

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Zuleica Margô Ripplinger

**PATOLOGIAS EM OBRAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL:
SOLUÇÕES PARA EVITÁ-LAS**

Santa Cruz do Sul, novembro de 2011

Zuleica Margô Ripplinger

**PATOLOGIAS EM OBRAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL:
SOLUÇÕES PARA EVITÁ-LAS**

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade de Santa Cruz do Sul para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Marcus Daniel Friederich dos Santos

Santa Cruz do Sul, novembro de 2011

Dedico este trabalho a meus filhos, Eduarda e João, que sempre estiveram presentes e foram incentivos para enfrentar os momentos mais difíceis durante o período de Graduação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem recorri nos momentos mais árduos desta jornada.

Agradeço aos meus familiares, principalmente meus pais Laureno e Noemi pelo apoio incansável sempre.

Aos meus amores, Eduarda, João e Maninho, pela ausência nestes anos de graduação.

Ao professor orientador Marcus Daniel, pela dedicação na correção, sugestões de melhorias, pelo atencioso atendimento para sanar as dúvidas que surgiram durante o período de elaboração deste trabalho, pelos conselhos que foram me dados, pelas oportunidades de conhecimento do novo.

Aos amigos, colegas, funcionários e professores que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Enfim, agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.

RESUMO

Em função do atual crescimento da alvenaria estrutural no Brasil na última década, surge a necessidade de estudos na busca de melhores condições de execução de obras, desde o que se refere ao projeto arquitetônico, integração de projetos até sua fase de execução, uma vez que a estrutura bem executada apresentará um número baixo de patologias. Neste trabalho procurou-se mostrar os tipos de patologias que podem ocorrer, bem como a forma de evitá-las. Como principais patologias ligadas à alvenaria estrutural temos as fissuras causadas por sobrecarga, onde há um carregamento excessivo da edificação, as fissuras causadas por variação de temperatura, onde os elementos constituintes da alvenaria se deformam, as causadas por retração, principalmente pela laje de cobertura, por movimentações higroscópicas, principalmente por umidade do solo e fissuras causadas por detalhes construtivos incorretos. É proposto também a correta execução da alvenaria estrutural como forma de evitar estas patologias, sendo que a boa integração de projetos e a boa prática na execução são fundamentais para se atingir um resultado satisfatório.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Comparação dos problemas patológicos entre autores.....	17
Quadro 02 – Identificação das fissuras por sobrecargas.....	24
Quadro 03 – Identificação das fissuras por movimentação térmica.....	25
Quadro 04 – Identificação das fissuras por retração	26
Quadro 05 - Identificação das fissuras por movimentações higroscópicas.....	27
Quadro 06 – Identificação das fissuras por detalhes construtivos incorretos.....	28
Quadro 07 – Tabela 10 da NBR 15961-1:2011.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS

a.C.	Antes de Cristo
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no <i>Habitat</i>
ABCP	Associação Brasileira de Cimento <i>Portland</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo
PI	Baixa densidade
EPS	Poliestireno Expandido

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.2.1 – Fluxograma para diagnóstico da patologia.....	18
Figura 4.1.1 – Transpasse mínimo das janelas.....	38
Figura 4.1.2 – Colocação da armadura na canaleta.....	39
Figura 4.1.3 – Preenchimento da canaleta.....	39
Figura 4.1.4 – Apoio das vergas das janelas.....	40
Figura 4.1.5 – União da verga e contraverga através de grauteamento.....	40
Figura 4.1.6 – Uso do gabarito.....	41
Figura 4.2.1 – Colocação de EPS em toda extensão da parede.....	42
Figura 4.2.2 – EPS em toda extensão da parede.....	42
Figura 4.2.3 – Colocação de EPS em toda extensão da parede.....	43
Figura 4.3.1 – Colocação de EPS na junta de controle.....	44
Figura 4.3.2 – Detalhamento da junta de EPS.....	44
Figura 4.4.1 – Uso de blocos canaletas na ultima fiada.....	45
Figura 4.4.2 – Uso de blocos canaletas na ultima fiada.....	46
Figura 4.4.3 – Detalhe do uso de blocos canaleta na ultima fiada.....	47
Figura 4.5.1 – Material usado para deixar a laje solta.....	47
Figura 4.5.2 – Detalhe do EPS e da manta usado para deixar a laje solta.....	48
Figura 4.6.1 – Impermeabilização antes do assentamento dos blocos.....	49
Figura 4.6.2 – Impermeabilização antes do assentamento dos blocos.....	49
Figura 4.7.1 – Modelo de ventilação tipo clarabóias.....	50
Figura 4.7.2 – Modelo de ventilação.....	51
Figura 4.8.1 – Retração na parede da alvenaria.....	52
Figura 4.9.1 – Juntas de dilatação da laje.....	53
Figura 4.9.2 – Material deslizante usado na junta da laje.....	53
Figura 4.10.1 – Juntas em platibanda.....	54
Figura 4.11.1 – Amarração de paredes tipo castelo.....	55
Figura 4.11.2 – Amarração de paredes tipo castelo.....	55
Figura 4.11.3 – Alvenaria de bloco de concreto com juntas bem preenchidas.....	56
Figura 4.11.4 – Uso de escantilhão para alinhamento das paredes.....	56
Figura 4.12.1 – Colocação de telas para amarração de paredes.....	57
Figura 4.12.2 – Colocação de telas para amarração de paredes.....	57
Figura 4.12.3 – Detalhe de colocação de telas para amarração de paredes.....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos do trabalho	13
1.2.1	Objetivo principal	13
1.2.2	Objetivos específicos	13
1.3	Delimitações	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	A alvenaria estrutural atualmente	15
2.2	Patologia das edificações	16
2.3	Como evitar patologias em projeto	19
2.4	Patologias ligadas à execução	20
2.5	Fissuras	21
2.5.1	Diagnóstico das fissuras	21
2.5.2	Classificação das fissuras segundo a atividade	22
2.5.3	Classificação das fissuras segundo a forma	22
2.5.4	Classificação das fissuras segundo a direção	23
2.5.5	Classificação das fissuras segundo as causas	23
2.6	Fissuras causadas por excessivo carregamento de compressão	29
2.7	Fissuras causadas por variações de temperatura (movimentações térmicas)	30
2.8	Fissuras causadas por retração	31
2.9	Fissuras causadas por movimentações higroscópicas	32
2.10	Fissuras causadas por detalhes construtivos incorretos	33
2.11	Como evitar fissuras causadas por movimentação interna	34
3	METODOLOGIA DO TRABALHO	35
4	A BOA PRÁTICA NA EXECUÇÃO	38
4.1	Verga e contraverga	38
4.2	Junta de dilatação	41
4.3	Junta de controle	43
4.4	Cinta de amarração	45
4.5	Apoio de lajes em alvenarias do último pavimento	47

4.6 Infiltração	48
4.7 Ventilação	50
4.8 Retração	51
4.9 Juntas de dilatação da laje.....	52
4.10 Juntas em platibanda	53
4.11 Amarração em paredes estruturais	54
4.12 Amarração com paredes não estruturais	56
CONCLUSÃO	59
BIBLIOGRAFIA	60

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é um processo construtivo que se caracteriza pelo uso de paredes como principal estrutura suporte do edifício, dimensionada através de cálculo racional, reconhecida como durável, esteticamente agradável e de bom desempenho térmico e acústico.

É um processo tradicional, amplamente utilizado pelas civilizações antigas. Podemos citar o Parthenon, na Grécia, construído entre 480 a.C. e 323 a.C. e a Muralha da China, no período de 1368 a 1644. Por meados do ano de 1950, surge a alvenaria estrutural, concebida por teorias de cálculo, onde em 1951 Paul Haller (Suíça) dimensionou e construiu na Basileia um edifício de 13 andares, com 41,4 m de altura, em alvenaria não armada, com paredes internas resistentes de 15 cm de espessura e externas de 37,5 cm. A partir daí, vários códigos de obras e normas contendo procedimentos de cálculo surgiram, dando um crescimento marcante em todo o mundo. (JR, L. R. P.; OLIVEIRA, A. L.; BEDIN, C. A., 2002).

No Brasil, o estado de São Paulo foi o grande precursor deste sistema construtivo, no ano de 1966, onde foram construídos os primeiros prédios e entre 1964 e 1976, que se tem registro, o Brasil já contabilizava mais de 2 milhões de unidades habitacionais em alvenaria estrutural.

Este sistema construtivo passou por dificuldades, pois não existiam normas brasileiras específicas, métodos de processos de construção, métodos de dimensionamento e falta de profissionais com experiência na área, assim não alcançando os resultados de qualidade e durabilidade, enfraquecendo o sistema, pois evidenciavam as patologias na estrutura.

Pesquisas realizadas pelo IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e pela USP – Universidade de São Paulo, fizeram com que o sistema ganhasse força e parcerias Universidade – Empresa permitiu a criação de

materiais e equipamentos nacionais para a produção de alvenaria. (PARSEKIAN, G.A.; SOARES, M.M.,2010).

Devido às vantagens econômicas e rapidez na construção, a alvenaria estrutural, depois de estudos e pesquisas, por meados dos anos 80, retoma seu espaço, principalmente na região Sul, utilizando este método em construções habitacionais para população de baixa renda e também edifícios de alto padrão.

O estudo das patologias, bem como evitá-las inserem-se neste cenário. Identificar as manifestações, diagnosticando suas causas, indicando soluções e apontando possíveis formas de prevenção serão aspectos abordados neste trabalho, já que a execução é uma etapa fundamental para minimizar estas patologias.

Alguns aspectos devem ser observados quando do surgimento das patologias: o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço e o constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre seus usuários.

1.1 Justificativa

No Brasil é comum a incompatibilidade entre projetos arquitetônico, estrutural e fundações, a falta de comunicação entre projetistas e fabricantes de materiais de construção, o que tem gerado grande número de patologias durante e após a execução de obras em alvenaria estrutural. Muitas vezes a falta de informações no projeto ou projetos incompatíveis, falta de planejamento, mão-de-obra não treinada, deficiência de fiscalização na execução são fatores que ajudam no surgimento de patologias.

As fissuras são quase que inevitáveis pela movimentação dos materiais e componentes da edificação, logo os profissionais ligados ao assunto devem ter esta consciência e tentar minimizar o máximo o problema. (THOMAZ, 1989).

1.2 Objetivos do trabalho

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e específico e são apresentados a seguir.

1.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho consiste na realização de um estudo que visa analisar as patologias com maior incidência em obras de Alvenaria Estrutural, bem como a boa técnica, tanto no projeto como na execução para evitá-las.

1.2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos deste trabalho têm se:

- fazer um levantamento das principais patologias em obras de alvenaria estrutural;
- diagnosticar as causas;
- como fazer para evitar patologias em obras de alvenaria estrutural.

1.3 Delimitações

O trabalho delimita-se a estruturas no sistema construtivo de alvenaria estrutural, na área de patologias e como evitá-las. Não se aplica para fundações, instalações elétricas e hidráulicas e parte de concreto armado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda conceitos e definições sobre o atual momento da alvenaria estrutural, tipo de patologias fissura em alvenarias e elementos constituintes da alvenaria estrutural.

2.1 A alvenaria estrutural atualmente

Conforme Jr, L.R.P; Oliveira, A.L; Bedin, C.A, (2002), o panorama apresentado mostra que a alvenaria estrutural no Brasil atingiu sua maioridade. As incertezas quanto à segurança estrutural e a garantia de qualidade dos blocos de concreto foram praticamente eliminadas com a criação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no *Habitat*- PBQP-H- e do selo de qualidade outorgado pela Associação Brasileira de Cimento *Portland* – ABCP- que qualifica e certifica os produtores de blocos estruturais. O uso crescente do sistema indica seu sucesso sob o ponto de vista de competitividade quanto aos custos, em comparação com o sistema tradicional de construção de edifícios. O seu uso em obras de alto padrão, eliminou definitivamente o estigma de que o sistema só seria viável em construções habitacionais populares. O desenvolvimento das técnicas de projeto estrutural e o aprimoramento de seu nível de detalhamento certamente têm contribuído para a consolidação deste cenário de crescimento do uso do sistema. (JR, L.R.P; OLIVEIRA, A.L; BEDIN, C.A, 2002).

Para Machado, (2010), a alvenaria estrutural vem sendo utilizada pelo meio técnico brasileiro, atraída pela redução de custos proporcionada pelo sistema. A possibilidade de construir edifícios altos tem enterrado alguns velhos preconceitos, como o de usar a alvenaria somente em construções baixas. E as obras que envolvem prédios, sejam residenciais ou comerciais, se tornaram apenas um dos exemplos em que esse sistema pode ser empregado com sucesso. Esse sistema

tem conquistado, recentemente, mais espaço nas construções do Brasil, apesar de ser a forma mais antiga usada pela humanidade, como na construção da Muralha da China, entre os anos de 1300 e 1600. A volta da classe C ao mercado consumidor de imóveis e o empenho da engenharia nacional em se fortalecer no mercado são alguns dos motivos que estão alavancando essa tecnologia no país.

2.2 Patologia das edificações

A patologia em edificações procura estudar os defeitos dos materiais componentes e elementos da edificação como um todo a partir de suas manifestações, diagnosticando as causas, estabelecendo medidas de recuperação e prevenção.

Patologia, de acordo com os dicionários, é a parte da Medicina que estuda as doenças. Também as edificações podem apresentar defeitos comparáveis a doenças: rachaduras, manchas, descolamentos, deformações, rupturas, etc. Por isso convencionou-se chamar de Patologia das Edificações ao estudo sistemático desses defeitos (VERÇOZA, 1991, p. 7).

Para Andrade e Silva (2005, p. 954), o termo patologia é empregado quando ocorre perda ou queda de desempenho de um produto ou componente da estrutura. Esse termo foi extraído da área da saúde e identifica “o estudo das doenças, seus sintomas e natureza das modificações que elas provocam no organismo”. Percebe-se também que existe uma forte relação entre a patologia e o desempenho da edificação, na medida em que a sua avaliação é dependente do comportamento da estrutura em uso.

Segundo Helene (1992, p.19), patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos

efeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema.

Os problemas patológicos normalmente são provocados pela ação de agentes agressivos, aos quais o edifício não é capaz de se adaptar em momento oportuno. Raramente a ação do agente agressivo tem valor absoluto. Entre vários edifícios expostos à ação das mesmas condições de exposição, alguns passam a apresentar problemas patológicos e outros não e além disso, entre aqueles que os apresentam, uns apresentam um quadro grave, enquanto que outros o apresentam atenuado (VALLE, 2008).

Algumas razões básicas para os defeitos das edificações podem ser atribuídas à evolução tecnológica dos materiais, da teoria das estruturas e dos sistemas construtivos, velocidade da construção com pouco controle de qualidade, formação deficiente de profissionais, normalização e manutenção.

Para a manifestação das patologias podemos atribuir como dois fatores: males congênitos, que já nascem com o projeto e males adquiridos, que foram adquiridos durante a execução ou após conclusão.

No quadro 01, pode-se analisar as principais causas das patologias em obras de alvenaria estrutural conforme os autores:

AUTOR	CONCEPÇÃO/PROJETO	EXECUÇÃO	USO	MATERIAIS	PLANEJAMENTO
Cavalheiro	43%	43%	8%	6%	-
Rauber	40%	28%	10%	18%	4%

Quadro 01 - Comparação dos problemas patológicos entre autores

Para analisar estas patologias pode-se seguir a seguinte terminologia:

- a) Sintomatologia: manifestações que indicam a existência de algum defeito ou mau funcionamento da edificação;

- b) Exame preliminar: observação da edificação usando sentidos humanos com levantamento das anomalias;
- c) Anamnese: levantamento de dados históricos da edificação (cronograma, diário de obra, projetos, depoimentos, etc.);
- d) Exames complementares: Destrutivos ou não;
- e) Diagnóstico: identificação das causas, dos defeitos para avaliar a gravidade e definição da conduta;
- f) Terapêutica: recuperação das falhas identificadas;
- g) Profilaxia: medidas para evitar defeitos e controle de qualidade e de utilização.

Na figura 2.2.1, o fluxograma apresenta uma forma resumida de como deve ser o comportamento técnico frente a uma Patologia Estrutural.

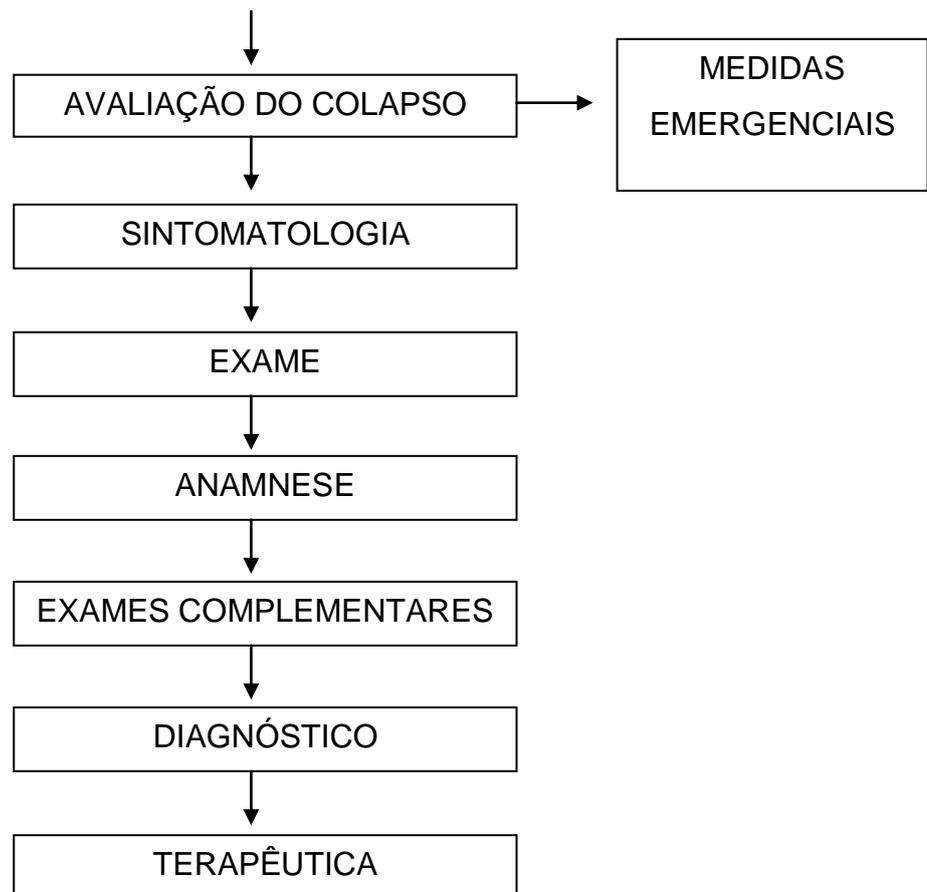


Figura 2.2.1 - Fluxograma para diagnóstico da patologia.

Fonte: Cavalheiro, Odilon Pâncaro, 2005.

Deve-se se distinguir as patologias inerentes ao comportamento estrutural que são relacionadas com a concepção e construção e as inerentes ao comportamento da alvenaria como material que depende dos materiais utilizados e das técnicas construtivas. Na alvenaria estrutural estas patologias se manifestam como uma combinação destes elementos, muitas vezes difícil de atribuir uma origem específica.

Como lembra Valle (2008), as patologias das alvenarias como material estrutural relacionam-se freqüentemente com:

- baixa resistência a tração;
- resistência a compressão muito dependente do volume de vazios, e no caso de paredes compostas do grau de confinamento dos paramentos;
- baixa resistência ao cisalhamento;
- mecanismos de ruptura frágil.

Para Franco (2007), as patologias em paredes, como elemento estrutural relacionam-se geralmente a:

- deficiente integridade estrutural (fraca ligação entre elementos estruturais);
- esbelteza excessiva;
- deficiente contraventamento;
- reduzida ductilidade.

2.3 Como evitar patologias em projeto

Segundo Tauil, C. A, Nesse, F. J. M.(2010) recomenda-se que estejam claras em projeto as seguintes informações para evitar patologias:

- embasamento e primeira fiada modulada;

- posicionamento dos blocos de saída em relação aos eixos de referência e a quadrícula;
- posicionamento claro nas elevações das aberturas e elementos verticais;
- padronização e clareza das cotas do projeto;
- detalhes de amarração entre as paredes da alvenaria;
- indicação clara das barras de aço verticais e horizontais;
- pontos a serem grauteados;
- indicação do uso de compensadores, quando necessário;
- indicação de vergas e contravergas para vãos de portas e janelas;
- fixação dos batentes e contramarcos;
- indicação de conduítes, caixas de interruptores e tomadas;
- indicação dos quadros de distribuição;
- indicação de incertos para fixação de tubulação;
- indicação de prumadas de água, esgoto e águas pluviais.

2.4 Patologias ligadas à execução

Podem ser observadas patologias referentes à execução tais como:

- falta de preenchimento das juntas;
- má aderência;
- materiais inadequados;
- falha no nível, prumo e alinhamento;
- verga e contraverga;
- acabamento das juntas de paredes;
- outros (acidentes, reações e vibrações).

2.5 Fissuras

As fissuras são muito comuns em edificações, segundo Saliba (2006), há alguns nomes similares: trinca, fissura, rachadura ou fenda. Porém elas se distinguem por suas dimensões, onde:

- Fissura: é uma abertura em forma de linha, com espessura de até 0,5 mm;
- Trinca: é uma abertura em forma de linha, com espessura de 0,5 mm até 1,0 mm;
- Rachadura: é uma abertura expressiva, proveniente de acentuada ruptura de massa, cuja espessura varia de 1,0 mm a 1,5 mm;
- Fenda: é uma abertura excessiva, que causa divisão da parede, e sua espessura é superior a 1,5 mm.

Pode haver variações destas escalas, pois outros autores propõem outras denominações, contudo, uma fissura considerada muito leve, de aproximadamente 0,1 mm é considerada insignificante não trazendo prejuízos a edificação. Neste trabalho, adotaremos o nome “fissura” para tratar, diagnosticar e fazer as considerações necessárias relativas ao tema.

2.5.1 Diagnóstico das fissuras

Para fazer o diagnóstico das fissuras é preciso levar em consideração alguns aspectos e ter os seguintes dados:

- Geometria – tipo de fissura, onde está localizada, profundidade;
- Idade – relativa ao tempo do aparecimento da fissura;
- Período da construção – relacionado à época do ano (inverno – verão);
- Existência de tubulações – verificarem projetos elétricos e hidráulicos;
- Outras manifestações – se houve algum fato excepcional.

2.5.2 Classificação das fissuras segundo a atividade

As fissuras podem, segundo Cavalheiro (2005), ser classificadas segundo sua atividade por:

- a) Ativas: elas apresentam variações de abertura com o tempo. É conveniente fazer o monitoramento da fissura, para saber se ela está ativa, colocando sobre ela placas finas de gesso ou colar papel, que ao romper indicará presença de fissura. São causadas, por exemplo, por variações térmicas e recalques de fundação.
- b) Inativa ou estabilizada: a fissura pode estar estabilizada quando não apresenta variação de abertura. São causadas por sobrecargas, sedimentos de escoramentos e recalques já estabilizados.

2.5.3 Classificação das fissuras segundo a forma

Segundo Duarte (1998), as fissuras podem ser classificadas como, segundo sua forma:

- a) Isoladas: fissuras com causas diversas que seguem uma direção predominante, acompanhando as juntas de argamassa ou partindo componentes, seguindo fiadas horizontais ou verticais, ou ainda, prolongando-se pela interface entre os componentes da alvenaria e a junta de argamassa.
- b) Disseminadas: fissuras disseminadas apresentam a forma de rede de fissuras, sendo mais comuns em revestimentos.

2.5.4 Classificação das fissuras segundo a direção

Segundo Oliveira (2009), a patologia mais comum em alvenaria estrutural são as fissuras, que podem ser verticais, horizontais e/ou diagonais.

As fissuras verticais podem ocorrer pela deformação transversal da argamassa de assentamento e a fissuração de blocos por flexão local, devido a carregamento uniformemente distribuído. Também pode ocorrer também devido a expansão da alvenaria por higroscopicidade nas regiões mais sujeitas a umidade como os cantos, as platibandas e as bases de paredes.

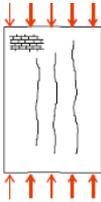
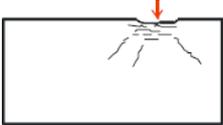
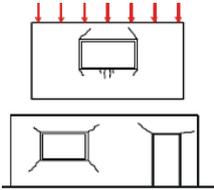
Outro tipo de fissuras são as horizontais que aparecem nas paredes transversais do último pavimento devido aos efeitos térmicos da laje de cobertura. O uso de diferentes fiadas de bloco e a retração por secagem de grandes lajes de concreto armado devido à insolação também pode ser as causas desta patologia.

As fissuras diagonais ocorrem normalmente ao lado das aberturas nos pontos de concentrações de tensões. Também podem ocorrer por uma distribuição inadequada de esforços devido a cargas verticais a partir do ponto de transmissão da carga. Os recalques diferenciais que acontecem devido a falhas de projetos, rebaixamento do lençol freático, compactação diferenciada de aterro, faltam de homogeneidade do solo e influência de fundações vizinhas, também podem ocasionar fissuras inclinadas.

2.5.5 Classificação das fissuras segundo as causas

As principais causas das fissuras em edificações de alvenaria estrutural serão abordadas neste trabalho. Também será apresentado um conjunto de configurações típicas de patologias, com causas e manifestações.

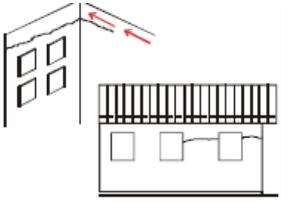
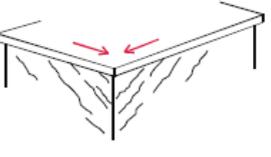
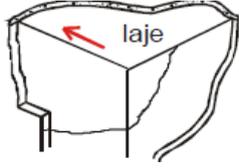
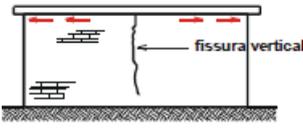
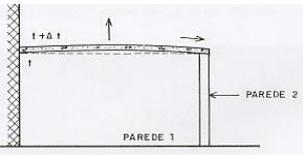
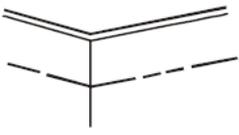
No quadro 02, apresentam-se as fissuras causadas por excessivo carregamento de compressão (sobrecargas).

	Fissuras verticais induzidas por sobrecargas
	Fissuras horizontais por sobrecargas
	Fissuras por sobrecargas em apoios
	Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas

Quadro 02 – Identificação das fissuras por sobrecargas.

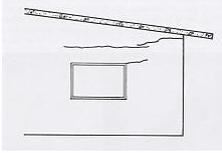
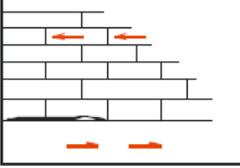
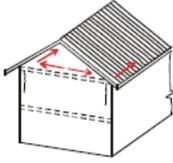
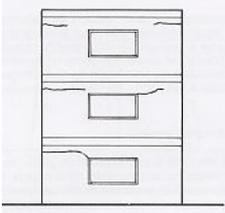
Fonte: THOMAZ, 1989; DUARTE, 1998.

No quadro 03, temos as fissuras causadas por variações de temperatura (movimentações térmicas).

	<p>Fissuras horizontais por movimentação térmica da laje</p>
	<p>Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje</p>
	<p>Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje</p>
	<p>Fissuras verticais por movimentação térmica da laje</p>
	<p>Movimentações que ocorrem numa laje de cobertura, sob ação da elevação da temperatura</p>
	<p>Fissuras de descolamento de platibandas por movimentação térmica</p>

Quadro 03 – Identificação das fissuras por movimentação térmica.
 Fonte: THOMAZ, 1989; DUARTE, 1998.

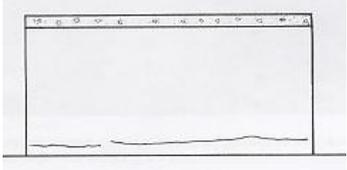
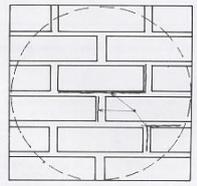
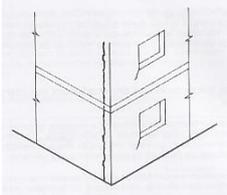
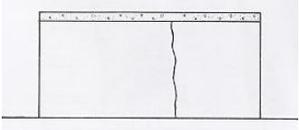
No quadro 04, apresentamos as fissuras causadas por retração.

	<p>Fissuras em parede externa, promovidas pela retração da laje de cobertura</p>
	<p>Fissuras na base de paredes por retração da laje</p>
	<p>Fissuras verticais em paredes por retração da laje</p>
	<p>Fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria</p>
	<p>Fissuras em parede externa, causadas pela retração de lajes intermediárias</p>

Quadro 04 – Identificação das fissuras por retração.

Fonte: THOMAZ, 1989; DUARTE, 1998.

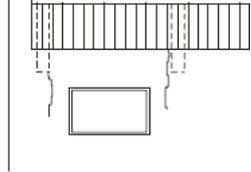
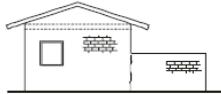
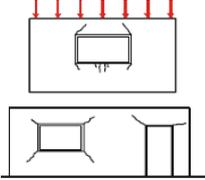
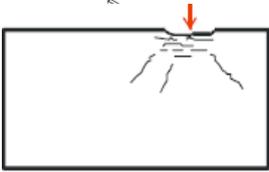
Já no quadro 05, temos as fissuras causadas por movimentações higroscópicas.

	<p>Fissura horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo</p>
	<p>Destacamentos entre argamassa e componentes de alvenaria</p>
	<p>Fissuramento vertical da alvenaria, no canto do edifício</p>
	<p>Fissura vertical no encontro das paredes formando destacamento entre as paredes</p>

Quadro 05 – Identificação das fissuras por movimentações higroscópicas

Fonte: THOMAZ, 1989; DUARTE, 1998.

No quadro 06, indicamos as fissuras causadas por detalhes construtivos incorretos.

	Fissuras por ancoragem de elementos construtivos
	Fissuras por deficiência de amarração
	Fissuras por falta de verga e contraverga
	Fissuras devido a cargas verticais concentradas

Quadro 06 – Identificação das fissuras por detalhes construtivos incorretos.

Fonte: THOMAZ, 1989; DUARTE, 1998.

As fissuras podem ser segundo Franco (2007), de origem externa a alvenaria, compreendendo:

- Deformações externas excessivas (de outras partes do edifício);
- Laje de cobertura;
- Fundações;

Ainda segundo o mesmo autor, na laje de cobertura dos edifícios é possível que exista deformação do “envelope exterior do edifício”, fissuras horizontais das paredes paralelas às fachadas e fissuras horizontais e inclinadas as paredes perpendiculares às fachadas.

E de origem interna a alvenaria, podendo ser:

- deformações por variação de temperatura;
- deformações por variação de umidade;

2.6 Fissuras causadas por excessivo carregamento de compressão

Segundo Duarte (1998), movimentações devido à sobrecarga de compressão geram fissuras ocasionadas pelos esforços entre blocos e juntas. Ao ser comprimida a argamassa geralmente se deforma mais que o tijolo, tendendo a expandir lateralmente e transmitindo tração lateral aos tijolos.

Para Thomaz (1989), podem ocorrer dois tipos de fissuras devidos a sobrecargas de compressão:

- a) Fissuras verticais provenientes da deformação transversal da argamassa sob ação das tensões de compressão ou flexão local dos componentes de alvenaria.
- b) Fissuras horizontais provenientes da ruptura por compressão dos componentes de alvenaria ou da própria argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexo compressão da parede.

Ainda segundo Thomaz pode ocorrer fissuras em trechos com a presença de aberturas (portas, janelas, etc.) que podem ser manifestadas em função da

influencia de fatores como dimensões da alvenaria e das aberturas, posicionamento das aberturas, dimensões e rigidez das vergas e contravergas.

2.7 Fissuras causadas por variações de temperatura (movimentações térmicas)

Para Thomaz (1989), as fissuras de origem térmica podem surgir por movimentações diferenciadas entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um mesmo material, em função da junção de diferentes tipos de materiais, a exposição de diferentes aplicações de materiais e ao gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente. Os materiais apresentam respostas diferenciadas, alguns podendo ter dilatação lentos e outros rápidos, aquele que apresentar maior resposta ao problema é o mais solicitado a variação de temperatura.

As movimentações entre componentes de um elemento podem causar trincas os quais estão relacionados com as propriedades físicas que estão sujeitos a dilatações com o aumento de temperatura e contrações com a diminuição da temperatura.

Elas podem ocorrer em função de junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais e também pelo gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente.

Fissuras por variação de temperatura ocorrem geralmente em alvenaria do ultimo pavimento, quando a laje de cobertura é solidarizada com a alvenaria, pois está exposta a radiações solares, assim absorvendo maior calor.

A intensidade dessa variação dimensional para uma dada variação de temperatura são praticamente as mesmas em todas as direções. Como principais fontes de calor têm o sol que é caso mais comum de edificações que irá depender da atuação combinada dos seguintes fatores:

- intensidade da radiação solar;
- o índice de absorção da radiação solar que está submetido tal material;
- reirradiação solar;
- condutância térmica superficial;
- propriedades térmicas dos materiais.

2.8 Fissuras causadas por retração

Segundo Scartezini (2002), retração é um fenômeno físico que ocorre com os materiais de base cimentícia, no qual, o volume inicialmente ocupado pelo material no estado plástico diminui de acordo com as condições de umidade do sistema e a evolução da matriz de cimento.

Para Duarte (1998), as paredes localizadas nos últimos pavimentos dos edifícios são mais susceptíveis de serem atingidas pela retração das lajes, pois a contração se associa com movimentações causadas por variações térmicas.

Nas argamassas de assentamento, segundo o mesmo autor, a pequena retração que pode ocorrer nas juntas horizontais é fortemente restringida pelo cisalhamento com os tijolos. A retração da argamassa é influenciada pela relação água/cimento, pela finura da areia (quanto mais fina for a areia maior a quantidade de água necessária para envolver os grãos) e pelo uso de incorporadores de ar. Esta retração pode vir a provocar fissuras na própria argamassa, prejudicando a aderência, principalmente em blocos de concreto.

Os mecanismos de formação e configuração de fissuras provocadas por retração são diversos. Dentre os mais comuns em alvenaria estrutural se destacam as fissuras horizontais, segundo Sahlin (1974), citado por Richter (2007), oriundo da contração das lajes, aparecendo principalmente nos últimos pavimentos como também em pavimentos intermediários. Este tipo de fissura se manifesta principalmente logo abaixo da laje ou nos cantos superiores de caixilhos.

Segundo Thomaz (2000), a retração das argamassas aumenta com o consumo de aglomerante, com a porcentagem de finos existentes na mistura e com o teor de água de amassamento. Além destes fatores, diversos outros influenciam na formação de fissuras mapeadas: aderência com a base, número de camadas aplicadas, espessura das camadas, tempo decorrido entre a aplicação de uma e outra camada, rápida perda de água durante o endurecimento por ação intensiva de ventilação e/ou insolação.

2.9 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas

As mudanças higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção; o aumento do teor de umidade produz uma expansão do material enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração.

Segundo Thomaz (1989), as mudanças higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais que integram os elementos e componentes da construção. No caso da existência de vínculos que impeçam essas movimentações poderão ocorrer fissuras.

A umidade pode ter acesso através de:

- umidade resultante da produção dos componentes;

- umidade proveniente da execução da obra;
- umidade do ar ou proveniente de fenômenos meteorológicos;
- umidade do solo.

As variações no teor de umidade provocam movimentações de dois tipos: irreversíveis (que ocorrem logo após a fabricação do material e originam-se pela perda ou ganho de água) e reversíveis (que ocorrem por variação do teor de umidade do material ficando delimitadas a um intervalo mesmo no caso de secar-se ou saturar-se completamente o material.

2.10 Fissuras causadas por detalhes construtivos incorretos

Segundo Magalhães (2004), as fissuras causadas por detalhes construtivos ocorrem por deficiências e incorreções na execução destes detalhes, não sendo levadas em consideração propriedades físicas dos materiais, impermeabilidade e estanqueidade das alvenarias e das construções, formas corretas de execução das alvenarias, projetos de detalhamentos, entre outros.

As fissuras podem ser causadas pela movimentação dos diferentes materiais (elementos de madeira, elementos metálicos) ancorados as paredes de alvenaria. Se a madeira absorver umidade vai apresentar deformações naturais causando a fissuração. Já os elementos metálicos podem provocar a corrosão e posteriormente a fissuração.

A deficiência na amarração dos blocos também pode causar fissuras, associada à movimentação da edificação e variações térmicas.

2.11 Como evitar fissuras causadas por movimentação interna

Conforme Franco (2007), as fissuras podem ser evitadas, quanto a movimentações internas da estrutura, propondo:

No projeto:

- reforços adequados (vergas, contravergas, grautes, etc.);
- ligações efetivas entre painéis de parede;
- execução de juntas de trabalho;
- especificação de materiais adequados.

Na execução:

- blocos com boa qualidade;
- não molhar o bloco (argamassa com boa retenção de água);
- proteção (durante a construção);
- argamassas com capacidade de absorver deformações;
- boa aderência;
- boa deformabilidade;
- boa trabalhabilidade;
- cura adequada (evitar tensões prematuras).

3 METODOLOGIA DO TRABALHO

Como metodologia deste trabalho foram estudados os seguintes elementos para evitar as patologias, principalmente fissuras.

- a) Verga e contraverga: As vergas e contravergas são elementos estruturais presentes nos vãos destinados para portas e janelas, que têm a finalidade de transmitir os esforços provenientes das reações das lajes e do peso próprio das paredes para a alvenaria estrutural. Serão analisados a execução e a utilização de canaletas, as quais são preenchidas com armaduras e graute. Os apoios das vergas e contra vergas devem ultrapassar o vão das janelas e portas em 40cm para cada lado para bloco de concreto e 30 cm para bloco cerâmico ou d/5.

Segundo a NBR 15812-2/2010 as contravergas em vãos de janelas e as vergas sobre vãos de porta e janela podem ser executados com canaletas preenchidas com graute e armadura, peças moldadas no local ou peças pré-fabricadas, conforme especificado no projeto.

- b) Junta de dilatação: Uma junta de dilatação pode ser definida como sendo uma separação entre duas partes de uma estrutura para que estas partes possam movimentar-se, uma em relação à outra, sem que haja qualquer transmissão de esforço entre elas. Será analisadas a correta aplicação desta junta na estrutura, que devem ser contínuas e verticais e ser previstas onde se conhece a máxima variação de temperatura ou a máxima expansão devido à unidade.
- c) Junta de controle: As juntas de controle têm por função limitar as dimensões do painel de alvenaria a fim de que não ocorram elevadas concentrações de tensões em função das deformações dos materiais. Serão analisados os tipos

de componentes, que é fator determinante para estabelecer o espaçamento destas juntas.

- d) Cinta de amarração: As cintas de amarração servem para distribuir as cargas e "amarrar" as paredes internas com as externas. A boa prática recomenda fazer uma cinta na última fiada das paredes para fazer esta amarração, evitando trincas e fissuras não se esquecendo de deixar passagens para canos e conduítes (eletrodutos) nesta cinta.
- e) Apoio de lajes em alvenarias: O efeito da reirradiação de calor na cobertura proporciona às lajes, dilatações e contrações que podem produzir fissuras. Serão analisados a correta execução da desvinculação entre laje de cobertura e alvenaria, com aplicação do aparelho deslizante entre a laje e as paredes da edificação, pois a laje deforma mais que a parede de alvenaria.
- f) Infiltração: Foi analisada a correta execução da impermeabilização das vigas na primeira fiada de blocos, para evitar a entrada de umidade, bem como a espessura da junta na alvenaria, evitando infiltrações. A estrutura deve resistir à exposição à água sem apresentar alterações em suas propriedades que comprometam seu uso
- g) Ventilação: É necessário que se deixe o telhado bem ventilado para evitar o aquecimento da laje de cobertura bem como causar prejuízos na estrutura.
- h) Retração: A manifestação de fissuras pode acontecer tanto na fase plástica quanto na fase endurecida. A perda de umidade nas primeiras horas é o que desencadeia movimentos de retração, os quais acabam gerando tensões internas de tração e, conseqüentemente, a fissuração do revestimento. As fissuras consideradas prejudiciais são aquelas que interferem nas propriedades fundamentais dos revestimentos de argamassa - estanqueidade, durabilidade, integridade e aderência à base.

- i) Juntas de dilatação da laje: As juntas de dilatação separam literalmente a edificação em duas, para isso é necessário o uso de material isolante flexível, não sendo permitido uso de material rígido sobre a junta.

Conforme NBR 15812-1/2010 recomendam-se juntas de dilatação em edifícios, a cada 24 m da estrutura em planta, a fim de combater a dilatação excessiva em paredes longas e para diminuir os problemas no encontro de dois tipos de espessuras ou materiais diferentes, evitando fissuras na estrutura.

- j) Juntas em platibanda: Para a platibanda, recomenda-se a inserção de junta de dilatação, com espaçamento em torno de 3 m a 4 m, podendo incluir juntas de dilatação regularmente espaçadas, cuidando-se da estruturação das paredes nas seções imediatamente vizinhas a cada junta.
- k) Amarração em paredes estruturais: A amarração pode ser direta que é executada através do entrelaçamento dos blocos. Também pode ser com ferros em forma de “U” ou com ganchos. Essa amarração é usada quando o bloco a ser utilizado não permite amarração direta.
- l) Amarração com paredes não estruturais: Será observado a correta amarração das paredes não estruturais que poderá ser feito colocando telas metálicas a cada 2 fiadas.

Para fazer estes levantamentos foram efetuadas visitas em obras onde se tenham boas práticas e aplicações, fotografando e visualizando a obra realizada adequadamente.

4 A BOA PRÁTICA NA EXECUÇÃO

Neste capítulo será descrito a boa prática na execução de obras de alvenaria estrutural, baseado em visitas técnicas realizadas em obras que apresentam a boa aplicação do sistema, bem como baseado no estudo de literatura existente sobre o assunto.

4.1 Verga e contraverga

Com a função de suportar os elementos construtivos sobre elas e impedir a transmissão de esforços para as esquadrias, quando existirem, devem ser feitas de maneira adequada evitando patologias.

Para os blocos canaleta, o transpasse mínimo das vergas de portas é de 15 cm para o interior da parede e o transpasse mínimo das vergas e contravergas de janelas é de 30 cm para o interior da parede, conforme figura 4.1.1.



Figura 4.1.1 – Transpasse mínimo das janelas.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

A posição da armadura de vergas e contravergas deve estar conforme figura 4.1.2. Quando as vergas forem constituídas de blocos canaleta, estas devem ser colocadas no prumo e ficar apoiadas em uma estrutura com rigidez suficiente para que elas não se desloquem durante a concretagem e respectiva cura.



Figura 4.1.2 – Colocação da armadura na canaleta.
Fonte/Foto: Marco Pozzobon.

As canaletas devem ser molhadas antes do lançamento do concreto ou graute, que deve ser fluído, não necessitando vibração mecânica para adensamento, apenas necessita leve adensamento pra rendimento de todos os vãos.



Figura 4.1.3 – Preenchimento da canaleta.
Fonte/Foto: Marco Pozzobon.

É necessário deixar as vergas apoiadas por um período de 7 dias após a concretagem. Os apoios somente poderão ser retirados depois de concretada a laje.



Figura 4.1.4 – Apoio das vergas das janelas.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

Recomenda-se colocar ferragem vertical na lateral da janela e grautear o vazado do bloco, unindo desta forma verga e contra-verga, conforme figura 4.1.5.

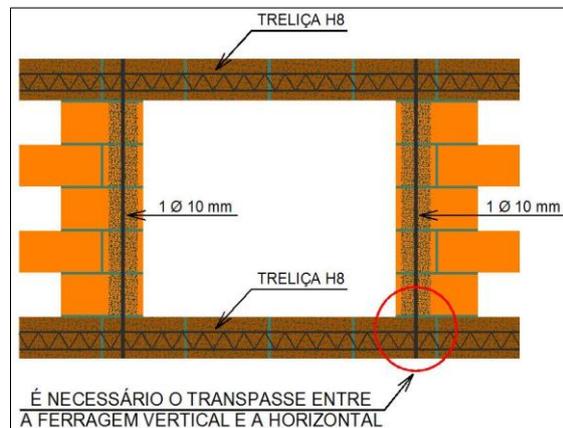


Figura 4.1.5 – União da verga e contraverga através de grauteamento.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

Outro aspecto importante a ser levado em conta é o uso do gabarito, conforme figura XX, o que garantirá uma simetria na execução de portas e janelas, não tendo problemas com dimensões ou alinhamentos.



Figura 4.1.6 – Uso do gabarito na execução de janelas
Fonte/Foto: Zuleica Ripplinger

4.2 Junta de dilatação

A junta de dilatação é utilizada para seccionar a área ou comprimento da edificação e minimizar os efeitos e variações dimensionais oriundos da dilatação térmica.

Estas juntas deverão ser contínuas e verticais para possibilitar as movimentações proporcionando completa separação entre dois blocos, para isso deverá ser colocado EPS com espessura de 2 cm ou conforme especificado em projeto, em toda a extensão da junta, podendo ser utilizado o isopor Classe PI (baixa densidade) segundo a NBR 11752/1993.



Figura 4.2.1 – Colocação de EPS em toda extensão da parede.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

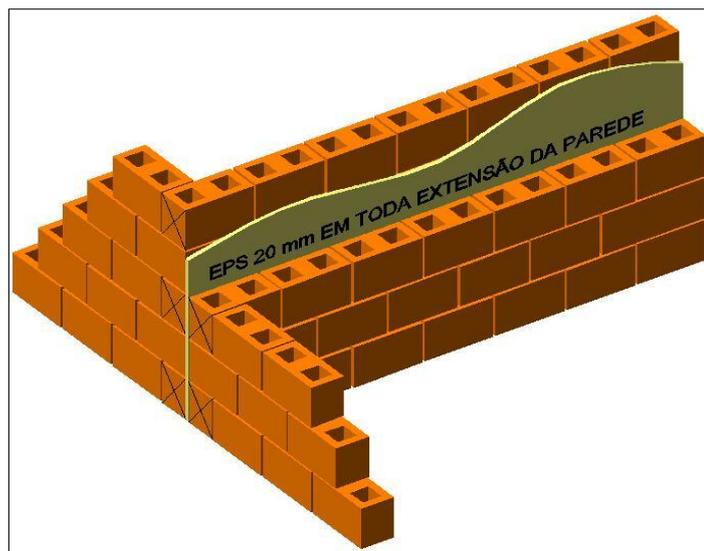


Figura 4.2.2 – EPS em toda extensão da parede.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).



Figura 4.2.3 – Colocação de EPS em toda extensão da parede.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

4.3 Junta de controle

A Junta de controle tem a função de aliviar tensões na alvenaria, prevenindo o aparecimento de fissuras, provocadas por variação de temperatura, retração, variação brusca de carregamento e variação da altura ou da espessura da parede, reduzindo patologias decorrentes destas movimentações, conforme a figura 4.3.1 e figura 4.3.2



Figura 4.3.1 – Colocação de EPS na junta de controle.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).



Figura 4.3.2 – Detalhamento da junta de EPS.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

Deverá ser analisada a necessidade de colocação de juntas verticais em elementos de alvenaria, conforme tabela 10 da NBR 15961-1:2011, que determina

os valores máximos de espaçamento entre juntas verticais de controle, que segue no quadro 07.

Valores máximos de espaçamento entre juntas verticais de controle		
Localização do elemento	Limites (m)	
	Alvenaria sem armadura horizontal	Alvenaria com taxa de armadura horizontal maior ou igual a 0,04% da altura vezes a espessura
Externa	7	9
Interna	12	15
<p>Nota 1: Os limite acima devem ser reduzidos em 15%, caso a parede tenha abertura.</p> <p>Nota 2: No caso de paredes executadas com blocos não curados a vapor, os limites devem ser reduzidos em 20%, caso a parede não tenha abertura.</p> <p>Nota 3: No caso de paredes executadas com blocos não curados a vapor, os limites devem ser reduzidos em 30%, caso a parede tenha abertura.</p>		

Quadro 07 - Tabela 10 da NBR 15961-1:2011

Fonte: ABNT NBR 15961-1:2011

4.4 Cinta de amarração

As cintas devem ser executadas com blocos canaletas na última fiada da parede com a finalidade de apoio da laje e amarração das paredes, conforme figura 4.4.1.



Figura 4.4.1 – Uso de blocos canaletas na ultima fiada.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

Para a cinta é recomendado o uso de blocos canaletas tipo “J”, pois trazem maior vantagem ao projeto, sendo que há uma treliça envolvida com concreto ou graute em seu interior. O graute colocado no interior da cinta deve ser fluído.

Deve-se cuidar os locais previstos para passagem de tubulações elétricas e hidrossanitárias no interior da cinta. Estas tubulações deverão passar, obrigatoriamente, antes da concretagem da cinta.



Figura 4.4.2 – Uso de blocos canaletas na ultima fiada.
Fonte/Foto: Zuleica Ripplinger.

Nos encontros das cintas, deve ser colocada uma barra de aço com diâmetro de 10 mm em forma de L, com 50 cm em cada lado, a fim de amarrar as cintas e as duas barras nos encontros em T, conforme a Figura 4.4.3.

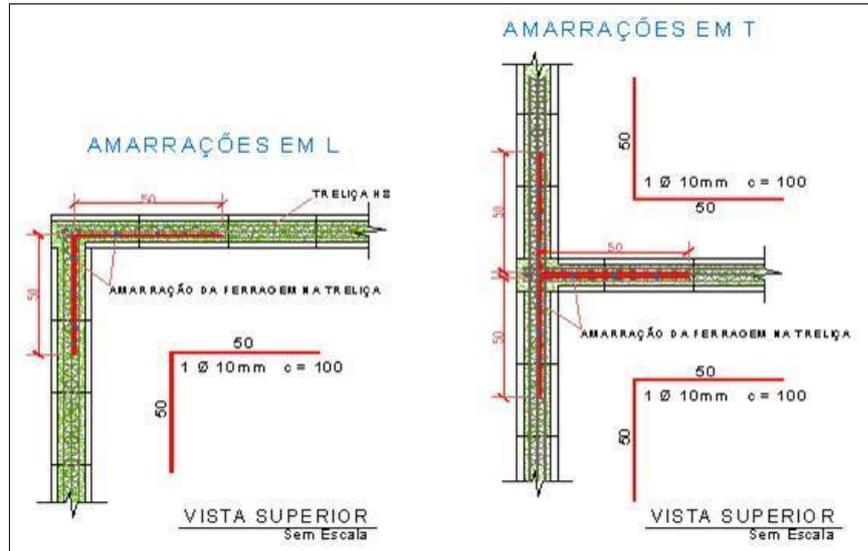


Figura 4.4.3 – Detalhe do uso de blocos canaleta na última fiada.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

4.5 Apoio de lajes em alvenarias do último pavimento

A última laje deve ficar solta da parede, para isso usa-se entre elas duas camadas de manta asfáltica aluminizada, com espessura de 3 mm, e uma camada de EPS de média densidade, com espessura de 1 cm a 1,5 cm para separá-las, como mostra a Figura 4.5.1.



Figura 4.5.1 – Material usado para deixar a laje solta.
Fonte/Foto: Zuleica Ripplinger.



Figura 4.5.2 – Detalhe do EPS e da manta usado para deixar a laje solta.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

4.6 Infiltração

Os pavimentos mais afetados são os inferiores, por estarem sujeitos a maiores concentrações de água de chuva que escorre pelas fachadas, a respingos da água que se projeta a partir de beirais de telhados e, às vezes, a inundações do terreno. Outro problema é a possibilidade de ascensão capilar de umidade do solo. Em função da posição do nível do lençol freático e do tipo de solo, a umidade pode aparecer em pisos ou propagar-se pelas paredes, podendo atingir alturas em torno de 2 m.

Para evitar o aparecimento da umidade, que pode causar eflorescências, descolamento de pinturas e desagregações de argamassas de revestimento, é necessária a aplicação de um sistema de impermeabilização para proteger pisos e paredes da umidade proveniente do solo, evitando inconvenientes futuros e garantindo a vida útil da edificação. A umidade pode ser interrompida por uma camada drenante, a qual deverá ser objeto de projeto específico, considerando a

possibilidade de encostar-se terra nas paredes (jardins) ou de se criarem pontes de transporte da umidade, contrapisos de concreto magro ou mesmo revestimentos.



Figura 4.6.1 – Impermeabilização das vigas de fundação.
Fonte/Foto: Zuleica Ripplinger.



Figura 4.6.2 – Impermeabilização antes do assentamento dos blocos.
Fonte/Foto: Zuleica Ripplinger.

4.7 Ventilação

Para evitar um superaquecimento da laje, algumas medidas são de grande importância, tais como:

- Sombreamento da laje com telhado. Neste caso, devem-se prever espaços para a circulação do ar, através de clarabóias.
- Prever aberturas laterais para diminuir o gradiente térmico, no caso de optar por platibandas.
- Uso de telhas com cores claras ou reflexivas.
- Emprego de mantas térmicas.

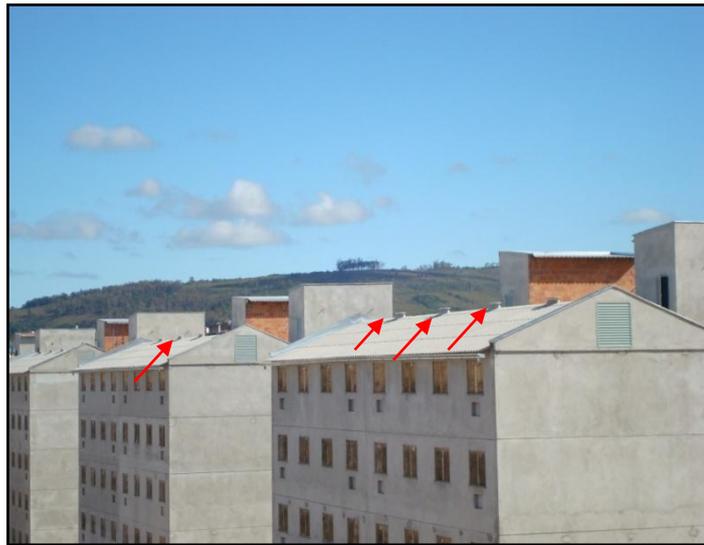


Figura 4.7.1 – Modelo de ventilação tipo clarabóias.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).



Figura 4.7.2 – Modelo de ventilação.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

4.8 Retração

Para minimizar o potencial de desenvolvimento de fissuras por retração em edifícios de alvenaria estrutural, é necessário que se faça a boa aplicação dos materiais que envolvem a alvenaria, como uso de blocos de concreto em condições regulares e tempo de cura adequado da argamassa.

São indicados alguns cuidados como posicionamento de juntas, escolha correta dos blocos e respeito ao tempo de assentamento desses, armação das paredes e preenchimento das juntas verticais.



Figura 4.8.1 – Retração na parede de alvenaria.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

4.9 Juntas de dilatação da laje

A variação da dimensão total da laje é proporcional ao tamanho de sua área. Por isso secciona-se a laje do ultimo pavimento, com objetivo de obter lajes com menores áreas e consecutivamente, lajes com variações de tamanho menores.

Para seccionar a laje utiliza-se EPS ou cloreto do polivinila (comumente chamado de PVC) com uma espessura de 10 a 20 mm em toda a altura da laje. As secções deverão, preferencialmente, ser alocadas no eixo das paredes evitando ao máximo locais onde não existam paredes.

A última laje deve ficar solta da parede, para isso usa-se uma camada de EPS de média densidade, com espessura de 1 cm a 1,5 cm para separá-las, como mostra a figura abaixo.



Figura 4.9.1 – Juntas de dilatação da laje.
Fonte/Foto: Marco Pozzobon.



Figura 4.9.2 – Material deslizante usado na junta da laje.
Fonte/Foto: Marco Pozzobon.

4.10 Juntas em platibanda

Para evitar a ocorrência de fissuras no corpo da platibanda, recomenda-se a inserção de juntas de dilatação a cada 3 m ou 4 m. As juntas de devem ser dimensionadas para acomodar, pelo menos, o movimento que resulta da multiplicação do comprimento da parede pelo coeficiente de dilatação térmica linear

da alvenaria e pela variação máxima previsível da temperatura, conforme mostra a figura 4.10.1.

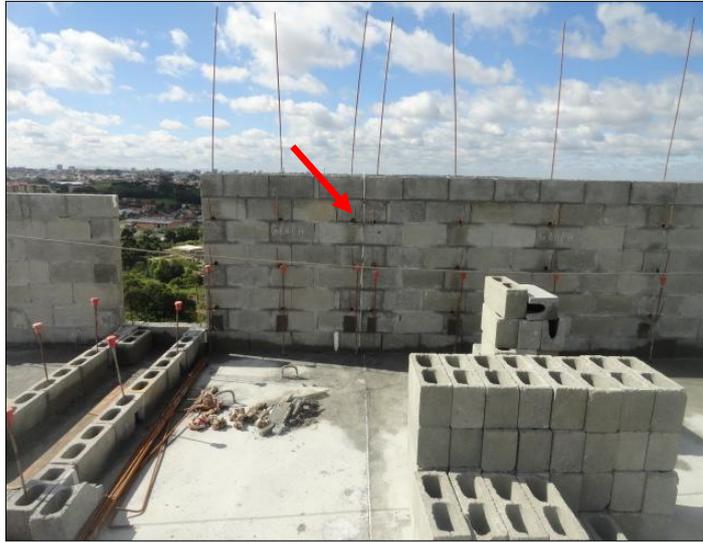


Figura 4.10.1 – Juntas em platibanda.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

As juntas devem ser adequadamente vedadas com produtos elastómeros e eventuais proteções metálicas, para prevenir a entrada de água e a sua degradação.

4.11 Amarração em paredes estruturais

O levantamento da alvenaria deve ser iniciada pelos cantos, utilizando a amarração do tipo escalonada (castelo).

As paredes devem ser elevadas de forma contínua. Quando isso não for possível, as elevações que ficarem incompletas devem ser finalizadas na forma de escalonamento.



Figura 4.11.1 – Amarração de paredes tipo castelo.
Fonte/Foto: Zuleica Ripplinger



Figura 4.11.2 – Amarração de paredes tipo castelo.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

A espessura recomendada das juntas de argamassa é de 10 mm, com tolerância de 3 mm, para blocos cerâmicos e para blocos de concreto a junta recomendada é de 10 mm, com tolerância de 5 mm.

As juntas horizontais de assentamento também deverão ser preenchidas com argamassa no sentido transversal do bloco nos pontos de graute quando estes forem industrializados ou preparados em obra com aditivos plastificantes, como mostra a figura 4.11.3.



Figura 4.11.3 – Alvenaria de blocos de concreto com juntas bem preenchidas.
Fonte/Foto: Zuleica Ripplinger.

O uso do escantilhão também garante um bom alinhamento, mantendo nível e prumo das paredes, conforme a figura 4.11.4.



Figura 4.11.4 – Uso do escantilhão para alinhamento das paredes.
Fonte/Foto: Zuleica Ripplinger.

4.12 Amarração com paredes não estruturais

A amarração das paredes de alvenaria compreende o engastamento entre os panos de paredes ou entre as paredes e a estrutura da edificação. Para isso existem alguns métodos para fazer a amarração.

Para amarração de paredes de vedação devem ser colocadas telas eletro soldadas (galvanizadas) nos locais previstos em projeto durante a elevação da parede.



Figura 4.12.1 – Colocação de telas para amarração de paredes.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

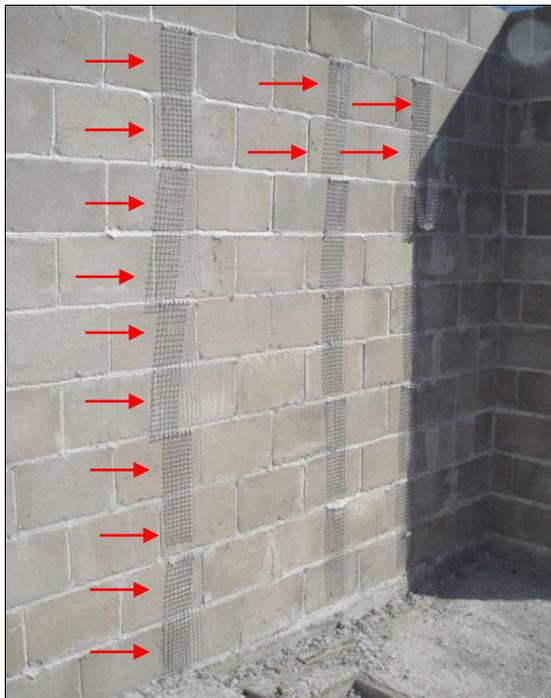


Figura 4.12.2 – Colocação de telas para amarração de paredes.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

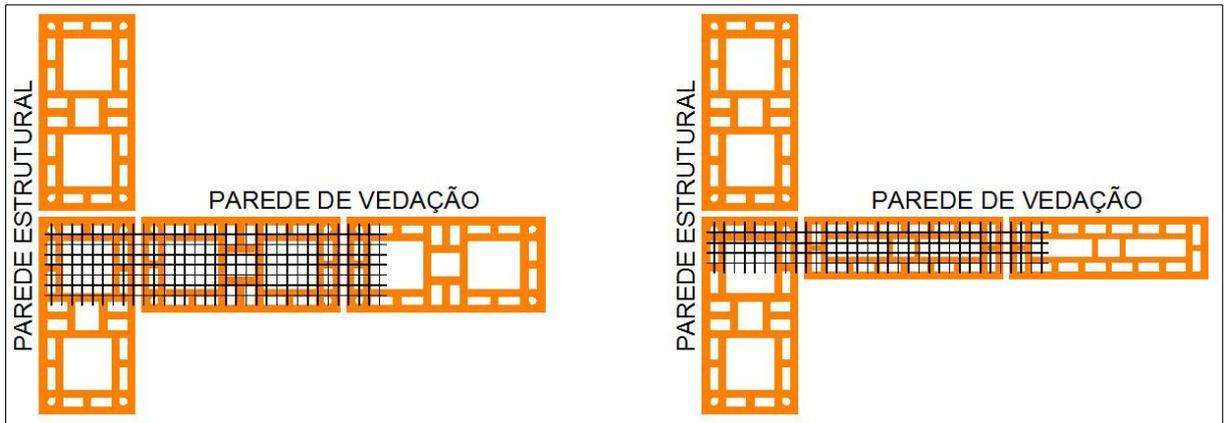


Figura 4.12.3 – Detalhe de colocação de telas para amarração de paredes.
Fonte: MMC Projetos (Foto: Marcus Daniel).

CONCLUSÃO

Neste trabalho foram realizados estudos para analisar as principais patologias existentes em obras de alvenaria estrutural. Também foi proposto a forma correta de execução para evitá-las. Para isso, foi realizado um levantamento das principais causas destas patologias, indicando a correta técnica de execução.

Pode-se diagnosticar que é possível construir adequadamente evitando patologias, uma vez que foram visitadas obras que se tem a boa prática e o resultado é satisfatório. Para conseguir este resultado, é necessário ter um padrão de construção, organização e procedimento.

Também se percebeu que com o crescimento da construção civil, especialmente na área de alvenaria estrutural, a boa prática e algumas regras básicas foram deixadas de lado, evidenciando assim um elevado número de patologias.

Por fim, neste trabalho evidencia-se a boa prática na execução de obras, independente da magnitude da obra. É possível construir adequadamente, mesmo em nível acelerado, como é o momento atual da construção civil.

BIBLIOGRAFIA

Alvenaria Estrutural: uma visão do sistema. Produzido por Juan Carlos Germano, Engenheiro M. Sc. Marcus Daniel Friederich dos Santos e Engenheiro M. Sc. Odilon Pancaro Cavalheiro. Santa Maria, 2007.

ANDRADE, T.; SILVA, A.J.C. *Patologia das Estruturas*. São Paulo, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15812-1: alvenaria estrutural – blocos cerâmicos parte 1: projeto. Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR 15812-2: alvenaria estrutural – blocos cerâmicos parte 2: execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR 15961-1: alvenaria estrutural - blocos de concreto parte 1: execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011.

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

_____. NBR 11752: materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e em câmaras frigoríficas. Rio de Janeiro, 1993.

CAVALHEIRO, Odilon Pâncaro. *Curso básico alvenaria estrutural*. Universidade Federal de Santa Maria. Notas de aula, 2005.

DUARTE, R.B. *Fissuras em Alvenaria: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação*. Porto Alegre, CIENTEC / Boletim Técnico 25, 1998.

EIDT, André Luis. *Manifestações patológicas provenientes de movimentações em alvenaria estrutural de blocos: dispositivos de prevenção utilizados na região metropolitana de Porto Alegre*. 2010. 71 f. Trabalho de diplomação (Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

FRANCO, Luis Sérgio. Patologias: Soluções e Técnicas Preventivas. In: *Seminário de alvenaria estrutural de centro de tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria*, 2007.

FRANCO, Luiz Sérgio. Patologias da Alvenaria Estrutural. Escola Politécnica da USP. PCC 2515. Alvenaria Estrutural. Disponível em <<http://pcc2515.pcc.usp.br/aulas/AULA%2013%20-%20PCC%202515%20-%20Patologia.pdf>> Acesso em: 31 março 2011.

HELENE, Paulo. *Patologia e Terapia das construções*. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.

JUNIOR, L. R. P.; OLIVEIRA, A. L.; BEDIN, C. A. *Alvenaria estrutural de blocos de concreto*. Florianópolis: Ed. Gráfica Pallotti, 2002.

JUNIOR, Clémenceau Chiabi Saliba. Trincas nas edificações. *Revista Obras on Line*, Minas Gerais, p. 22-24, jun.2006.

MACHADO, Roberto Dalledone. O espaço conquistado pela alvenaria estrutural. [s.n.] Curitiba, 2010.

MMC Projetos. Especificações técnicas e recomendações – alvenaria estrutural. Porto Alegre, 2011.

MAGALHÃES, Ernani Freitas de. *Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no Estado do Rio Grande do Sul*. 2004. 180 f. Trabalho de conclusão (mestrado em engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

OLIVEIRA, Vanessa Ribeiro. *Principais aspectos na comparação de custos de um projeto estrutural de edifício em alvenaria estrutural e em concreto armado convencional*. 2009. 58 f. TCC (trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal de Sergipe, 2009.

PARSEKIAN, G.A.; SOARES, M.M. *Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: projeto, execução e controle*. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2010.

RAUBER, Felipe Claus. *Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural*. 2005. 111 f. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil, da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005.

RAUBER, Felipe Claus. *Patologias em alvenaria estrutural*. Notas de aula. Universidade de Santa Cruz do Sul, 2009.

RICHTER, Cristiano. *Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade*. 2007. 180 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

TAUIL, C. A.; NESSE, F. J. M. *Alvenaria Estrutural*. 1. ed. São Paulo: Pini, 2010.

THOMAZ, Ercio. *Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação*. São Paulo: Ed. Pini, 1989.

VALLE, Juliana Borges de Senna. *Patologia das alvenarias*. 2008. 72 f. Monografia – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

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