

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**



**GIOVANI DE AGUIAR AZEVEDO  
JÚLIO CÉSAR HONORATO BRITO**

**ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS  
CERÂMICOS**

RECIFE, MARÇO 2014

Catalogação na fonte

Bibliotecário Vimário Carvalho da Silva, CRB-4 / 1204

A994a Azevedo, Giovani de Aguiar.

Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. / Giovani de Aguiar Azevedo; Júlio César Honorato Brito. - Recife: Os Autores, 2014.

62 folhas, il., color., foto., tabs.

Orientador: Profº Sérgio do Rego Barros Machado Dias.

Graduação (TCC) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
Departamento de Engenharia Civil, 2014.

Inclui Referências bibliográficas, listas de figuras e de tabelas.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**GIOVANI DE AGUIAR AZEVEDO**  
**JÚLIO CÉSAR HONORATO BRITO**

**ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS  
CERÂMICOS**

**Trabalho de Conclusão do Curso de  
Engenharia Civil apresentado como  
requisito parcial para obtenção de  
grau de Engenheiro Civil, sob  
orientação do Professor Sérgio Do  
Rego Barros Machado Dias .**

**RECIFE, MARÇO 2014**

Dedicamos este trabalho aos nossos  
maiores mestres e incentivadores:  
Nossos Pais !

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, em primeiro lugar, por nos dar força, determinação e coragem, e por nos permitir chegar até onde chegamos;

Aos nossos pais, em especial, e nossos familiares, pelo carinho, pelo apoio e por terem se dedicado em sua totalidade a nós para que pudéssemos alcançar nossos objetivos;

Às nossas namoradas, pelo apoio, o incentivo e por sempre estarem dispostas a nos ajudar sempre que precisávamos;

Ao professor Sérgio Dias, pela paciência, pelo tempo dedicado e pelas diversas discussões que auxiliaram em nossa formação e no desenvolvimento deste trabalho;

Aos colegas/amigos de graduação e pessoas que nos momentos de dúvida e dificuldade estavam sempre dispostos nos ajudar;

Aos demais integrantes da banca examinadora, os professores, Arnaldo Manoel Pereira Carneiro e Ayrton Guedes Alcoforado Júnior;

Aos professores de um modo geral que se empenharam no ensino dos seus conhecimentos, na troca de experiência da melhor maneira possível para que pudéssemos nos tornar profissionais competentes.

## **RESUMO**

A alvenaria de modo geral é definida como um componente complexo, conformado em obra, constituído por tijolos ou blocos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. No caso mais específico, alvenaria de vedação, por não ter função estrutural, esta não é dimensionada para resistir a cargas além do seu peso próprio. Como o próprio nome sugere, tem apenas a função de compartimentação de ambientes, porém precisa atender a alguns critérios de desempenho mecânico e fisico-químicos, que são eles: resistência, estabilidade, estanqueidade, segurança ao fogo, conforto térmico e isolamento acústico. Quanto ao processo executivo da alvenaria de vedação, há uma série de particularidades a serem consideradas para que o conjunto final atenda às especificações, como por exemplo: as características dos materiais utilizados, as juntas de controle e movimentação, a fixação vertical das alvenarias com a estrutura, a ligação entre paredes bem como a ligação das paredes com os pilares. É necessário que haja também um projeto de produção de alvenarias, onde serão detalhadas as características da execução, como: a planta de fiadas com os níveis e as espessuras das juntas, os eixos de referência para locação da alvenaria, detalhe sobre o embutimento das instalações prediais, dentre outras informações que são primordiais à execução das paredes alvenaria de vedação. Comparando sistemas de vedação vertical, a alvenaria de gesso tem um série de vantagens técnicas perante a alvenaria tradicional de blocos cerâmicos, porém o sistema não é muito utilizado ainda no Brasil porque requer mão de obra muito especializada.

**Palavra-Chave:** Alvenaria de Vedação; Alvenaria divisória; Compartimentação de ambientes.

## **ABSTRACT**

The masonry is generally defined as a complex component formed in the work, consisting of bricks or blocks joined together by mortar joints , forming a rigid and cohesive whole. In the more specific case, masonry fence , having no structural function , this is not designed to resist loads beyond its own weight . As its name suggests , has only the function of partitioning of environments , but must meet certain criteria of mechanical and physico-chemical performance , which are: strength, stability , waterproofing , fire safety , thermal comfort and acoustic insulation . As the executive process of the masonry fence , there are a number of characteristics to be considered for the final assembly meets specifications , such as : the characteristics of the materials used , the control joints and movement , vertical fixing of masonry with structure, the connection between the walls and the connecting walls of the pillars . It is also necessary that there is a project to produce masonry , which will be detailed features of the implementation , as the plant rows with levels of thicknesses and joints , the axes of reference for lease masonry detail on the inlay of the premises building , among other information that are essential to the performance of masonry walls sealing . Comparing the vertical sealing systems, plaster brickwork has a number of technical advantages before the traditional ceramic masonry blocks, but the system is still not widely used in Brazil hand because it requires very skilled labor .

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Parede em alvenaria de Blocos cerâmicos .....	06
<b>Figura 2</b> - Representação dos Blocos cerâmicos de vedação .....	07
<b>Figura 3</b> - Elevação de parede de alvenaria em blocos cerâmicos de 8 furos e argamassa de assentamento .....	08
<b>Figura 4</b> - Reticulado e medida modulares .....	15
<b>Figura 5</b> - Foto de uma parede limitada por viga e pilares .....	18
<b>Figura 6</b> - Caminhamento dos eletrodutos pelos furos da alvenaria .....	20
<b>Figura 7</b> - Parede em alvenaria de blocos cerâmicos com as juntas defasadas .....	23
<b>Figura 8</b> - Juntas de controle (Ligaçāo e acabamento) .....	25
<b>Figura 9</b> - Marcação da primeira fiada .....	27
<b>Figura 10</b> - Marcação das paredes segundo os eixos de referência .....	28
<b>Figura 11</b> - Execução da ligação da alvenaria de fachada com alvenaria interna .....	30
<b>Figura 12</b> - Encabeçamento do bloco, pressão no assentamento, conferência do nível das fiadas e do prumo das paredes .....	31
<b>Figura 13</b> - Contra-vergas com blocos seccionáveis e com blocos tipo canaleta .....	32
<b>Figura 14</b> - Etapas de concretagem da estrutura, marcação e elevação das alvenarias de vedação em blocos cerâmicos .....	33
<b>Figura 15</b> - Juntas a prumo não recomendadas para paredes de fachada .....	34
<b>Figura 16</b> - Fixação da alvenaria na estrutura com tela de aço galvanizado .....	35
<b>Figura 17</b> - Ligação entre alvenarias e pilares com tela metálica galvanizada .....	36
<b>Figura 18</b> - Ligação entre alvenaria e pilares com ganchos de aço de dois ramos ou com auxílio de bloco do tipo canaleta .....	37
<b>Figura 19</b> - Ligação entre alvenarias e pilares para estruturas muito flexíveis .....	37
<b>Figura 20</b> - Encunhamento de parede de alvenaria com meios blocos .....	38
<b>Figura 21</b> - Sequência correta para o encunhamento das alvenarias de vedação .....	39
<b>Figura 22</b> - Fixação de parede com emprego de bloco cozido e meio-bloco .....	40
<b>Figura 23</b> - Fixação de parede de alvenaria com laje ou viga com grande potencial de deformação .....	41
<b>Figura 24</b> - Fixação de esquadria com grapas e com preenchimento de perfis "U" .....	43
<b>Figura 15</b> - Instalação de esquadrias com aplicação de espuma de Poliuretano .....	43
<b>Figura 26</b> - Formas de acoplamento dos sistemas prediais na alvenaria .....	45

<b>Figura 27</b> - Execução de rasgos para o embutimento das tubulações e emprego de blocos quadrados para evitar cortes .....	45
<b>Figura 28</b> - Aspectos dos componentes do sistema .....	47
<b>Figura 29</b> - Processo executivo da alvenaria de gesso .....	49
<b>Figura 30</b> - Modulação da parede com vão de porta e especificação .....	51
<b>Figura 31</b> - Detalhes da ligação parede-estrutura em alvenaria com blocos de gesso .....	51
<b>Figura 32</b> - Detalhes de encontro de parede com estrutura .....	52
<b>Figura 33</b> - Esquema de ensaio de impacto de corpo mole .....	53
<b>Figura 34</b> - Ensaio de carga suspensa .....	53
<b>Figura 2</b> - Esquema e detalhes do ensaio .....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Módulo de deformação e resistência à flexão de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos .....</b>	11
<b>Tabela 2 - Resistência a impactos de corpo mole e capacidade de fixação de peças suspensas nas alvenarias de vedação .....</b>	12
<b>Tabela 3 - Resistência térmica, isolação acústica e resistência ao fogo de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos .....</b>	13
<b>Tabela 4 - Alturas e distâncias máximas entre os elementos contraventantes de paredes de vedação em blocos cerâmicos .....</b>	18
<b>Tabela 5 - Modelo de ficha para controle do projeto de alvenaria de vedação .....</b>	22
<b>Tabela 6 - Distâncias máximas entre as juntas de controle .....</b>	24
<b>Tabela 7 - Traços indicativos de argamassa recomendados .....</b>	26
<b>Tabela 8 - Resultados dos ensaios da paredinha .....</b>	56
<b>Tabela 9 - Quantitativos e análise de custos .....</b>	57
<b>Tabela 10 - Produtividade nas atividades de alvenaria interna .....</b>	58
<b>Tabela 11 - Custos unitários de execução do sistema .....</b>	58

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	01
2 - OBJETIVOS	
2.1 - Objetivos Gerais .....	04
2.2 - Objetivos Específicos .....	04
3 - METODOLOGIA .....	05
4 - ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS	
4.1 - Definição .....	06
4.2 - Materiais Utilizados .....	06
4.2.1 - Blocos Cerâmicos .....	06
4.2.2 - Argamassas de Assentamento .....	07
4.3 - Critérios de Desempenho .....	09
4.4 - Recomendações técnicas de um Projeto de Alvenaria de Vedaçāo .....	13
4.5 - Coordenação Modular Vertical e Horizontal .....	15
4.6 - Estabilidade e Resistência das Paredes de Vedaçāo .....	17
4.7 - Compatibilização de Projetos .....	19
4.8 - Juntas de Assentamento e Controle .....	23
5 - ETAPAS DE EXECUÇÃO DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO	
5.1 - Preparo das argamassas de assentamento e chapiscos .....	25
5.2 - Fiada de Marcação (1 <sup>a</sup> Fiada) .....	27
5.3 - Elevação das Alvenarias .....	29
5.4 - Ligações entre parede e entre parede e estrutura .....	33
5.5 - Fixação de alvenarias .....	38
5.6 - Colocação de Esquadrias .....	42
5.7 - Embutimento de Tubulações .....	44
5.8 - Etapa do Controle de qualidade e recebimento .....	46
5.9 - Etapa de uso e Manutenção .....	46
6 - ESTUDO COMPARATIVO DE VEDAÇĀES VERTICAIS	
6.1 - Sistemas de Vedaçāo em blocos de gesso .....	47
6.2 - Aspectos Construtivos .....	48
6.3 - Detalhes de Projeto .....	49
6.4 - Análise de desempenho do sistema .....	52

6.4.1 - Desempenho de segurança estrutural ao impacto de corpo mole .....	52
6.4.2 - Desempenho para corpo suspenso .....	53
6.4.3 - Desempenho de interação de portas com paredes em alvenaria de vedação em blocos de gesso .....	53
6.5 - Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos X Alvenaria de Gesso .....	54
6.6 - Comportamento Compressivo .....	55
6.7 - Comportamento Estrutural .....	56
6.8 - Comparativo Econômico .....	57
6.9 - Conclusão do estudo comparativo .....	58
7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	60
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61

GIOVANI DE AGUIAR AZEVEDO  
JÚLIO CÉSAR HONORATO BRITO

## **ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso Submetido  
à Universidade Federal de Pernambuco,  
como parte dos requisitos básicos para  
obtenção do grau de Engenheiros Civis

---

Orientador: Sérgio do Rego Barros Machado Dias  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Examinador: Arnaldo Manoel Pereira Carneiro  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Examinador: Ayrton Guedes Alcoforado Júnior  
Universidade Federal de Pernambuco

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

## 1. INTRODUÇÃO

As alvenarias são elementos da construção civil, resultantes da união de blocos sólidos, justapostos, unidos com argamassa ou não, destinados a suportar, principalmente, esforços de compressão. Os blocos sólidos e resistentes que constituem as alvenarias podem ser simples blocos de pedra, obtidas pela extração de pedreiras graníticas ou outros tipos de rocha, como também podem ser fabricados especialmente para esse fim, como blocos cerâmicos, aglomerados com cimento, de gesso ou mesmo de vidro.

Alvenarias podem ter simplesmente função de divisória e de delimitação, sendo chamadas de alvenaria de vedação ou de divisão, ou podem, também, ter função estrutural. Neste segundo caso, as alvenarias atuam sozinhas na edificação suportando cargas de lajes, coberturas, caixas d'água, etc.

Existem vários tipos e métodos construtivos envolvendo alvenaria, os mais conhecidos são: Alvenaria de Vedaçāo; Alvenaria Solo-Cimento; Alvenaria Estrutural (Armada, Parcialmente Armada e Não Armada); dentre outros.

Entende-se como vedação vertical o subsistema do edifício constituído por elementos que compartmentam e definem os ambientes internos, e fornecem proteção lateral e controle contra a ação de agentes indesejáveis (SABBATINI, 1997). Para a execução das vedações verticais, pode-se utilizar uma variedade de materiais e componentes, bem como podem ser empregadas diversas técnicas construtivas.

A posição que a vedação vertical ocupa na edificação em função de suas interfaces, faz com que seja um elemento fundamental para o planejamento e organização da produção da obra, desta forma, a falta de planejamento desta ocasiona diversas interferências entre serviços, retrabalho e desperdícios (CHALITA, 2010).

Ao se analisar os subsistemas componentes de uma edificação, é possível observar que a vedação vertical ocupa uma posição estratégica no edifício devido à sua interface com grande parte dos demais subsistemas, tais como: estrutura, instalações, vedações horizontais, impermeabilizações, dentre outros.

Essa posição é reforçada por Silva (2003) que afirma: "tendo em vista a importância estratégica dos serviços de execução das alvenarias pela grande influência que exerce na execução de vários outros serviços, a introdução dos conceitos e procedimentos de racionalização construtiva, pode ser um passo decisivo para a organização das atividades de projeto e de produção de um edifício e, por consequência, para a evolução de suas técnicas,

métodos e processos construtivos, refletindo diretamente na estrutura organizacional da empresa como um todo".

Complementando o raciocínio com a afirmativa de Franco (1998) de que "além de condicionar fortemente o desempenho do edifício, sua posição, que possui interfaces com os revestimentos, esquadrias, instalações prediais, impermeabilização e estrutura, faz com que sua otimização seja fundamental para a racionalização do edifício como um todo (...) e os ganhos advindos da racionalização da vedação vertical não são só obtidos na execução das paredes ou painéis, mas também em todos os subsistemas que lhe fazem interface. Estas interfaces, por outro lado, quando mal resolvidas são fontes constantes de desperdícios, retrabalhos e de problemas patológicos".

As alvenarias têm sido empregadas desde a antiguidade, porém, com o conhecimento adquirido ao longo dos anos, tem hoje pouco valor relativo em função das transformações sofridas no setor da construção civil, e isso fica expresso em: os edifícios atuais atingem alturas de dezenas de metros, as estruturas foram flexibilizadas, com o surgimento das estruturas pilar-laje ("lajes planas") eliminou-se grande parte das vigas, em algumas obras os contrapisos vêm sendo eliminados ("laje zero"), os sistemas prediais têm sido muito implementados (controles remotos, instalações de lógica, circuitos internos de televisão, segurança, aspiração central e outras).

Os projetos de arquitetura, e até mesmo alguns projetos de alvenaria, têm se restringido ao comportamento mecânico e à coordenação dimensional das paredes com outros elementos da obra, como caixilhos e vãos estruturais. Na realidade, as alvenarias devem ser enfocadas de forma mais ampla, considerando-se aspectos do desempenho termoacústico, resistência à ação do fogo, produtividade e outros. Sob o ponto de vista da isolação térmica ou da inércia térmica das fachadas, por exemplo, as paredes influenciam a necessidade ou não de condicionamento artificial dos ambientes internos, com repercussão no consumo de energia ao longo de toda a vida útil do edifício.

No Brasil sempre houve uma tendência bastante difundida para o uso da alvenaria tradicional como principal componente de vedação interna e externa das edificações. Devido a essa significativa participação em edifícios convencionais, é que vem sendo desenvolvidas formas de melhorar o desempenho das vedações verticais e de suas interfaces.

Apesar de se constituírem na principal solução estrutural e de vedação vertical das edificações construídas no Brasil até a década de 20, as alvenarias foram progressivamente substituídas em suas funções estruturais pelo concreto armado e aço, passando a cumprir

apenas a função de preenchimento dos vãos estruturais. Sua utilização como elemento resistente ficou limitada a edificações de, no máximo, dois pavimentos até o final da década de 60, quando seriam redescobertas em suas capacidades estruturais nos processos construtivos de alvenarias estruturais (SILVA, 2003).

Segundo esta linha de raciocínio, Silva (2003) retrata que o progressivo descaso com o subsistema de vedações verticais deixou a descoberto outras funções importantes também cumpridas pelas alvenarias, resultando - ao longo do tempo - no comprometimento do desempenho global das edificações e originando graves problemas patológicos. Porém, vale ressaltar, que ainda que despojadas de sua função estrutural, as vedações verticais permaneceram com funções primordiais as desempenho global do edifício, tais como isolamento dos ambientes e proteção contra a ação de agentes externos agressivos, suporte e transição para componentes de outros subsistemas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivos Gerais**

Estudar o sistema de vedação em alvenaria de blocos cerâmicos, observando as características de desempenho (mecânico, acústico, térmico e resistência ao fogo) às quais este sistema deve atender, descrevendo o processo construtivo e suas particularidades e por fim comparar com outro sistema de vedação vertical.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Apresentar as diversas condições de desempenho às quais as alvenarias de vedação devem atender.
- Apresentar os materiais que devem ser utilizados na execução, bem como citar algumas características importantes que estes devem ter.
- Demonstrar as particularidades do procedimento de execução das alvenarias de vedação.
- Fazer um estudo prévio comparando alvenaria de vedação em blocos cerâmicos com outro sistema de vedação vertical.

### **3. METODOLOGIA**

O presente trabalho tem caráter bibliográfico, uma vez que a natureza das fontes investigadas foram revistas e artigos científicos, livros, periódicos, monografias, dissertações e teses, sendo utilizados os bancos de dados, Scielo, Periódico Capes, Google Acadêmico.

Foi também utilizado o Código de Práticas Nº 01: Alvenaria de Vedaçāo em Blocos Cerâmicos (THOMAZ *et al.*, 2009), para que fossem explicitados da melhor forma possível os procedimentos construtivos e as características da execução.

Foram feitas inspeções de campo, onde foram consultados profissionais da área (Engenheiros civis, mestres de obra, pedreiros e encarregados) para esclarecimentos mais satisfatórios sobre as características e os processos descritos neste trabalho. In loco foram registradas imagens das obras em diferentes etapas da elevação das alvenarias de vedaçāo.

## **4. ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS**

### **4.1. Definição**

Alvenarias de vedação são aquelas destinadas a compartimentar espaços, preenchendo os vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outras estruturas (Figura 1). Assim sendo, devem suportar tão somente o peso próprio e cargas de utilização, como armários, rede de dormir e outros. Devem apresentar adequada resistência às cargas laterais estáticas e dinâmicas, advindas, por exemplo, da atuação do vento, impactos acidentais e outras (THOMAZ *et al.*, 2009).



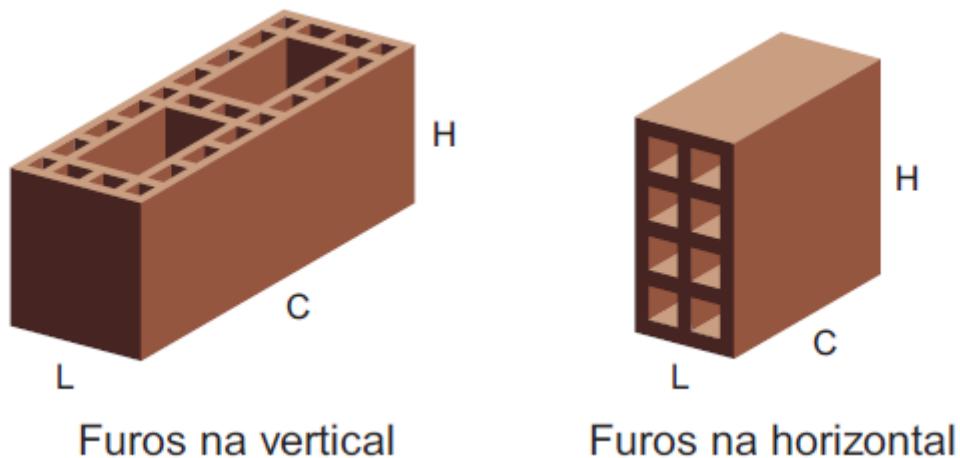
**Figura 3 - Paredes em alvenaria de Blocos Cerâmicos. Fonte: Thomaz et al.,2009**

### **4.2. Materiais Utilizados**

#### **4.2.1. Blocos Cerâmicos**

Para o nosso caso específico em estudo, alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, há uma série de requisitos que devem ser atendidos. Os blocos cerâmicos utilizados na execução das alvenarias de vedação, com ou sem revestimentos, devem atender à norma NBR 15270-1, a qual, além de definir termos, fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis

no recebimento. Consideram-se dois tipos de blocos quanto ao direcionamento de seus furos prismáticos, conforme ilustrado na Figura 2.



**Figura 4 - Representação dos Blocos Cerâmicos de Vedação. Fonte: Thomaz et al., 2009**

Além dos blocos e meios-blocos existem outros tipos de componentes cerâmicos complementares que integram as alvenarias de vedação, com funções específicas como a canaleta U, que permite a construção de cintas de amarração, vergas e contravergas, a canaleta J, os blocos de amarração, os compensadores e outros que podem ser especificados em projetos, desde que atendam aos requisitos de desempenho exigidos.

#### **4.2.2. Argamassas de Assentamento**

Recomendam-se as argamassas mistas, compostas por cimento e cal hidratada, para o assentamento. A argamassa utilizada para o assentamento dos blocos pode ser industrializada ou preparada em obra e devem atender aos requisitos estabelecidos na norma NBR 13281.

O cimento exerce papel importante na aderência, na resistência mecânica da parede e na estanqueidade à água das juntas. Na preparação da argamassa, sempre que possível, deve-se evitar a utilização de cimentos de alto forno (CP III) ou pozolânico (CP IV), pois, devido à importante presença de escória de alto forno e de material pozolânico respectivamente, a argamassa poderá ter elevada retração caso não haja adequada hidratação do aglomerante. Esses tipos de cimento, entretanto, podem ser utilizados em situações em que se tenta prevenir reações de compostos do cimento com sulfatos presentes na cerâmica (THOMAZ *et al.*, 2009).

A cal, em função de seu poder de retenção de água, propicia menor módulo de deformação às paredes, com maior potencial de acomodar movimentações resultantes de deformações impostas. Relativamente à cal hidratada, pode-se utilizar qualquer um dos tipos de cal que atenda à norma NBR 7175.

As areias devem ser lavadas e bem granuladas, recomendando-se para a argamassa de assentamento areias médias (módulo de finura em torno de 2 a 3). Não se recomenda o emprego de areias com porcentagens elevadas de material silto-argiloso (conhecidas no Brasil com diversos nomes: “saibro”, “caulim”, “arenoso”, “areia de estrada”, “areia de barranco” etc), sendo que a areia deve atender às especificações da norma NBR 7211.

Quanto aos ensaios de controle tecnológico recomendados para as argamassas de assentamento, conforme a NBR 13281, pode-se citar os ensaios de: resistência à compressão, densidade de massa aparente nos estados fresco e endurecido, resistência à tração na flexão, coeficiente de capilaridade, retenção de água e resistência de aderência à tração.



**Figura 5 - Elevação de parede de alvenaria em blocos cerâmicos de 8 furos e argamassa de assentamento.**  
**Fonte:** Arquivo pessoal.

### **4.3. Critérios de Desempenho**

O conceito de desempenho de um produto deve ser entendido como sua adequação ao uso ou função a que se destina, sendo avaliado, conforme propôs o CIB (1983), a partir de sua adequação às necessidades dos usuários e às condições de exposição a que estará submetido, ao longo de sua vida útil (SILVA, 2003).

As dimensões dos blocos, a forma da seção transversal, a presença de revestimento, a relação altura/espessura da parede, as características da argamassa de assentamento, as características de rigidez da estrutura e a presença de vãos de portas e janelas influenciam significativamente o desempenho das alvenarias. No caso de paredes, a resistência à compressão dos blocos, além de ser um indicador geral da sua qualidade, terá influência direta na resistência ao cisalhamento e à compressão de paredes solicitadas por deformações impostas da estrutura; devendo, portanto, ser empregados blocos que atendam às exigências da NBR 15270-1.

Quanto ao desempenho global, as alvenarias de vedação em blocos cerâmicos devem ter as seguintes características e propriedades:

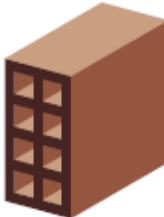
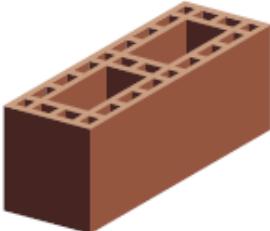
- Resistência mecânica → Capacidade da alvenaria em resistir aos esforços transmitidos pela estrutura e as cargas de utilização. Está relacionada aos seguintes fatores: características dos componentes de alvenaria, características das juntas de argamassa, resistência de aderência do conjunto, espessura e disposição das juntas e das propriedades geométricas das paredes;
- Estabilidade dimensional → Capacidade da alvenaria em manter-se íntegra ao longo do tempo, evitando o surgimento de fissuras, quando ocorrem: tensões resultantes das movimentações térmicas, higroscópicas e também pela deformação da estrutura;
- Movimentação Higroscópica → Diz respeito à variação de volume do material devido à absorção ou perda de água. De modo que a um aumento da quantidade de água corresponde um aumento de volume e a uma redução da quantidade de água corresponde a uma redução de volume do elemento de vedação;
- Retração por Secagem → Redução de volume do elemento de vedação devido a uma perda substancial de água;
- Variação Térmica → Variação de volume do elemento de vedação devido à presença de um gradiente de temperatura. A expansão térmica na horizontal é mais acentuada do que na vertical;

- Nos blocos cerâmicos, as deformações de origem térmica são mais acentuadas do que as de origem higroscópica. Por outro lado, nos blocos de concreto as deformações de origem higroscópica são mais acentuadas do que as de origem térmica;
- Estanqueidade → Capacidade da alvenaria em resistir à penetração de água e em impedir a passagem de ar e gases. Para as paredes de alvenaria, deve-se utilizar: revestimentos argamassados, beirais e/ou pingadeiras;
- Isolamento térmico → Capacidade da alvenaria em garantir o conforto térmico dos ambientes;
- Isolamento acústico → Capacidade da alvenaria em garantir o conforto acústico dos ambientes;
- Segurança ao fogo → A resistência ao fogo é a capacidade da parede de vedação em resistir à presença de fogo durante certo período de tempo. A reação ao fogo, por outro lado, diz respeito à capacidade dos materiais constituintes em não alimentar e não propagar o fogo, além de não desenvolver fumaça e gases nocivos;
- Condições superficiais → Se referem às condições de textura (liso-áspera), porosidade, homogeneidade e integridade da alvenaria.

Os blocos com resistência mínima à compressão de 1,5 MPa podem ser utilizados em paredes de vedação com alturas pequenas; caso as paredes venham a ser submetidas a deformações impostas ou a cargas de ocupação mais significativas, pode-se optar pelos blocos com resistência mínima de 3 MPa. A deformabilidade das alvenarias de vedação em blocos cerâmicos vazados pode ser avaliada com base nos valores de seu módulo de deformação, que estão indicados na Tabela 1.

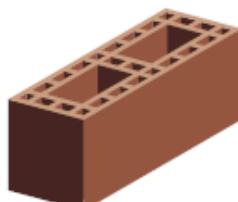
Em situações especiais, como nos edifícios com mais de 20 pavimentos, nas paredes mais longas e naquelas com altura considerável (superior a 3 m), as alvenarias devem apresentar adequada resistência às cargas laterais, particularmente aquelas devidas à ação do vento. Nesse caso, o momento fletor que atua na parede deve ser calculado com base na carga atuante, nas dimensões da parede e nas suas condições de vinculação, sendo que a tensão atuante não deve exceder a tensão admissível da alvenaria solicitada à tração na flexão. Para alvenarias com juntas em amarração totalmente preenchidas (juntas horizontais e juntas verticais), assentadas com argamassas de resistência à compressão maior ou igual a 5 MPa, pode-se considerar os valores admissíveis de resistência à tração na flexão indicados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Módulo de deformação e resistência à flexão de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.**  
 Fonte: Thomaz et al., 2009.

<b>Tipo de bloco</b>	<b>Módulo de deformação à compressão axial (GPa)</b>	<b>Resist. admissível - tração na flexão (MPa)</b>	
		<b>direção x (comprimento da parede)</b>	<b>direção y (altura da parede)</b>
	1,8	0,05	0,10
	2,5	0,10	0,15

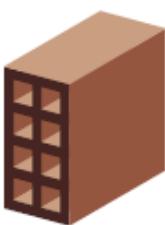
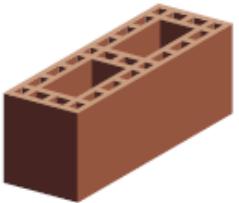
Relativamente a cargas dinâmicas, para blocos que atendam exigências da norma NBR 15270-1, alvenarias assentadas com juntas em amarração e argamassas de assentamento com resistência à compressão  $\geq 5$  MPa, para impactos de corpo mole (realizados conforme NBR 11675) podem ser admitidos os valores de resistência indicados na Tabela 2 (alvenarias com ou sem revestimento em argamassa). Para paredes com essas mesmas condições construtivas, para a capacidade de fixação de peças suspensas (ensaio realizado conforme NBR 11678) podem ser admitidos os valores igualmente indicados na Tabela 2.

**Tabela 2 - Resistência a impactos de corpo mole e capacidade de fixação de peças suspensas nas alvenarias de vedação.** Fonte: Thomaz et al., 2009.

Tipo de bloco	Largura do bloco (cm)	Características das paredes			
		Revestimento	Massa (kg/m <sup>2</sup> )	Resistência a impactos de corpo mole (J)	Máxima carga suspensa em cada mão-francesa (kgf)
	9	sem	90	**	**
		*	140	**	**
	11,5	sem	**	**	**
		*	**	**	**
	14	sem	130	**	**
		*	180	**	**
	19	sem	**	**	**
		*	**	**	**
	9	sem	**	**	**
		*	**	**	**
	11,5	sem	**	**	**
		*	**	**	**
	14	sem	120	**	**
		*	170	**	**
	19	sem	**	**	**
		*	**	**	**

A aplicação de revestimentos em argamassa ou gesso pode melhorar substancialmente o desempenho das alvenarias frente à ação do fogo, aumentando ainda a isolamento térmica e acústica. Valores médios dessas características obtidos com a realização de ensaios de laboratório são indicados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Resistência térmica, isolamento acústico e resistência ao fogo de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

<b>_tipo de bloco</b>	<b>Largura do bloco (cm)</b>	<b>Características das paredes</b>			
		<b>Revestimento</b>	<b>Resistência térmica (<math>m^2 \cdot ^\circ C / W</math>)</b>	<b>Isolamento acústico (dB)</b>	<b>Resistência ao fogo (minutos)</b>
	9	sem	**	**	90
		*	0,22	42	150
	11,5	sem	**	**	**
		*	**	**	**
	14	sem	**	**	**
		*	0,30	**	**
	19	sem	**	**	**
		*	**	**	**
	9	sem	**	**	**
		*	**	**	**
	11,5	sem	**	**	**
		*	**	**	**
	14	sem	0,31	36	120
		*	**	40	190
	19	sem	**	**	**
		*	**	**	**

(\*) Alvenaria revestida nas duas faces, camada de 1,5cm de argamassa no traço 1 : 2 : 9 (cimento, cal hidratada e areia média lavada, em volume).

Argamassa de assentamento dos blocos com resistência à compressão  $\geq 5$  MPa, mãos-francesas de sustentação de peças suspensas fixadas.

#### **4.4. Recomendações técnicas de um Projeto de Alvenaria de Vedação**

O projeto das alvenarias de vedação deve levar em conta, além do próprio desempenho mecânico, exigências relacionadas à estanqueidade à água, à isolamento térmica, à isolamento acústico, à resistência ao fogo e a outras características. Assim sendo, na seleção do sistema de blocos deve-se considerar:

- dimensões modulares / peso dos blocos (aspectos ergonômicos e de produtividade);
- disponibilidade de blocos especiais (coordenação modular nos encontros entre paredes);
- disponibilidade de peças complementares (meio-blocos, canaletas, blocos compensadores);

- d) regularidade geométrica e integridade das arestas;
- e) embalagem/paletização;
- f) facilidade de embutimento de dutos / fixação de esquadrias;
- g) capacidade de sustentação de peças suspensas;
- h) absorção de água / expansão higroscópica / risco de eflorescências;
- i) rugosidade superficial / capacidade de aderência de revestimentos;
- j) resistência à compressão;
- k) isolamento térmico;
- l) isolamento acústico;
- m) resistência ao fogo.

O projeto de arquitetura tem grande influência no desempenho das paredes de vedação. Com vistas à estanqueidade à água e à própria durabilidade das paredes externas e dos revestimentos das fachadas, é desejável que as lâminas de água sejam descoladas o mais rapidamente possível das fachadas, o que é possível com diferentes recursos arquitetônicos, como molduras, cornijas, capitéis, peitoris, pingadeiras e outros (THOMAZ *et al.*, 2009).

A pintura das fachadas em cores escuras deve ser evitada, quando possível, pois favorece a absorção de calor, redundando em maiores movimentações térmicas das paredes, aumentando a possibilidade de ocorrência de fissuras e destacamentos; a combinação alternada de faixas claras e escuras numa mesma fachada pode aumentar essa potencialidade. No caso de alvenarias aparentes, cuidados especiais devem ser observados a fim de evitar eflorescências: seleção dos componentes de alvenaria (isentos ou com teores mínimos de sais solúveis), argamassa de assentamento sem a presença de cal, aplicação de hidrofugantes, etc.

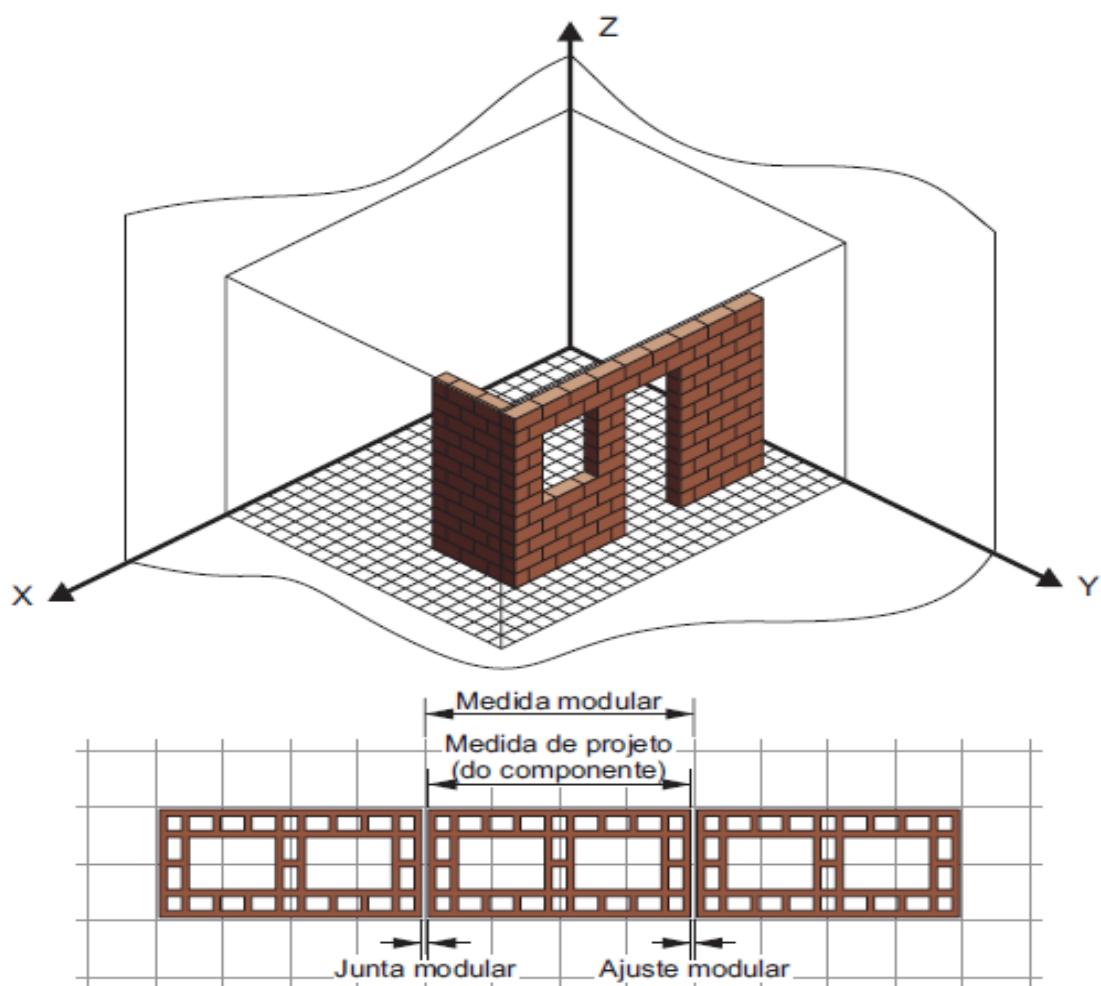
O desempenho das alvenarias está diretamente associado à perfeita coordenação dimensional, à compatibilidade com outros projetos e à adoção de detalhes construtivos apropriados. Em razão da pequena resistência a solicitações de tração, torção e cisalhamento, as alvenarias devem ser convenientemente reforçadas com telas, ferros corridos, vergas e outros dispositivos. No topo de muros de divisa, guarda-corpos de terraços e platibandas devem obrigatoriamente ser construídas cintas de amarração.

#### **4.5. Coordenação Modular Vertical e Horizontal**

Recomenda-se a coordenação modular para qualquer projeto de arquitetura, em função da disponibilidade local dos componentes cerâmicos.

Em relação à coordenação modular dos componentes cerâmicos da alvenaria, foram elaboradas há tempo algumas normas brasileiras como a NBR 5718/1982: Alvenaria Modular – Procedimento, a NBR 5708/1982: Vãos modulares e seus fechamentos, e outras que também datam de 1982 e que, portanto, não consideram avanços mais recentes nessa área. A partir da revisão e complementação de tais normas, as mesmas devem ser consideradas nos estudos de modulação, além das considerações estabelecidas no presente documento.

Recomenda-se que o posicionamento dos componentes da construção (blocos, esquadrias, etc), das juntas e dos acabamentos seja feito conforme o reticulado modular de referência; nesse caso, a medida dos componentes, vãos ou distância entre partes da construção deve ser igual a um módulo ou a um múltiplo inteiro do módulo (Figura 4).



**Figura 6 - Reticulado e medida modulares.** Fonte: Thomaz et al., 2009.

Na coordenação modular horizontal, as paredes de vedação podem ser projetadas de forma a concorrerem de diferentes maneiras com os pilares: eixos coincidentes com os eixos dos pilares alinhados por uma das faces dos pilares, passando fora dos pilares, na parte mais externa da construção. Nesta última disposição, evitam-se problemas de destacamentos entre as alvenarias e os pilares; em contrapartida, as flechas desenvolvidas nas extremidades dos balanços podem afetar as paredes e algumas alvenarias podem resultar muito extensas, exigindo a inserção de juntas de controle. Em função da disposição das paredes em relação aos pilares, ocorrerá maior ou menor incidência de recortes nos pisos e nos forros, maior ou menor proteção às esquadrias e maior ou menor dificuldade na execução e na manutenção das fachadas (THOMAZ *et al.*, 2009).

O projeto de coordenação modular vertical considera a altura de projeto das vigas de borda, a espessura das lajes, a folga prevista para a fixação (“encunhamento”) da alvenaria no encontro com a laje ou com a viga e, quando for o caso, as espessuras de nivelamento da laje (ou contrapiso) e de revestimento do piso. Consideram-se, ainda, as tolerâncias de regularidade na concretagem de lajes e vigas, bem como as flechas e torções desses componentes estruturais, levando-se em conta os efeitos da retração e da deformação lenta do concreto, da fluência do aço (particularmente no caso de peças em concreto protendido) e outras.

Os esquemas de escoramento e de cimbramento de lajes e vigas, bem como a previsão de flechas devem ser indicados no projeto estrutural e a estrutura deve ser executada em obediência à norma NBR 14931.

As dimensões dos vãos de portas e janelas são determinadas com base no tipo de janela ou porta que será instalada (de abrir, de correr, etc.), nas necessidades de ventilação e iluminação do ambiente, em exigências funcionais (passagem de cadeira de rodas, por exemplo) e outras. Os vãos nas alvenarias são estabelecidos em função do tamanho da esquadria, do eventual emprego de contramarcos e vergas ou contravergas pré-moldadas, da manutenção de folga para assentamento de peitoris e, finalmente, do tipo de fixação da esquadria, conforme hipóteses que serão tratadas posteriormente.

No caso da não utilização de contramarcos, peitoris e outros elementos semelhantes, as folgas usualmente observadas entre o contorno externo do marco da porta ou da janela e o contorno interno do vão são:

- a) fixação com espuma de poliuretano: 1 a 1,5 cm em relação à alvenaria;

- b) fixação com argamassa aplicada na cavidade de chapa dobrada constituinte do marco: 1 a 1,5 cm em relação à alvenaria;
- c) fixação com grapas: 2 a 3 cm em relação à alvenaria (para posterior requadramento do vão com argamassa);
- d) fixação com os tacos de madeira: 2 a 3 cm em relação à alvenaria (para o posterior requadramento do vão com argamassa);
- e) fixação com buchas de náilon e parafusos: 1,5 a 2 cm em relação à alvenaria, 1 a 2 mm em relação ao vão requadrado com argamassa.

#### **4.6. Estabilidade e Resistência das Paredes de Vedaçāo**

As alvenarias de vedação podem, eventualmente, ser submetidas à ação de carregamentos provenientes de recalques, flexão de lajes e vigas, movimentações térmicas diferenciadas entre alvenarias e estrutura, etc. Nesse caso, o projeto deve considerar a capacidade de deformação compatível com as solicitações que atuam na edificação.

A fim de garantir-se razoável nível de segurança contra as aludidas deformações impostas, cargas laterais provenientes da ação do vento e cargas de ocupação (impactos acidentais, peças suspensas, etc), as dimensões das paredes devem ser limitadas tanto na direção do seu comprimento como na direção da sua altura. Essa limitação é imposta por elementos ditos contraventantes, ou seja:

- a) na direção do comprimento da parede: pilares e paredes transversais, sendo as ligações com paredes transversais executadas juntas em amarração;
- b) na direção da altura da parede: vigas e lajes.

Em função da largura do bloco cerâmico e da localização da parede no edifício (paredes internas ou paredes de fachada), respeitadas as tensões limites de tração na flexão indicadas na Tabela 1, não devem ser superados os valores indicados na Tabela 4. Abaixo, na figura 5 está ilustrada uma parede que foi limitada por viga e pilares para atender às condições de segurança.

**Tabela 4 - Alturas e distâncias máximas entre os elementos contraventantes de paredes de vedação com blocos cerâmicos. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

Largurado bloco (cm)	Paredes internas		Paredes de fachada	
	Altura máxima (cm)	Comprimento máximo (cm)	Altura máxima (cm)	Comprimento máximo (cm)
9	260	400	*	*
11,5	340	500	300	400
14	400	600	340	480
19	460	700	380	560

(\*) Não se recomenda o uso de blocos de 9 cm em paredes de fachadas.

OBS 1: Em nenhuma hipótese as paredes de vedação, sem revestimento, devem apresentar esbeltez (altura / espessura) maior do que 30 (deve-se ter  $h/t \leq 30$ ).

OBS 2: As paredes com as alturas da Tabela devem compreender no mínimo uma cinta de amarração a meia altura, armada com dois ferros de 8mm ou quatro de 6,3 mm, ou de acordo com o cálculo do projeto de vedação. Acima dos correspondentes limites de altura, com e sem cintas de amarração, as paredes devem ser dimensionadas como alvenarias estruturais. Comprimentos maiores podem ser adotados desde que o projetista indique as adequadas disposições construtivas (telas ou treliças metálicas embutidas nas juntas de assentamento, cinta de amarração, etc).



**Figura 7 - Foto de uma parede limitada por viga e pilares. Fonte: Arquivo pessoal.**

#### **4.7. Compatibilização de Projetos**

Em função de recalques diferenciados das fundações e esforços das estruturas como torção de vigas de suporte, flexão de vigas ou de lajes, etc., as alvenarias de vedação de blocos cerâmicos, a exemplo de outros tipos de alvenaria, são susceptíveis à fissuração. Portanto, alguns problemas podem surgir na alvenaria de vedação ocasionados pelas estruturas e fundações, como a ocorrência de destacamentos entre alvenarias e estrutura, ocorrências de fissuras, esmagamentos ou mesmo ruptura de paredes solicitadas pelas deformações estruturais.

Assim, deve-se recomendar aos projetistas de estruturas e de fundações que sejam observados no desenvolvimento dos seus respectivos projetos os seguintes limites:

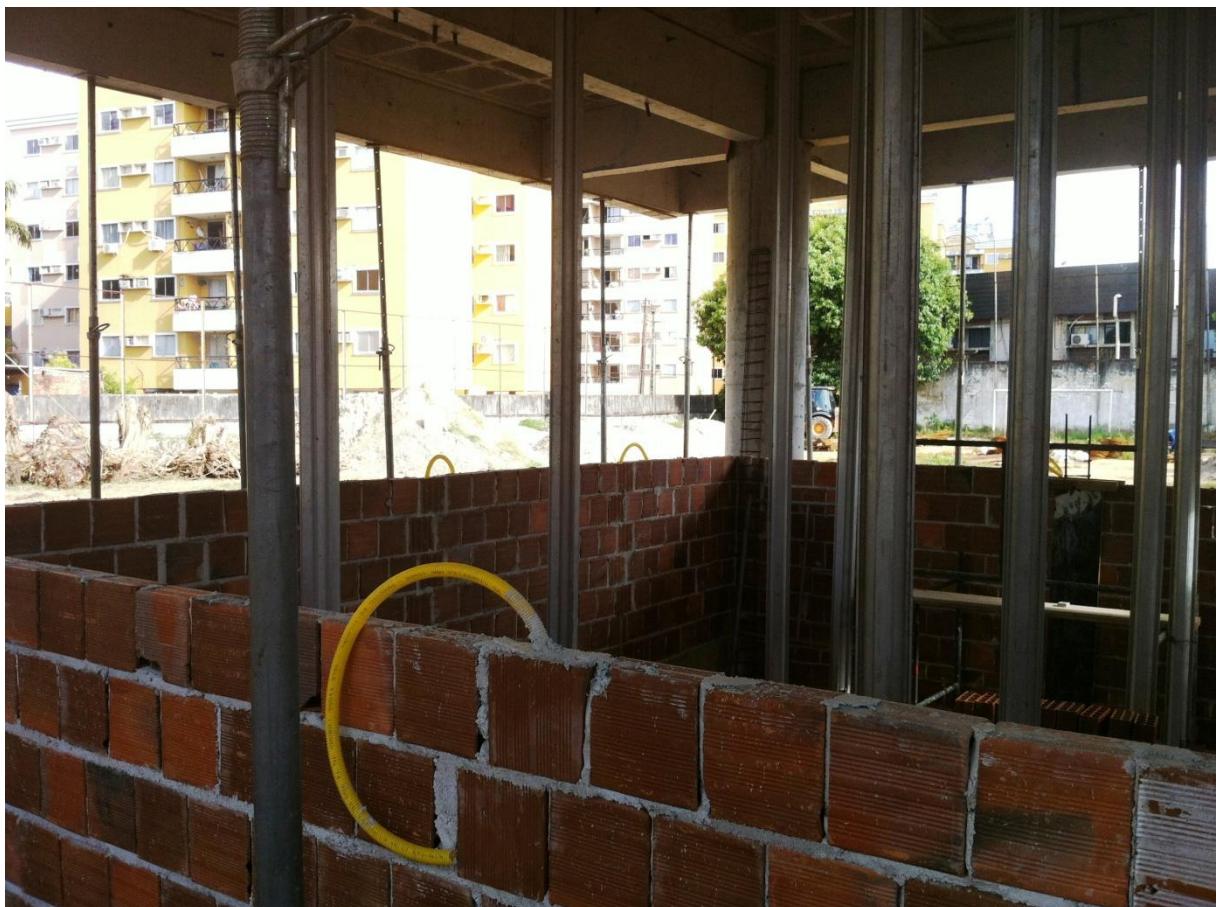
- a) no caso de recalques das fundações, o limite das distorções angulares deve ser de  $L / 400$ , sendo  $L$  a distância entre elementos de fundação ou o comprimento da parede no caso de fundações contínuas;
- b) o limite das flechas finais das vigas e lajes, incluindo vigas de fundação, deve ser igual a  $L/400$  ( $L$  = vão teórico do componente estrutural), considerando-se no cálculo das flechas dos elementos fletidos os efeitos da fissuração e da deformação lenta do concreto;
- c) o limite da parcela de flecha que irá ocorrer após a elevação da alvenaria deve ser de  $L/600$  ( $L$  = vão teórico do componente estrutural), considerando-se no cálculo das flechas dos elementos fletidos os efeitos da fissuração e da deformação lenta do concreto;
- d) o limite da torção de vigas ou de lajes que se prestam ao apoio das alvenarias de vedação deve ser tal que o ângulo de giro do suporte, na direção normal à parede, não ultrapasse  $0,1^\circ$  ( $0,017$  rad).

Caso qualquer um desses limites venha a ser ultrapassado, cuidados especiais devem ser observados no projeto e na execução das paredes de vedação, bem como na sua vinculação com a estrutura. Há necessidade também de limitarem-se as flechas de vigas de fundação e vigas de transição, já que, sob ação dos deslocamentos, há tendência das paredes trabalharem solidariamente, comportando-se como vigas altas.

Os projetos dos sistemas prediais devem preceder o projeto executivo da alvenaria, ou serem desenvolvidos concomitantemente com a paginação das paredes. Tal paginação deve indicar o posicionamento de tubos e eletrodutos, caixas de luz ou telefone, pontos de tomada, cintas de amarração, necessidade de blocos compensadores e outros detalhes. De preferência,

as caixas de pequenas dimensões devem ser previamente embutidas e, quando for o caso, chumbadas nos blocos, o que deve estar previsto no projeto.

Deve-se evitar ao máximo o corte dos componentes de alvenaria, utilizando-se os furos dos blocos para caminhamento vertical de tubos e eletrodutos. Podem também ser utilizados blocos mais estreitos para caminhamento de dutos de pequena bitola no corpo da parede, shafts para alojamento de número considerável de prumadas, enchimentos ou carenagens sob tampos de pia para alojamento dos tubos, caminhamento através do plenum de forros ou de pisos elevados e outros recursos.



**Figura 8 - Caminhamento dos eletrodutos pelos furos da alvenaria. Fonte: Arquivo pessoal.**

Nos ambientes laváveis cujos pisos receberão impermeabilização com manta asfáltica é conveniente utilizar nas bases das paredes (duas primeiras fiadas) blocos mais estreitos que aqueles integrantes do restante da parede para realizar a dobra da manta, ou seja, blocos de 9 cm quando a parede for constituída por blocos de 11,5 cm; blocos de 11,5 cm quando a parede estiver composta por blocos de 14 cm; e assim por diante. No caso da instalação de banheiras, os blocos mais estreitos podem chegar até a quarta ou mesmo a quinta fiada, chegando até a

oitava ou nona fiada no caso dos box de chuveiro. Tal providência pode ser adotada ou não, em função do sistema de impermeabilização que venha a ser adotado, conforme projeto específico. No caso da impermeabilização com manta asfáltica, no encontro da manta com a alvenaria, recomenda-se reforçar com tela metálica o revestimento da parede de alvenaria (THOMAZ *et al.*, 2009).

Ainda nas áreas molháveis, deve-se projetar os vãos de portas com largura suficiente para que o sistema de impermeabilização possa envolver a espaleta da alvenaria na sua base, interpondo-se entre a parede e o marco. Nessa circunstância, pode-se deixar pequenos dentes na base do vão, recorrendo-se ao estreitamento das juntas verticais de assentamento nas duas primeiras fiadas da alvenaria.

O projeto das alvenarias de vedação deve ser compatível com os projetos de fundações, estruturas, impermeabilizações e outros (previsão dos recalques diferenciados e dos deslocamentos de vigas e lajes, rigidez e prazos de retirada de cimbramentos e escoramentos residuais, plano/sequência de elevação das alvenarias); sempre que necessário, devem ser previstas ligações flexíveis ou outros detalhes construtivos que assegurem comportamento harmônico entre as partes.

Em linhas gerais, o projeto deve apresentar especificação de todos os materiais de construção necessários (incluindo traços indicativos das argamassas de assentamento e fixação / “encunhamento”), memorial descritivo da construção (forma de locação das paredes, execução dos cantos, escoramentos provisórios frente à ação do vento, prazos entre execução da estrutura / elevação das paredes / “encunhamentos”, forma de fixação de marcos e contramarcos) e todos os elementos gráficos necessários, ou seja:

- a) planta da 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> fiadas, coordenação dimensional com a estrutura; coordenação dimensional com esquadrias, caixas de ar condicionado, caixas de entrada de energia elétrica e outros;
- b) coordenação / estudos das interferências com os projetos de estruturas, sistemas prediais, impermeabilização e outros;
- c) necessidade de cintas ou pilares de reforço (paredes altas ou longas);
- d) paginação das paredes, indicando forma e espessura das juntas de assentamento, posições e dimensões dos vãos, instalações, juntas de controle;
- e) detalhes construtivos em geral (ligações com pilares, encontros entre paredes, fixações (“encunhamentos”), vergas, contravergas, cintas de amarração, presença de peitoris, fixação de esquadrias, embutimento de tubulações).

No recebimento do projeto das alvenarias de vedação todos os aspectos anteriores devem ser analisados, adotando-se lista de verificação conforme modelo apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5 - Modelo de ficha para controle do projeto de alvenaria de vedação. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

Ficha P 12 – Recebimento do projeto de alvenaria de vedação				
Versão:	Data:	Aprovação:		
OBRA: _____ LOCAL: _____ DEPENDÊNCIA: _____	PROJETISTA: _____ N° DO PROJETO: _____ Pranchas N°: _____			
A. Análise formal do projeto	Atendimento		Observações	
1. Foram apresentadas todas as pranchas necessárias, paginação das paredes, cortes e detalhes construtivos?	SIM	NÃO		
2. Foram apresentados memoriais, especificações e quantificação de todos materiais e equipamentos especiais necessários?				
3. São adequadas as escalas dos desenhos? Todas as posições e cotas dos caixilhos foram representadas?				
4. A referência de nível e as cotas correspondem àquelas dos demais projetos?				
5. Correta numeração, carimbos, assinaturas nas pranchas?				
B. Análise técnica do projeto	Atendimento		Observações	
1. Projeto adequado do ponto de vista da coordenação dimensional?	SIM	NÃO		
2. Correta locação de paredes em relação a pilares e vigas?				
3. Projeto compatível com flechas previstas de vigas e lajes?				
4. Coordenação dimensional com vãos estruturais, caixilhos, equipamentos, pisos e forros é satisfatória?				
5. Detalhes de amarração entre as paredes estão corretos?				
6. Seção, transpasse e armação de vergas, contravergas e cintas foram corretamente projetados?				
7. Detalhes de ligação com pilares estão corretos?				
8. Fixações ("encunhamentos") foram corretamente especificados?				
9. Juntas de controle foram corretamente especificadas?				
10. Detalhes do último pavimento (isolação, juntas) são corretos?				
11. Previsto embutimento de impermeabilização nos pés das paredes?				
12. Posição de dutos e pontos compatível com projeto de hidráulica?				
13. Posição de dutos e pontos compatível com projeto de elétrica?				
14. Posição de dutos e pontos compatível com projeto de gás?				
15. Detalhes de fixação de caixilhos estão corretos?				
16. Argamassa de assentamento foi corretamente especificada?				
Data e local:				
assinatura do responsável pelo recebimento	visto do coordenador de projetos			

#### 4.8. Juntas de Assentamento e Controle

As juntas em amarração promovem a redistribuição de tensões provenientes de cargas verticais ou introduzidas por deformações estruturais e movimentações higrotérmicas; as

juntas a prumo não propiciam a distribuição das tensões, tendendo as paredes a trabalharem como uma sucessão de “pilares”. Embora desejável a defasagem de meio bloco entre fiadas sucessivas, sobreposições não inferiores a um quarto do bloco são aceitáveis em regiões localizadas das paredes. Sempre que se executar alvenarias com juntas a prumo é recomendável a introdução de cintas de amarração na parede, ou pelo menos a introdução de barras de ferro ou telas metálicas em algumas juntas de assentamento.



**Figura 9 - Parede em alvenaria de blocos cerâmicos com as juntas defasadas. Fonte: Arquivo Pessoal.**

As juntas podem ser “tomadas” (raspagem da argamassa expulsa para fora da parede pela pressão do assentamento) ou “frisadas”, situação característica das alvenarias aparentes, recomendadas apenas para ambientes internos.

Recomenda-se o preenchimento das juntas verticais das alvenarias afim de otimizar a resistência ao cisalhamento, resistência ao fogo, desempenho termoacústico, resistência a cargas laterais e capacidade de redistribuição das tensões decorrentes de deformações impostas. Tal cuidado deve ser especialmente observado em paredes muito longas ou muito

altas, ou naquelas sujeitas a consideráveis deformações do suporte ou intensas movimentações higrotérmicas.

A fim de evitar-se a ocorrência de fissuras e destacamentos provocados por movimentações higrotérmicas dos materiais, recomenda-se a inserção de juntas de controle sempre que houver mudanças na direção ou na espessura das alvenarias, ou sempre que as paredes forem muito longas; neste caso, sugere-se que não sejam ultrapassados os distanciamentos entre juntas indicados na Tabela 6.

**Tabela 6 - Distâncias máximas entre as juntas de controle. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

<b>Largurado bloco(cm)</b>	<b>Paredes internas</b>		<b>Fachadas / muros de divisa</b>	
	<b>sem aberturas de portas ou janelas (cm)</b>	<b>com aberturas de portas ou janelas (cm)</b>	<b>sem aberturas de portas ou janelas (cm)</b>	<b>com aberturas de portas ou janelas (cm)</b>
9	600	500	*	*
11,5	750	600	500	400
14	900	700	700	600
19	1200	900	1000	800

(\*) Não se recomenda o uso de blocos de 9 cm em paredes de fachadas.

OBS: se as paredes forem dotadas de telas ou armaduras contínuas, em todas as juntas de assentamento, as distâncias acima podem ser acrescidas em 50%.

É também recomendável a introdução de juntas de controle nas paredes muito enfraquecidas pela presença de vãos de portas ou janelas. Para obter-se ancoragem mecânica entre os trechos de parede contíguos podem ser empregados ganchos de ferro  $\varphi$  5mm a cada duas fiadas, conforme Figura 8. As juntas podem ainda ser calafetadas com material deformável (cortiça, poliestireno ou poliuretano expandido, etc.), recebendo externamente mata-junta ou cordão com altura de 10 a 15 mm de selante flexível a base de silicone ou poliuretano.

Sempre que existir junta de movimentação na estrutura deve haver na parede uma junta correspondente, com mesma localização e mesma largura, independentemente do comprimento da parede. Não havendo junta de movimentação, a junta de controle inserida na parede deve ser executada com largura de aproximadamente 1,5 a 2,0 cm.

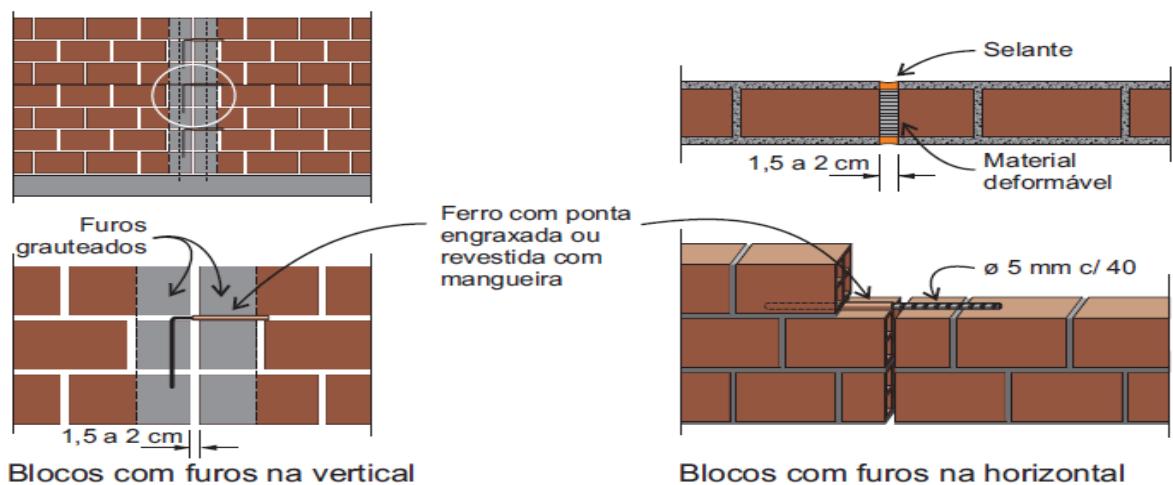


Figura 10 - Juntas de controle (Ligação e acabamento). Fonte: Thomaz et al., 2009.

## 5. ETAPAS DE EXECUÇÃO DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO

### 5.1. Preparo das argamassas de assentamento e chapiscos

As especificações e recomendações a respeito da argamassa de assentamento e seus materiais constituintes (cimento, cal e areia) devem ser consideradas de acordo com o apresentado no item anterior relativo à etapa de seleção dos materiais.

O traço da argamassa deve ser estabelecido em função das diferentes exigências de aderência, impermeabilidade da junta, poder de retenção de água, plasticidade requerida para o assentamento e módulo de deformação (propriedade muito importante nas alvenarias de vedação, frente ao risco de sobrecarga pelas deformações impostas). Também devem ser consideradas as características dos materiais a serem empregados em cada obra, incluindo-se aí os próprios blocos (com diferentes rugosidades, absorção de água, etc.), e dos processos executivos a serem adotados (assentamento com colher de pedreiro, meia desempenadeira (“palheta”), bisnaga, meia cana ou outras ferramentas, chapisco aplicado com colher, rolo, desempenadeira de aço denteada, projetor ou outras ferramentas) (THOMAZ, et al., 2009).

Em função das características dos materiais disponíveis no local da obra, o traço da argamassa de assentamento deve ser estabelecido por meio de estudo de dosagem e ensaios laboratoriais. Para os processos tradicionais de construção, considerando-se para a areia módulo de finura em torno de 3, apresentam-se traços indicativos na Tabela 7. Outros traços podem ser especificados pelos projetistas desde que atendam aos requisitos estabelecidos na norma NBR 13281. Traços alternativos podem ser previstos pelo projetista também para as

argamassas de fixação (“encunhamento”), utilizando-se quando for o caso materiais resilientes, adesivos e outros aditivos.

**Tabela 7 - Traços indicativos de argamassa recomendados. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

Material	Composição em volume – materiais na umidade natural			
	cimento	cal hidratada	areia	pedrisco
Argamassa de assentamento*	1	2	9 a 12	-
Argamassa de fixação (“encunhamento”)	1	3	12 a 15	-
Graute / micro-concreto	1	0,1	2,5	2

(\* ) para alvenarias aparentes, recomenda-se o traço de 1:1: 6 a 8

Para argamassas de assentamento industrializadas ou pré-dosadas, fornecidas a granel, são válidas todas as indicações anteriores. Algumas argamassas são dosadas sem a introdução de cal hidratada, compensando-se essa ausência com a introdução de aditivos plastificantes, incorporadores de ar e retentores de água. O resultado final, em temos de aderência, módulo de deformação e outros requisitos, deve ser o mesmo.

O assentamento dos blocos pode ser feto com colher de pedreiro, meia-cana, bisnaga, régua de assentar ou “palheta”. Optando-se por assentamento com bisnaga (tipo bisnaga de confeiteiro), a argamassa de assentamento deve ser constituída por areia um pouco mais fina, com ligeiro enriquecimento do traço.

Para o chapisco da estrutura, nas posições de ligação com alvenarias de vedação, recomenda-se a utilização de produtos industrializados ou mesmo de argamassa preparada na obra. Nesse caso, recomenda-se o emprego de areia lavada, de granulometria média / grossa, e de cimentos tipo I ou II, com traço indicativo de 1:3 (cimento:areia, em volume). No caso de chapisco rolado, o traço pode variar de 1:2 até 1:3 (cimento:areia, em volume), sendo esta argamassa preparada com um volume de resina acrílica ou PVA e seis volumes de água.

## 5.2. Fiada de Marcação (1ª Fiada)

O projeto de estrutura deve definir a época e a sequência de execução das vedações em cada pavimento. No caso de estruturas convencionais de concreto armado, recomenda-se

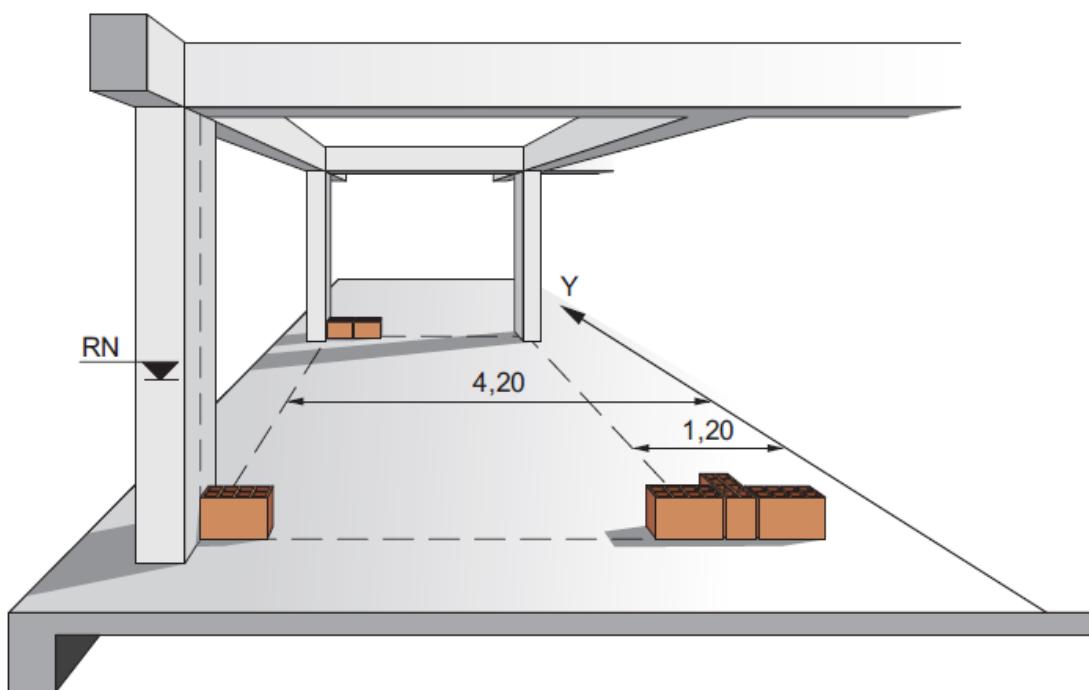
iniciar os serviços de alvenaria no mínimo após 28 dias da concretagem do respectivo pavimento, após completa retirada das escoras desse pavimento e sem que sobre ele estejam atuando cargas do pavimento superior.

O assentamento da primeira fiada deve ser executado após rigorosa locação das alvenarias, feita com base na transferência de cota e dos eixos de referência para o andar onde estão sendo realizados os serviços (Figuras 9 e 10); relativamente à cota, deve ser observada aquela prevista para o piso acabado de cada pavimento, valendo em geral para os edifícios multipisos a cota das soleiras das portas dos elevadores, com tolerância menor ou igual a 5mm.

A posição de cada parede deve ser delimitada independentemente dos eventuais desvios da estrutura. Caso o projeto de estrutura ou de alvenaria preveja a constituição de juntas de dilatação ou de controle, a marcação da alvenaria deve respeitar com todo rigor o posicionamento e a abertura das juntas. A modulação horizontal prevista para a primeira fiada no projeto de alvenaria deve ser rigorosamente observada.



**Figura 11 - Marcação da Primeira fiada. Fonte: Arquivo Pessoal.**



**Figura 12 - Marcação das paredes segundo os eixos de referência.** Fonte: Thomaz et al., 2009.

No plano vertical, após completo nivelamento do andar (com nível lazer, nível de mangueira ou nível alemão), devem ser consideradas particularmente as cotas das soleiras de portas de elevador e de peitoris de janelas, sempre alinhadas em todas as fachadas, efetuando-se eventuais correções de nivelamento com engrossamento da camada de assentamento da primeira fiada.

Com base nos eixos de referência, e em cotas acumuladas a partir deles (forma de evitar-se propagação de erros), as posições das paredes são marcadas inicialmente pelos seus eixos, e depois pelas suas faces. A marcação deve ser iniciada pelas paredes de fachada e pelas paredes internas principais, incluindo paredes de geminação entre apartamentos, paredes de elevadores, de caixas de escada, de separação com áreas comuns e outras, podendo ser feita com linhas distendidas entre blocos extremos, giz de cera ou fio traçante, isto é, linha impregnada com pó colorido (“vermelhão” ou equivalente).

O assentamento dos blocos da primeira fiada influencia a qualidade de todas as demais características da alvenaria, ou seja, modulação horizontal e vertical, nivelamento das fiadas e espessura da camada de assentamento, folgas para instalação de esquadrias, posicionamento de ferros-cabelo ou de telas de ancoragem das paredes, folga para execução da fixação (“encunhamento”) das paredes etc. Após lavagem da base, devem ser inicialmente assentados

os chamados “blocos-chave”, ou seja, aqueles localizados nas extremidades dos panos, nos encontros entre paredes, em shafts ou cantos de paredes, nas laterais de vãos de portas e outros que identifiquem singularidades.

O assentamento da primeira fiada deve, portanto, ser realizado com todo o cuidado, utilizando-se equipamentos de precisão como teodolito ou nível laser, trena metálica, prumo de face (“fio de prumo”), régua de alumínio, esquadros de braços longos, prumo de face / réguas com bolhas de nível nas duas direções, etc. Antes do assentamento da primeira fiada devem ser rigorosamente conferidas a presença e o posicionamento de eletrodutos, caixas de passagem, tubos de água, arranques de pilares grauteados e outros. No caso de pilares grauteados, deve ser assentado na correspondente posição bloco com abertura de janela, possibilitando a posterior limpeza do furo e verificação do completo preenchimento do furo pelo lançamento do graute.

### **5.3. Elevação das alvenarias**

Para o início dos serviços de elevação das alvenarias, todas as providências de logística devem ter sido tomadas, por exemplo, instalação no andar de guarda-corpos ou bandejas de proteção, eventual fixação de plataforma de recepção de blocos e outros materiais, disponibilidade de carrinhos porta-paletes, esquema de distribuição e empilhamento dos blocos, forma de transporte e preparação da argamassa de assentamento (argamassadeiras, caixotes de massa sobre suporte com altura regulável, etc), disponibilidade de gabaritos para os vãos de portas e janelas, disponibilidade de andaimes, prévio recorte de telas para as ligações com pilares ou ligações entre paredes com juntas a prumo e outras.

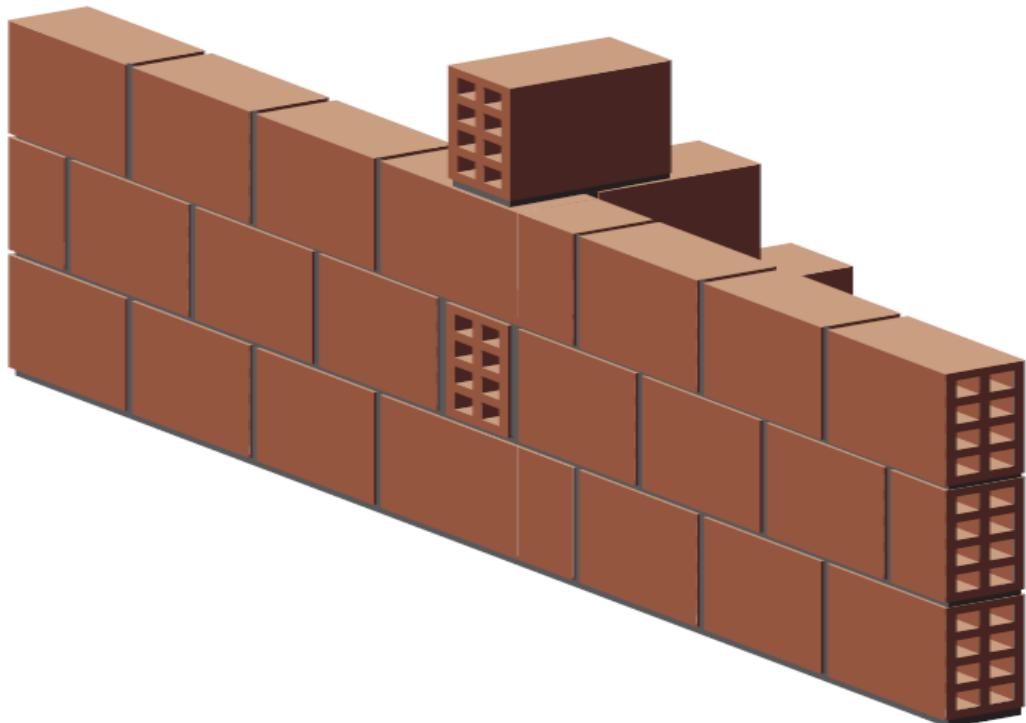
Os dispositivos de ligação dos pilares com as alvenarias devem ser previamente providenciados, ou seja, marcação das fiadas, fixação de telas com finca-pinôs, introdução de ferros-cabelo ou ganchos nos pilares, etc. O lançamento de chapisco nos pilares, lajes e vigas deve ter sido executado há pelo menos três dias. As telas de arranque devem ser corretamente assentadas nas ligações com juntas a prumo, resultando totalmente embutidas em argamassa bem compactada.

Recomenda-se que as paredes do mesmo pavimento sejam executadas simultaneamente, afim de não sobrecarregar a estrutura de forma desbalanceada; é aconselhável promover o levantamento de meia-altura da parede num dia e complementá-la no dia seguinte, quando a primeira metade já ganhou certa resistência. É aconselhável também

iniciar-se a construção pelas paredes de fachada, trecho inicial com 1m de altura, afim de liberar bandejas, grades de proteção e outros. Para as ligações das paredes de fachada com as respectivas paredes internas recomenda-se que sejam simultaneamente construídos trechos das paredes internas na forma de “escada”, desaconselhando-se a manutenção de vazios para posterior amarração dos blocos das alvenarias internas, conforme Figura 11.

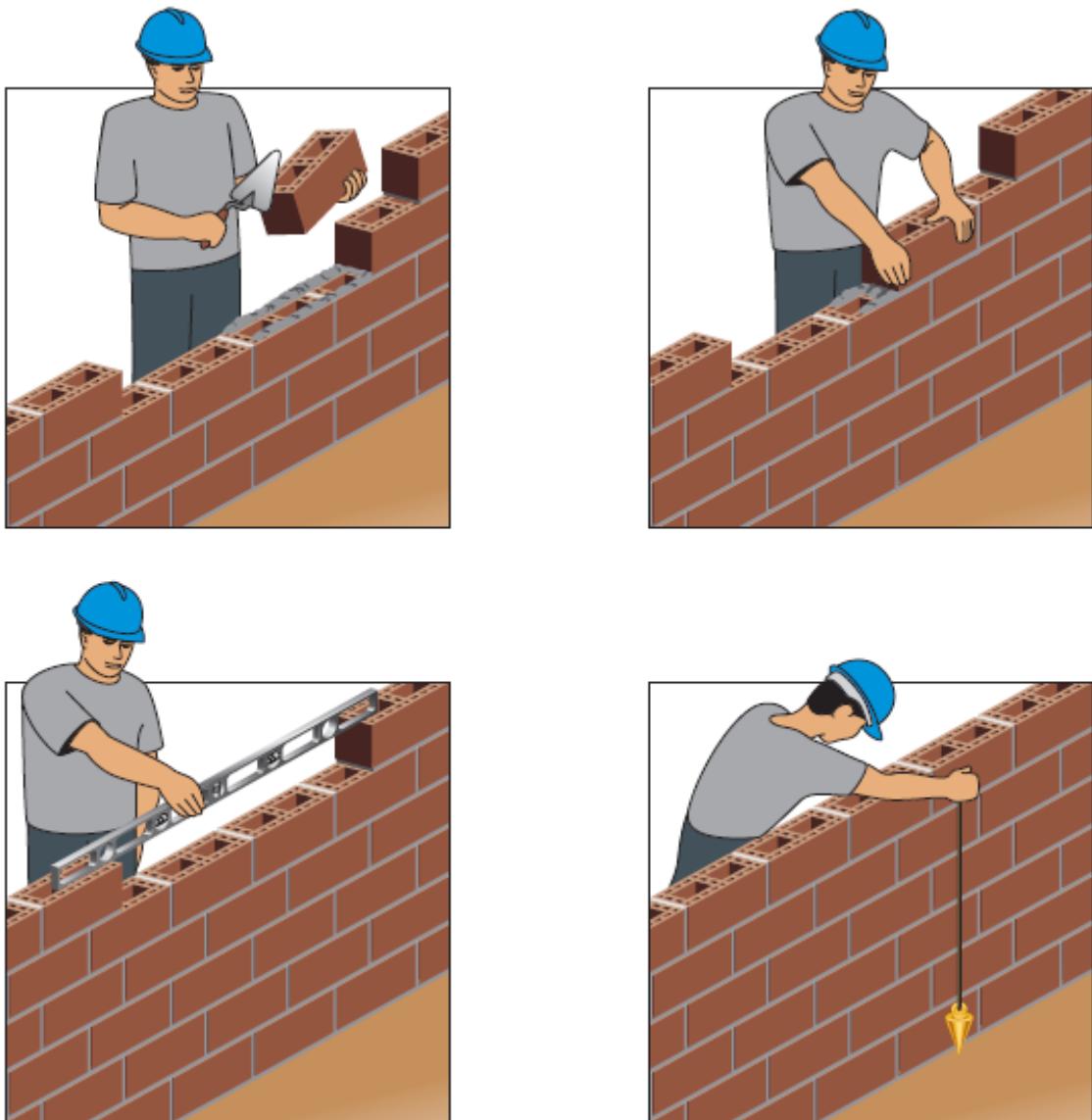
Nos pavimentos mais elevados, nas paredes muito altas ou nas regiões com ventos fortes deve-se tomar cuidado para que as alvenarias em fase de elevação não sejam derrubadas pela ação do vento, providenciando-se escoramentos, fixações (“encunhamentos”) provisórios ou outros dispositivos adequados.

Recomenda-se facear os blocos pelo lado da parede que receberá o revestimento menos espesso (exemplo: gesso de um lado e revestimento cerâmico do lado oposto, facear pelo lado que recebe o gesso). No assentamento devem ser criteriosamente observados todos os detalhes previstos no projeto da parede correspondente, considerando caixas de elétrica, pontos de água, luz e gás, cintas de amarração, vergas e contravergas, pilaretes, blocos mais estreitos nas primeiras fiadas e outros detalhes. Trabalhando-se sempre com as lajes bem limpas, ou o piso protegido com mantas de plástico, pode-se reaproveitar a argamassa que cair no chão durante o assentamento.



**Figura 13 - Execução da ligação da alvenaria de fachada com a alvenaria interna. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

Os blocos são assentados de maneira escalonada (juntas em amarração), nivelados e aprumados com os blocos da primeira fiada; para a marcação da cota de cada fiada são utilizadas linhas bem esticadas, suportadas lateralmente por esticadores ou presas em escantilhões, que neste caso garante a altura da fiada e o prumo da parede. Na ligação da alvenaria com os pilares, verificando-se inicialmente se o chapisco está bem aderido com o concreto, deve-se encabeçar totalmente o bloco cerâmico, pressionando-se o bloco contra o pilar de modo que a argamassa em excesso refluia por toda a periferia do bloco.

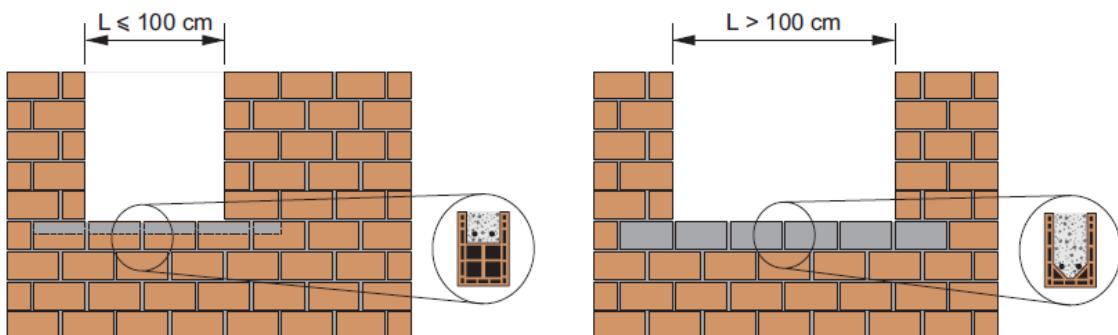


**Figura 14 - Encabeçamento do bloco, pressão no assentamento, conferência do nível das fiadas e do prumo das paredes. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

A argamassa de assentamento deve ser estendida sobre a superfície horizontal da fiada anterior e na face lateral do bloco a ser assentado, em cordões ou ocupando toda a superfície, mas em quantidade suficiente para que certa porção seja expelida quando o bloco é assentado sob pressão. O bloco é conduzido à sua posição definitiva mediante forte pressão para baixo e para o lado (Figura 12); os ajustes de nível, prumo e espessura da junta só podem ser feitos antes do início da pega da argamassa, ou seja, logo após o assentamento do bloco.

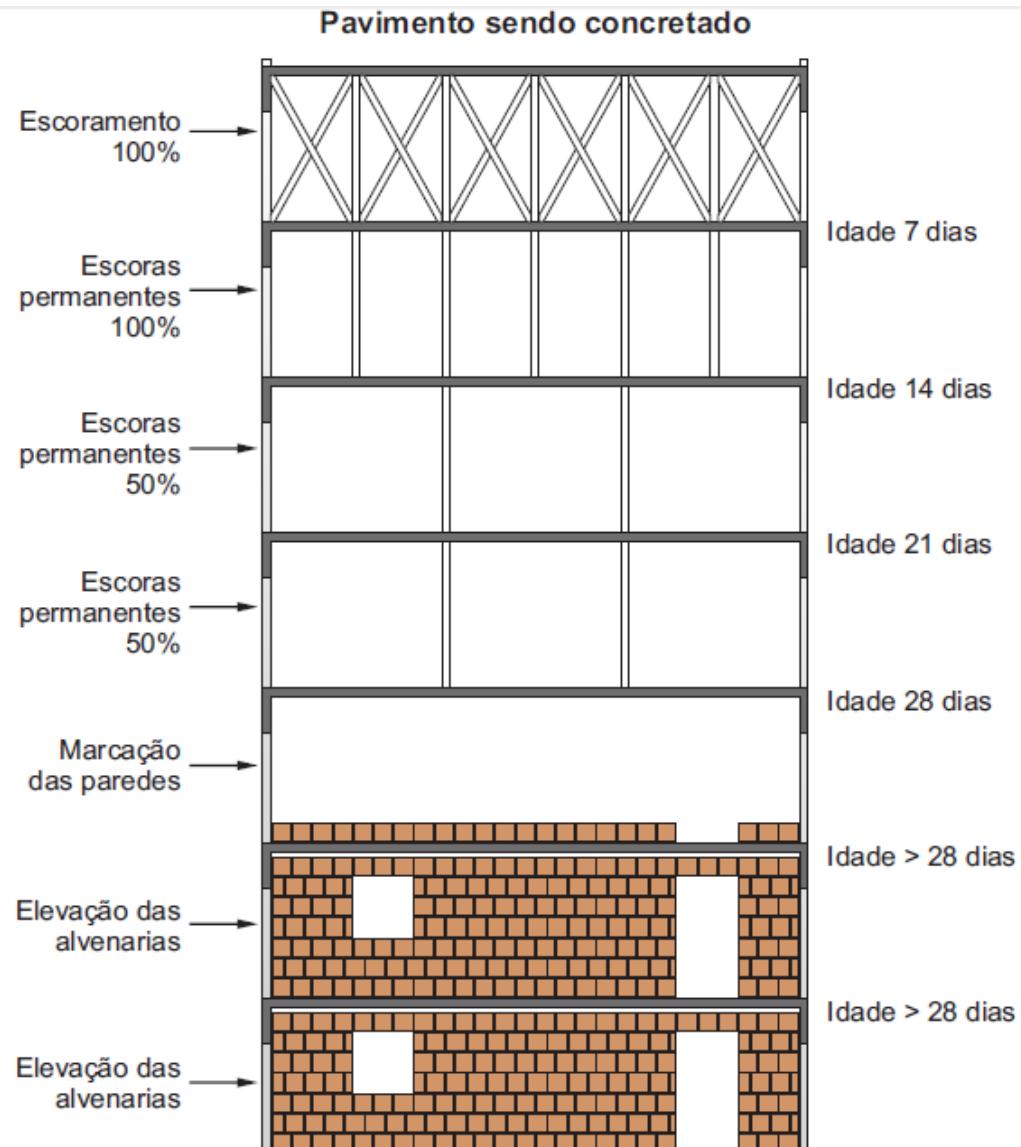
No máximo a cada duas ou três fiadas recomenda-se verificar o nivelamento e o prumo da parede, utilizando-se prumo de face, régua e nível de bolha; tais verificações, além da conferência da cota, devem ser procedidas com mais cuidado ainda na fiada que ficará imediatamente abaixo dos vãos de janela. O alinhamento e o prumo devem também ser verificados com o máximo cuidado nas laterais dos vãos de portas e janelas (ombreiras).

No caso da construção das vergas e contravergas com blocos tipo canaleta, deve-se limpar e umedecer as canaletas antes do lançamento do graute ou do micro-concreto. Para alvenarias com largura inferior a 11,5 cm e vãos acima de 0,80 m recomenda-se que as vergas e contravergas sejam pré-moldadas ou moldadas com o auxílio de fôrmas, tomando toda a espessura da parede. Para vãos de até 1 m podem ser moldadas contravergas com altura em torno de 7 a 9 cm, utilizando- se blocos seccionáveis; acima dessa medida, recomenda-se que as contravergas tomem toda a altura da fiada, conforme ilustrado na Figura abaixo.



**Figura 15 - Contra-vergas com blocos seccionáveis e com blocos tipo canaleta. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

A elevação das alvenarias só deve ser realizada após conveniente cura do concreto da estrutura, recomendando-se para tanto o período mínimo de 28 dias. Em atendimento a esse prazo, e considerando os ciclos usuais de concretagem de 7 dias, exemplifica-se na Figura 14 as etapas de concretagem da estrutura, marcação e elevação das alvenarias.



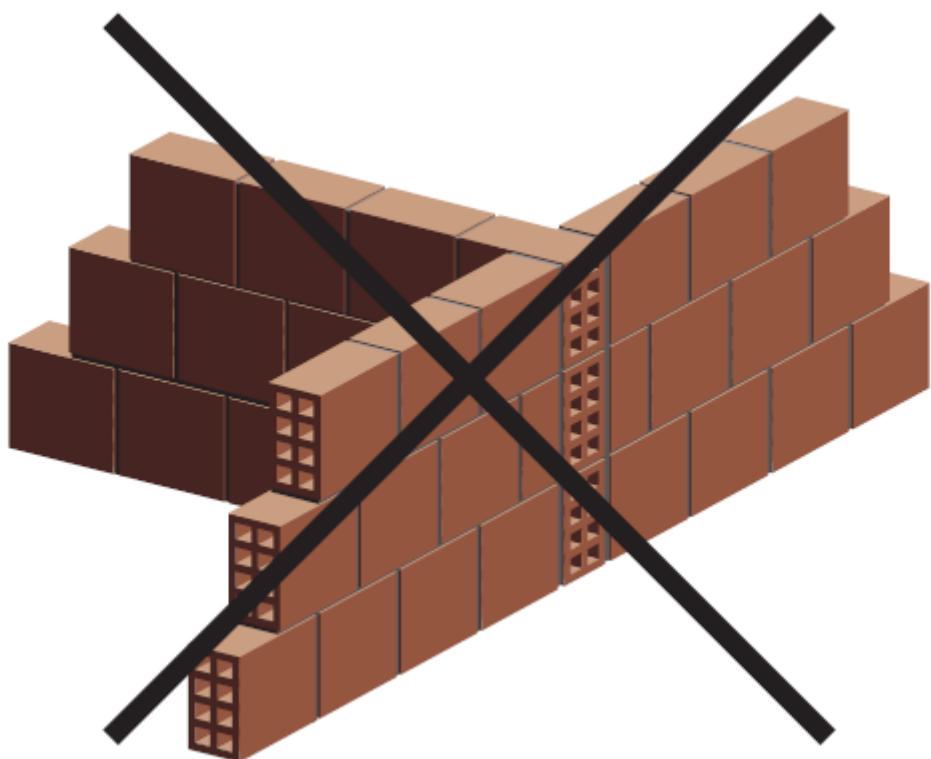
**Figura 16 - Etapas de concretagem da estrutura, marcação e elevação das alvenarias de vedação.** Fonte: Thomaz et al., 2009.

#### 5.4. Ligações entre paredes e entre parede e estrutura

Nos encontros entre paredes (“L”, “T” ou cruz) é sempre desejável as juntas em amarração; recomenda-se o emprego de blocos com comprimentos ou formas adaptados para essas ligações.

Quando optar-se por encontros entre paredes com juntas a prumo, uma série de cuidados deve ser prevista: maior rigidez dos apoios, disposição de ferros ou telas metálicas nas juntas de assentamento, embutimento de tela no revestimento, cuidados redobrados na compactação da argamassa das juntas horizontais e verticais, etc. Nesse caso a junta deve

resultar sempre interna à edificação, desaconselhando-se, fortemente, juntas aparentes nas fachadas conforme ilustrado na Figura 15.



**Figura 17 - Juntas a prumo não recomendadas para paredes de fachadas. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

Pode-se, também, optar por encontro entre paredes com juntas a prumo no caso de plantas com ambientes reversíveis, com a opção da retirada de paredes. Nesse caso, a junta a prumo facilita a retirada da alvenaria, sem causar danos às paredes remanescentes.

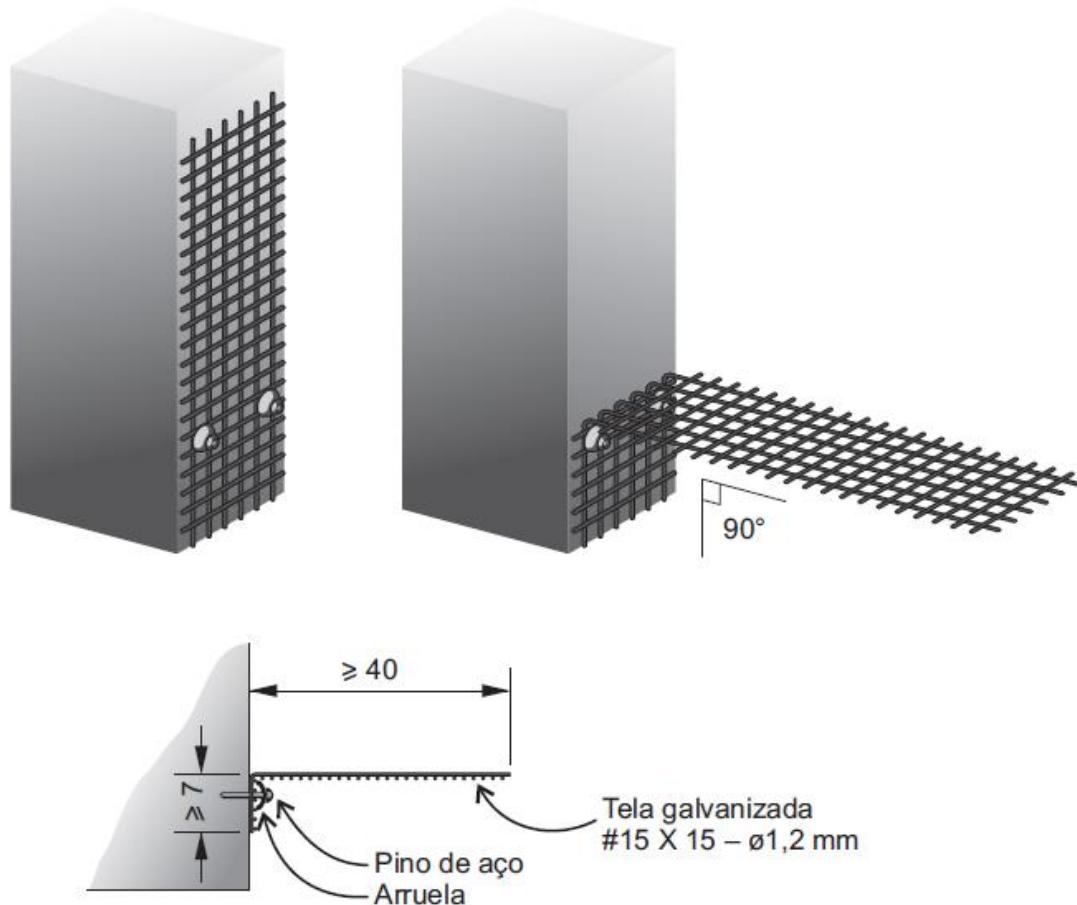
Nas ligações das alvenarias com a estrutura devem ser considerados os gradientes térmicos nas fachadas, as dimensões dos panos e a flexibilidade da estrutura; para estruturas muito flexíveis (por exemplo, estruturas pré-moldadas isostáticas, estruturas reticuladas de grandes vãos, etc), deve-se adotar detalhes construtivos especiais, como por exemplo os apresentados nas Figuras 16 e 17.

No caso de ligações convencionais, com materiais rígidos e estruturas de concreto armado, independentemente do dispositivo de fixação a ser utilizado, deve-se proceder inicialmente à vigorosa limpeza das faces do pilar, com completa remoção do desmoldante. Após a limpeza, as faces de arranque das alvenarias devem receber camada de chapisco rolado ou com chapisco industrializado. No assentamento, os blocos devem ser fortemente pressionados contra o pilar, resultando refluxo de argamassa e total compacidade da junta.

O projeto da alvenaria deve definir a forma de ligação das paredes com pilares, afim de prevenir futuros destacamentos. Como regra geral, as ligações com os pilares podem ser executadas com telas metálicas, aplicadas a cada duas fiadas e fixadas no concreto com pinos metálicos (“tiros” aplicados com finca-pinos). Neste caso a tela deve ser dobrada exatamente a 90º, conforme ilustrado na Figura 17, aplicando-se os pinos e as respectivas arruelas o mais próximo possível da dobra da tela. Pode-se aplicar apenas um tiro nas paredes com espessura de 9 cm, recomendando-se dois tiros em cada uma das telas no caso de paredes mais espessas, estruturas mais deformáveis, etc. As ligações com telas podem ser reforçadas mediante emprego de cantoneira metálica entre a tela e a arruela/cabeça do pino. Para evitar-se risco de corrosão, as telas devem ser recortadas com largura 1 ou 2 cm menor que a largura dos blocos.



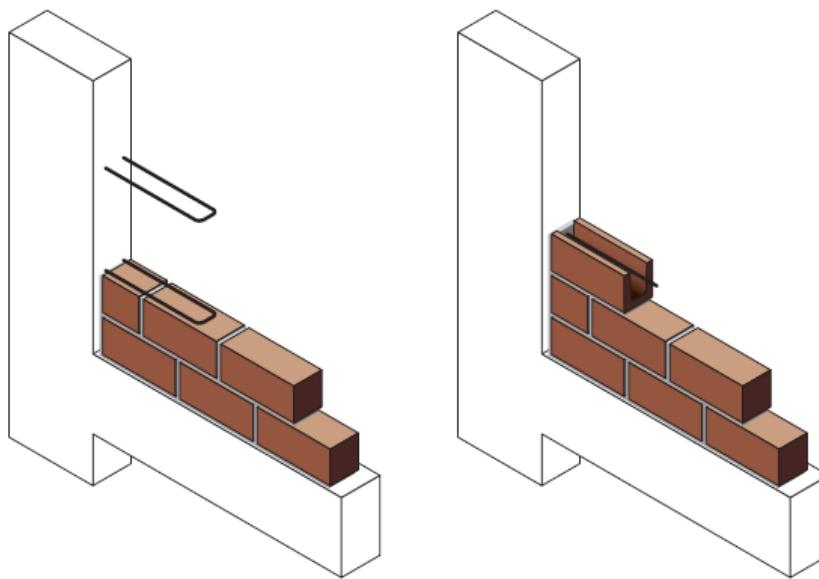
**Figura 18 - Fixação da alvenaria na estrutura com tela de aço galvanizado. Fonte: Arquivo Pessoal.**



**Figura 19 - Ligação entre alvenarias e pilares com tela metálica galvanizada.** Fonte: Thomaz et al., 2009.

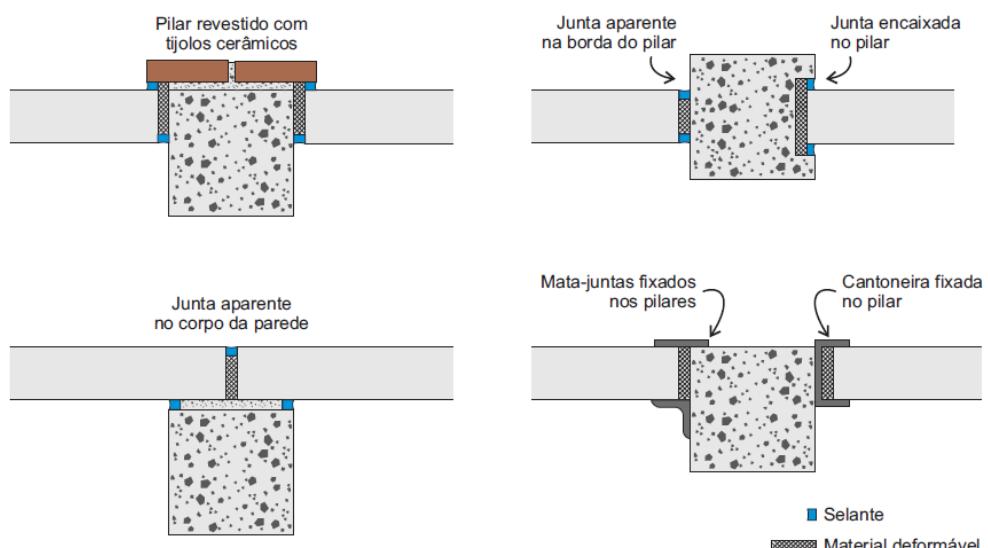
Ligações mais fortes podem ser obtidas com armações de espera introduzidas na armadura do pilar (ferros dobrados, faceando a fôrma internamente), ou com “ferros-cabelo” posteriormente colados em furos executados com brocas de vídea  $\varphi$  8mm (colagem com resina epóxi); nos casos correntes recomenda-se introduzir um ferro de  $\varphi$  6mm a cada 40 ou 50 cm, com transpasse em torno de 50cm para o interior da alvenaria e com penetração no pilar de 6 a 8 cm.

Canaletas assentadas na posição dos “ferros-cabelo”, posteriormente preenchidas com graute, produzem ligações ainda mais fortes e absorvem diferenças no posicionamento das armações em relação às fiadas. A ligação pode ainda ser executada com gancho / estribo de dois ramos, situações ilustradas na Figura 18.



**Figura 20 - Ligação entre alvenarias e pilares com ganchos de aço de dois ramos ou com auxílio de bloco do tipo canaleta.** Fonte: Thomaz et al., 2009.

No caso de estruturas muito flexíveis ou paredes muito longas, para limitar as solicitações na alvenaria pelas deformações da estrutura ou evitar destacamentos em função de movimentações higrotérmicas do material, podem ser adotadas juntas flexíveis nos encontros com pilares. Nesse caso, a ancoragem das paredes deve ser executada com cantoneiras metálicas, telas ou “feroscabelo”, procedendo-se ao acabamento com selante flexível; a Figura 19 ilustra algumas soluções construtivas para essas juntas.

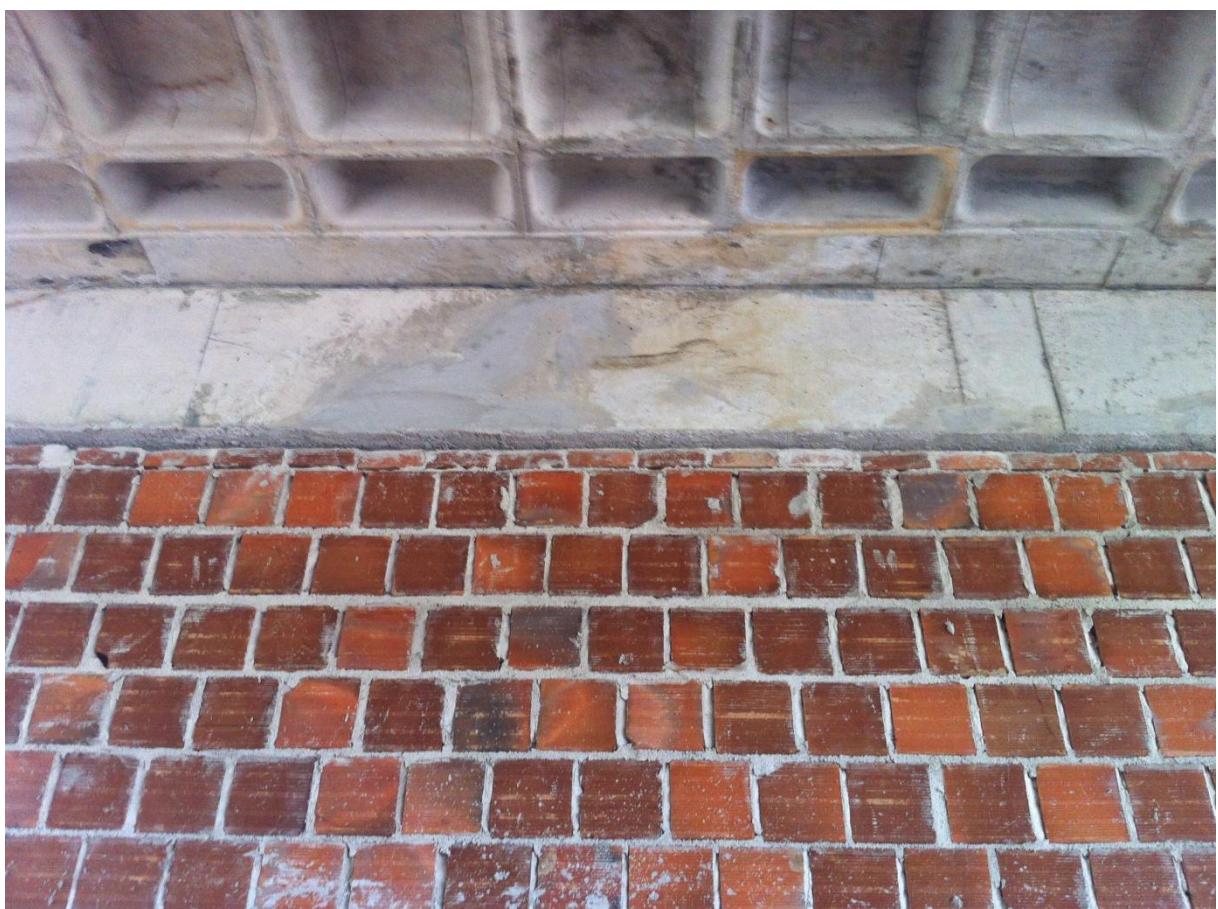


**Figura 21 - Ligação entre alvenarias e pilares para estruturas muito flexíveis.** Fonte: Thomaz et al., 2009.

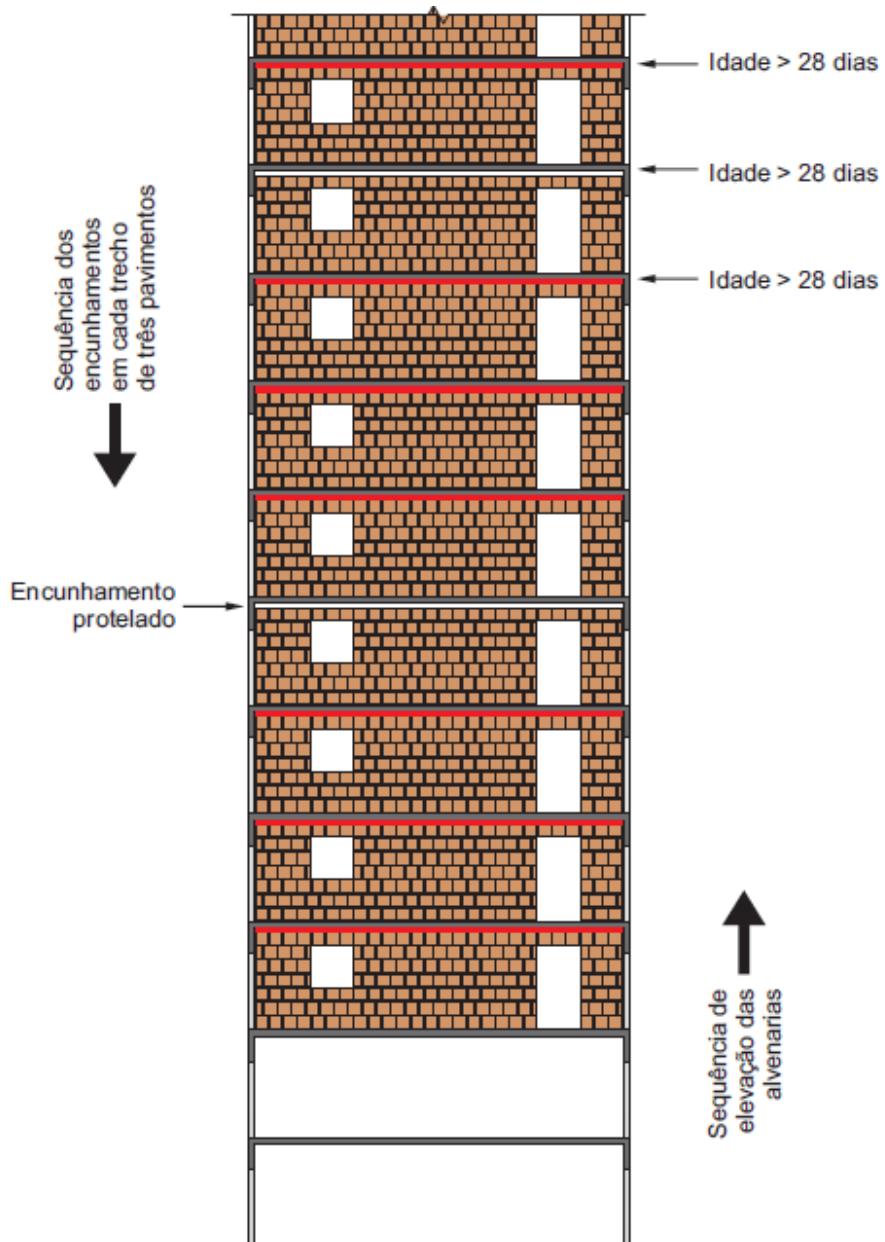
## **5.5. Fixação de alvenarias ("Encunhamentos")**

A fim de evitar a transferência de carga para as paredes de vedação durante a execução da obra, recomenda-se defasagem de cerca de dez dias entre o término da elevação da alvenaria e a execução da fixação (“encunhamento”); em nenhuma hipótese essa fixação deve ser executada antes que a parede do andar superior esteja construída.

O ideal é que a fixação (“encunhamento”) seja feita de cima para baixo após 14 dias da elevação da parede do último pavimento. Porém, caso não seja possível realizar dessa forma devido ao planejamento da obra, recomenda-se fixar (“encunhar”) em grupos de três pavimentos, de cima para baixo, estando três pavimentos acima com alvenaria já elevada. De qualquer forma, o pavimento térreo e o primeiro pavimento só podem ser fixados (“encunhados”) ao final do serviço de fixação (Figura 21).



**Figura 22 - Encunhamento da parede alvenaria com meios blocos. Fonte: Arquivo pessoal.**

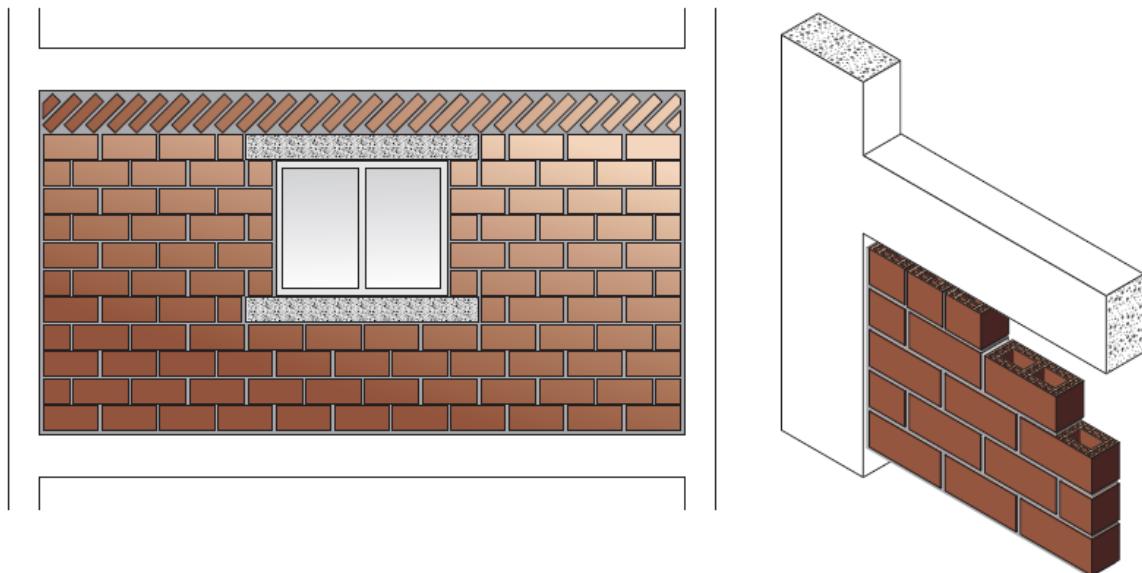


**Figura 23 - Sequência correta para o encunhamento das alvenarias de vedação. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

Nas fixações (“encunhamentos”) com lajes ou vigas superiores, após limpeza e aplicação de chapisco no componente estrutural, recomenda-se o assentamento inclinado de tijolos de barro cozido, empregando-se argamassa relativamente fraca (“massa podre”). Cria-se assim uma espécie de “colchão deformável”, amortecedor das deformações estruturais que seriam transmitidas à parede.

Nos projetos modulados, onde a última fiada de blocos praticamente faceia a face inferior do componente estrutural, deve-se com muito mais razão empregar argamassa fraca em cimento. Nessa situação, tratando-se de blocos vazados, a última fiada pode ser composta

por meio-blocos assentados com furos na horizontal (Figura 22), facilitando-se sobremaneira a execução da fixação (“encunhamento”).



**Figura 24 - Fixação de paredes com emprego de bloco cozido e meio-bloco. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

Especial atenção deve ser dada para a manutenção da folga entre o respaldo da alvenaria e a base de vigas ou de lajes, conforme previsto no projeto das alvenarias. As quatro últimas fiadas podem ser ajustadas para garantir a espessura da junta de fixação (“encunhamento”) entre 1,5 e 3cm. Caso ocorram variações dimensionais da estrutura ou da própria alvenaria, correções podem ser feitas com blocos compensadores, fornecidos com diferentes alturas (4 cm, 9 cm, etc.).

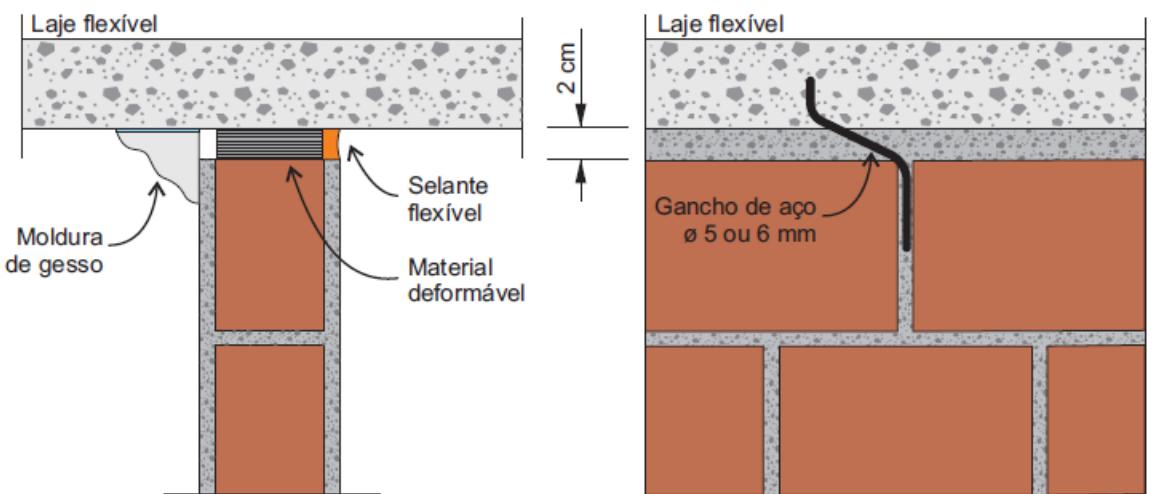
A última fiada deve sempre constituir um espaço para a introdução do material de fixação (“encunhamento”), devendo-se para tanto empregar meio-blocos, compensadores ou blocos tipo canaleta com o fundo na parte superior. O material de fixação (“encunhamento”) deve ser bem compactado no interior da junta, de forma a evitar-se a ocorrência de destacamentos; ao projetista da alvenaria compete definir se toda a espessura da parede será preenchida ou se serão constituídos apenas dois cordões laterais de argamassa de fixação. Em geral, principalmente em estruturas mais flexíveis e deformáveis, não devem ser empregadas argamassas ricas em cimento e/ou formuladas com aditivos expansores.

No caso de estruturas muito deformáveis, paredes muito extensas ou muito enfraquecidas pela presença de aberturas, recomenda-se a adoção de ligações ainda mais flexíveis, por exemplo com o emprego de poliuretano expandido ou “massa podre” composta

com esferas de EPS (poliestireno expandido). Nesse caso, adequações de materiais e de detalhes construtivos devem ser estudadas para garantir a integridade do revestimento das paredes.

Para que não ocorra transmissão de carregamentos entre os sucessivos pavimentos, em qualquer situação, recomenda-se o máximo retardamento entre a elevação das alvenarias e a fixação (“encunhamento”) das paredes. Transcorrido certo prazo após a elevação, pode-se adotar a fixação em pavimentos alternados; nessa hipótese, para abrir frentes para trabalhos internos (revestimentos, etc.), encunham-se dois pavimentos e pula-se o próximo, e assim sucessivamente.

Sempre que as estruturas forem intencionalmente flexíveis, com deformações que sabidamente superam a capacidade de acomodação das alvenarias, detalhes construtivos apropriados devem ser adotados nos encontros das alvenarias com as vigas ou lajes, conforme figura 23. A ancoragem superior das paredes, nesse caso, pode ser feita com insertos de aço (ferro de  $\varnothing$  6mm, espaçamento em torno de 2m), fixados nas vigas ou lajes mediante furação (broca  $\varnothing$  8mm, profundidade do furo 5 a 6cm), limpeza e colagem com resina epoxy. O acabamento da junta pode ser executado com selante flexível, podendo-se optar pelo emprego de moldura de gesso (“roda-teto”).



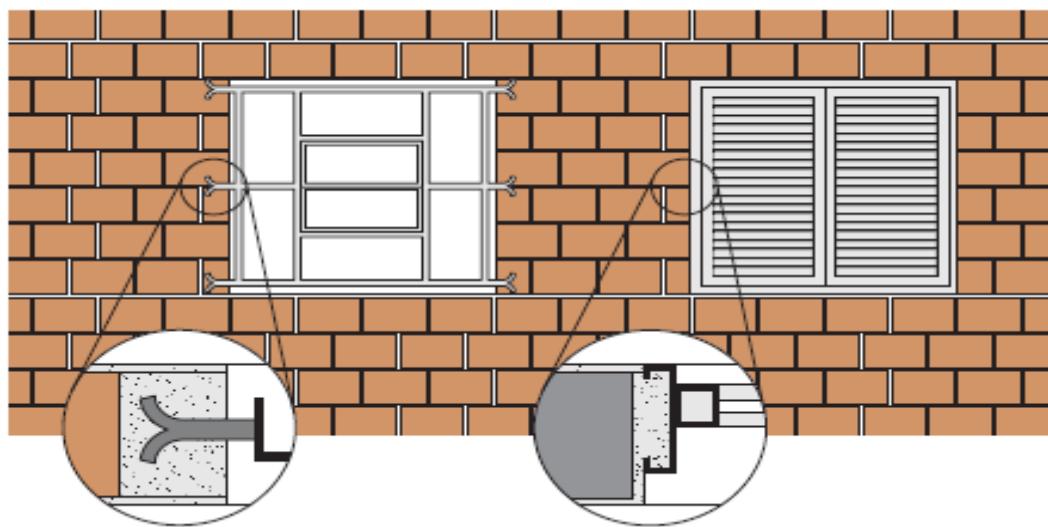
**Figura 25 - Fixação de parede de alvenaria com laje ou viga com grande potencial de deformação. Fonte:** Thomaz et al., 2009.

## **5.6. Colocação de Esquadrias**

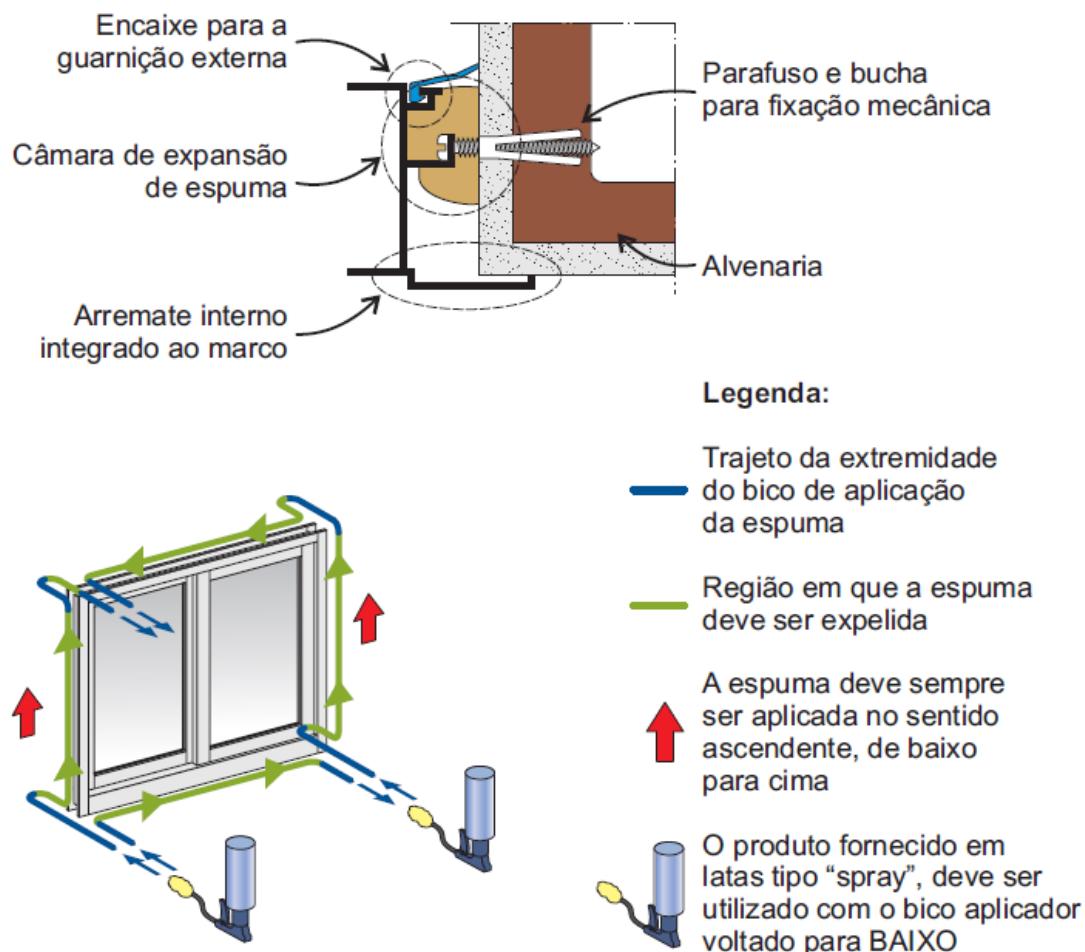
A fixação de marcos em madeira, de portas ou de janelas, pode ser feita com tacos de madeira tratada ou naturalmente resistente à umidade, previamente embutidos na alvenaria. No caso das portas, os marcos podem ser fornecidos com os tacos de madeira previamente aparafusados nos montantes, devendo-se deixar na alvenaria dentes para que esses tacos sejam posteriormente chumbados com argamassa no traço 1:3 ou 1:4 (cimento e areia, em volume). Os tacos devem ser isentos de defeitos como rachaduras ou nós, apresentando dimensões aproximadas de 5 cm x 9 cm x 9cm, com reentrâncias centrais formando uma espécie de cintura.

A fixação de esquadrias de aço na alvenaria pode ser feita de diferentes formas:

- a) quando o quadro da esquadria for composto por chapas dobradas na forma de "U", com a abertura voltada para fora da esquadria, mediante preenchimento da concavidade da chapa com argamassa; após endurecimento desta argamassa, posicionamento no vão e chumbamento também com argamassa de areia e cimento, conforme Figura 24;
- b) por meio de grapas (forma de "rabo de andorinha"), previamente soldadas no marco da esquadria e posteriormente chumbadas na alvenaria com argamassa de cimento e areia, conforme Figura 24; em função do tamanho relativamente pequeno das grapas não é necessário deixar-se dentes na alvenaria, quebrando-se posteriormente os blocos nos locais onde serão chumbadas;
- c) com parafusos e buchas de náilon;
- d) com espuma de poliuretano, que se expande após aplicação mediante reação com a umidade e o oxigênio do ar, conforme Figura 25; no caso de janelas, além da fixação com espuma deve ser feita a fixação mecânica para evitar arrombamentos e quedas no caso de incêndio.



**Figura 26 - Fixação de esquadria com grapas e com preenchimento de perfis "U". Fonte: Thomaz et al., 2009.**



**Figura 27 - Instalação de esquadrias com aplicação de espuma de Poliuretano. Fonte: Thomaz et al., 2009.**

As esquadrias de alumínio podem ser fixadas na alvenaria também por meio de grapas aparafusadas ou rebitadas no marco. O marco pode ainda ser aparafusado à parede, com o auxílio de buchas de náilon previamente embutidas na mesma; nesse caso, o requadramento do vão com argamassa deve ser feito com o máximo de cuidado, com o auxílio de gaba rito. Nesse caso, deve-se ainda aplicar entre o marco do caixilho e o contorno do vão um material flexível que garanta a estanqueidade à água da parede (gaxeta de neoprene, borracha de silicone, etc.).

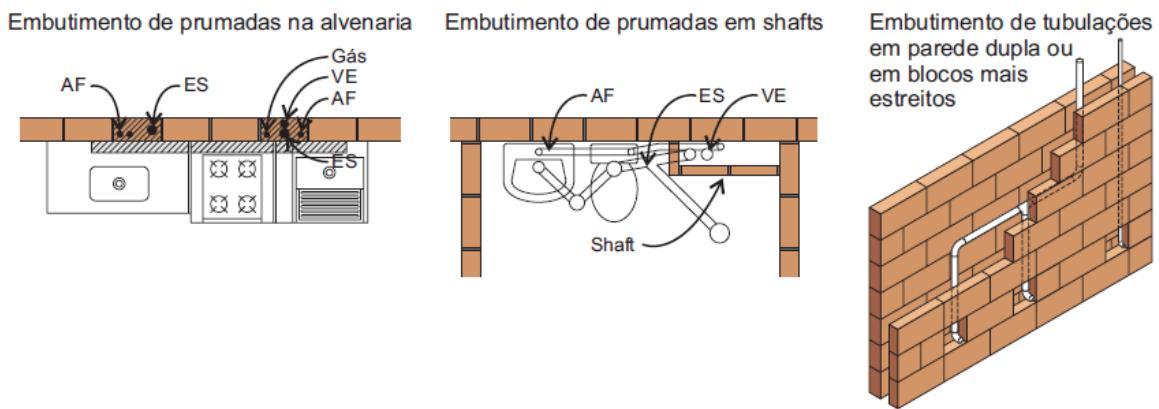
Da mesma forma, mas agora mantendo-se folga em torno de 10 a 15 mm no contorno do vão, as esquadrias de alumínio, aço, madeira ou PVC podem ser fixadas com espuma de poliuretano. Nesse caso, o poliuretano não deve resultar aparente na face da parede, devendo ser recoberto por mata-juntas que se integrem ao marco da esquadria ou por qualquer outro recurso.

No caso de portas ou janelas muito pesadas, onde a fixação seja feita com grapas, chumbadores de expansão e recursos semelhantes, os furos laterais aos vãos devem receber grauteamento e eventualmente armaduras.

O emprego de contramarcos concomitantemente à elevação das alvenarias garante os vãos e facilita os requadramentos, sendo os contramarcos chumbados com argamassa durante o próprio assentamento dos blocos. No caso de contramarcos pré-moldados em concreto, ou mesmo vergas e contravergas pré-moldadas, as peças devem sempre ser assentadas e rejuntadas com argamassa, ou seja, não devem estar simplesmente apoiadas ou justapostas aos blocos. Ainda para minimizar-se o risco de destacamento, é recomendável a introdução de telas de reforço do revestimento da parede, nas transições entre alvenarias e elementos pré-moldados.

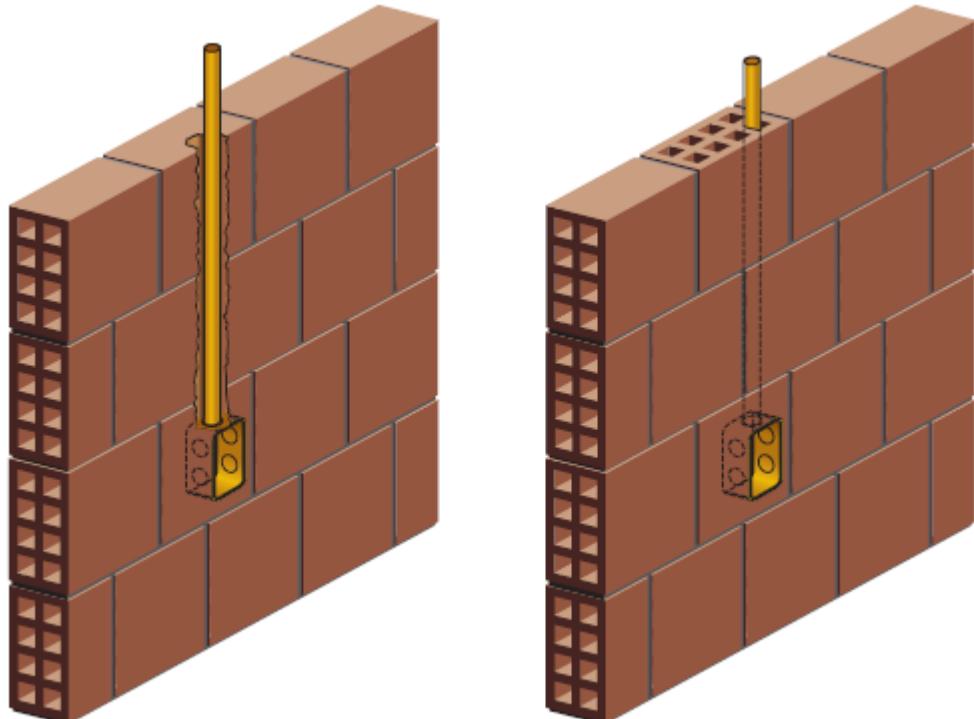
### **5.7. Embutimento de Tubulações**

Para a execução dos sistemas prediais existem diversos recursos, como o emprego de shafts, forros falsos, pisos suspensos, engrossamentos sobressalentes às paredes, “bonecas”, emprego de blocos mais estreitos nos locais das tubulações e outros (Figura 26).



**Figura 28 - Formas de acoplamento dos sistemas prediais na alvenaria.** Fonte: Thomaz et al., 2009.

As tubulações tanto para instalação hidráulica como para instalação elétrica, podem ser embutidas nos furos dos blocos cerâmicos de vedação (no caso de blocos com furo vertical), recomendando- se, sempre que possível, o caminhamento das tubulações horizontais através das lajes; no caso de blocos quadrados (24x24cm, por exemplo), os furos podem ser dispostos tanto horizontal como verticalmente, sem quebra da modulação da alvenaria e sem necessidade de recortes nas paredes (Figura 27).



**Figura 29 - Execução de rasgos para o embutimento e emprego de blocos quadrados para evitar cortes.** Fonte: Thomaz et al., 2009.

No caso de embutimento após a execução da alvenaria, em alguns locais onde são introduzidas tubulações (particularmente no caso de tubos horizontais), pode-se empregar tijolos maciços de barro cozido, facilitando a realização dos rasgos.

Para o embutimento de pequenos trechos de tubulações horizontais (limitados, por exemplo, até 1 m de extensão) a parede pode ser cortada, utilizando-se sempre serra circular diamantada (tipo “Maquita”) e talhadeiras bem afiadas. Os cortes devem ser gabaritados tanto no traçado como na profundidade, para que os tubos embutidos não sejam forçados a fazer curvas ou desvios, comprometendo no futuro o desempenho da instalação. Principalmente no caso de cortes horizontais ou inclinados, recomenda-se que o diâmetro de qualquer tubulação não seja maior do que um terço da largura do bloco.

Para as instalações elétricas, o trabalho pode ser muito racionalizado procedendo-se previamente ao corte e chumbamento das caixas de tomadas e interruptores nos blocos. No caso de caixas de entrada ou de passagem muito espessas em relação à espessura da parede, reforços devem ser executados localmente, incluindo moldura em concreto armado, reforço do revestimento da parede com telas metálicas, etc.

### **5.8. Etapa do Controle de qualidade e recebimento**

A execução das alvenarias deve seguir fielmente as indicações do projeto, referentes a materiais, detalhes construtivos (juntas, cintas e outros) e processo construtivo (forma de assentamento, ferramentas, escoramentos provisórios, etc.).

É necessário que se faça uma lista de verificações e tolerâncias para controlar alguns itens e serviços das diferentes etapas de execução das alvenarias: preparação e marcação, elevação das paredes e fixação (“encunhamento”). A amostragem e a periodicidade dos controles devem ser feitas de acordo com o projeto da alvenaria e pelo plano da qualidade da obra.

### **5.9. Etapa de Uso e Manutenção**

A durabilidade da alvenaria de vedação de blocos cerâmicos se extingue quando deixar de se cumprir as funções que lhe foram atribuídas, quer seja pela degradação que a conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja pela obsolescência funcional.

Na etapa de projeto, recomenda-se que seja estabelecida a Vida Útil de Projeto (VUP). Esta definição é importante uma vez que explicita o período estimado de tempo em que as alvenarias projetadas atenderão satisfatoriamente aos requisitos de desempenho, desde que cumprido, pelos usuários, o programa previsto no manual de operação, uso e manutenção do edifício, manual este que deve ser elaborado conforme a NBR 14037.

Como referência, para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, tem-se uma estimativa para a vida útil de projeto de paredes de vedação recomendada pela norma NBR 15575: para as paredes internas, mínimo de 20 anos e para as externas, mínimo de 40 anos. Para outros tipos de edifícios, podem ser exigidos valores distintos de vida útil de projeto, segundo estimativas do projetista e exigências do empreendedor, variando de acordo com cada projeto.

A manutenção deve ser periódica e preventiva. Caso ocorram manifestações patológicas como fissuras nas alvenarias, degradação ou sinais de umidade nos revestimentos e nas pinturas, deve-se corrigir o mais breve possível para que não afete o desempenho da vedação.

## 6. ESTUDO COMPARATIVO DE VEDAÇÕES VERTICais

### 6.1. Sistemas de Vedação em blocos de gesso

O sistema construtivo em alvenaria de blocos de gesso é constituído de blocos pré-moldados intertravados de dimensões nominais de 50 cm x 66,7cm x espessura. As espessuras comercializadas no Brasil são de 7cm (vazado ou compacto) e 10cm (compacto) unidos com fina camada de cola de gesso. A figura abaixo mostra detalhes destes produtos.



Figura 30 - Aspectos dos componentes do sistema. Fonte: Pires Sobrinho, 2009.

## **6.2. Aspectos Construtivos**

As principais características técnicas das alvenarias em blocos de gesso, são:

- ✓ Dimensões grandes (três blocos forma um metro quadrado de área) eleva a produtividade;
- ✓ Precisão milimétrica, com superfícies planas e encaixes macho-fêmea facilita a elevação das paredes e a conferência do alinhamento e planicidade;
- ✓ A união dos blocos se faz com fina camada de cola de gesso, não necessitando de controle de espessura de junta, facilitando a aplicação e o controle;
- ✓ Possibilita corte com serrote/serra com praticidade e precisão, as sobras são facilmente reaproveitadas na própria elevação, gerando pouco resíduo;
- ✓ Instalações elétricas podem seguir os vazios dos blocos ou em rasgos na alvenaria, com facilidade e rapidez;
- ✓ As alvenarias podem ser aplicadas sobre piso pronto, sem necessitar de apicoamento, possibilitando sua remoção. Aumentando a produtividade e redução de trinchos em pisos;
- ✓ A cola de gesso possui excelente aderência entre blocos de gesso e com outros materiais (concreto, cerâmica. Madeira, materiais fibrosos, etc);
- ✓ Deve-se evitar contato direto entre componentes de gesso com componentes ferrosos.

Detalhes melhores do processo de construção de paredes internas em alvenaria de blocos de gesso são mostradas nas fotos abaixo:



Figura 31 - Processo executivo da alvenaria de gesso. Fonte: Pires Sobrinho, 2009.

### 6.3. Detalhes de Projeto

O desenvolvimento de um projeto para construção de paredes internas de edifícios cumpre importante papel no desempenho do sistema construtivo e integração com os demais projetos que compõe a edificação. No desenvolvimento do projeto é possível interagir com os demais projetos (arquitetônico, Instalações, estrutural e de revestimento) de forma a compatibilizar e desenvolver um projeto executivo para a construção da edificação (PIRES E SOBRINHO, 2009).

Há algumas premissas importantes a serem consideradas no desenvolvimento de um projeto de alvenaria de blocos de gesso.

- ✓ Há de conhecer as deformações potenciais da estrutura para evitar concentrar esforços demasiados (acima do limite de serviço) e/ou localizados nas paredes. As deformações das lajes, tanto as imediatas quanto as lentas(previstas) deve ser consideradas para dimensionar a altura da fixação parede/laje. As deformações laterais, devido ação do vento, devem ser consideradas no desenvolvimento do projeto estrutural, de forma a utilizar o travamento destas paredes no comportamento da estrutura, sem no entanto ultrapassar a capacidade resistente das alvenarias, mantendo um reserva de segurança;
- ✓ Considerar os limites e a aplicação do sistema. Aspectos técnicos apresentados em THIÉBAUT (1999) e DOMINGUEZ & SANTOS(2001), podem ser tomados como referência;
- ✓ Considerar o projeto de alvenaria como compatibilizador dos demais projetos que compõe a edificação;
- ✓ Modular as alvenarias de forma a aproveitar o maior número de blocos inteiros, evitar amarração inferior ao mínimo necessário, iniciar a disposição dos blocos pelos vãos de porta e evitar a utilização de vergas desnecessárias;
- ✓ Estudar as ligações paredes de blocos de gesso com alvenaria de contorno e com elementos estruturais (pilares, vigas e lajes); com a utilização ou não de juntas com contato e/ou telas na superfície.
- ✓ Utilizar tipos de blocos com características hidrofugantes para a primeira fiada e áreas molhadas, detalhando a impermeabilização.
- ✓ Detalhar a forma de fixação de portas, instalações e shafts,;
- ✓ Especificação das paredes em cota na planta de primeira fiada;
- ✓ Locação das paredes conforme eixo de estrutura ou eixo próprio para alvenaria;
- ✓ Modulação de cada parede, indicando interface com as redes de instalações, bem como a disposição de blocos, quadro de quantidades e alternativas de reaproveitamento.

Os principais detalhes do projetos são demonstrados nas figuras abaixo:

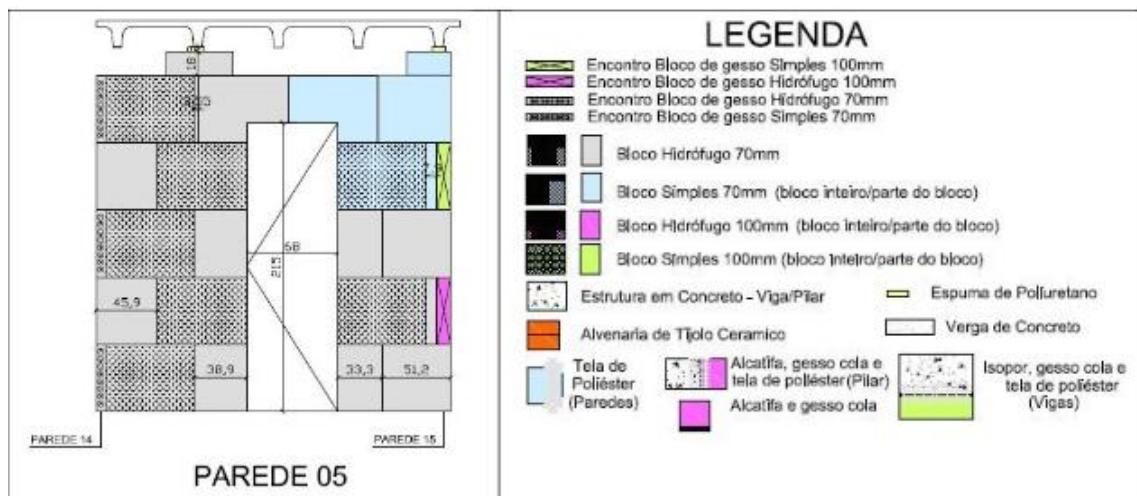


Figura 32 - Modulação da parede com vão de porta e especificação. Fonte: Pires e Sobrinho, 2009.

As juntas de ligação estrutura-parede devem ser dimensionadas para possibilitar a deformação vertical total prevista para cada parte da estrutura.

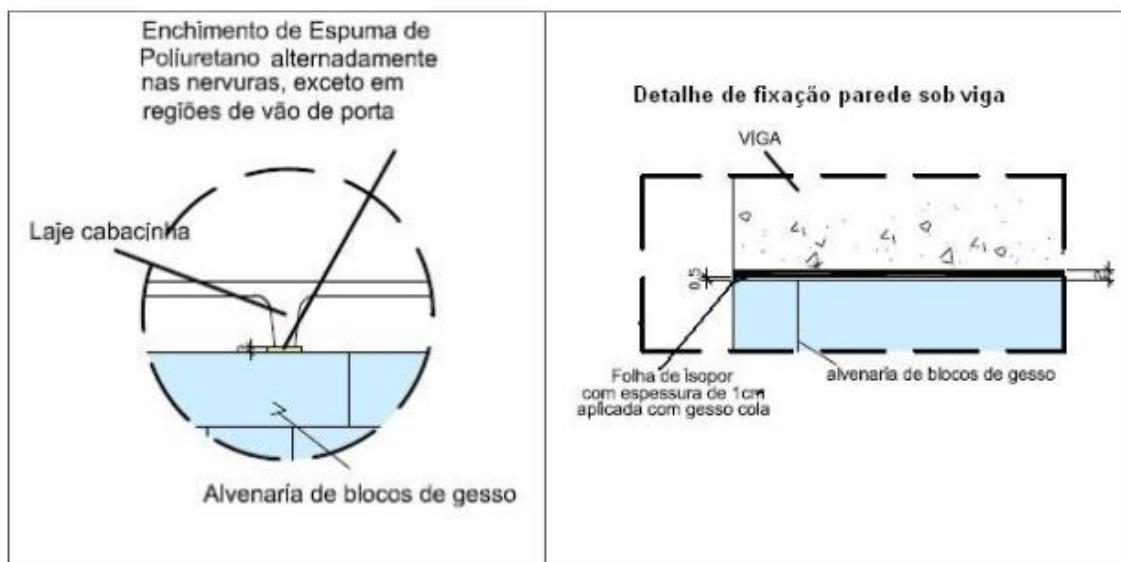
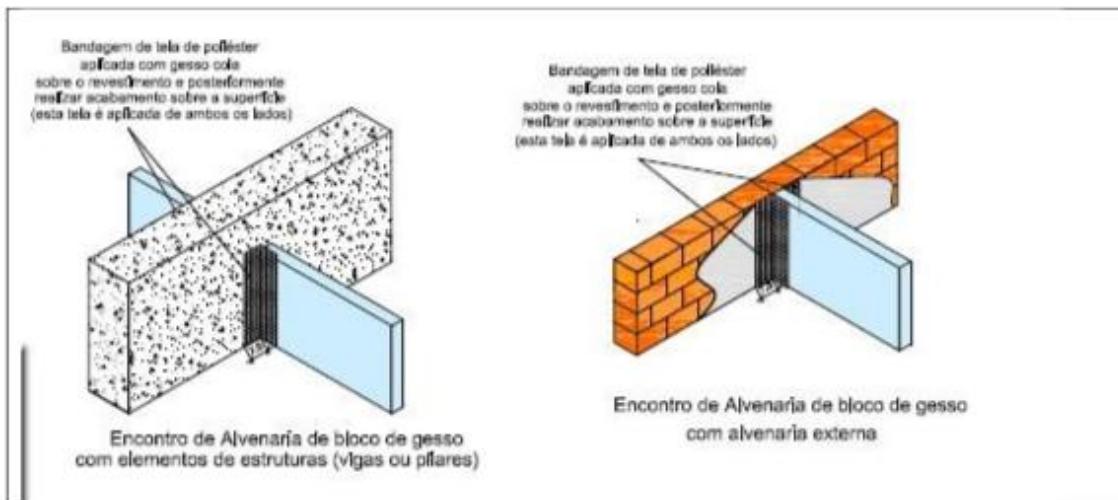


Figura 33 - Detalhes da ligação parede-estrutura em alvenaria com blocos de gesso. Fonte: Pires e Sobrinho, 2009.



**Figura 34 - Detalhes de encontro de parede com estrutura. Fonte: Pires e Sobrinho, 2009.**

#### **6.4. Análise de Desempenho do Sistema**

Objetivando avaliar o desempenho de paredes construídas em blocos de gesso, foi aplicada a metodologia preconizada na norma NBR15575-2 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

Os testes de desempenho foram realizados em paredes de alvenaria de blocos de gesso vazado de 7mm de espessura, construídas em ambientes internos de apartamentos do de um edifício residencial na cidade do Recife e constantes dos Relatórios Técnicos ITEP Nºs 27797 à 27980.

##### **6.4.1. Desempenho de segurança estrutural ao impacto de corpo mole**

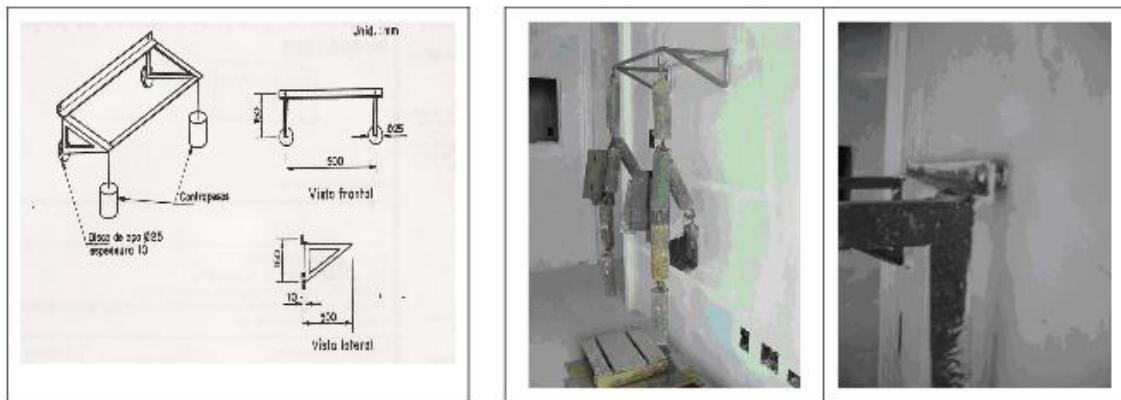
Consiste na avaliação do comportamento de um trecho de parede submetida a choques, numa sequência de energia e quantidades pré-estabelecida, de forma a avaliar as patologias (fissuras e destacamento) e da amplitude do deslocamento linear (instantâneo e residual) sofridas no trecho de parede ensaiada. A figura a seguir mostra o esquema de ensaio realizado.



**Figura 35 - Esquema de ensaio de impacto de corpo mole.** Fonte: Pires e Sobrinho, 2009.

#### 6.4.2. Desempenho para corpo suspenso

Consiste na avaliação do comportamento de sistemas de fixação indicados em manual técnico de uso e manutenção da edificação. No caso foi avaliada a capacidade de fixação do sistema de um sistema bucha-parafuso de especificação S10GKS de marca FISCHER. O aparato de ensaio, recomendado por norma, está apresentado na figura abaixo:



**Figura 36 - Ensaio de carga suspensa.** Fonte: Pires e Sobrinho, 2009.

#### 6.4.3. Desempenho de interação de portas com paredes em alvenaria de vedação em blocos de gesso

Consiste na avaliação do comportamento do sistema porta-fixação e de sua interação com as paredes que a confina. O sistema aplicado é submetido a uma sequência de 10 choques, conforme metodologia de norma, de forma a avaliar as patologias (fissuras e

destacamento) sofridas no sistema e na parede ensaiadas. A figura abaixo mostra o esquema de ensaio realizado.



**Figura 37 - Esquema e detalhes do ensaio.** Fonte: Pires e Sobrinho, 2009.

### 6.5. Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos X Alvenaria de Gesso

A utilização de alvenaria em blocos de gesso em substituição às tradicionais alvenarias em blocos cerâmicos ou de concreto se constitui em uma alternativa viável na vedação vertical de edifícios. Do ponto de vista do comportamento estrutural, as vedações em alvenaria em blocos de gesso mostram resistência e rigidez superior que as construídas com blocos cerâmicos argamassados, correspondendo a um melhor comportamento no travamento as movimentações horizontais da estrutura.

Além disso, por serem mais leves sobrecarregam menos a estrutura conduzindo a uma economia em torno de 30% no concreto da fundação e 15% das armaduras da superestrutura. Do ponto de vista da sustentabilidade a adoção de alvenarias de blocos de gesso conduzem a uma redução em torno de 16% na Energia interna incorporada dos materiais utilizados na estrutura, 63% da energia elétrica utilizada na mistura e transporte interno dos materiais e mais de 53% na água utilizada na construção dessas divisórias em relação às construídas com blocos cerâmicos argamassados.

Para que seja feito o comparativo de forma mais explícita, abaixo estão listadas as vantagens e desvantagens, em relação a alguns parâmetros, do sistema de vedação vertical em alvenaria de gesso:

- Vantagens de ordem:

Técnica:

- a) Apresentam maior resistência mecânica;
- b) Podem ser aplicado sobre piso acabado sem precisar escarear;
- c) Podem ser removíveis facilmente sem deixar marcas;
- d) Apresentam maior isolamento térmico e acústico por unidade de espessura;
- e) Conduzem ao menor peso dos elementos estruturais.

Econômica:

- a) Maior produtividade e menor custo global das vedações;
- b) Maior área interna dos cômodos;
- c) Menor utilização de área de canteiro na construção;
- d) Diminuição no custo da superestrutura.

Ambiental:

- a) Menor quantidade de energia incorporada na produção e na aplicação dos constituintes por unidade de área;
- b) Menor degradação ambiental por unidade de volume e de produção dos materiais e componentes constituintes;
- c) Menor energia (KW/h) utilizada nas etapas de transporte e produção dos materiais constituintes;
- d) Menor quantidade de água utilizada na produção das vedações internas.

- Desvantagens da Alvenaria de gesso:
  - a) Menos resistente a impactos;
  - b) Mão de obra mais qualificada;
  - c) Cuidado especial no transporte de placas;
  - d) Medidas específicas para pendurar objetos.

## **6.6. Comportamento Compressivo**

As alvenarias em blocos de gesso são mais leves, variando entre 0,6 kN/m<sup>2</sup> à 1,0 kN/m<sup>2</sup>, quando comparadas as alvenaria em blocos cerâmicos revestidos com argamassa, que variam entre 1,2 kN/m<sup>2</sup> a 1,8 kN/m<sup>2</sup>, contribuindo para diminuição das cargas permanentes nas lajes/vigas. Esta diminuição também influencia na redução das flechas imediatas e deformação lenta das lajes de concreto.

No que se refere à resistência de compressão e módulo de deformação, PIRES SOBRINHO (2007) e PIRES SOBRINHO *et al* (2009) realizaram ensaios em pequenas

paredes de dimensões de 0,6m x 1,2m, cujas características e resultados de ensaio são apresentados na tabela abaixo.

**Tabela 8 - Resultados dos ensaios da paredinha. Fonte: Mendonça, 2009**

Material usado	Dimensões do bloco	Assentamento	Revestimento	Espessura final	Carga ruptura (kN)	Tensão na ruptura (MPa)	Rigidez* (kN.m/m)
Blocos de gesso	10,0cm x 66,67cm x 50,0cm	Gesso cola	Pasta de gesso	10 cm	21,40	3,57	81.000
Blocos cerâmicos	9,0cm x 19,0cm x 19,0cm	Argamassa mista de cimento e cal (traço volumétrico 1:1:6)	Chapisco de cimento nas duas faces	10 cm	8,49	1,41	21.600
Blocos cerâmicos	9,0cm x 19,0cm x 19,0cm	Argamassa mista de cimento e cal (traço volumétrico 1:1:6)	Argamassa mista de cimento e cal no traço 1:2:9 nas duas faces	13 cm	15,65	1,74	48.000

Conforme a tabela apresentada acima, as alvenarias em blocos de gesso apresentam rigidez 69% maior que as alvenarias de blocos cerâmicos revestidas com argamassa, devendo, desta forma, concentrar igual proporção nas tensões. Entretanto, a resistência das alvenarias em blocos de gesso de 10 cm de espessura, apresenta o dobro da capacidade resistente das paredes, respondendo satisfatoriamente no comportamento global das ações.

## 6.7. Comportamento estrutural

Segundo estudos pesquisados, foram feitos modelos de cálculo computacional de dimensionamento de uma estrutura. Para tanto, foram mantidas as dimensões e posições dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) e foram consideradas as alterações nas armaduras de pilares e vigas, mantendo as formas destes elementos constantes (CIARLINI *et al.*, 2001).

Na análise comparativa foram considerados três gabaritos verticais: 6, 14 e 22 pavimentos, todos com a mesma planta baixa. A comparação das cargas nas fundações para estes prédios foi feita considerando somente as cargas verticais, já que as cargas horizontais e os momentos fletores são os mesmos em todos os casos.

Na tabela 9, estão apresentados os resultados dos quantitativos das cargas totais nas fundações, a armadura total da estrutura e o volume de concreto da fundação, bem como a análise de custos, tomando por base o valor praticado pela tabela da EMLURB (jan/2009).

Nesta tabela, a indicação de tipo 6, 14 e 22, refere-se aos prédios com 6, 14 e 22 pavimentos com alvenaria de blocos cerâmicos nas paredes internas e externas; As indicadas com tipo 6G, 14G e 22G, refere-se aos prédios com 6, 10, 14, 18 e 22 pavimentos com paredes internas de blocos de gesso e externas com blocos cerâmicos.

**Tabela 9 - Quantitativos e análise de custos. Fonte: Mendonça, 2009.**

Tipo	Armadura nas estruturas			Concreto nas fundações			Cargas nas fundações	
	(t)	(R\$)	%	(m³)	(R\$)	%	(t)	%
6	17	110500		41,9	50280		1.386	
6G	15	97500	-11,8%	30,9	37080	-35,6%	1.158	-16,4%
14	55	357500		166,02	199224		3.927	
14G	49	318500	-12,2%	125,79	150948	-32,0%	3.315	-15,6%
22	114	741000		322,96	387552		6.282	
22G	101	656500	-11,4%	244,62	293544	-32,0%	5.309	-15,5%

Os resultados na tabela acima, mostram que é possível reduzir mais de 15% nas cargas totais da fundação com a utilização de paredes internas em alvenaria de blocos de gesso em substituição às paredes tradicionais. A diminuição dessas cargas, leva a diminuição do quantitativo de concreto e aço na superestrutura e fundação, reduzindo assim o custo da obra.

## 6.8. Comparativo econômico

Outras economias de custo e tempo produzidas com a opção tecnológica de se utilizar paredes internas em alvenaria de blocos de gesso em substituição às alvenarias tradicionais também podem ser avaliadas.

No que se refere a economia na estrutura, a tabela 9 mostrou que é possível reduzir entre 11,4% à 12,2% dos custos com a armadura da superestrutura e entre 32,0% à 35,6% nas fundações. No que se refere à execução, a tabela 10 mostra que a produtividade dos serviços de paredes acabadas em alvenaria de blocos de gesso é 67% maior que a soma dos serviços necessários à conclusão das paredes de blocos cerâmicos.

Cabe ressaltar ainda que as alvenarias de gesso apresentam um número de atividades, uma movimentação de material no canteiro, e o tempo total das atividades bem menores.

**Tabela 10 - Produtividade nas atividades de alvenaria interna. Fonte: Mendonça, 2008.**

Sistema	Serviços envolvidos	Produtividade (hora / m <sup>2</sup> )	Tempo de serviço acabado (hora / m <sup>2</sup> )
Alvenaria em bloco cerâmico	Elevação(marcação, elevação, tubulação e cxs elétricas	0,45	1,13
	Chapisco	0,08	
	Emboço	0,45	
	Aparelhamento e pintura	0,15	
Alvenaria de blocos de gesso	Elevação	0,36	0,68
	Colocação de tubulação e cxs elétricas	0,20	
	Aparelhamento e pintura	0,12	

Avaliando os custos unitários diretos para execução dos serviços, nota-se que a diferença não é significativa, sendo 5,2% a favor da alvenaria tradicional em blocos cerâmicos revestidos com argamassa, ver tabela 11. Porém, se levar em consideração o ganho de área, em torno de 2,3%, na menor espessura das grades de porta e a possibilidade de poder ser construída o revestimento de piso antes da execução das paredes de alvenaria em blocos de gesso, com sensível economia de material e mão de obra, as vantagens desse sistema é bem maior.

**Tabela 11 - Custos unitários de execução do sistema. Fonte: Mendonça, 2008.**

Sistema	Serviços envolvidos	Custos Unitário (R\$ / m <sup>2</sup> )	Custo Total (R\$ / m <sup>2</sup> )
Alvenaria em bloco cerâmico	Elevação(marcação, elevação, tubulação e cxs elétricas	22,96	43,23
	Aperto na alvenaria	1,63	
	Chapisco	1,69	
	Emboço sarrafedo/desempenado	8,38	
	Aparelhamento e pintura	8,57	
Alvenaria de blocos de gesso	Elevação	36,20	45,51
	Fixação alvenaria/laje	0,41	
	Colocação de tubulação e cxs elétricas	1,60	
	Aparelhamento e pintura	7,30	

## 6.9. Conclusão do estudo comparativo

Em edifícios estruturados em pórtico de concreto armado comparando sistemas, de vedação vertical em alvenaria de blocos cerâmicos revestidos com argamassa e em alvenaria de blocos de gesso, foi possível concluir que as vantagens da utilização de alvenaria em

blocos de gesso nas vedações internas de edifícios produz uma economia substancial de cerca de 14% nas armações da superestrutura e de cerca de 32% no consumo de concreto, há ainda um aumento de produtividade 66%, uma redução de resíduo da ordem de 75%, economia de 63% da energia elétrica utilizada na produção e transporte em canteiro, e 53% de água utilizada no processo de aplicação entre esses sistemas, além de cerca de 16,8% da Energia Incorporada na produção da estrutura aporticada de concreto armado (MENDONÇA, 2008).

A utilização de vedações verticais em alvenaria de blocos de gesso ainda é muito pouco utilizada no Brasil, embora seja prática tradicional em países europeus, esta pouca utilização decorre do pouco conhecimento do desempenho técnico econômico- ambiental deste tipo de sistema.

Na avaliação pós-ocupacional de edifícios altos construídos na região metropolitana do Recife, Mendonça (2008) analisou, em 15 empreendimentos, os mais antigos com mais de 15 anos, e verificou que poucas manifestações patológicas deveram-se a falhas de projeto. As vantagens técnicas, econômicas e ambientais são significativas podendo ser considerada uma alternativa viável para utilização deste sistema nas obras de edifícios habitacionais.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A elaboração deste trabalho proporcionou aos autores um vasto conhecimento técnico acerca dos processos construtivos das alvenarias de vedação e evidenciou que a adoção de projetos para a produção de alvenarias, juntamente com as compatibilização dos demais projetos (estruturas e instalações prediais), é uma estratégia eficiente para a execução correta e para o aperfeiçoamento das técnicas construtivas tradicionais.

Muitos problemas ainda ocorrem nas edificações, pelo fato de usarem alvenarias de blocos cerâmicos como alvenaria estrutural, visto que estas não são dimensionadas para suportar cargas além do seu peso próprio com o revestimento e ações laterais estáticas ou dinâmicas, como o vento e impactos laterais.

Na execução das alvenarias, ao contrário do que se costuma dizer na linguagem de obra "qualquer servente levanta paredes em alvenaria", é necessário que uma série de procedimento sejam seguidos e que diversas regras sejam atendidas, afim de que a vedação possa ter um comportamento satisfatório diante das solicitações às quais estará submetida ao longo da sua vida útil.

É importante que sejam feitas de forma correta as juntas de controle, também que sejam respeitados os prazos para o levantamento e encunhamento das fiadas de blocos, evitando que as paredes venham absorver cargas que estas não suportam e venham a ruir. A execução das alvenarias deve seguir fielmente as indicações do projeto, referentes a materiais, detalhes construtivos (juntas, cintas e outros) e processo construtivo (forma de assentamento, ferramentas, escoramentos provisórios, etc.).

A durabilidade da alvenaria de vedação de blocos cerâmicos se extingue quando deixar de se cumprir as funções que lhe foram atribuídas, quer seja pela degradação que a conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja pela obsolescência funcional.

Ultimamente uma série de sistemas de vedação vertical vem sendo desenvolvidos, porém no Brasil, principalmente no nordeste, a alvenaria de vedação em blocos cerâmicos ainda é bastante utilizada nas construções atuais e a cada dia são desenvolvidos novos estudos que comprovam a eficácia do sistema.

Embora tenham sido mostrados diversos aspectos positivos no uso de alvenaria de gesso, a mão de obra para este tipo de serviço tem que ser muito especializada, fator este que faz com que o sistema de alvenaria de gesso seja usado menos usado, principalmente no Brasil.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CHALITA, Ana Cristina Catai. **Estrutura de um projeto para produção de alvenaria de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção.** São Paulo, 2010. 251p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

CIARLINI, A.G.C. PINTO, D.I C., OSÓRIO, A.P. **Gesso, tecnologia que reduz cargas e custos na construção civil.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, 2001.

**Código de Práticas Nº 01: Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos / Ercio Thomaz... [et al.]** - - São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009. -- (Publicação IPT; 3011)

FRANCO, L. S. **O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção.** In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (1º.: 1998: São Paulo) Anais; Ed Por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros, J.S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998, a. p.95-112.

MENDONÇA, L.A.C.- **Divisórias em blocos de gesso.** Trabalho final da disciplina estágio supervisionado, POLI/UPE, Recife, 2009.

Relatórios Técnicos N29797- 29800 - **Ensaios de desempenho (Corpo Suspenso, Interação de Portas, Corpo Mole),** Cliente Moura Dubeux Engenharia, Recife, maio, 2008.

PIRES SOBRINHO, C.W.A- **Desenvolvimento de uma referência técnica para casas térreas em alvenaria de blocos de gesso.** Relatório ITEP Nº21574/21977-Recife 2007.

PIRES SOBRINHO, C.W.A; OLIVEIRA, R.A, SILVA; F.A.N, ANDRADE, S.T. **Influência do revestimento, simples e armado, no comportamento de paredinhas em alvenaria de blocos cerâmicos de vedação.** 5º Congresso Internacional de Patologia e Recuperação de Estruturas, Curitiba 2009.

PIRES SOBRINHO, C.W.A; BEZERRA, N.M.; COSTA, T.C.C; SILVA, C.B.A- **Vedações verticais em alvenaria de blocos de gesso para estruturas aporticadas de concreto armado-projeto, execução e desempenho.** 52º Congresso Brasileiro do Concreto, Fortaleza 2010.

Relatórios Técnicos N29797- 29800 - **Ensaios de desempenho (Corpo Suspenso, Interação de Portas, Corpo Mole),** Cliente Moura Dubeux Engenharia, Recife, maio, 2008.

SABBATINI, F. H. **Interação Alvenaria/Estrutura.** Trabalho apresentado ao Congresso de Materiais e Tecnologia da Construção - SINDUSCON-MG, Belo Horizonte, 1997. (Não Publicado).

SILVA, Margarete Maria de Araujo. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação.**  
São Paulo, 2003. 167p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAiOIAF/alvenaria-vedacao>, acessado em 15/01/2014;

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAewFgAA/sistemas-estruturais-vedacoes-verticais>,  
acessado em 28/01/2014;

<http://www.pauluzzi.com.br/vedacao.php?PHPSESSID=ccd0dd0c90aa9901b2a2e49d3182897c>, acessado em 31/01/2014;