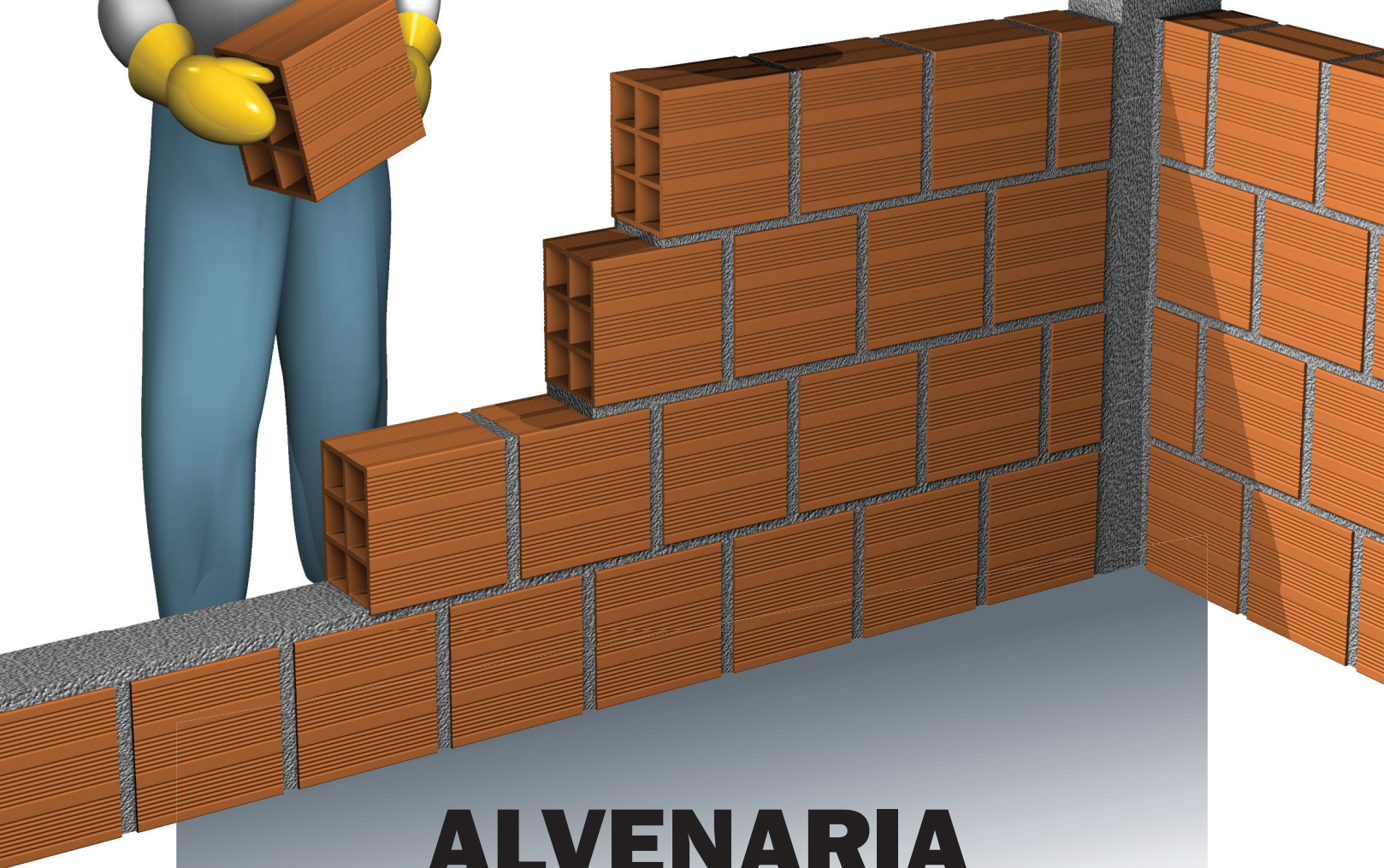




**CÓDIGO  
DE PRÁTICAS**

**Nº 01**



# **ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS**



INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS



FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA



Programa de Tecnologia de Habitação



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

# CÓDIGO DE PRÁTICAS Nº 01

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos  
HABITARE – Programa de Tecnologia de Habitação

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.  
EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Ercio Thomaz  
Cláudio Vicente Mitidieri Filho  
Fabiana da Rocha Cleto  
Francisco Ferreira Cardoso

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

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)

Outros autores: Cláudio Vicente Mitidieri Filho, Fabiana da Rocha Cleto, Francisco Ferreira Cardoso  
Vários co-editores.  
Bibliografia.

1. Alvenaria 2. Blocos cerâmicos 3. Construção 4. Paredes de tijolos 5. Prática de construção 6. Vedação (Tecnologia) I. Thomaz, Ercio. II. Mitidieri Filho, Cláudio Vicente. III. Cleto, Fabiana da Rocha. IV. Cardoso, Francisco Ferreira. V. Série.

09-11727

CDD-690

Índices para catálogo sistemático:

1. Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos : Construção civil 690

ISBN 978-85-09-00170-4



978-85-09-00170-4

## **Agradecimentos**

Agradecemos a participação dos diversos representantes do setor da construção civil, relacionados abaixo, na discussão e elaboração deste Código de Práticas piloto para alvenaria de vedação em blocos cerâmicos:

**ACERTAR** – Associação das Cerâmicas de Tatuí e Região (Vanderlei Lopes, Francisco G. Malavasi);

**ACERVIR** – Associação das Cerâmicas Vermelhas de Itu e Região (Cristhian Ysemburg);

**ANICER** – Associação Nacional da Indústria Cerâmica (Carlos André F. Lanna; Luis Carlos Barbosa Lima);

**ARCO** – Assessoria em Racionalização Construtiva (Luis Sérgio Franco, Cynthia Kamei);

**AsBEA** – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (José Edgar Pompeo);

**CAIXA** – Caixa Econômica Federal (Luiz Guilherme de Mattos Zigmantas, Marcel Minami Borges, Orlando Silva Filho);

**CDHU** – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (Fabio Aquino Leme);

**LÓGICA** Engenharia (Richard Dantas Batista);

**PAULA VIANNA** Consultoria em Projetos S/C Ltda. (Paula Pinheiro de Toledo Vianna);

**PETRA** Arquitetura e Racionalização Construtiva LTDA (Monserrat Dueñas Pena);

**SECOVI-SP** – Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de SP (Ricardo Bunemer);

**SENAI** – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial na Construção Civil (Marcelo Duarte da Silva);

**Sindicercon** – Sindicato da Indústria da Cerâmica para Construção do Estado de SP (Antônio Carlos Gomes Pereira, Walter Gimenez Félix);

**Sinduscon-SP** – Sindicato da Indústria da Construção Civil de Grandes Estruturas no Estado de SP (Erika Urbanjos);

**TECNOLOGYS** (Valério Paz Dornelles, Érico Rodrigo Cassiano, Luciana Sciani);

**UEL** - Universidade Estadual de Londrina (Fernanda Saffaro).

**UFSC** - Universidade Federal de Santa Catarina (Janaide Cavalcante Rocha);



# ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 DOS CÓDIGOS DE PRÁTICAS .....	1
1.2 DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO .....	2
1.3 OBJETIVO .....	3
1.4 CAMPO DE APLICAÇÃO .....	3
1.5 LIMITAÇÕES DE USO .....	4
1.6 TERMINOLOGIA .....	4
1.6.1 ALVENARIA DE VEDAÇÃO .....	4
1.6.2 BISNAGA DE ASSENTAR .....	4
1.6.3 BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO .....	4
1.6.4 BLOCO CERÂMICO ESTRUTURAL.....	4
1.6.5 BLOCO CERÂMICO VAZADO .....	4
1.6.6 BLOCO COMPENSADOR.....	5
1.6.7 BLOCO DE AMARRAÇÃO.....	5
1.6.8 “BONECA” .....	5
1.6.9 CANALETA J.....	5
1.6.10 CANALETA U .....	5
1.6.11 CINTA DE AMARRAÇÃO .....	5
1.6.12 COMPONENTES COMPLEMENTARES.....	5
1.6.13 CONTRAVERGA .....	5
1.6.14 ESCANTILHÃO .....	6
1.6.15 ESCANTILHÃO COM TRIPE .....	6
1.6.16 ESCANTILHÃO TELESCÓPICO .....	6
1.6.17 ESTICADOR DE LINHA.....	6
1.6.18 FINCA-PINOS .....	6
1.6.19 FIO TRAÇANTE .....	6
1.6.20 GRAUTE.....	7
1.6.21 JUNTA A PRUMO .....	7
1.6.22 JUNTA DE CONTROLE .....	7
1.6.23 JUNTA EM AMARRAÇÃO .....	7
1.6.24 JUNTA SECA .....	7
1.6.25 MEIA-CANA .....	7
1.6.26 MÓDULO (M).....	7

1.6.27 PALETE .....	8
1.6.28 “PALHETA”, MEIA-DESEMPENADEIRA OU RÉGUA DE ASSENTAR .....	8
1.6.29 TIJOLO CERÂMICO MACIÇO .....	8
1.6.30 VÃO “EM OSSO” .....	8
1.6.31 VERGA.....	8
1.6.32 VIDA ÚTIL (VU) .....	8
1.6.33 VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP) .....	8
<b>2. ETAPA DE SELEÇÃO DE MATERIAIS .....</b>	<b>9</b>
2.1 BLOCOS CERÂMICOS .....	9
2.2 ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO.....	13
2.3 TELAS METÁLICAS .....	13
<b>3. ETAPA DE PROJETO .....</b>	<b>14</b>
3.1 REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO.....	14
3.2 EXIGÊNCIAS E RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS DE PROJETO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO ....	18
3.2.1 COORDENAÇÃO MODULAR HORIZONTAL E VERTICAL .....	19
3.2.1.1 Disposição das paredes em relação aos pilares.....	20
3.2.1.2 Disposição das paredes em relação com conjunto laje-piso .....	20
3.2.1.3 Coordenação dimensional com esquadrias.....	20
3.2.2 ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA DAS PAREDES DE VEDAÇÃO.....	21
3.2.3 COMPATIBILIZAÇÃO COM PROJETOS DE ESTRUTURAS E DE FUNDAÇÕES.....	22
3.2.4 COMPATIBILIZAÇÃO COM PROJETOS DE SISTEMAS PREDIAIS.....	23
3.2.5 COMPATIBILIZAÇÃO COM PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	23
3.2.6 JUNTAS DE ASSENTAMENTO E JUNTAS DE CONTROLE.....	24
3.2.7 LIGAÇÕES ENTRE PAREDES .....	26
3.2.8 LIGAÇÕES ENTRE ALVENARIAS E PILARES.....	27
3.2.9 FIXAÇÕES (“ENCUNHAMENTOS”) .....	31
3.2.10 REFORÇOS METÁLICOS, VERGAS, CONTRAVERGAS E CINTAS DE AMARRAÇÃO .....	33
3.2.11 FIXAÇÃO DE MARCOS DE PORTAS E JANELAS .....	35
3.2.12 ALVENARIAS DO ÚLTIMO PAVIMENTO .....	35
3.2.13 RECEBIMENTO / ACEITAÇÃO DO PROJETO DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO .....	37

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

<b>4. ETAPA DE EXECUÇÃO .....</b>	<b>39</b>
4.1 ESTOCAGEM DOS MATERIAIS E COMPONENTES .....	39
4.1.1 BLOCOS CERÂMICOS .....	39
4.1.2 AÇO .....	40
4.1.3 CIMENTO, CAL E ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA .....	40
4.1.4 AREIA .....	40
4.2 PREPARO DAS ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E CHAPISCOS.....	40
4.3 FIADA DE MARCAÇÃO (1ª FIADA) .....	42
4.3.1 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS .....	44
4.4 ELEVAÇÃO DAS ALVENARIAS .....	45
4.5 FIXAÇÕES (“ENCUNHAMENTOS”) .....	49
4.6 COLOCAÇÃO DE ESQUADRIAS.....	51
4.7 EMBUTIMENTO DE TUBULAÇÕES .....	53
<b>5. ETAPA DE CONTROLE DA QUALIDADE E RECEBIMENTO ...</b>	<b>55</b>
<b>6. ETAPA DE USO E MANUTENÇÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>7. GARANTIAS E RESPONSABILIDADES .....</b>	<b>61</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIAS DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>62</b>

# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 DOS CÓDIGOS DE PRÁTICAS

Códigos de Práticas são documentos técnicos de referência nacional, porém não normativos, consensualizados entre os principais agentes envolvidos na cadeia produtiva, contribuindo para a consolidação e disseminação do conhecimento relativo a elementos e sistemas construtivos consagrados na construção civil. Os Códigos de Práticas caracterizam-se por recomendar as boas práticas para o processo de produção de edifícios, abrangendo aspectos técnicos desde projeto, execução, controle até uso e manutenção, bem como aspectos contratuais, de garantias e responsabilidades.

A unificação dos procedimentos num único documento, considerando todas as etapas do processo projetual e de produção de um edifício, representa ganho considerável para todos os agentes envolvidos, contribuindo para a maior competitividade do setor e para a obtenção de produtos de melhor desempenho. Tal fato é comprovado pela experiência de vários países, como Austrália, Canadá, França, Estados Unidos, Portugal e Reino Unido, que desenvolveram já há algum tempo os seus respectivos Códigos de Práticas (*Building Codes*), Códigos Técnicos, Documentos Técnicos Unificados (*Documents Techniques Unifiés*) ou Fichas de Construção.

Esse documento está inserido no âmbito do Programa HABITARE, com financiamento da Finep, cuja pesquisa resultou uma proposta de funcionamento institucional e operacional do que pode vir a ser o Sistema Nacional de Códigos de Práticas - SiNCOP, além de um modelo geral de documento, que serve de base para diversos outros elementos da construção, desde os sistemas estruturais até os materiais de acabamento.

O presente código de práticas foi elaborado pelo IPT e pela EPUSP, e consensualizado junto à parcela considerável da cadeia produtiva do setor, com participação de representantes de associações e sindicatos como Anicer, Sindiccon, Acertar, Acervir, Secovi-SP, SindusCon-SP e AsBEA; de organizações públicas como a CAIXA e a CDHU, empresas projetistas de alvenaria, empresas que executam obras de alvenaria e instituições de ensino e pesquisa como IPT, EPUSP, UFSC, UEL e Senai<sup>1</sup>.

1 ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica; Sindiccon – Sindicato da Indústria da Cerâmica para Construção do Estado de SP; ACERTAR – Associação das Cerâmicas de Tatuí e Região; ACERVIR – Associação das Cerâmicas Vermelhas de Itu e Região; SECOVI-SP – Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Adm. de Imóveis Residenciais e Comerciais de SP; CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo; Sinduscon-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil de Grandes Estruturas no Estado de SP; AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura; CAIXA – Caixa Econômica Federal; IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina; UEL – Universidade Estadual de Londrina; SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Construção Civil).

# ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

## 1.2 DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO

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.



Figura 1 - Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos

As alvenarias têm sido empregadas desde a antiguidade, porém o conhecimento adquirido ao longo dos anos tem hoje pouco valor relativo, em função das transformações sofridas pela construção: 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 termo-acústico, resistência à ação do fogo, produtividade e outros. Sob o ponto de vista da isolamento 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.

Diante das novas opções arquitetônicas e estruturais, dos novos modelos de construção, dos novos tipos de blocos vazados desenvolvidos pela indústria cerâmica e até mesmo das novas exigências econômicas e ambientais, justifica-se a elaboração do presente Código de Práticas, alicerçado na efetiva experiência construtiva e na normalização técnica brasileira.

### **1.3 OBJETIVO**

O objetivo desse documento é recomendar e unificar práticas construtivas bem sucedidas, e consensualizadas junto ao setor produtivo, para alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, complementando a normalização técnica e balizando o uso dessa técnica construtiva no Brasil, mesmo considerando-se as especificidades regionais.

Com a aplicação desse documento, que consolida o estado-da-arte de elementos ou técnicas construtivas já consagradas pelo uso, pretende-se otimizar a produtividade e a qualidade das edificações, além de melhor balizar as relações contratuais entre os diferentes agentes da cadeia produtiva, envolvendo empreendedores, fabricantes de materiais e componentes, projetistas, construtoras, agentes promotores, agentes financeiros e responsáveis pela operação e manutenção dos edifícios.

### **1.4 CAMPO DE APLICAÇÃO**

O presente Código de Práticas aplica-se a alvenarias de vedação executadas com blocos cerâmicos vazados assentados com argamassa, preenchendo os reticulados de estruturas de concreto armado ou protendido, concreto pré-moldado, aço, madeira, estruturas mistas aço-concreto e outras. Aplica-se ainda a estruturas pilar-laje e a paredes apoiadas sobre lajes maciças, lajes pré-moldadas, lajes alveolares e lajes mistas *steel-deck*, dentre outras.

As referidas alvenarias podem ser empregadas tanto nas fachadas das construções (paredes externas) como nas paredes internas, além de poderem integrar platibandas, muros de divisa e outros elementos. Podem, ainda, constituir paredes com ou sem revestimento.

As práticas indicadas podem também ser empregadas em vedações em tijolos cerâmicos maciços, sendo que algumas das especificidades relativas ao emprego desses componentes encontram-se indicadas no documento.

# ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

## 1.5 LIMITAÇÕES DE USO

O presente documento não se aplica a obras ou a condições especiais, como por exemplo saunas, piscinas, reservatórios, fornos, câmaras frigoríficas, alvenarias submersas (abaixo do nível do lençol freático) e outras do gênero.

Este documento também não se aplica a obras de alvenaria estrutural e não engloba serviços de revestimento nem de impermeabilização ou pintura.

## 1.6 TERMINOLOGIA

### 1.6.1 ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Parede constituída pelo assentamento de tijolos maciços ou blocos vazados com argamassa, com a função de suportar apenas seu peso próprio e cargas de ocupação como armários, prateleiras, redes de dormir, etc.

### 1.6.2 BISNAGA DE ASSENTAR

Bolsa de couro ou tecido resistente, com formato cônico, tendo no vértice orifício circular, utilizada na execução de alvenarias, para formar cordões para o assentamento ou o rejuntamento dos blocos.

### 1.6.3 BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO

Componente vazado, com furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, que integra alvenarias de vedação intercaladas nos vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outros materiais. Normalmente são empregados com os furos dispostos horizontalmente, devendo resistir somente ao peso próprio e a pequenas cargas de ocupação.

### 1.6.4 BLOCO CERÂMICO ESTRUTURAL

Componente vazado, com furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, que integra alvenarias que constituem o arcabouço resistente da construção, sendo normalmente aplicados com os furos dispostos verticalmente. Pode também ser aplicado em alvenarias de vedação.

### 1.6.5 BLOCO CERÂMICO VAZADO

Componente de alvenaria fabricado com material cerâmico, com furos posicionados vertical ou horizontalmente, com área útil do material cerâmico não excedendo a 25% da correspondente área bruta da seção.

### **1.6.6 BLOCO COMPENSADOR**

Componente com medidas equivalentes a sub-módulo do comprimento do bloco padrão (exemplo 1/4 M e 1/8 M), utilizado para complementar vãos que não sejam múltiplos inteiros do módulo.

### **1.6.7 BLOCO DE AMARRAÇÃO**

Bloco com dimensões que permitem a amarração das paredes entre si, sem interferir na modulação.

### **1.6.8 “BONECA”**

Pequeno trecho saliente de alvenaria destinado ao alojamento de tubulações ou à fixação de marcos de portas e janelas.

### **1.6.9 CANALETA J**

Componente cerâmico com seção em forma de J, sem paredes transversais, que permite o apoio de lajes sem que se quebre a modulação vertical das fiadas nas paredes de fachada.

### **1.6.10 CANALETA U**

Componente cerâmico com seção em forma de U, sem paredes transversais, que permite a construção de cintas de amarração, vergas e contravergas. Aplicada no topo de paredes internas, permite o apoio de laje sem que se quebre a modulação vertical das fiadas.

### **1.6.11 CINTA DE AMARRAÇÃO**

Reforço de material resistente à tração e ao cisalhamento, introduzida e solidarizada às alvenarias para melhorar o desempenho das paredes frente a essas tensões.

### **1.6.12 COMPONENTES COMPLEMENTARES**

Blocos ou outros componentes cerâmicos que integram as alvenarias com função específica.

### **1.6.13 CONTRAVERGA**

Reforço de material resistente à tração e ao cisalhamento, introduzida e solidarizada às alvenarias, localizada na parte inferior de vãos, como os de janelas, com a finalidade de absorver essas tensões.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

### 1.6.14 ESCANTILHÃO

Régua graduada, com subdivisão correspondente à altura de cada fiada, utilizada para obediência à modulação vertical da alvenaria e também para orientar o prumo das paredes.

### 1.6.15 ESCANTILHÃO COM TRIPÉ

Escantilhão suportado na vertical por três hastes articuladas, fixadas na base com pregos de aço, parafusos com buchas ou outros recursos, com sistema de regulagem que possibilita mantê-lo no prumo e alinhar a primeira marca com a cota da primeira fiada.

### 1.6.16 ESCANTILHÃO TELESCÓPICO

Escantilhão constituído por partes escamoteáveis, com regulagem de altura e sistema de molas que lhes confere capacidade de encaixar-se e manter-se preso nos reticulados da estrutura, com possibilidade de manter-se apurado e alinhado com a cota da primeira fiada.

### 1.6.17 ESTICADOR DE LINHA

Ferramenta normalmente de madeira, com formato de “U”, com a linha de náilon enrolada na base do “U”; encaixa-se a ferramenta nos blocos extremos da fiada que se está executando, com suas pernas enviesadas em relação ao eixo da parede, de forma que ao se esticar a linha a ferramenta fica presa por atrito e permite manter a linha esticada.

### 1.6.18 FINCA-PINOS

Ferramenta semelhante a uma pistola, destinada a cravar pinos de aço no concreto, na alvenaria ou em outros materiais, funcionando à base de explosivos; a ferramenta deve ser operada por profissionais habilitados, devendo apresentar regulagem de pressão (diferentes para os diferentes tipos de base) e sistema de comando que evite a deflagração acidental do projétil (pino de aço).

### 1.6.19 FIO TRAÇANTE

Barbante / fio de algodão que é impregnado com pó colorido (“vermelhão” ou equivalente), destinado à marcação de paredes, eixos de referência, etc; na exata posição que se quer demarcar, o fio é distendido e suportado nas extremidades, sendo em seguida esticado intermediariamente para que forme uma catenária invertida; soltando-se repentinamente o fio tensionado, grava na base a linha desejada.

### **1.6.20 GRAUTE**

Micro-concreto ou argamassa auto-adensável, isto é, material que se acomoda no interior do molde sem a necessidade de ser socado ou vibrado, com a função de solidarizar a armadura à alvenaria.

### **1.6.21 JUNTA A PRUMO**

Assentamento de blocos ou tijolos onde os componentes da fiada superior projetam-se exatamente sobre os componentes inferiores, isto é, as juntas verticais de assentamento resultam alinhadas.

### **1.6.22 JUNTA DE CONTROLE**

Junta introduzida em parede muito longa, em seção com mudança abrupta de direção ou mudança de espessura da parede, com a finalidade de evitar a fissuração da alvenaria.

### **1.6.23 JUNTA EM AMARRAÇÃO**

Assentamento de blocos ou tijolos de forma defasada, isto é, o componente superior projeta-se simultaneamente sobre as duas metades dos componentes inferiores, aceitando-se sobreposição mínima de um quarto do comprimento em trechos localizados das paredes.

### **1.6.24 JUNTA SECA**

Encontro vertical entre dois blocos contíguos, sem argamassa na junta vertical de assentamento.

### **1.6.25 MEIA-CANA**

Ferramenta côncava destinada à execução de alvenarias, com pequena largura, com capacidade para recolher quantidade de argamassa compatível com a dimensão do cordão que se pretende constituir para o assentamento de blocos.

### **1.6.26 MÓDULO (M)**

Unidade de medida padrão que representa a distância entre dois planos consecutivos do reticulado modular de referência (em geral, assume-se para essa distância o valor de um decímetro: 1M = 10cm).



#### **1.6.27 PALETE**

Plataforma de madeira sobre a qual se empilham os blocos ou tijolos a fim de transportá-los em maior quantidade e de forma segura, possibilitando ainda o içamento através de guias ou guinchos e facilitando o encaixe de garfos de carrinhos porta-paletes.

#### **1.6.28 “PALHETA”, MEIA-DESEMPENADEIRA OU RÉGUA DE ASSENTAR**

Régua com largura em torno de 4 ou 5cm, ligeiramente mais comprida que os blocos, com a qual se recolhe argamassa da masseira e a deposita sobre o bloco mediante pequenos movimentos de translação e rotação (raspando a ferramenta na lateral do bloco e deixando a argamassa depositada no seu topo).

#### **1.6.29 TIJOLO CERÂMICO MACIÇO**

Componente de alvenaria com forma de paralelepípedo, com todas as faces plenas de material cerâmico, podendo apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área.

#### **1.6.30 VÃO “EM OSSO”**

Dimensões de uma parede ou de um vão de esquadria, ou ainda medida linear entre faces de componentes estruturais ou de paredes, sem que tenha ocorrido aplicação de qualquer tipo de acabamento na obra bruta (estrutura e alvenarias).

#### **1.6.31 VERGA**

Reforço de material resistente à flexão e ao cisalhamento, introduzida e solidarizada às alvenarias sobre os vãos como os de portas ou janelas, com a finalidade de absorver tensões que se concentram no entorno dos vãos.

#### **1.6.32 VIDA ÚTIL (VU)**

Período de tempo durante o qual o edifício ou seus sistemas mantém o desempenho esperado, quando submetidos às atividades de manutenção pré-definidas no respectivo manual de operação, uso e manutenção.

#### **1.6.33 VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP)**

Período estimado de tempo em que um sistema é projetado para atender aos requisitos de desempenho estabelecidos na série de normas NBR 15575, desde que cumprido o programa de manutenção previsto no respectivo manual de operação, uso e manutenção.

# 2

## ETAPA DE SELEÇÃO DE MATERIAIS

### 2.1 BLOCOS CERÂMICOS

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.

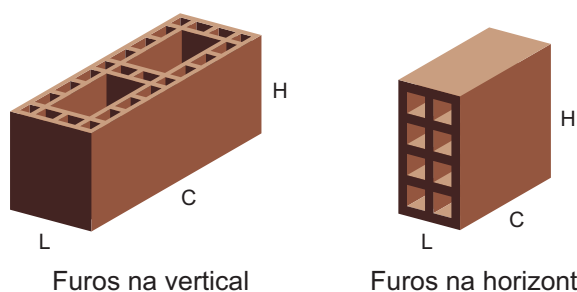


Figura 2 – Representação dos blocos cerâmicos de vedação

As dimensões de fabricação (largura - L, altura - H e comprimento - C) devem ser correspondentes a múltiplos e submúltiplos do módulo dimensional  $M = 10 \text{ cm menos } 1 \text{ cm}$ , conforme dimensões padronizadas indicadas na Tabela 1.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

**Tabela 1 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação**

L x H x C	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco	1/2 Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M	11,5	11,5	24	11,5
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M		14	24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M	14	19	39	19
(3/2) M x (2) M x (2) M			19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M			29	14
(2) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19

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.

As características que os blocos cerâmicos de vedação devem apresentar, de acordo com a norma NBR 15270-1, são resumidas na Tabela 2.

**Tabela 2 - Características exigidas para os blocos cerâmicos de vedação**

<b>Características visuais</b>	<b>Não apresentar quebras, superfícies irregulares ou deformações</b>
Forma	Prisma reto
Tolerância dimensional individual relacionada à dimensão efetiva	$\pm 5$ mm (largura, altura ou comprimento)
Tolerância dimensional relacionada à média das dimensões efetivas	$\pm 3$ mm (largura, altura ou comprimento)
Espessura das paredes internas dos blocos	$\geq 6$ mm
Espessura das paredes externas dos blocos	$\geq 7$ mm
Desvio em relação ao esquadro	$\leq 3$ mm
Planeza das faces	Flecha $\leq 3$ mm
Resistência à compressão (área bruta)	$\geq 1,5$ MPa (para furos na horizontal)
	$\geq 3,0$ MPa (para furos na vertical)
Índice de absorção de água (AA)	$8\% \leq AA \leq 22\%$

As características apresentadas na Tabela 2 devem ser verificadas para os blocos cerâmicos conforme os procedimentos de ensaios definidos na norma NBR15270-3. Com a finalidade de caracterização e aceitação ou rejeição dos blocos cerâmicos, essa norma descreve os métodos de ensaios para a avaliação de conformidade dos mesmos, incluindo a determinação de suas características geométricas, físicas e mecânicas.

Para avaliação da conformidade dos blocos, além de uma inspeção geral (onde se verifica a correta identificação dos blocos, incluindo a marca do fabricante em cada peça, e as caracterís-

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

ticas visuais dos blocos), deve ser realizada inspeção por ensaios para determinação de suas características geométricas (valores das dimensões das faces, espessura das nervuras que formam os septos e das paredes externas do bloco, esquadro e planeza das faces), de sua caracterização física (índice de absorção de água) e sua caracterização mecânica (resistência à compressão). Para tanto, deve-se observar os lotes de fornecimento com no máximo 100.000 blocos ou fração, de acordo com as amostragens e critérios de aceitação e rejeição apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Amostragens e critérios de aceitação e rejeição**

Inspeções e ensaios realizados	Nº Blocos ensaiados		Blocos não-conforme			
	1ª amostra	2ª amostra	1ª amostragem		2ª amostragem	
			Nº aceitação	Nº rejeição	Nº aceitação	Nº rejeição
Identificação dos blocos	13	-	0	1	-	-
Características visuais	13	13	2	5	6	7
Características geométricas	13	-	2	3	-	-
Caracterização física	6	-	1	2	-	-
Caracterização mecânica	13	-	2	3	-	-

(-) não se aplica a dupla amostragem.

Análises e ensaios periódicos são realizados em blocos cerâmicos de empresas que participam do Programa Setorial da Qualidade de Blocos Cerâmicos – PSQ-BC<sup>2</sup>, em vigor no âmbito do PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), vinculado ao Ministério das Cidades.

No PSQ-BC são realizadas, periodicamente, as seguintes análises de acordo com a norma NBR 15270:

- Nível 1: Inscrição (Identificação), Avaliação Visual e Verificação das Características Geométricas (Dimensional).
- Nível 2: Requisitos exigidos no Nível 1 mais Absorção de Água e Resistência à Compressão.
- Nível 3: Avaliação de Conformidade do Produto no âmbito do SBAC - Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade, INMETRO (Certificação).

<sup>2</sup>O PSQ-BC, sob gestão da ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica, regulamenta a avaliação da conformidade de blocos cerâmicos para alvenaria de vedação e estrutural das empresas participantes do Programa (maiores informações no site: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h>).



Para o caso da utilização de tijolos maciços cerâmicos para alvenaria deve-se verificar as especificações constantes da norma NBR 7170 (características visuais, geométricas e mecânicas), considerando os respectivos critérios de aceitação e rejeição. A verificação da resistência à compressão do tijolo deve ser feita conforme método de ensaio apresentado na norma NBR 6460.

## **2.2 ARGAMASSA 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.

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.

Os ensaios recomendados para as argamassas de assentamento, conforme a NBR 13281, são os seguintes: 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.

## **2.3 TELAS METÁLICAS**

Recomenda-se que as telas utilizadas na ligação alvenaria – pilar sejam telas metálicas eletrosoldadas, galvanizadas, e dotadas de fios com diâmetro em torno de 1 mm e malha quadrada de 15 mm. As telas devem atender às especificações da norma NBR 10119.

# 3

## ETAPA DE PROJETO

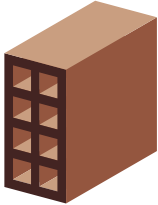
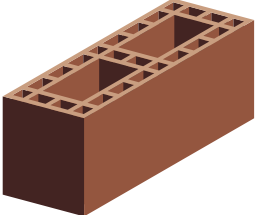
### 3.1 REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

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 ser empregados blocos que atendam às exigências relacionadas no item 2.1. Blocos com resistência mínima à compressão de 1,5 MPa podem ser utilizados em paredes de vedação com as alturas indicadas na Tabela 7 apresentada no item 3.2.2; 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, indicados na Tabela 4.

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 para as alvenarias os valores admissíveis e resistência à tração na flexão indicados na Tabela 4.

**Tabela 4 - Módulo de deformação e resistência à flexão de alvenarias de vedação em blocos cerâmicos**

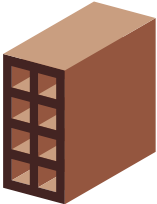
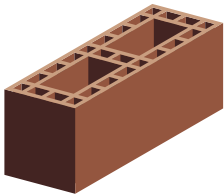
Tipo de bloco	Módulo de deformação à compressão axial (GPa)	Resist. admissível - tração na flexão (MPa)	
		direção x (comprimento da parede)	direção y (altura da parede)
	1,8	0,05	0,10
	2,5	0,10	0,15

OBS: Argamassa de assentamento: resistência à compressão  $\geq 5$  MPa.

Relativamente a cargas dinâmicas, para blocos que atendam exigências do item 2.1, 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 5 (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 5.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

**Tabela 5 - Resistência a impactos de corpo mole e capacidade de fixação de peças suspensas de alvenarias de vedação em blocos cerâmicos**

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	**	**	**	
		*	**	**	**	

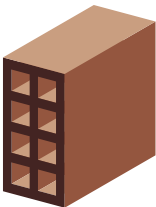
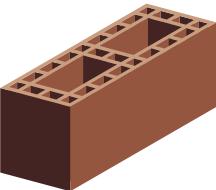
(\*) alvenaria revestida nas duas faces, camada de 1,5cm de argamassa no traço 1 : 2 : 9 (cimento, cal hidratada e areia média lavada, em volume).

OBS: Argamassa de assentamento dos blocos com resistência à compressão  $\geq 5$  MPa, mãos-francesas de sustentação de peças suspensas fixadas com buchas de náilon e parafusos com diâmetro de 8mm.

NOTA: Os valores não indicados (\*\*) devem ser objeto de investigação técnica. A Tabela 5 será completada em versão futura do presente documento.

A aplicação de revestimentos em argamassa ou gesso pode melhorar substancialmente o desempenho das alvenarias frente à ação do fogo, aumentando ainda a isolação térmica e acústica. Valores médios dessas características, obtidas com a realização de ensaios de laboratório, são indicados na Tabela 6.

**Tabela 6 - Resistência térmica, isolação acústica e resistência ao fogo de alvenarias de vedação em blocos cerâmicos**

Tipo de bloco	Largura do bloco (cm)	Características das paredes				
		Revestimento	Resistência térmica (m <sup>2</sup> .°C / W)	Isolação acústica (dB)	Resistência ao fogo (minutos)	
	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 ≥ 5 MPa, mãos-francesas de sustentação de peças suspensas fixadas.

NOTA: Os valores não indicados (\*\*) devem ser objeto de investigação técnica. A Tabela 6 será completada em versão futura do presente documento.



## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

### 3.2 EXIGÊNCIAS E RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS DE PROJETO DE ALVENARIAS 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 acústica, à resistência ao fogo e a outras características. Assim sendo, na seleção do sistema de blocos deve-se considerar:

- a) dimensões modulares / peso dos blocos (aspectos ergonômicos e de produtividade);
- b) disponibilidade de blocos especiais (para coordenação modular nos encontros entre paredes);
- c) disponibilidade de peças complementares (meio-blocos, canaletas, blocos compensadores, etc);
- 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 térmica;
- l) isolamento acústica;
- m) resistência ao fogo.

O projeto de arquitetura tem grande influencia 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 se pode conseguir com diferentes recursos arquitetônicos, como molduras, cornijas, capitéis, peitoris, pingadeiras e outros.

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 hidrofugante, 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.

### 3.2.1 COORDENAÇÃO MODULAR HORIZONTAL E VERTICAL

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 3).

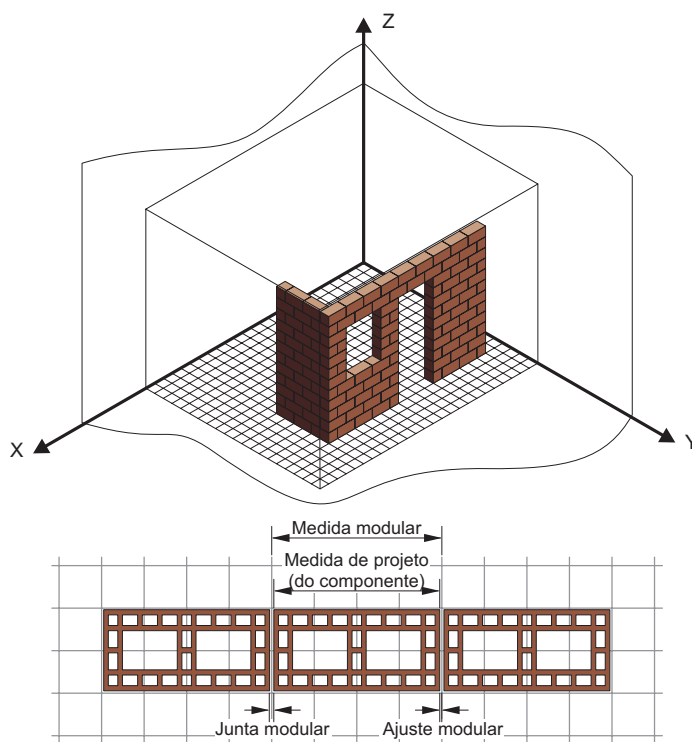


Figura 3 – Reticulado modular e medida modular

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

### 3.2.1.1 Disposição das paredes em relação aos pilares

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, alinhadas 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.

### 3.2.1.2 Disposição das paredes em relação com conjunto laje-piso

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.

### 3.2.1.3 Coordenação dimensional com esquadrias

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 tratadas no item 4.6.

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 tacos de madeira: 2 a 3 cm em relação à alvenaria (para 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.

### **3.2.2 ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA DAS PAREDES DE VEDAÇÃO**

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 4, não devem ser superados os valores indicados na Tabela 7.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

**Tabela 7 - Alturas e distâncias máximas entre elementos contraventantes de paredes de vedação em blocos cerâmicos**

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 esbelteza (altura / espessura) maior do que 30 (deve-se ter  $h/t \leq 30$ ).

OBS 2: As paredes com as alturas da Tabela 7 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).

### 3.2.3 COMPATIBILIZAÇÃO COM PROJETOS DE ESTRUTURAS E DE FUNDAÇÕES

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:

- 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;
- 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 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, conforme considerado nas alíneas 3.2.8, 3.2.9 e 3.2.10.

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.

#### **3.2.4 COMPATIBILIZAÇÃO COM PROJETOS DE SISTEMAS PREDIAIS**

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.

#### **3.2.5 COMPATIBILIZAÇÃO COM PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

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 com-

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

posta 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.

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.

### 3.2.6 JUNTAS DE ASSENTAMENTO E JUNTAS DE 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 “pilaretes”. 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.

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 a fim 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 8.

**Tabela 8 - Distâncias máximas entre juntas de controle em alvenarias de vedação em blocos cerâmicos**

Largurado bloco(cm)	Paredes internas		Fachadas / muros de divisa	
	sem aberturas de portas ou janelas (cm)	com aberturas de portas ou janelas (cm)	sem aberturas de portas ou janelas (cm)	com aberturas de portas ou janelas (cm)
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  $\phi$  5mm a cada duas fiadas, conforme Figura 4. 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.



## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

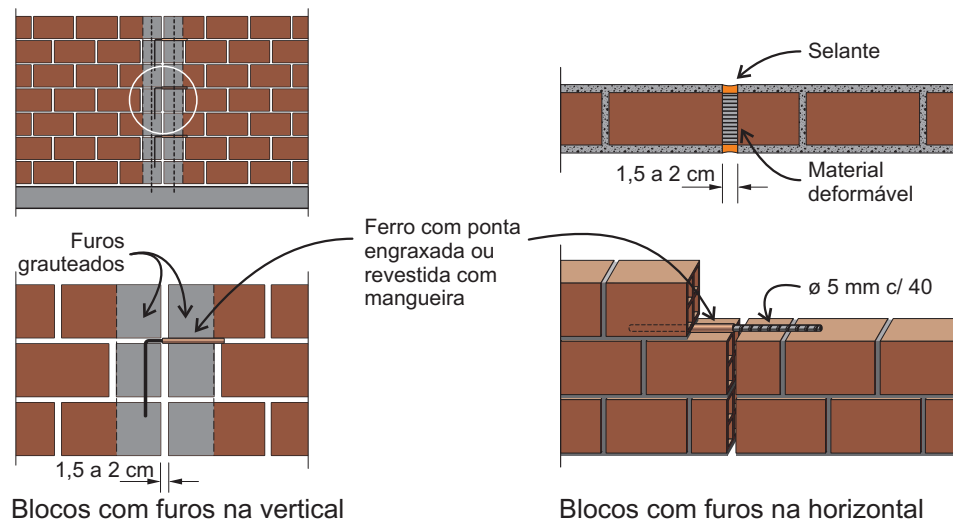


Figura 4 - Junta de controle: a) ligação com ferro a cada duas fiadas;  
b) acabamento com material deformável e selante flexível

### 3.2.7 LIGAÇÕES ENTRE PAREDES

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 5.

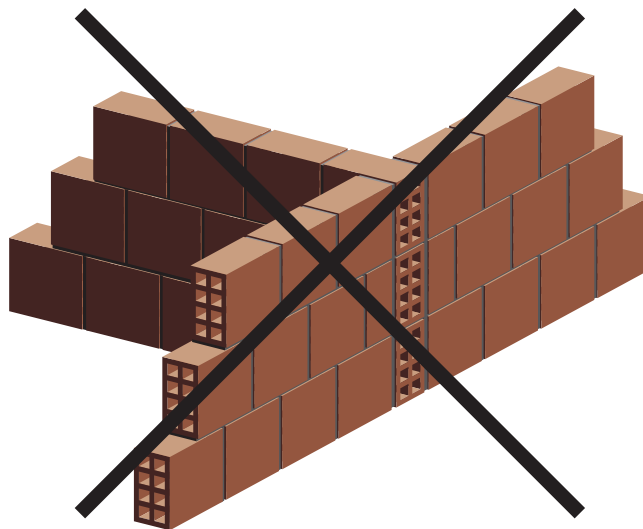


Figura 5 - Juntas a prumo não recomendadas para as paredes de fachada

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.

### **3.2.8 LIGAÇÕES ENTRE ALVENARIAS E PILARES**

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 na Figura 8.

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, a fim de prevenir futuros destacamentos. Como regra geral, as ligações com os pilares podem ser executadas com telas metálicas especificadas de acordo com o item 2.3, 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 90°, conforme ilustrado na Figura 6, 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.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

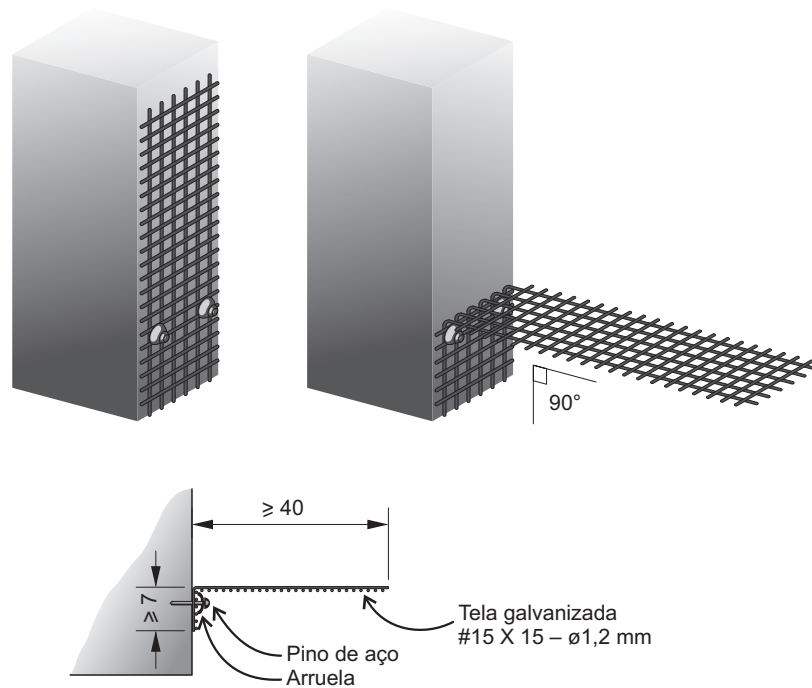
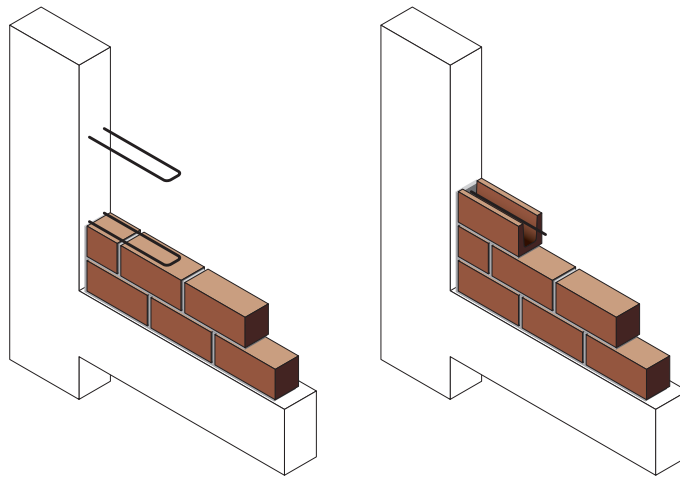


Figura 6 - Fixação entre alvenarias e pilares com o emprego de tela metálica galvanizada.

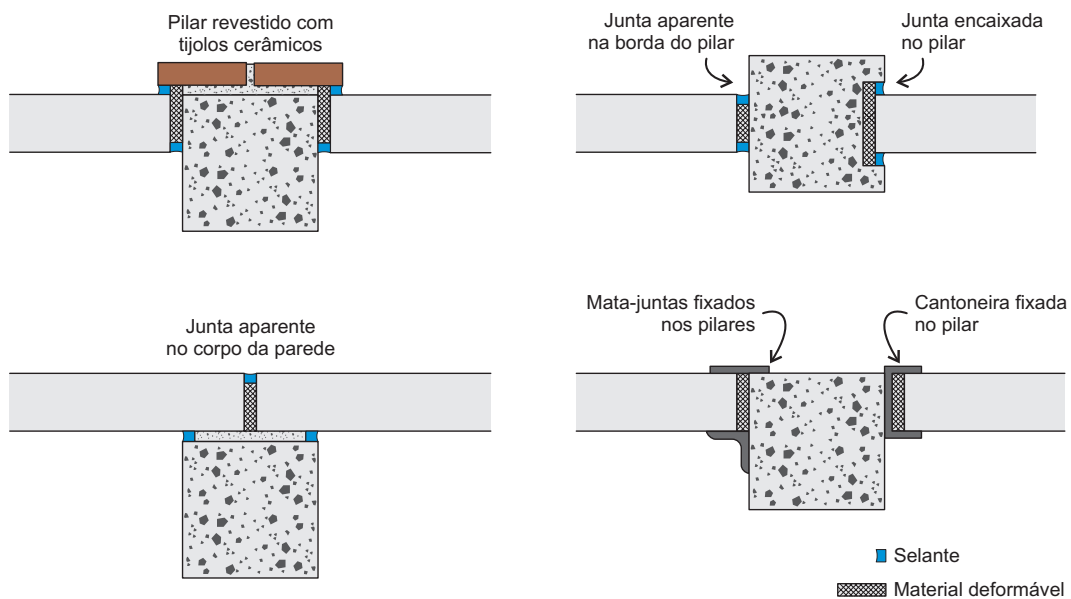
Ligações mais fortes podem ser obtidas com armações de espera introduzidas na armadura do pilar (ferros dobrados, faceando a fôrma internamente), ou com “ferros-cabelo” posteriormente colados em furos executados com brocas de vídea  $\phi$  8mm (colagem com resina epóxi); nos casos correntes recomenda-se introduzir um ferro de  $\phi$  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 7.



**Figura 7 - Ligações entre alvenarias e pilares com gancho de aço de dois ramos ou com auxílio de blocos tipo canaleta.**

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 higrótérmicas 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 “ferros-cabelo”, procedendo-se ao acabamento com selante flexível; a Figura 8 ilustra algumas soluções construtivas para essas juntas.



**Figura 8 - Ligações entre alvenarias e pilares, recomendadas para estruturas flexíveis.**

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

No caso de ligação com estruturas metálicas, as ancoragens podem ser executadas com insertos de aço soldados nos pilares e chumbados nas juntas horizontais de assentamento, seguindo-se os mesmos preceitos estabelecidos nas alíneas anteriores (bitolas, espaçamentos, transpasses, emprego de meio-blocos, canaletas, telas de reforço no revestimento, etc.). A Figura 9 e a Figura 10 ilustram algumas possibilidades de ligações entre alvenarias e pilares metálicos.

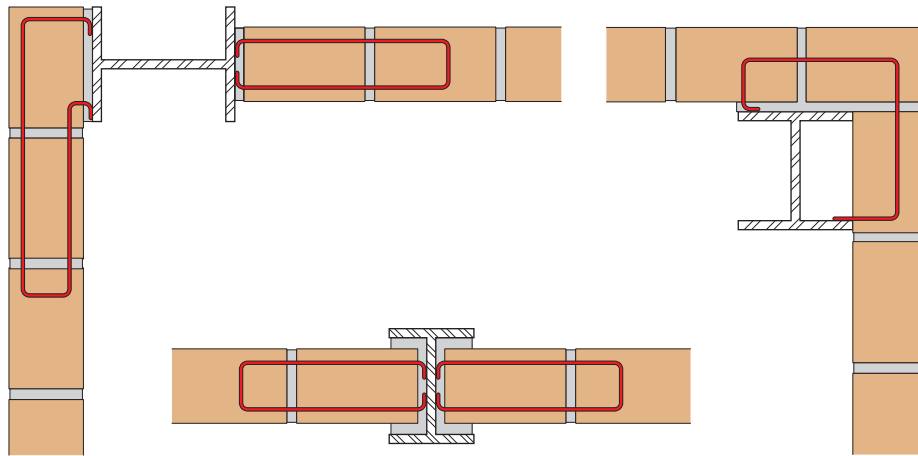


Figura 9 - Ligações entre alvenarias e pilares de aço – estrutura aparente.

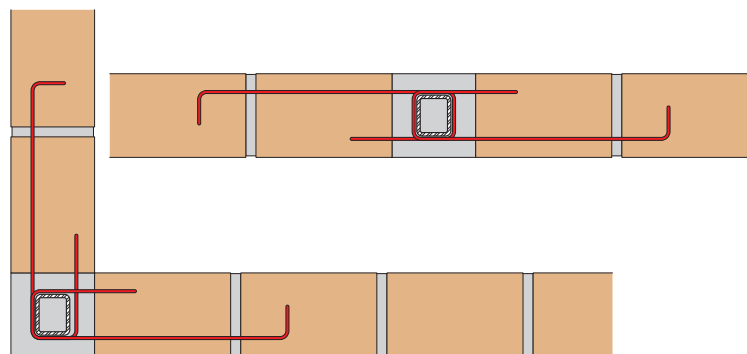


Figura 10 - Ligações entre alvenarias e pilares de aço – estrutura embutida.

Em função de acentuadas diferenças entre as propriedades físicas dos aços e dos materiais constituintes das alvenarias (módulo de deformação, coeficiente de dilatação térmica), e principalmente em função da dificuldade de conseguir-se boa aderência entre um material pétreo e um metal, particularmente nas paredes de fachada é mais segura a adoção de juntas flexíveis nos encontros entre pilares e paredes, com detalhes idênticos àqueles apresentados na Figura 8.

As alvenarias de vedação podem ainda ser posicionadas externamente à estrutura de aço, apoiando-se em pequenos balanços das lajes de piso ou, no caso de sobrados, sendo elevadas desde as fundações; nessa última hipótese, deve-se cuidar para que os blocos cerâmicos apresentem resistência suficiente para suportar o peso próprio da parede com pé-direito mais elevado.

### 3.2.9 FIXAÇÕES (“ENCUNHAMENTOS”)

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 11), facilitando-se sobremaneira a execução da fixação (“encunhamento”).

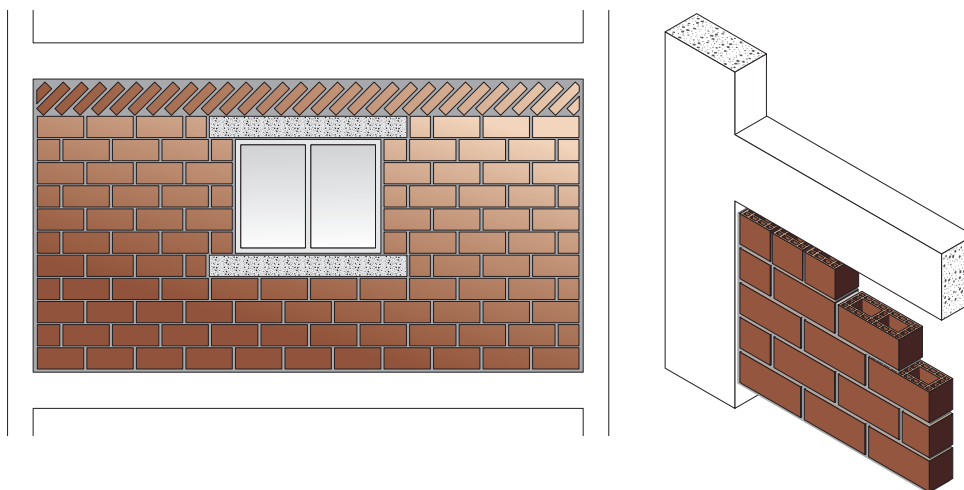


Figura 11 - Fixação (“encunhamento”) de parede com o emprego de tijolos de barro cozido ou meio blocos

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

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

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 12. A ancoragem superior das paredes, nesse caso, pode ser feita com insertos de aço (ferro de  $\phi$  6mm, espaçamento em torno de 2m), fixados nas vigas ou lajes mediante furação (broca  $\phi$  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”).

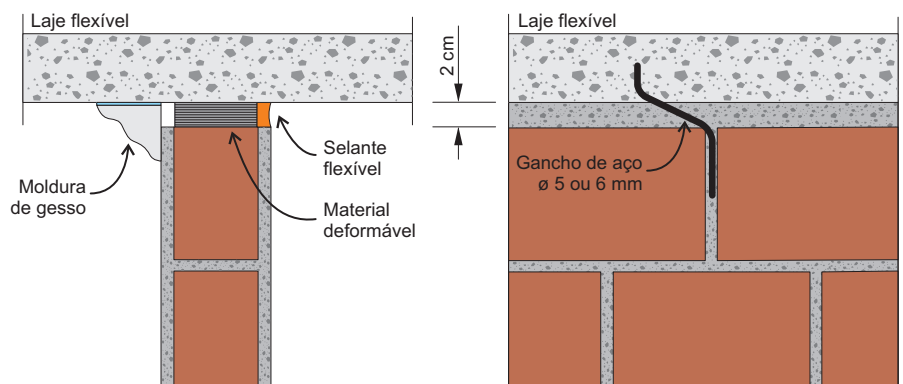


Figura 12 - Detalhes de ligação das alvenarias com viga ou laje muito deformável.

Para as ligações com vigas de aço ou lajes mistas *steel deck* valem as mesmas recomendações anteriores, ressaltando-se mais uma vez que as alvenarias de fachada podem ser posicionadas externamente à estrutura, conforme detalhe ilustrado na Figura 13.

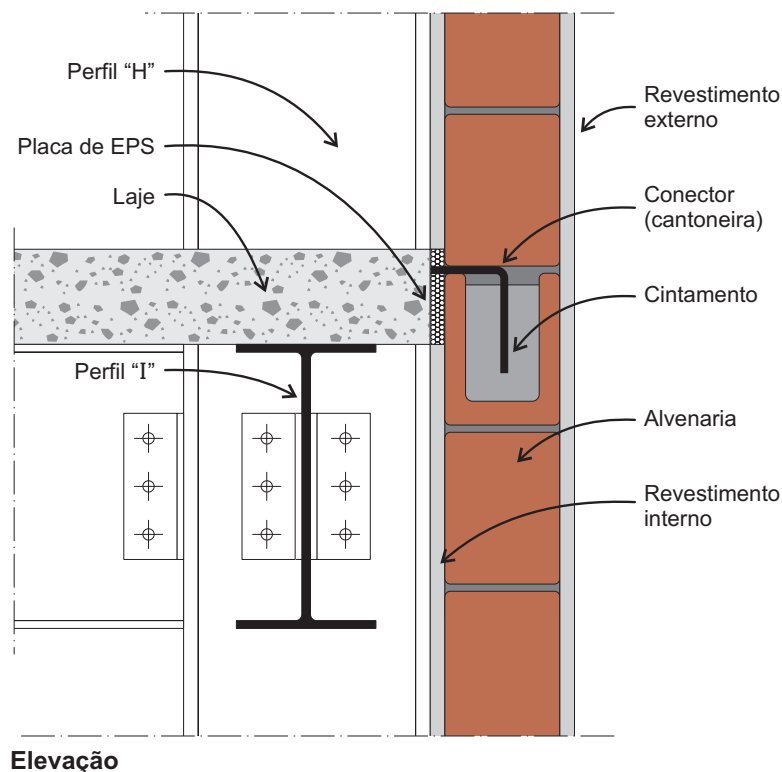


Figura 13 - Alvenarias posicionadas externamente à estrutura metálica.

### 3.2.10 REFORÇOS METÁLICOS, VERGAS, CONTRAVERGAS E CINTAS DE AMARRAÇÃO

A introdução de uma taxa mínima de armadura na alvenaria (0,2% por exemplo) não chega a aumentar significativamente a resistência à compressão da parede; entretanto, tal armadura melhora substancialmente o comportamento da alvenaria quanto à fissuração, normalmente provocada por flexão ou torção da estrutura de apoio, ocorrências de recalques diferenciados ou qualquer outra espécie de ação. Tais armaduras podem ser integrantes de cintas de amarração ou pilaretes grauteados, ou serem constituídas por ferros corridos ou treliças planas embutidas nas juntas de assentamento.

Com a finalidade de absorver tensões que se concentram nos contornos dos vãos, oriundas de deformações impostas, devem ser previstas vergas e contra-vergas com transpasse em torno de 20% da largura do vão, avançando no mínimo 20 cm para cada lado do vão, conforme Figura 14.



## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

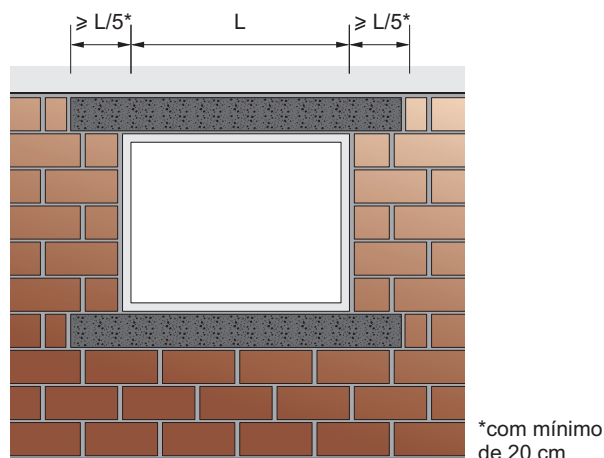


Figura 14 - Vergas e contravergas no contorno de vãos de janelas

No caso de vãos sucessivos, as vergas e contravergas devem ser contínuas (Figura 15); em casos especiais (janelas ou portas de grandes dimensões, paredes muito altas), vergas e contravergas devem ser dimensionadas como vigas.

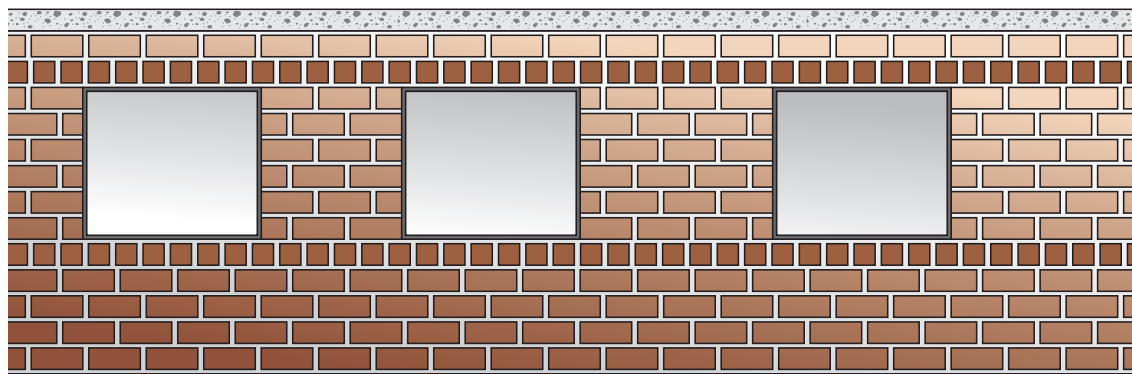


Figura 15 - Vergas e contravergas contínuas em alvenaria com aberturas sucessivas

No caso de paredes com alturas relativamente elevadas, respeitados os limites da Tabela 6, devem ser previstas cintas de amarração intermediárias, introduzidas sobretudo para minimizar o risco de formação de fissuras e também para absorver a ação de cargas laterais. Acima dos limites de altura especificados na Tabela 6, as paredes devem ser dimensionadas como alvenarias estruturais.

Vergas, contravergas e cintas de amarração devem ser convenientemente armadas, recomendando-se pelo menos dois ferros com diâmetro de 6 mm; podem ser construídas com concreto normal, ou com graute no caso do preenchimento de canaletas.

A prática de adotar-se coxins pré-moldados de distribuição nas laterais dos vãos, ao invés de contravergas contínuas, deve ser cuidadosamente estudada, já que tais elementos não têm poder de redistribuir tensões provocadas por movimentações térmicas ou distorções dos panos no plano das paredes.

### **3.2.11 FIXAÇÃO DE MARCOS DE PORTAS E JANELAS**

A paginação das paredes deve indicar com precisão posicionamentos e dimensões dos vãos em osso (e não dos vãos acabados ou dos caixilhos) a serem inseridos na alvenaria. Com base nessas dimensões, devem ser previstos gabaritos metálicos indeformáveis para garantia das dimensões lineares e dos ângulos. No caso do emprego de contramarcos, estes devem ser fixados durante a própria elevação da parede, dispensando-se os gabaritos.

O projeto da alvenaria deve indicar dimensões e detalhes construtivos de posição de vergas e contravergas contemplando no caso de vãos muito grandes ou esquadrias muito pesadas a introdução de pilaretes laterais aos vãos, construídos em concreto amado ou mediante armação e grauteamento dos furos dos blocos imediatamente vizinhos aos vãos. Caso as esquadrias venham a ser fixadas com parafusos e buchas, os furos dos blocos laterais ao correspondente vão sempre devem ser grauteados.

Em função do sistema de fixação da esquadria, a folga em cada face do contorno do vão pode variar desde 10 mm (fixação com poliuretano expandido), passando por 20 mm (fixação com parafusos e buchas, prevendo-se 20 mm para a espessura da argamassa de requadramento do vão) e chegando até cerca de 30 ou 40 mm (fixação com grapas). No caso da colocação de peitoris pré-moldados ou constituídos por placas de rocha o correspondente espaço deve ser reservado na altura do vão.

### **3.2.12 ALVENARIAS DO ÚLTIMO PAVIMENTO**

As alvenarias do último pavimento são em geral muito solicitadas pelas movimentações térmicas das lajes de cobertura; neste aspecto, cuidados como sombreamento, ventilação dos áticos e isolamento térmica da laje de cobertura podem minimizar a ocorrência de problemas. Soluções mais eficazes exigem a inserção de juntas de dilatação na laje de cobertura, adoção de apoios deslizantes (neoprene, teflon, camada dupla de manta de PVC), fixações (“encunhamentos”) deformáveis, reforços mais cuidadosos nos vértices das aberturas etc.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

Pode-se também recorrer ao seccionamento das paredes do último pavimento, mediante introdução de juntas de controle ou adoção de portas com bandeiras (parede naturalmente seccionada pelo vão), conforme ilustrado na Figura 16. Outros aspectos que podem ser contemplados, também como soluções alternativas, são a adoção de pintura branca ou reflexiva na face superior das telhas, de subcoberturas que diminuam sensivelmente a reirradiação das telhas para as lajes, de armaduras nas juntas de assentamento das últimas fiadas e inserção de tela metálica no revestimento, no encontro alvenaria / estrutura.

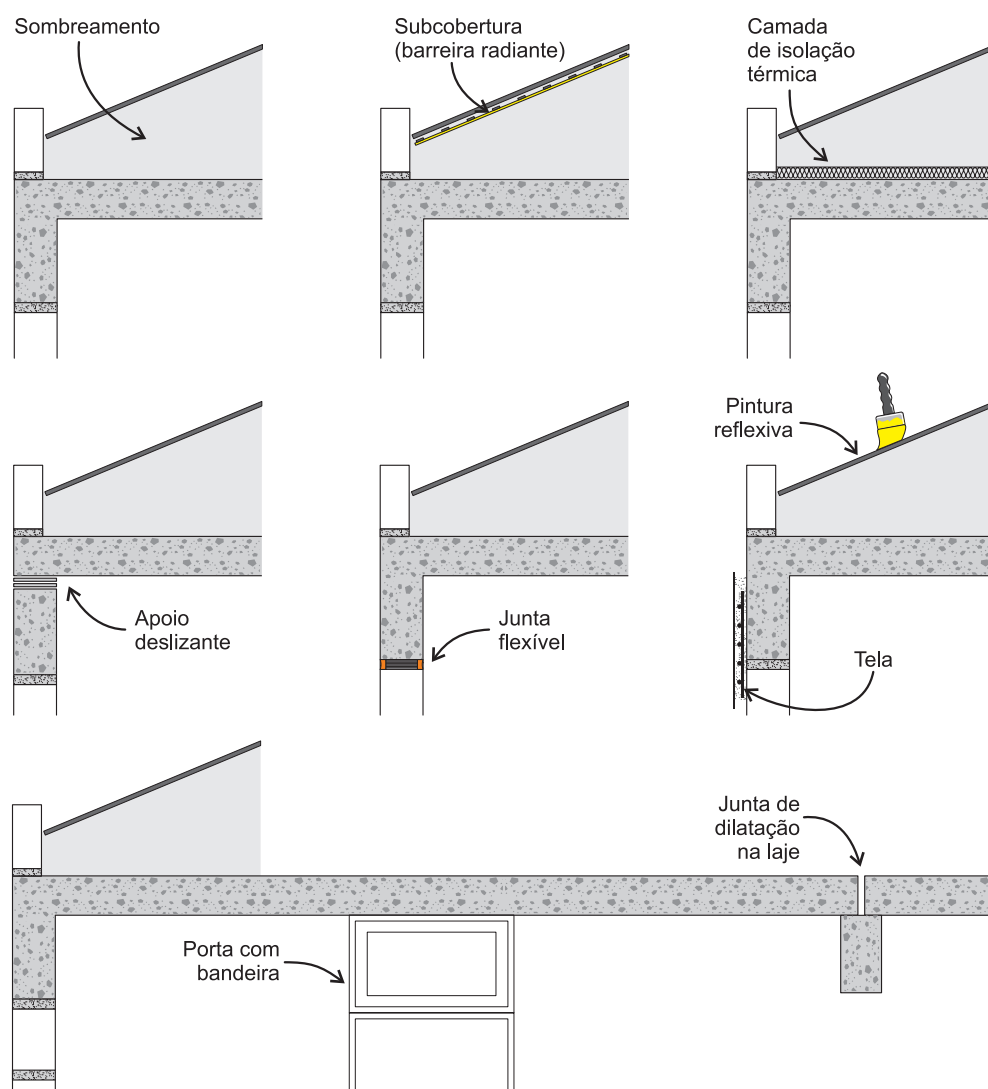


Figura 16 - Soluções alternativas para o último pavimento: detalhes construtivos para minimizar risco de ocorrência de fissuras e destacamentos nas paredes.

### **3.2.13 RECEBIMENTO / ACEITAÇÃO DO PROJETO DAS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO**

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 1ª e 2ª 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 pilaretes 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 9, por exemplo.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

**Tabela 9 - Modelo de ficha para controle do projeto de alvenaria de vedação do pavimento tipo**

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
	SIM	NÃO	
1. Foram apresentadas todas as pranchas necessárias, paginação das paredes, cortes e detalhes construtivos?			
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
	SIM	NÃO	
1. Projeto adequado do ponto de vista da coordenação dimensional?			
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 ETAPA DE EXECUÇÃO

## 4.1 ESTOCAGEM DOS MATERIAIS E COMPONENTES

### 4.1.1 BLOCOS CERÂMICOS

Os blocos cerâmicos devem ser estocados em pilhas com altura máxima de 1,80 m, apoiadas sobre superfície plana, limpa e livre de umidade ou materiais que possam impregnar a superfície dos blocos. As pilhas não devem ser apoiadas diretamente sobre o terreno, sugerindo-se o apiloamento do terreno e a execução de colchão de brita ou o apoio sobre paletes.

Quando a estocagem for feita a céu aberto, deve-se proteger as pilhas de blocos contra as chuvas por meio de uma cobertura impermeável, de maneira a impedir que os blocos sejam assentados com excessiva umidade. Na formação da pilha, os blocos devem ser sobrepostos aos blocos inferiores, com “juntas em amarração” conforme ilustrado na Figura 17 a seguir.

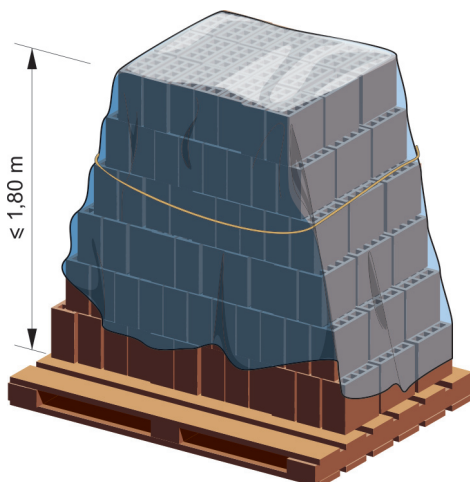


Figura 17 - Empilhamento de blocos cerâmicos com amarração entre eles.

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

---

É recomendável que os blocos sejam fornecidos em paletes, sendo os mesmos embalados com o auxílio de fitas metálicas ou de plástico; dessa maneira os paletes podem ser transportados em carrinhos porta-paletes até o local de aplicação dos blocos, com considerável redução na mão-de-obra e risco de quebra ou danos. É recomendável que o fornecedor também disponha de plataformas acopláveis à estrutura dos pavimentos, facilitando o transporte dos paletes por meio de guias. Qualquer que seja o sistema de transporte dos blocos cerâmicos, deve-se evitar que os mesmos sofram impactos que venham a provocar lascamentos, fissuras, etc.

### **4.1.2 Aço**

O aço deve ser armazenado em local coberto, protegido de intempéries e afastado do solo, para que não fique em contato com umidade. O armazenamento deve ser feito em feixes separados para cada bitola, facilitando o uso.

### **4.1.3 CIMENTO, CAL E ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA**

O cimento, a cal hidratada e eventuais argamassas industrializadas, materiais fornecidos em sacos, devem ser armazenados em locais protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo, devendo as pilhas ficarem afastadas de paredes ou do teto do depósito. Não se recomenda a formação de pilhas com mais de 15 sacos. No caso do emprego de cal virgem, recomenda-se sua extinção imediatamente após chegada na obra, podendo ser armazenada em tonéis ou no próprio “queimador”.

### **4.1.4 AREIA**

A estocagem da areia deve ser feita em local limpo, de fácil drenagem e sem possibilidade de contaminação por materiais estranhos que possam prejudicar sua qualidade. As pilhas devem ser convenientemente cobertas ou contidas lateralmente, de forma que a areia não seja arrastada por enxurrada.

## **4.2 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 2.2, 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).

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 10. 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 10 - Traços indicativos de argamassas recomendados para execução de alvenarias de vedação**

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 plastificante, incorporadores de ar e retentores de água. O resultado final, em termos de aderência, módulo de deformação e outros requisitos, deve ser o mesmo.

O assentamento dos blocos pode ser feito com colher de pedreiro, meia-cana, bisnaga, régua de assentar ou “palheta”. Optando-se por assentamento com bisnaga (tipo bisnaga de confeitari-



## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

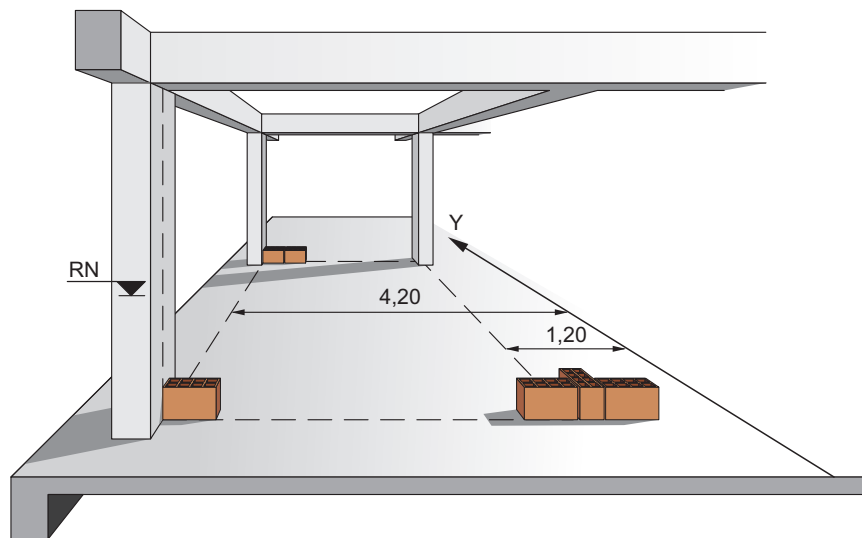
ro), a argamassa de assentamento deve ser constituída por areia um pouco mais fina, com ligeiro enriquecimento do traço.

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.

### 4.3 FIADA DE MARCAÇÃO (1ª FIADA)

O projeto de estrutura deve definir a época e a seqüência 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. No caso de edifícios com estrutura de aço não há necessidade dessa espera.

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 (Figura 18); 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 18 - Marcação das paredes a partir dos eixos de referência.**

No plano vertical, após completo nivelamento do andar (com nível laser, 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.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

O assentamento da primeira fiada deve, portanto, ser realizado com todo o cuidado, utilizando-se equipamentos de precisão como teodolito ou nível lazer, 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 pilaretes grauteados e outros. No caso de pilaretes 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.

### 4.3.1 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

Na Figura 19 ilustram-se alguns equipamentos auxiliares para a marcação e também a elevação das paredes.

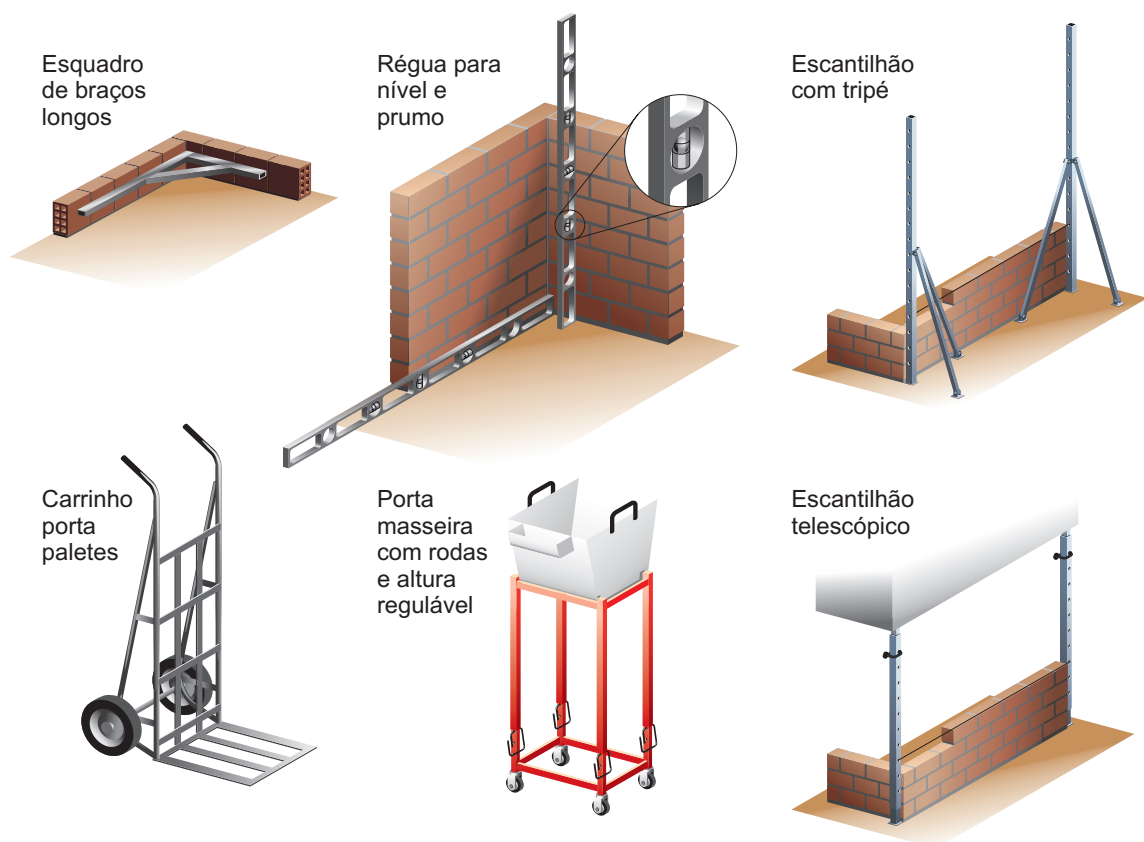


Figura 19 - Equipamentos auxiliares na execução das alvenarias.

Para a elevação das alvenarias devem estar disponíveis todos os equipamentos e ferramentas necessárias para o assentamento dos blocos, incluindo colher de pedreiro, meia-cana, bisnaga, linha, esticadores de linha, régua de alumínio, prumo de face, escantilhões, broxa, nível de bolha e nível de mangueira, esquadros de braço longo, furadeira elétrica, pistola finca-pinos, etc. Tomando por referência a primeira fiada, assentada com os cuidados anteriormente mencionados, podem ser marcadas nos próprios pilares as cotas das demais fiadas; é interessante contudo o emprego de escantilhões, suportados por tripés ou introduzidos sob pressão no reticulado vertical da estrutura (escantilhão telescópico), conforme Figura 19.

#### **4.4 ELEVÇÃO 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 carinhos 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-pinos, 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, a fim 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, a fim 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 20.

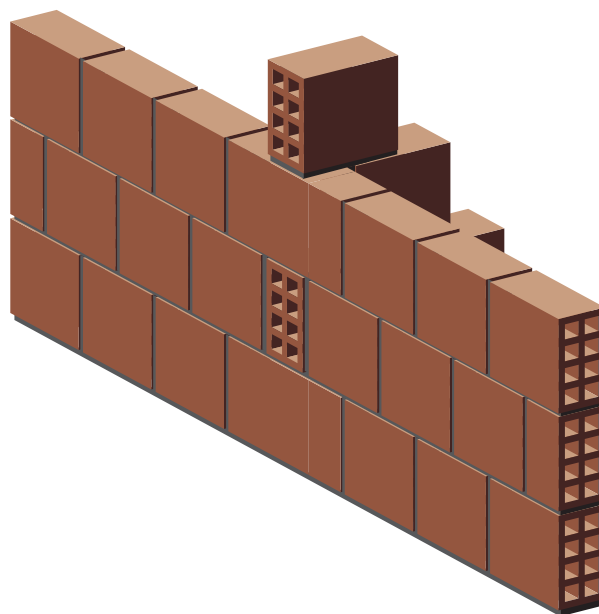
Nos pavimentos mais elevados, nas paredes muito altas ou nas regiões com ventos fortes deve-se tomar cuidado para que as alvenarias em fase de elevação não sejam derrubadas pela

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

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 20 – Execução de ligação entre alvenaria de fachada e alvenaria interna**

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 reflua por toda a periferia do bloco.

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 21); 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.

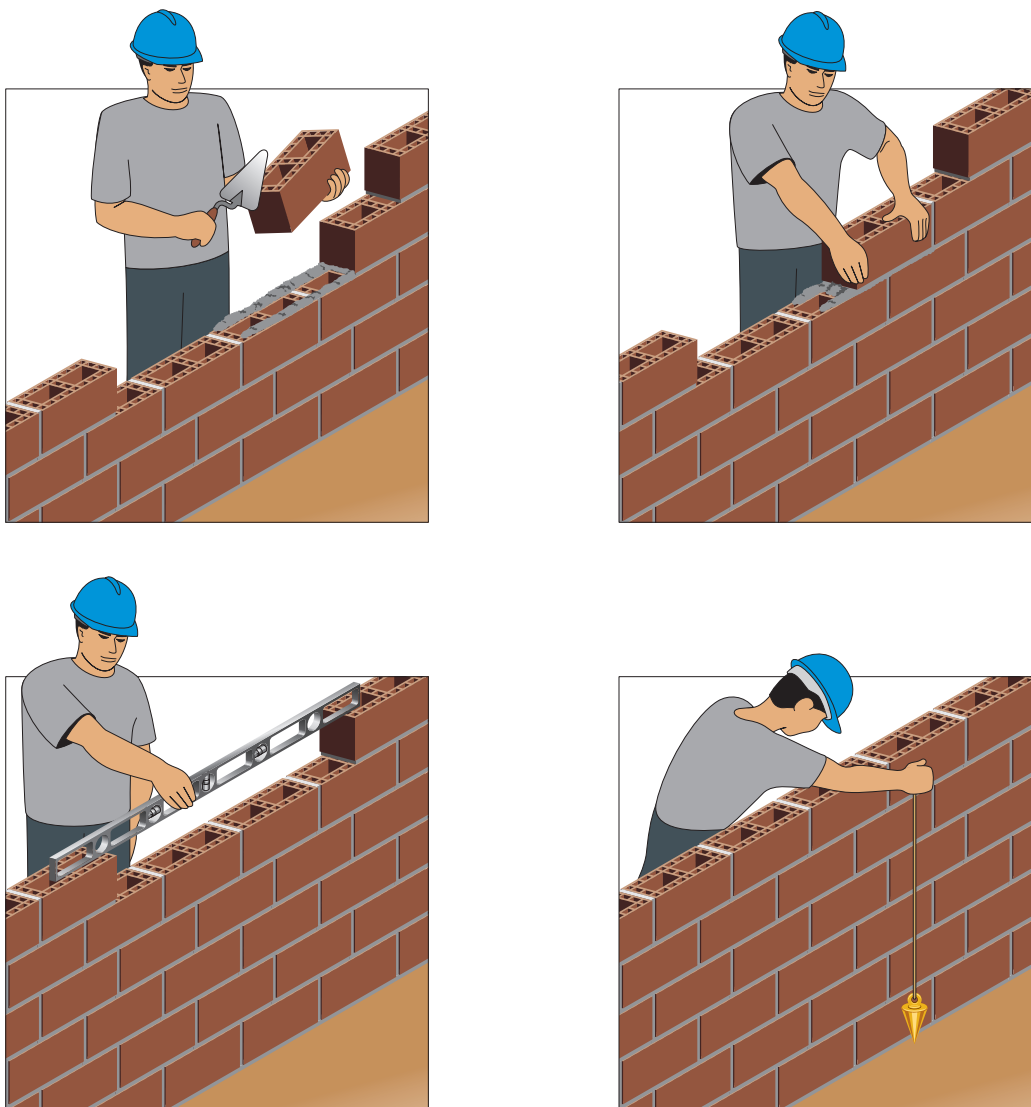


Figura 21 - Encabeçamento dos blocos, pressão no assentamento, controle do prumo das paredes e do nível das fiadas.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

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 22.

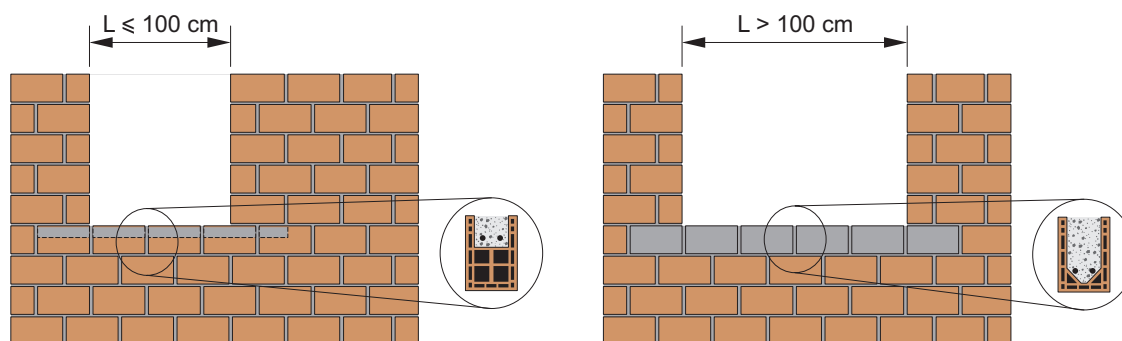


Figura 22 - Contravergas com blocos seccionáveis ou blocos tipo canaleta.

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 23 as etapas de concretagem da estrutura, marcação e elevação das alvenarias.

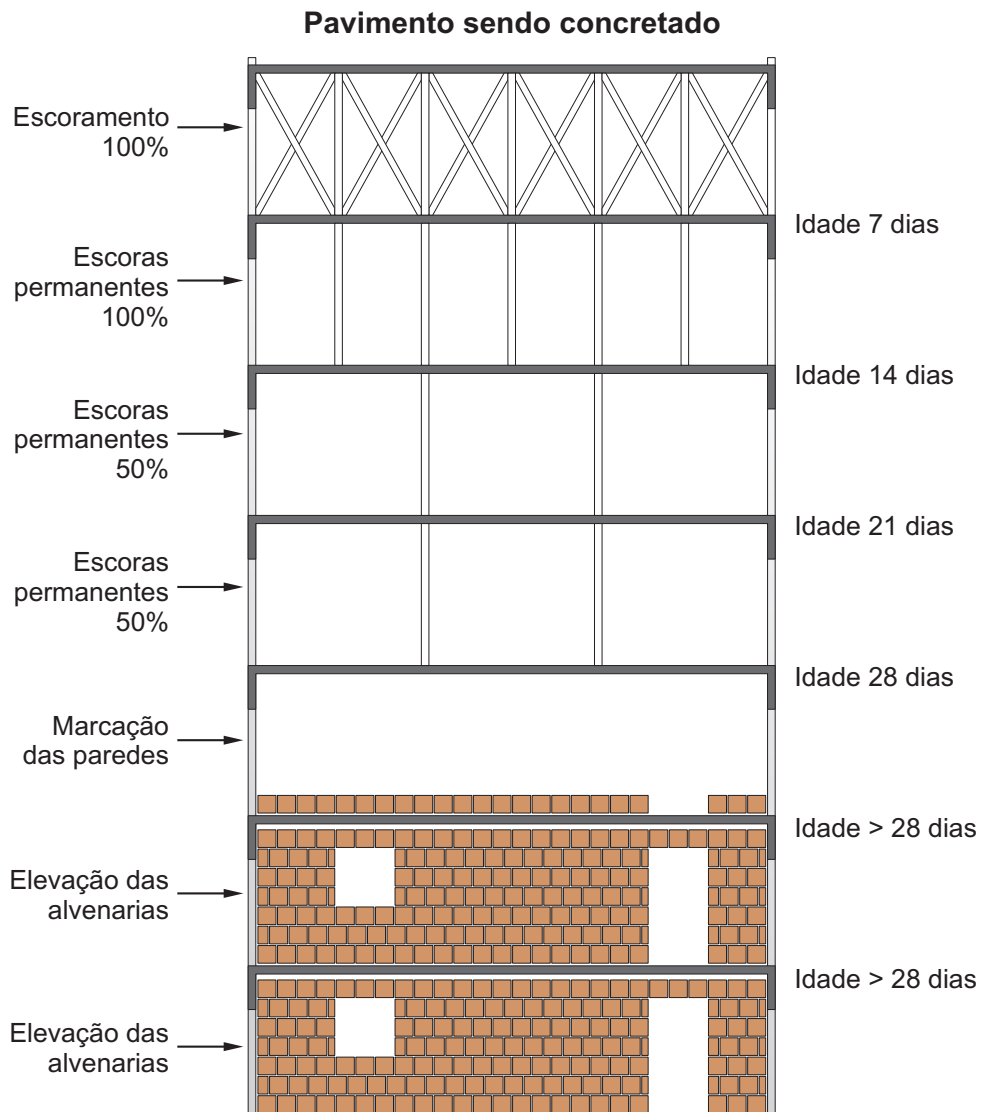


Figura 23 - Etapas de concretagem da estrutura, marcação e elevação das alvenarias.

#### 4.5 FIXAÇÕES (“ENCUNHAMENTOS”)

A fim de evitar-se 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.



## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

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 24).

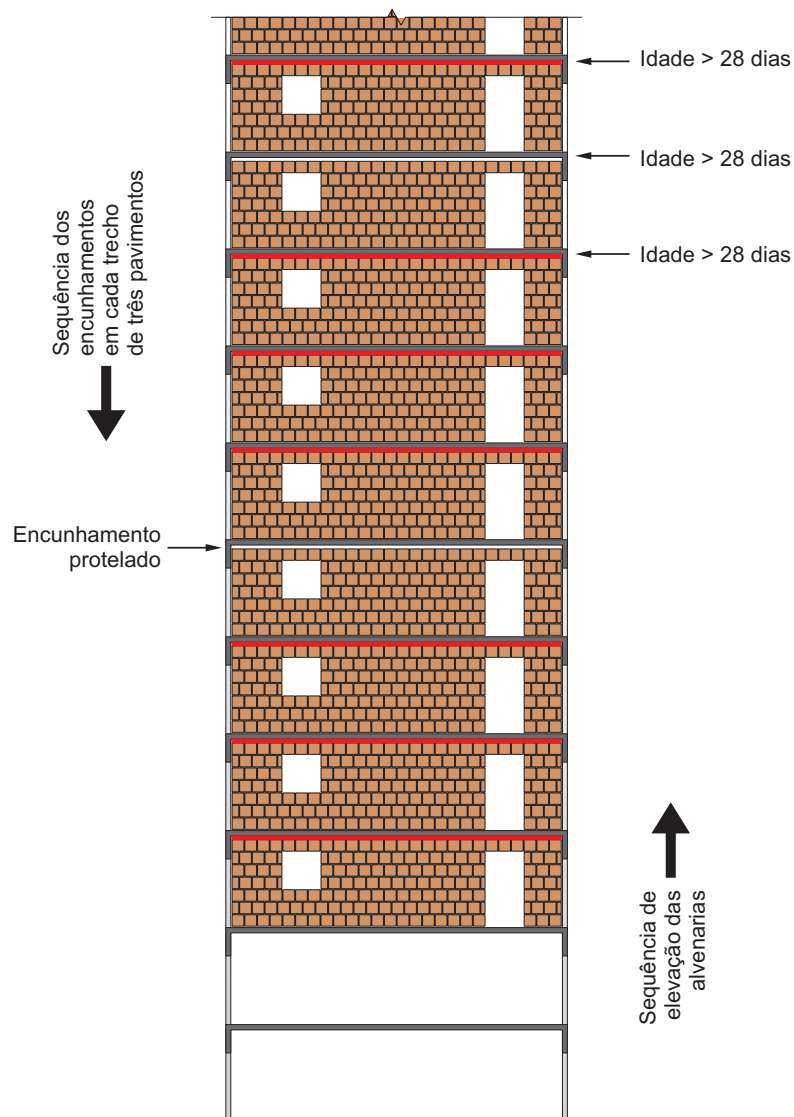


Figura 24 – Seqüência para fixações (“encunhamentos”) das alvenarias de vedação.

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.

#### **4.6 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 25;
- 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 25; 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;

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

- d) com espuma de poliuretano, que se expande após aplicação mediante reação com a umidade e o oxigênio do ar, conforme Figura 26; no caso de janelas, além da fixação com espuma deve ser feita a fixação mecânica para evitar arrombamentos e quedas no caso de incêndio.

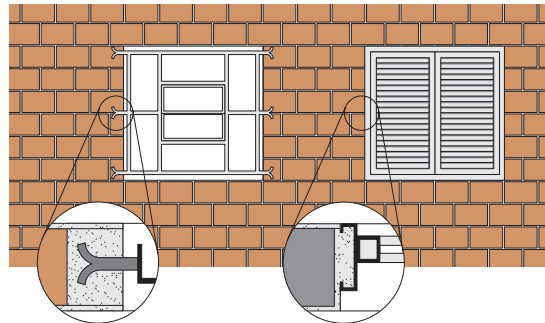
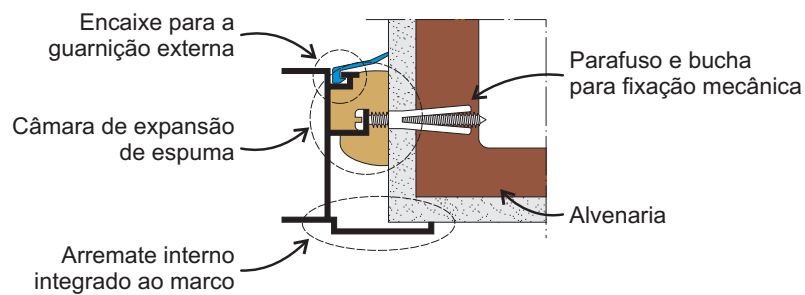





Figura 25 - Fixação de esquadrias com grapas ou com preenchimento do perfil "U".




### Legenda:

 Trajeto da extremidade do bico de aplicação da espuma

 Região em que a espuma deve ser expelida

 A espuma deve sempre ser aplicada no sentido ascendente, de baixo para cima

 O produto fornecido em latas tipo "spray", deve ser utilizado com o bico aplicador voltado para BAIXO

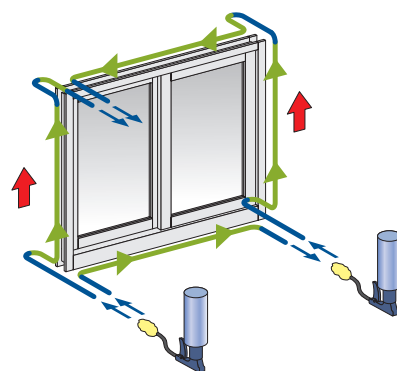


Figura 26 – Instalação de esquadrias com aplicação de espuma de poliuretano.

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 gabarito. 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 gabarita 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.

#### 4.7 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 27).

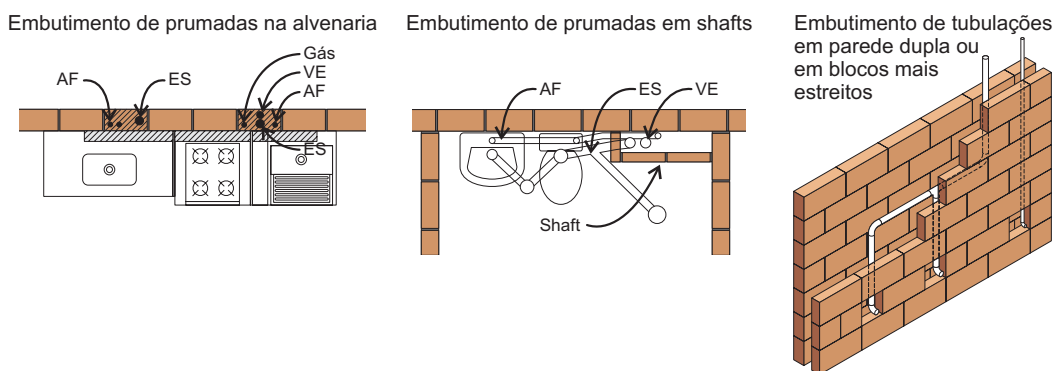


Figura 27 - Formas de acoplamento dos sistemas prediais com as alvenarias.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

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 28).

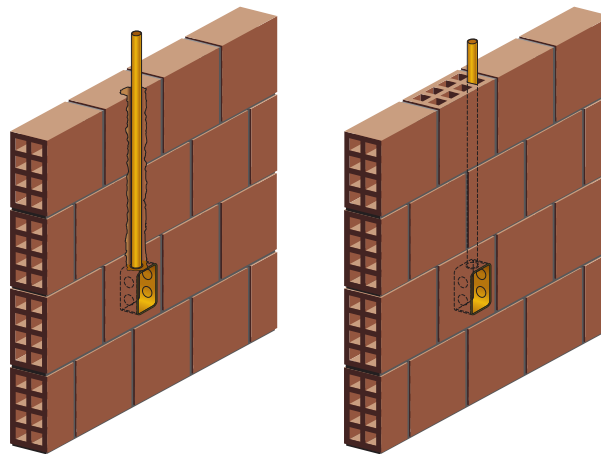


Figura 28 - Execução de rasgos para o embutimento de tubulações e emprego de blocos quadrados para evitar-se cortes e manter-se a modulação.

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

## ETAPA DE CONTROLE DA 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.).

Na Tabela 11 propõe-se 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.

**Tabela 11 – Lista de verificações e tolerâncias para os serviços e itens de controle**

	Serviços / Itens de Controle	Verificações / Tolerâncias	Observações
Preparação e Marcação	Cura da estrutura, Cimbramento e Escoramento residual	rigidez, posicionamento e prazos de retirada dos cimbramentos e escoramento residual da estrutura (“reescoramento”); cura da estrutura	conforme projeto de estrutura
	Concretagem da laje do pavimento e início das alvenarias	verificar prazo entre concretagem da laje do pavimento e início das alvenarias: mínimo de 28 dias	
	Aplicação do chapisco nas faces de pilares, vigas e lajes	limpar previamente a superfície, removendo totalmente o desmoldante (remoção por escovação, apicoamento, hidrojateamento, etc)	após limpeza do concreto, na estrutura, o chapisco deve ser aplicado com desempenadeira denteada
	Reforços (ferros-cabelo, telas e insertos)	verificar as bitolas e a locação nos pilares dos ferros-cabelo e telas; nas vigas ou lajes, verificar as posições dos insertos eventualmente previstos em projeto	para fixação dos ferros-cabelo, atentar para profundidade (7 a 8cm) e limpeza do furo antes da aplicação da resina
	Locação das paredes	conferência prévia das posições dos componentes da estrutura, locação pelos eixos de referência, de acordo com o projeto; verificação das posições das paredes e eventuais juntas de controle, de acordo com o projeto; desvio de locação das paredes ou de posição das juntas de controle: $\leq 1\text{cm}$	se não houver projeto de vedação, adotar os eixos de referência do projeto de arquitetura

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

**Tabela 11 – Lista de verificações e tolerâncias para os serviços e itens de controle (continuação)**

	Serviços / Itens de Controle	Verificações / Tolerâncias	Observações
<b>Preparação e Marcação</b>	Alinhamento das paredes (referência do eixo de locação)	tolerância de 5mm / régua de 2m; máximo de $\pm 10$ mm em relação ao comprimento total da parede	equipamento: régua de alumínio de 2m e trena metálica (diferença no meio da régua)
	Nivelamento da primeira fiada	verificar cota do piso acabado (soleira da porta do elevador); demarcação vertical das fiadas (“escantilhão”), obedecendo modulação adotada no projeto e mantendo folga adequada para a fixação (“encunhamento”)	eventual acerto da cota com argamassa ou graute (espessura > 3cm)
	Modulação dos blocos	conforme projeto de modulação ou recomendação do projetista de acordo com a disponibilidade local	verificar fornecimento de peças especiais, eventualmente especificadas
<b>Elevação</b>	Traços de argamassas, chapiscos e grautes	conferência de acordo com o projeto	
	Assentamento da primeira fiada	assentam-se inicialmente os blocos das extremidades de paredes, os blocos dos encontros entre paredes, blocos que delimitarão juntas de controle e outros em posições especiais; a argamassa deve ser aplicada em toda a largura da parede	inicia-se somente após locação das paredes e fiadas, fixação de insertos, cura do chapisco e eventual correção do nível da laje
	Cota e posição de vãos de caixilhos	conferência de acordo com o projeto	
	Cota e posição de vergas, contravergas e cintas de amarração	conferência de acordo com o projeto	
	Disposição de tubulações	conforme projeto de instalações	
	Aplicação da argamassa de assentamento	a partir da segunda fiada a argamassa de assentamento pode ser aplicada em toda a largura da parede ou em cordões laterais	

**Tabela 11 – Lista de verificações e tolerâncias para os serviços e itens de controle (continuação)**

Elevação	Juntas de assentamento	<p>verificar amarração entre os blocos, espessura, regularidade, compactação, alinhamento, nível e prumo das juntas de assentamento; preenchimento das juntas deve ser compacto;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- juntas verticais e horizontais: espessura de <math>10 \pm 3</math> mm</li> <li>- juntas verticais em encontro com pilar: espessura de 10 a 20 mm</li> </ul>	equipamento: trena metálica
	Nível das juntas de assentamento	<p>conferência a meio pé-direito e respaldo, podendo-se tomar como referência os escantilhões, e obrigatoriamente nas posições das vergas e contravergas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nivelamento com desvio <math>\leq 3</math>mm / 2m;</li> <li>- desvio máximo de 10mm na extensão total da parede</li> </ul>	equipamento: nível a laser, nível de bolha ou nível de mangueira, régua e trena
	Elevação das paredes	promover elevação das paredes simultaneamente em todos os vãos da estrutura, ou de acordo com indicações do projeto	
	Encontros com pilares	<p>verificar adequação e tempo de aplicação do chapisco e insertos metálicos; verificar compactação e refluxo da argamassa ou graute; sempre que o ferro-cabelo, previsto para ser embutido na junta, cair fora da junta de assentamento, recomenda-se assentar canaleta, ao invés de se dobrar a armadura</p>	ver Figura 7
	Encontros entre paredes	verificar amarração, ângulo e presença de armaduras nos encontros entre paredes.	
	Prumo da alvenaria	<p>verificar o prumo da parede durante a elevação da alvenaria a cada duas ou três fiadas assentadas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tolerância de <math>\pm 3</math>mm/m na direção da altura da parede;</li> <li>- tolerância máxima de 15mm / pavimento;</li> <li>- verificação nas fachadas, máximo de 5cm em relação à altura do edifício</li> </ul>	<p>verificar prumo em 3 ou 4 posições ao longo da parede e em todas as faces dos vãos de portas e janelas; nas paredes de fachada, verificar pela face externa da parede;</p> <p>equipamento: prumo de face e trena metálica</p>
	Planeza da face das paredes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tolerância <math>\leq 5</math> mm / no centro da régua de 2m</li> <li>- tolerância máxima para "dentes": 5mm</li> </ul>	<p>medida com trena metálica no centro da régua de alumínio, aplicada em qualquer posição da parede e em qualquer direção</p>



## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

**Tabela 11 – Lista de verificações e tolerâncias para os serviços e itens de controle (continuação)**

Elevação	Desvio de esquadro das paredes	não deve resultar folga maior que 2mm entre a extremidade do lado do esquadro com 60cm e a face da parede	equipamento: esquadro de 60x80x100cm (medida verificada com pente de folga)
	Execução das juntas de controle	conferência de acordo com o projeto: controlar regularidade, largura / abertura das juntas, correta inserção do material de enchimento e dos ferros de ligação, e verificar o acabamento	aplicação de selante em juntas de controle flexíveis
	Execução de vergas, contravergas e cintas de amarração	verificar posicionamento das armaduras, conveniente umedecimento e total preenchimento, compactação, utilização do graute especificado	somente para vergas, contravergas e cintas de amarração constituídas por canaletas
	Verga e contraverga: comprimento e altura	- comprimento: $L_{vão} + L_{vão}/5$ de cada lado, com o mínimo de 20cm, tolerância de -20mm (sendo L a largura do vão); - altura: > 10cm, tolerância de -0, +20mm	equipamento: trena metálica
	Vãos: abertura e posicionamento horizontal e vertical	tolerância para a abertura dos vãos: -0, +20mm; tolerância para o posicionamento dos vãos: $\leq 10$ mm	equipamento: trena metálica
	Requadramentos dos vãos	verificar prumo, nível, ângulos e regularidade dos requadramentos verticalidade das ombreiras com desvio $\leq 2$ mm/m nivelamento dos peitoris e testeiras com desvio $\leq 2$ mm/m esquadro: afastamento máximo de 2mm na extremidade do braço do esquadro com 60cm de comprimento	equipamento: trena metálica, nível de bolha, fio de prumo e esquadro 60x80x100cm
	Colocação de Caixilhos	verticalidade dos caixilhos e correta fixação na alvenaria, em obediência ao projeto	equipamento: fio de prumo
	Caixas de luz	posicionamento em relação ao projeto, tanto na horizontal com na vertical: desvio $\leq 20$ mm; diferença de cota entre caixas de luz em um mesmo ambiente: desvio $\leq 10$ mm; desaprumo: $\leq 2$ mm, para qualquer altura da caixa de luz	equipamento: trena metálica, nível de bolha e fio de prumo
	Embutimento das tubulações	verificar traçado conforme o projeto e relação entre diâmetro da tubulação e profundidade do rasgo da parede	equipamento: régua e trena metálica
	Último pavimento	além de todas as verificações anteriores, observar eventuais detalhes especiais incluídos no projeto	

**Tabela 11 – Lista de verificações e tolerâncias para os serviços e itens de controle (continuação)**

	<b>Serviços / Itens de Controle</b>	<b>Verificações / Tolerâncias</b>	<b>Observações</b>
Fixação	Argamassa de fixação (“encunhamento”)	atender às características indicadas no projeto (traço, números de cordões, etc); ser vigorosamente compactada no interior da junta	
	Fixações (“encunhamentos”) rígidas	executar com o máximo retardo possível após a conclusão das alvenarias em cada pavimento, nunca antes dos 10 dias; recomendável executá-las após instalação das cargas mortas do pavimento superior e do pavimento de apoio (paredes, regularização de lajes, etc)	
	Fixações (“encunhamentos”) flexíveis	introduzir o material deformável (poliestireno expandido, argamassa com pérolas de isopor, selantes, etc) na junta sob pressão	
	Espessura das juntas de fixação	espessura das juntas de fixação: de 15 a 30 mm	equipamento: trena metálica
	Seqüência de fixação	conforme especificado pelo projetista ou conforme recomendação apresentada no item 4.5	ver figura 24
	Preenchimento das juntas de fixação	Preenchimento total das juntas (ou em dois cordões se for especificado pelo projetista)	
	Fixação do último pavimento	além de todas as verificações anteriores, observar eventuais detalhes especiais incluídos no projeto	

OBS: Nas transferências de eixos e de cotas para os diferentes pavimentos, deve-se observar tolerância de  $\pm 5$ mm.

# 6

### 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.

# 7

## GARANTIAS E RESPONSABILIDADES

O prazo de garantia, indicado pelo incorporador ou pelo construtor, conforme o caso, indica a garantia que os elementos e componentes têm a partir da expedição do “Auto de Conclusão” da unidade habitacional. Na Tabela 12 estão apresentados os prazos de garantia para as alvenarias e seus componentes, segundo a série de normas da NBR 15575.

**Tabela 12 – Prazos de garantia**

<b>Elemento / Componentes</b>	<b>Prazo de garantia</b>
Paredes de vedação ou estruturais	Segurança e integridade: 5 anos
Revestimentos de paredes e tetos internos e externos em argamassa	Fissuras: 2 anos Estanqueidade de fachadas: 3 anos Má aderência do revestimento e dos componentes: 5 anos
Pintura	Aderência: 2 anos

Demais informações sobre responsabilidades e garantias devem constar do manual de uso, operação e manutenção do edifício, como exigido na NBR 14037.

# 8

## BIBLIOGRAFIAS DE REFERÊNCIA

ABCI - Associação Brasileira da Construção Industrializada. Manual técnico de alvenaria. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1990.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8545: execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.

\_\_\_\_\_. NBR 15270-1: componentes cerâmicos; parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação, terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. NBR 15270-3: componentes cerâmicos; parte 3: blocos cerâmicos para alvenaria estrutura e de vedação, métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. NBR 15575-1: desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos; parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. NBR 15575-4: desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos; parte 4: sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. NBR 14037: manual de operação, uso e manutenção das edificações, conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. NBR 7170: tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1983.

\_\_\_\_\_. NBR 6460: tijolo maciço cerâmico para alvenaria, verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1983.

\_\_\_\_\_. NBR 13281: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos, requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. NBR 7175: cal hidratada para argamassas, requisitos. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. NBR 7211: agregados para concreto, especificação. Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_\_. NBR 10119: tela de simples torção de malha quadrangular e fios de aço baixo teor de carbono, zincados, dimensões. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. NBR 11675: divisórias leves internas moduladas, verificação da resistência a impactos. Rio de Janeiro, 1990.

\_\_\_\_\_. NBR 11678: divisórias leves internas moduladas, verificação do comportamento sob ação de cargas provenientes de peças suspensas. Rio de Janeiro, 1990.

CEF - CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Edificações habitacionais convencionais estruturadas em aço: requisitos e critérios mínimos para financiamento pela Caixa; anexo 3: Procedimentos Típicos das Ligações das Alvenarias com Estruturas em Aço. s.l., 2002.

CHICHIERCHIO, L. C. Conforto ambiental: desempenho térmico e acústico e proteção contra o fogo. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1990. p.119-141.

CITO, B. Subsídios para projeto de arquitetura de residências com utilização de aço. São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Habitação) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.

FRANCO, L.S. Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural. São Paulo, 1992. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHER, R. Paredes; tradução de Luis M. J. Cisneros. Barcelona: Editorial Blume, 1976.

GOMES, N. S. Normalização técnica de blocos para alvenaria. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual técnico de alvenaria. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1990.

GREVEN, H.A.; BALDAUF, A.S.F. Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada. Porto Alegre: Coleção Habitare, 2007. v.9.

## ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

---

IIZUKA, M.T. Instalação de esquadrias de alumínio: prática e inovação. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado Profissional em Habitação) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Paredes de vedação em blocos cerâmicos; manual de execução. São Paulo, 1988. (IPT. Publicação, 1767).

\_\_\_\_\_. Análise do comportamento térmico e acústico de alvenarias. São Paulo, 1985. (Relatório técnico, 21910).

\_\_\_\_\_. Aplicação prática de recomendações e sugestões visando a otimização do processo produtivo em uma indústria de cerâmica vermelha. São Paulo, 1985. (Relatório técnico, 22472).

\_\_\_\_\_. Projeto de implantação de uma unidade de serviços tecnológicos para apoio a indústrias do setor de cerâmica vermelha. São Paulo, 1993. (Relatório técnico, 31786).

\_\_\_\_\_. Assessoria técnica a indústrias de cerâmica vermelha. São Paulo, 1984. (Relatório técnico, 21116).

\_\_\_\_\_. Assistência tecnológica a indústrias de cerâmica vermelha. São Paulo, 1984. (Relatório técnico, 21396).

\_\_\_\_\_. Assistência tecnológica a indústrias de cerâmica vermelha. São Paulo, 1985. (Relatório técnico, 22185).

\_\_\_\_\_. Manual de procedimentos para indústria de cerâmica vermelha. São Paulo, 1986. (Relatório técnico, 24422).

\_\_\_\_\_. Assistência tecnológica a indústrias de cerâmica vermelha. São Paulo, 1983. (Relatório técnico, 19533).

\_\_\_\_\_. Diagnóstico de indústrias de cerâmica vermelha e estudo tecnológico de matérias primas visando otimização de processo e produto. São Paulo, 1983. (Relatório técnico, 19034).

LUCINI, H.C. Manual técnico de modulação de vãos de esquadrias. São Paulo: Pini, 2001.

MIRANDA, F. B. MITIDEIRI, C. V. Instalação de caixilhos padronizados em edificações. Revista Técnica, n.108, mar., 2006.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M M S B. Banco de tecnologia construtiva para a produção de alvenarias de vedação racionalizada. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz do Iguaçu. Anais... ANTAC, 2002.

SILVA, M.M.A. Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo. Co-edição IPT / EPUSP / Editora Pini, 1995.

\_\_\_\_\_. Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção. São Paulo: Editora Pini, 2001.

\_\_\_\_\_. Como construir alvenarias de vedação; parte 1: elementos de projeto. Revista Técnica, n.15, mar. 1995.

\_\_\_\_\_. Como construir alvenarias de vedação; parte 2: processo executivo. Revista Técnica, n.16, maio, 1995.

\_\_\_\_\_. Prevenção e recuperação de fissuras em alvenarias. In: SEMINÁRIO PATOLOGIA Y GESTIÓN DE CALIDAD EM LA CONSTRUCCIÓN, 1998, Montevideo.

THOMAZ, E; HELENE, P. Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. (Boletim Técnico BT/PCC/252).