líquida) e a superfície de contato com os agregados constituinte da argamassa ou concreto.
- Água intersticial ou capilar retida dentro dos poros da argamassa por forças capilares. Neste caso a água é separada da fase gasosa por um menisco.

A água intersticial pode se apresentar também na forma livre dentro do espaço dos poros da microestrutura, sem nenhuma força de interação que sob a ação de uma pressão pode passar para o meio poroso KLEIN (1999).

Dentro da temática para a engenharia, relacionando com as patologias tem-se umidade como sendo “qualidade ou estado úmido ou ligeiramente molhado” KLEIN (1999). Conforme PEREZ (1985), a umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil.

Essa dificuldade está relacionada à complexidade dos fenômenos envolvidos e à falta de estudos e pesquisas. Essa carência ainda é percebida hoje, mais de 20 anos após elaboração do trabalho do autor citado.

Segundo VERÇOZA (1991) a umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. Ela é fator essencial para o aparecimento de

eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais.

Conforme VERÇOZA (1991), têm-se as seguintes origens as umidades nas construções:

- Trazidas durante a construção;
- Trazidas por chuva;
- Trazidas por capilaridade;
- Resultantes de vazamentos em redes hidráulicas;
- Condensação.

VERÇOZA (1991) e KLEIN (1999) afirmam que a umidade oriunda pela execução da construção é aquela necessária para a obra, mas que desaparece com o tempo (cerca de seis meses). Elas se encontram dentro dos poros dos materiais, como as águas utilizadas para concretos e argamassas, pinturas, etc.

Na umidade por capilaridade, os autores citados anteriormente, expõem que se trata da umidade que sobe do solo úmido (umidade ascensional). Ela ocorre nos baldrame das edificações, devido às próprias condições do solo úmido, assim como a falta de obstáculos que impeçam a sua progressão (Impermeabilização). Também ocorre devido aos materiais que apresentam canais capilares, por onde água passará para atingir o interior das edificações. Exemplos destes materiais são os blocos cerâmicos, concreto, argamassas, madeiras, etc.

A chuva é o agente mais comum para gerar umidade, tendo como fatores importantes a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção (impermeabilização, porosidade de elementos de revestimentos, sistemas precários de escoamento de água, dentre outros). Este tipo de umidade pode ocorrer ou não com as chuvas. O simples fato de ocorrer precipitação, não implica em patologias de umidades com esta causa.

Na origem devido aos vazamentos de redes de água e esgoto, VERÇOZA (1991) comenta que é de difícil identificação do local e de sua correção. Isso se deve ao fato destes vazamentos estarem na maioria das vezes encobertos pela

construção, sendo bastante danosos para o bom desempenho esperado da edificação. Já a umidade de condensação possui uma forma bastante diferente das outras já mencionadas, pois a água já se encontra no ambiente e se deposita na superfície da estrutura e não mais está infiltrada.

Na tabela abaixo se tem a relação das origens com os locais onde podem ser detectadas a presença da umidade KLEIN, 1999.

TABELA 2 – ORIGEM DA UMIDADE NAS CONSTRUÇÕES

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Fonte: Adaptada de KLEIN, 1999

4. – METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica das dissertações, norma ABNT, sites de construção civil e do estudo da literatura técnica. Essas revisões buscaram os embasamentos teóricos acerca de problemas patológicos em alvenaria de vedação, originados em função de deficiência como: recalques diferenciais de fundação, falta de verga e contra verga, retração da argamassa e presença de umidade com evento de um caso de engenharia, vivenciado em uma obra de construção de casas residenciais no estado de Minas Gerais.

Em seguida foi desenvolvido um estudo de caso com o objetivo de apresentar as fissuras causadas por falta de verga e contra verga.

A construção de 200 casas residenciais com 3 tipologias diferentes, sendo tipologia 1 com 144m² e 2 vagas de garagem, tipologia 2 com 114m² e 2 vagas de garagem e Tipologia 3 com 95m² e 1 vaga de garagem. As residências são para funcionários da contratada que são selecionados através de um critério de pontuação que engloba tempo de empresa, número de dependentes, entre outros.

5 – ESTUDO DE CASO

O estudo de caso consiste de um empreendimento de construção de 200 casas para funcionários de uma empresa de grande porte no estado de Minas Gerais, onde o autor é fiscal da empresa contratante, fiscalizando e acompanhando o cumprimento do escopo, do cronograma, da aplicação dos materiais especificados para execução da obra.

A empresa contratada, é uma empresa de médio porte e seu efetivo MOI (mão de obra indireta) e MOD(Mão de obra direta) possui em torno de 400 colaboradores. Estes colaboradores na sua maioria, são de regiões próximas da obra, e com isso, a dificuldade de mão de obra especializadas na cidade.

O que o autor evidencia nas fiscalizações de campo, são erros constantes de execução, onde os operários não executam vergas e contra vergas, causando fissuras nas aberturas de vãos de portas e janelas, mesmo com a criação de instruções de trabalho de assentamento de alvenaria.

O objeto do contrato é de execução das casas em empreitada global e mista (serviços e materiais) com responsabilidade integral da contratada para as obras necessárias de construção das 200 casas.

No escopo de serviço está incluída a execução de todos os trabalhos necessários e suficientes à completa construção de imóveis residenciais abrangendo:

- Mobilização e desmobilização;
- Segurança patrimonial e controle de acesso;
- Instalação completa de canteiro de trabalho (escritório, almoxarifado, vestiários, refeitório, bem como as redes provisórias de distribuição de energia, água, coleta de esgoto e drenagem necessárias para a sua utilização) e respectiva manutenção;
- Fornecimento de todos os materiais (incluindo transporte, descarga, içamento, armazenamento e vigilância), todos os equipamentos (inclusive os equipamentos de proteção individual e coletiva, insumos e mão de obra (especializada ou não);
- Escoramentos;
- Locação de obra;

- Fornecimento de transporte, carga, descarga e estocagem no local da obra de todos os materiais, equipamentos, máquinas, ferramentas, acessórios, instrumentos etc.;
- Fornecimento de mão de obra direta e indireta, especializada ou não, necessária para a execução das obras, inclusive encargos;
- Andaimos;
- Planejamento para montagem;
- Retirada e transporte ao local de estocagem das eventuais sobras de materiais;
- Sinalização provisória das obras para garantir, principalmente a segurança do local durante a execução das obras;
- Fornecimento, montagem, desmontagem de materiais, estruturas e equipamentos provisórios;
- Conservação e limpeza do local onde está executando a obra;
- Fornecimento e instalação de placas de obra;
- Controle tecnológico, ensaios de campo e laboratório para solos, aço, concreto, dentre outros;
- Fornecimento de equipamentos, aparelhos e instrumentos para testes e calibração;
- Contratação e apresentação de seguros pessoal e responsabilidade civil sobre obras civis e serviços de montagem e instalação de máquinas e equipamentos, poluição súbita, circulação de equipamentos, responsabilidade civil do empregador e os respectivos morais para estas coberturas;
- Fornecimento e execução dos acabamentos;
- Execução de instalações elétricas, hidráulicas, dentre outras instalações contempladas em projetos,
- Atendimento as normas pertinentes.

O empreendimento consiste em 3 tipologias de casas, a metodologia aplicada na construção é de fundação feita em estaca armada com trado mecanizado e bloco de coroamento pré fabricados, o fornecimento é da indústria de pré moldados e atende as normas da ABNT NBR 9062(2006), ABNT NBR 14860 (2002) e ABNT NBR 12654 (2000).

As casas de 144m² conforme fachada da figura 2, foram projetadas para atender as exigência da equipe gerencial da empresa, tais como, 3 quartos sendo 1 suíte, quarto de empregada, lavabo, varanda e pelo menos 1 vaga para caminhonete das 2 vagas de garagem disponíveis.

Para essa tipologia de casa foram construídas 15 unidades, onde os gerentes participaram de um processo para aquisição, se contemplado, a empresa desconta um pequeno valor mensal como forma de aluguel na folha de pagamento.

- Tipologia 1 com 144m² e 2 vagas de garagem



Figura 2- Vista frontal casa tipologia 1. Fonte: arquivo pessoal

As casas de 114m² conforme fachada da figura 3, foram projetadas para atender as exigências da equipe de nível superior (analistas, engenheiros, advogados, geógrafos, geólogos, psicólogos, Administradores etc) tais como, 3 quartos sendo 1 suíte, quarto de empregada, lavabo, varanda e 2 vagas de garagem disponíveis.

Para essa tipologia de casa foram construídas 85 unidades, onde os funcionários de nível superior participaram de um processo para aquisição, se contemplado, a empresa desconta um pequeno valor mensal como forma de aluguel na folha de pagamento.

- Tipologia 2 com 114m² e 2 vagas de garagem



Figura 3- Vista frontal casa tipologia 2. Fonte: arquivo pessoal

As casas de 95m² conforme fachada da figura 4, foram projetadas para atender as exigências da equipe de nível técnico, 3 quartos sendo 1 suíte, varanda e 1 vaga de garagem disponível.

Para essa tipologia de casa foram construídas 100 unidades, onde os

funcionários de nível técnico participaram de um processo para aquisição, se contemplado, a empresa desconta um pequeno valor mensal como forma de aluguel na folha de pagamento.

- Tipologia 3 com 95m² e 1 vaga de garagem



Figura 4- Vista frontal casa tipologia 3. Fonte: arquivo pessoal

Para as 3 tipologias de casa, considerou-se a execução da fundação com estacas escavadas diâmetro de 30 cm, com profundidade igual a das sapatas previstas em projeto.

Os blocos tem a dimensão de 40 x 40 cm sobre as estacas e as vigas baldrame são executadas nos locais previstos no projeto de fundação com as mesmas dimensões e armação especificada. O concreto tem fck 25 MPa conforme projeto.

A fundação dos muros de arrimo são em estaca escavada mecanizada diâmetro de 30 cm a cada dois metros de distância.

A execução da fundação e das estacas atende a todos os critérios previstos na Norma da ABNT NBR 6122 (2010) e são de responsabilidade técnica da contratada.

As estruturas de pilares, vigas e lajes também são de peças pré fabricadas e também fabricados e fornecidos pela indústria de pré moldados, já a montagem é de responsabilidade da equipe técnica conforme figuras 5, 6 e 7.



Figura 5- Montagem de estruturas pré fabricadas. Fonte: arquivo pessoal



Figura 6- Montagem de estruturas e lajes pré fabricada. Fonte: arquivo pessoal



Figura 7- Montagem de laje. Fonte: arquivo pessoal

As lajes dos pavimentos são pré-fabricadas, para piso, tipo Painel Treliçado TR08 – sobrecarga de 200 kg/cm², com 1,20m de largura, 4 cm de espessura e 10 cm de espessura final após capeamento de concreto conforme figura 8.



Figura 8- Concretagem de laje de piso. Fonte: arquivo pessoal

As lajes são produzidas por empresa com capacidade técnica comprovada que obedecerá aos projetos e atenderá a normas da ABNT NBR 9062 (2006), ABNT NBR 12654 (2000)

As lajes, durante sua montagem, são devidamente escoradas de acordo com as exigências técnicas. Após sua montagem e colocação da ferragem negativa recebem uma camada de 6 cm de concreto fck 25 Mpa.

As paredes internas e externas das casas são executadas em tijolo cerâmico de vedação conforme figura 9.

Todas as paredes obedecem às dimensões, alinhamentos e espessuras indicadas nos projetos, figura 12. Os tijolos são assentados em fiadas horizontais perfeitamente alinhadas, niveladas e aprumadas. Os tijolos são molhados antes

do seu emprego e assentados em fiadas horizontais conforme figuras 10 e 11.



Figura 9- Alvenaria de vedação. Fonte: arquivo pessoal

Todas as faces de contato entre os tijolos são argamassadas e as juntas, assim definidas, tem espessura máxima de 1,5 cm e são rebaixadas a ponta de colher, permanecendo perfeitamente contínuas no sentido horizontal e descontínuas no sentido vertical.

Toda alvenaria de tijolos, de baixa altura, sem calçamento na sua parte superior, é respaldada com cintas de concreto armado, convenientemente dimensionadas.



Figura 10- Alvenaria segundo pavimento. Fonte: arquivo pessoal



Figura 11- Alvenaria primeiro pavimento. Fonte: arquivo pessoal



Figura 12- Vista geral alvenaria. Fonte: arquivo pessoal

O revestimento interno das paredes é executado em argamassa de gesso, figuras 13 e 14. Já onde especificado em projeto é aplicado revestimento cerâmico.

No caso de descolamento de alguma peça cerâmica é necessário a substituição da mesma imediatamente, necessário também a verificação da patologia, remoção e substituição do emboço. Após a cura do emboço faz-se a substituição da cerâmica figura 15.



Figura 13- Amassamento em gesso. Fonte: arquivo pessoal



Figura 14- Amassamento em gesso. Fonte: arquivo pessoal



Figura 15- Assentamento cerâmica na parede. Fonte: arquivo pessoal

Os tetos recebem um tratamento com massa corrida PVA e pintura acrílica, aplicado sobre o painel de laje pré-moldado.

Os baldrame recebem pintura impermeabilizante em Neutrol e as paredes recebem aditivo hidrofugante para impermeabilização na argamassa de reboco externo até a altura de 80 cm do baldrame.

Pintura essa que não foi verificado em projeto e com isso a equipe de obra não realizou, aumentando assim as chances de patologias por umidade.

O revestimento externo e emboço também são executados com argamassa de areia, cimento e cal.

Chapisco: os materiais básicos são: cimento Portland e areia média lavada.

Todas as superfícies destinadas a receber revestimentos, sejam, em concreto ou alvenaria, deverão ser chapiscadas.

O chapisco é efetuado através do lançamento com colher de pedreiro, de uma argamassa de cimento e areia média lavada, no traço 1:3 com espessura média de 3 mm.

Em determinadas áreas foi usado chapisco rolado figura 17, para ganho de produção já que no projeto não especificava o método de aplicação do chapisco.

Emboço: Os materiais básicos são: cimento Portland, areia média lavada e saibro, espessura de 20mm.

A argamassa utilizada no emboço é no traço 1:6 de cimento e areia média lavada.

Todas as superfícies que receberão emboço deverão ser previamente chapiscadas.

O início do emboço se dá após a “pega” do chapisco e tendo sido as superfícies molhadas devidamente

Reboco Paulista: Os materiais básicos são: cimento Portland, areia fina peneirada e espessura de 2,5 cm.

As superfícies serão preparadas prévia e convenientemente para receber o reboco conforme figuras 16 e 18.



Figura 16- Reboco. Fonte: arquivo pessoal



Figura 17- Chapisco e reboco sobre tela. Fonte: arquivo pessoal



Figura 18- Reboco externo. Fonte: arquivo pessoal

Cerâmica nas Paredes: O assentamento das peças será sobre emboço com argamassa colante, apropriada para o uso figura 19.

As superfícies a serem revestidas estarão limpas e isentas de impurezas. As peças serão dispostas em juntas a prumo, ou juntas coincidentes, sendo a colocação executada de maneira que as juntas sejam perfeitamente alinhadas horizontal e verticalmente, sem qualquer solução de continuidade, não podendo ultrapassar a 1,5 mm de largura, sob qualquer pretexto.

Para manter a uniformidade das juntas, é utilizado o método que consiste na colocação de espaçadores plásticos entre as peças que serão retiradas antes de aplicar a vedação de rejuntamento, para evitar o deslizamento das peças durante a fase plástica da argamassa de assentamento.

O serviço é iniciado com o assentamento de algumas peças mestras, de preferência nos ângulos, que servirão como referência de plano e que serão utilizadas para puxar linhas de nível e de prumo para garantir o perfeito alinhamento das juntas e a rigorosa marcação das fiadas.

Cuidados especiais serão tomados para que todas as peças estejam completamente tomadas de massa pela sua parte posterior, garantindo a eficiência da fixação pela total inexistência de vazios nos cantos das peças.

As peças a serem cortadas ou furadas, para a passagem de canalizações, torneiras, peças elétricas e outros elementos das instalações, não apresentarão quaisquer rachaduras ou emendas tendo os furos diâmetro e medidas sempre inferiores às peças de acabamento.

O rejuntamento com rejunte pronto é feito após a completa cura da argamassa de assentamento.

As juntas e as bordas são limpas a seco, retirando-se todos os excessos de pasta porventura existentes.

A escolha do material na obra é rigorosa quanto à qualidade e calibragem, sendo descartadas todas as peças que demonstrarem defeitos de superfície, discrepância de bitola, empeno e cor.

Antes de ser iniciado o serviço de revestimento, já estão testadas e aprovadas as instalações, as canalizações e redes condutoras de fluídos em geral.



Figura 19- Cerâmica de parede. Fonte: arquivo pessoal

Nessa etapa os projetos de paginação das cerâmicas foram devidamente cumpridos.

Piso Cerâmico: Placas cerâmicas nas dimensões e cores, indicadas no projeto e especificação, que são assentadas sobre argamassa colante figura 20.

Após a cura da argamassa, as juntas são perfeitamente limpas e rejuntadas com rejunte pronto. O revestimento interno é de gesso liso exceto nas áreas molhadas.



Figura 20- Assentamento de cerâmica de piso. Fonte arquivo pessoal

Nessa etapa os projetos de paginação das cerâmicas foram devidamente cumpridos.

Todas as esquadrias aplicadas na obra são inspecionadas pelo setor de qualidade para verificação de possíveis defeitos de fabricação, transporte ou armazenagem das mesmas e listadas por tipologia conforme apêndice 1 para as casas de tipologia 1, apêndice 2 para casas de tipologia 2 e apêndice 3 para casas de tipologia 3.

As esquadrias atendem os requisitos exigíveis de desempenho de esquadrias externas para edificações, independentemente do tipo de material. Conforme norma da ABNT - NBR 10821 – Esquadrias externas para edificações – parte 2: Requisitos e classificação.

Para melhor entendimento dos procedimentos de execução e verificação das etapas da obra, foi desenvolvido conforme abaixo, uma INSTRUÇÃO DE TRABALHO.

Essa instrução visa eliminar possíveis erros de execução com intuito de evitar as patologias decorrendes nas alvenarias de vedação principalmente as fissuras e trincas.

Toda equipe envolvida foi treinada para cumprir as instruções de trabalho.

5.1- INSTRUÇÕES DE TRABALHO EXECUÇÃO DE ALVENARIA ELABORADA PELA EQUIPE DE OBRA

Definir diretrizes para execução de alvenarias e inspeção durante a execução da obra.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- PCMAT - Programa de Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção
- PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
- NBR ISO14001/2004 – Sistema de Gestão Ambiental;
- Resolução CONAMA 275/2001 – Estabelece cores para identificação de coletores;
- NBR ISO 9001:2000 – Requisitos de SGQ;
- Cadernos de projetos tipologia 1, 2 e 3;
- Procedimento de Montagem de andaime;
- NR-18 – Condições e Meio Ambiente na Indústria da Construção;

5.1.2- RESPONSABILIDADE E AUTORIDADE

– COORDENADOR DE OBRAS

Responsável pelos procedimentos executivos específicos da obra, assim como pela execução dos serviços rigorosamente de acordo com os mesmos; administrar e assegurar os recursos e meios necessários para a correta realização dos processos, além de tomadas de decisões pertinentes ao empreendimento.

- ENGENHEIRO CIVIL DE PRODUÇÃO

Responsável pela interface entre a engenharia (procedimentos e projetos) e os encarregados, para que os serviços sejam sistematizados e padronizados de acordo com as boas normas descritas nos procedimentos, projetos, memoriais descritivos e especificações técnicas. Profissional responsável por esclarecimento de possíveis dúvidas de projeto nas frentes de serviço

- ENCARREGADO DE OBRA

Orientação dos serviços, acompanhamento e correção dos mesmos após sua conclusão e responsável pelas equipes das frentes de serviço

- OPERÁRIOS PROFISSIONAIS

Execução manual dos trabalhos descritos neste procedimento. Executar conforme projeto e orientação do encarregado de obras e engenheiro

- EQUIPE DE CONTROLE DA QUALIDADE

- Identificar o cumprimento dos parâmetros indicados no procedimento.
- Identificar os produtos não conformes de acordo com o requerido no documento aplicável.
- Liberar previamente o início dos serviços.
- Inspecionar a realização dos serviços.

Equipe deverá estar em perfeita sintonia com profissionais das frentes de serviço para garantia de qualidade

- ENGENHEIRO DA QUALIDADE

- Administrar a adequada aplicação deste procedimento;
- Aprovar os registros e relatórios pertinentes.

5.1.3- MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Tijolo cerâmico;
- Argamassa (Traço: 1 parte de cimento para 4 partes de areia);
- Trena;
- Linha de nylon;

- Prumo de face;
- Esquadro;
- Nível de mão.

5.1.4- EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS: MARCAÇÃO E EXECUÇÃO DE ELEVÇÃO DA ALVENARIA

- A fundação, o piso ou a laje sobre o qual será executada a alvenaria devem estar livres, desimpedidas e prontas para receber a alvenaria;
- Os materiais e equipamentos estejam em quantidade suficiente para execução da alvenaria colocando-os próximos ao local do trabalho;
- Transferência dos principais eixos de marcação para o pavimento de trabalho (locação das alvenarias);
- Que todos os funcionários estejam aptos a iniciar a atividade;
- Quando se tratar de alvenaria sobre laje, deverá ser checada se a mesma encontra-se pronta para receber cargas;
- Definição dos locais onde os blocos terão juntas verticais preenchidas;
- Limpar a área de execução da alvenaria para que fique plana, isenta de poeira e partículas soltas;
- Os eixos principais devem ser locados em pontos de referência próxima a área de trabalho ou transferidos para o pavimento de trabalho, bem como definido o nível de referência através de mangueira/nível e também através de locação topográfica;
- Limpar o piso removendo os materiais soltos sobre a laje e executar o chapisco nas áreas de estrutura de concreto que ficará em contato com a alvenaria. Proceder a marcação da alvenaria através da execução da primeira fiada, começando pela periferia da laje e partindo para a definição dos ambientes internos, com a definição do cruzamento das paredes internas;
- Atentar para a passagem das tubulações das instalações elétricas, hidráulicas e etc. (quando houver);

- O correto nivelamento e alinhamento da alvenaria pode ser obtido através de uma linha de nylon, esticada entre os blocos de extremidade de cada fiada. Pode-se buscar também uma modulação dos blocos, através da distribuição destes ao longo da fiada de marcação. Atentar para a locação dos vãos das portas conforme projeto;
- Para orientar na execução das fiadas, pode-se recorrer a um pontalete graduado, fixados nas extremidades de cada pano de alvenaria. Durante a elevação, a cada fiada deve-se conferir o prumo, tomando como base sempre a primeira fiada e também o nivelamento da mesma;
- Verificar o nível da laje para regularização sob a 1ª fiada, utilizando linha de nylon esticada de uma extremidade a outra da parede a ser executada, (conferir com régua de alumínio e nível de mão);
- Umedecer o local onde a argamassa será colocada com o auxílio de uma brocha;
- Colocar a argamassa debaixo da linha esticada até atingir a altura desejada;
- Assentar o tijolo sob a linha nivelada e conferir rigorosamente o prumo, o nivelamento e o esquadro;
- Quando atingir a altura das janelas, atentar para a correta locação de seus vãos, seja em largura como em altura, também atentar para colocação ou execução das vergas e contra-vergas;
- Para a fixação da alvenaria (encunhamento) à estrutura (vigas e/ou lajes), deixar um vão conforme definição de projeto, memorial descritivo ou de acordo com a particularidade da obra, após esta etapa deverá ser preenchido com argamassa ou outro material específico;
- No caso de alvenaria sob vigas, a posição das paredes deve ser conferida também em relação às faces das vigas por intermédio de um prumo de face aplicado pelo menos em três pontos, sendo um ponto em cada cabeceira da viga e um terceiro ponto no centro do vão;
- A ancoragem da alvenaria nos pilares é feita através de chapisco aplicado direto na estrutura, antes do início da execução da alvenaria devem verificar se o chapisco foi realmente aplicado e se o mesmo já atingiu seu ponto de cura;

A verificação da cura se faz necessária para garantir a correta ancoragem das alvenarias nos pilares.

- Umedecer com o auxílio de uma brocha os blocos nas regiões onde serão colocadas as argamassas.
- Espalhar a argamassa sobre a superfície horizontal com o auxílio de uma colher de pedreiro.
- Assentar os tijolos nos cantos de forma escalonada, obedecendo à espessura desejada.
- Conferir sempre a cada fiada o prumo, tomando como base sempre a primeira fiada, o nivelamento e o esquadro internamente e externamente.
- Recolocar as sobras no caixote para evitar o desperdício.
- O encunhamento, quando aplicável, será feito com tijolos comuns ou com argamassa expansiva. O encunhamento evita o surgimento de uma eventual fissura na ligação.

5.1.5- RESULTADOS ESPERADOS E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

- Prumo das alvenarias: ± 5 mm para 3 m de altura.
- Espessura das juntas horizontais: podem ser ajustadas dependendo do pé direito, variando de 1,5 a 2,5 cm (depois de definidas, poderão variar apenas ± 5 mm).
- Eixos previstos do alinhamento : ± 5 mm.
- Esquadro: ± 5 mm (na ponta da face do maior esquadro de 60x80x100 cm). Garantir o esquadro, garante um bom revestimento evitando assim o surgimento de fissuras

5.1.6- MANUSEIO, ARMAZENAMENTO E PRESERVAÇÃO

- Os tijolos devem ser mantidos em locais de pouco trânsito e empilhados de modo que a altura máxima das pilhas não exceda 1,50 m.
- A areia deve ser mantida em local plano, devendo ser feita contenção nas bordas denominando-se baia.
- O cimento e a cal devem ser mantidos em local coberto e os sacos empilhados em no máximo 10 unidades em cima de palete, afastado da

parede de 20 a 30 cm para não pegar umidade. Para evitar o endurecimento e perda do material devido a umidade, o local de armazenamento é de extrema importância.

5.1.7- AÇÕES EM CASOS DE ANOMALIAS

- Caso ocorram falhas no nivelamento da laje para regularização sob a 1ª fiada da alvenaria, tais falhas devem ser corrigidas com enchimento na 1ª fiada e/ou modificação na espessura das juntas.
- Caso a argamassa perca a trabalhabilidade necessária (fique “seca”), a mesma deverá ser recusada e substituída por outra. Não podendo acrescentar água para deixá-la “mole” pois esse procedimento pode fazer com a argamassa perca a sua propriedade de aderência.

5.1.8- INFORMAÇÕES ADICIONAIS - PREENCHIMENTO DE JUNTAS VERTICAIS

As juntas verticais devem ser preenchidas nos seguintes casos:

- Fiadas de marcação;
- Blocos em contato com os pilares (juntas de até 20mm) e junta vertical seguinte;
- Blocos nas intercessões entre paredes e junta vertical seguinte;
- Paredes sobre lajes em balanço;
- Paredes sobre radier;
- Paredes muito esbeltas (relação altura/espessura superior a 30);
- Paredes sujeitas a empuxo (de subsolos, por exemplo);
- Paredes com juntas maiores de 5mm que receberão revestimento de pequena espessura (gesso, por exemplo);
- Paredes de pavimentos superiores, em edifícios de mais de 20 andares, sujeitas a intensos esforços de ventos;
- Paredes com extremidade superior livre (platibandas, muros);
- Paredes muito seccionadas (devido a cortes para embutimento de instalações, por exemplo)
- Trechos de alvenaria com extremidade livre de comprimento menor que 1/3 de altura da parede.

5.2– MEDIDAS PARA EVITAR AS PATOLOGIAS

As medidas adotadas para eliminar ou evitar o surgimento das patologias em alvenaria de vedação foram:

- Treinamento de leitura e interpretação de projetos para toda equipe envolvida;
- Elaboração de instruções de trabalho e treinamento;
- Acompanhamento full time do engenheiro de obra para esclarecimentos de dúvidas em relação a construção de fundações, vergas e contra vergas;
- Advertência para equipe que descumpra as normas e orientações do encarregado e engenheiro da obra,
- Substituição do colaborador em caso de reincidência.

A equipe de fiscalização passou a registrar a construção de vergas figuras 21 e 22 e contra verga, para apresentação nas reuniões de planejamento e acompanhamento de obra.

Toda a equipe foi incentivada a cumprir o cronograma e seguir os projetos aprovados.

As fotos e registros de obra eram apresentados aos encarregados para que os mesmos pudessem reunir com suas equipes de frente de obra e mostrar os erros de execução, bem como, apresentar as equipes que cumprem as normas e procedimentos da empresa.



Figura 21- Execução de verga. Fonte: arquivo pessoal



Figura 22- Execução de verga. Fonte: arquivo pessoal

6- CONCLUSÃO

Para a realização do trabalho, foram abordados aspectos importantes como fundação e falta de vergas e contra vergas para identificação das patologias em alvenaria de vedação, isso foi possível através do auxílio de fontes bibliográficas como o livro do autor THOMAZ, Ercio – Trincas em Edifícios, causas, prevenção e recuperação (2007), além de Normas técnicas da ABNT.

Os principais motivos do surgimento das patologias em alvenaria de vedação foram os recalques de fundação, falta de verga e contra vergas em vãos de portas e janelas.

Ficou evidenciado que a equipe responsável pela execução das fundações não seguia o projeto de fundação, surgindo assim algumas fissuras por erro de execução.

Já a equipe de alvenaria, não executava as vergas e contra vergas em algumas casas construídas, surgindo nessas casas as fissuras de 45° características desta patologia.

Como medidas imediatas para evitar o surgimento de fissuras e trincas em alvenaria de vedação, foram ministrados treinamentos para equipe em leitura e interpretação de projetos de fundação e alvenaria.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aitcin, P.C. **Concreto de Alto Desempenho**, Pini, São Paulo, (2000)

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) **NBR 12655 (2015) Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento**

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - **NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 1996.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) **NBR 10821 – Esquadrias externas para edificações – parte 2: Requisitos e classificação**

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) **NBR 13529 (1995). Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia**. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) **NBR 14860 (2002) Laje pré-fabricada - Pré-laje – Requisitos**

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) **NBR 9062 (2001) Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**

Bentur, A. **Terminology and definitions, Early Age Cracking in Cementitious Systems, Rilen Report 25**, France (2002).

Bentur, A.; Berger, R.L.; Lawrence Jr., F.V.; Milestone, N.B. (1979). **Creep and drying shrinkage of calcium silicate pastes III – A hypothesis of irreversible strains**. Cement and Concrete Research, v. 9, .

Bonin, L.C.; Cincotto, M.A. e Carneiro, A.M.P. (1997). **Propostas conceituais que fundamentaram o texto do projeto de norma - revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – execução**. II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Salvador, Brasil.

Coelho, R.A. **Patologias das alvenarias**. Belo Horizonte, 2008 (Apostila do curso Patologia das Alvenarias do CREA/MG- IMEC)

Fiorito, J.S.I. (1994). **Manual de argamassas e revestimentos**. Pini, São Paulo.

Gagné, R.; Aouad, I.; Shen, J.; e Poulin, C. (1999). Desenvolvimento de uma nova técnica experimental para o estudo da retração autógena dos **Materiais e estruturas**,

Grimm, C.T . **Masonry Cracks: A Review of the Literature**. Philadelphia, American Society for Testing and Materials – AST, 1988.

Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias (IBAPE/RS, 2013).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000).

Mehta, P.K. e Monteiro, P.J.M. (1994). **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. Pini, São Paulo.

Moliterno, A. **Caderno de estruturas de alvenaria e concreto simples**.

Oliveira, A.M. **Fissuras, Trincas e Rachaduras** causadas por recalque diferencial de fundações. 2012. Monografia (Especialização em Gestão de avaliações e perícias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

Rodrigues, Edmundo. **Técnicas das Construções**. Rio de Janeiro 2015

Sabbatini, F.H.. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílicocalcárea**. (Dissertação Mestrado) São Paulo: Poli, Universidade de São Paulo, 1985.

Taguchi, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. (Dissertação Mestrado em Construção Civil). Curitiba : Universidade Federal do Paraná, 2010.

Thomaz, E. **Trincas em edifícios** . São Paulo,2007. (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – 1989).

Thomaz, Ercio – **Trincas em Edifícios, causas, prevenção e recuperação** – Co-edição IPT/EPUSP/PINI – São Paulo, dezembro 2007.

Verçosa, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

APÊNDICE 1 - Especificação de esquadrias

TIPOLOGIA- CASA 1				
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAIS E QUANTITATIVOS				
MATERIAL DE ACABAMENTO	AMBIENTE	QUANT.	ESPECIFICAÇÃO	
5	PORTAS	SALA DE JANTAR E ESTAR	1und	P4 - Madeira e vidro (90x250) - Ver detalhe
			1und	P8 - Veneziana de madeira e vidro (170x250) - Ver detalhe
		COZINHA	2und	P3 - Prancheta (80X210)
		LAVABO 1ºPAVIMENTO	1und	P1 - Prancheta (60X210)
		AREA DE SERVIÇO	1und	P3 - Prancheta (80X210)
		QUARTO EMPREGADA	1und	P2 - Prancheta (70X210)
		BANHEIRO EMPREGADA	1und	P1 - Alumínio (60X210) - Ver detalhe
		ACESSO DE PEDESTRE	1und	Portão em Metalon (100X220) - Ver detalhe
		ACESSO DA GARAGEM	2und	Portão em Metalon (250X230) - Ver detalhe
		AREA DE VARAL	1und	P6 - Portão (80X210)
		QUARTO 1	1und	P2 - Prancheta (70X210)
		QUARTO 2	1und	P7 - Prancheta (80X210)
			1und	P2 - Prancheta (70X210)
		SUITE	1und	P9 - Madeira (90X210) - Ver detalhe
			1und	P2 - Prancheta (70X210)
		BANHEIRO SEMI SUITE	1und	P1 - Prancheta (60X210)
		LAVABO SEMI SUITE	2und	P1A CORRER - Prancheta - (60X210)
BANHEIRO SUITE	1und	P1 - Prancheta (60X210)		
6	JANELAS	SALA DE JANTAR E ESTAR	2und	J3 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		COZINHA	1und	J4 - Madeira e Vidro (120X147)
		LAVABO 1ºPAVIMENTO	1und	J1 - Alumínio e Vidro (60X60)
		QUARTO EMPREGADA	1und	J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		BANHEIRO EMPREGADA	1und	J5 - Alumínio e Vidro (60X45)
		ESCADA	1und	J11 - Madeira e Vidro (55X380)
		QUARTO 1	1und	J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		QUARTO 2	1und	J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		SUITE	1und	J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		BANHEIRO SEMI SUITE	1und	J1 - Alumínio e Vidro (60X60)
		BANHEIRO SUITE	1und	J6 - Alumínio e Vidro (75X75)

APÊNDICE 2 - Especificação de esquadrias

TIPOLOGIA- CASA 2				
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAIS E QUANTITATIVOS				
MATERIAL DE ACABAMENTO	AMBIENTE	QUANT.	ESPECIFICAÇÃO	
5	PORTAS	SALA DE JANTAR E ESTAR	1und	P4 - Madeira e vidro (90x250) - Ver detalhe
			1und	P8 - Veneziana de madeira e vidro (170x250) - Ver detalhe
		COZINHA	1und	P3 - Prancheta (80X210)
		LAVABO 1º PAVIMENTO	1und	P1 - Prancheta (60X210)
		ÁREA DE SERVIÇO	1und	P3 - Prancheta (80X210)
		BANHEIRO EMPREGADA	1und	P1 - Alumínio (60X210) - Ver detalhe
		ACESSO DE PEDESTRE	1und	Portão em Metalon e tela (95X220) - Ver detalhe
		ACESSO DA GARAGEM	1und	Portão em Metalon e tela (260X235) - Ver detalhe
		ÁREA DE VARAL	2und	P6 - Portão (75X210)
		QUARTO 1	1und	P2 - Prancheta (70X210)
		QUARTO 2	1und	P2 - Prancheta (70X210)
		SUITE	1und	P7 - (Correr) Prancheta (80X210)
			1und	P2 - Prancheta (70X210)
		BANHEIRO 2º PAVIMENTO	1und	P1 - Prancheta (60X210)
BANHEIRO SUITE	1und	P1 - Prancheta (60X210)		
6	JANELAS	SALA DE JANTAR E ESTAR	2und	J3 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		COZINHA	1und	J4 - Madeira e Vidro (120X147)
		LAVABO 1º PAVIMENTO	1und	J1 - Alumínio e Vidro (60X60)
		ÁREA DE SERVIÇO	3und	J6 - Alumínio e Vidro (40X40)
		BANHEIRO EMPREGADA	1und	J5 - Alumínio e Vidro (60X45)
		ESCADA	1und	J8 - Madeira e Vidro (180X200)
		QUARTO 1	1und	J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		QUARTO 2	1und	J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		SUITE	1und	J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		BANHEIRO 2º PAVIMENTO	2und	J6 - Alumínio e Vidro (40X40)
			2und	J7 - Alumínio e Vidro (40X40)
		BANHEIRO SUITE	1und	J1 - Alumínio e Vidro (60X60)

APÊNDICE 3 - Especificação de esquadrias

TIPOLOGIA- CASA 3			
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAIS E QUANTITATIVOS			
MATERIAL DE ACABAMENTO	AMBIENTE	QUANT.	ESPECIFICAÇÃO
5	PORTAS	SALA DE JANTAR E ESTAR	1und P4 - Madeira e vidro (90x250) - Ver detalhe
		COZINHA	1und P5 - (Correr) Prancheta (70X210)
			1und P3 - Prancheta (80X210)
		AREA DE SERVIÇO	1und P3 - Prancheta (80X210)
		BANHEIRO EMPREGADA	1und P1 - Prancheta (60X210)
		ACESSO DE PEDESTRE	1und Portão em Metalon e tela (95X220) - Ver detalhe
		ACESSO DA GARAGEM	1und Portão em Metalon e tela (260X235) - Ver detalhe
		AREA DE VARAL	2und P6 - Portão (80X210)
		QUARTO 1	1und P2 - Prancheta (70X210)
		QUARTO 2	1und P2 - Prancheta (70X210)
		SUITE	1und P2 - Prancheta (70X210)
		BANHEIRO SOCIAL	1und P1 - Prancheta (60X210)
		BANHEIRO SUITE	1und P1 - Prancheta (60X210)
6	JANELAS	SALA DE JANTAR E ESTAR	2und J3 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		COZINHA	1und J4 - Madeira e Vidro (120X147)
		BANHEIRO EMPREGADA	1und J1 - Alumínio e Vidro (60X60)
		QUARTO 1	1und J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		QUARTO 2	1und J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		SUITE	1und J2 - Veneziana de Madeira e Vidro (120X150)
		BANHEIRO SOCIAL	1und J1 - Alumínio e Vidro (60X60)
		BANHEIRO SUITE	1und J1 - Alumínio e Vidro (60X60)