



**Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia**

Construção Civil II (TC-025)

ALVENARIA ESTRUTURAL

**Prof. José de Almendra Freitas Jr.
*freitasjose@terra.com.br***

Versão 2013

ALVENARIA ESTRUTURAL

Conceitos básicos:

Processo construtivo que se caracteriza pelo uso de paredes como principal estrutura de suporte do edifício, dimensionadas através de cálculo racional.

(Franco, L. S., 2004)

Na **Alvenaria Estrutural** a parede desempenha um duplo papel:
Vedação vertical e Suporte Estrutural.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Obras sem pilares ou vigas convencionais.



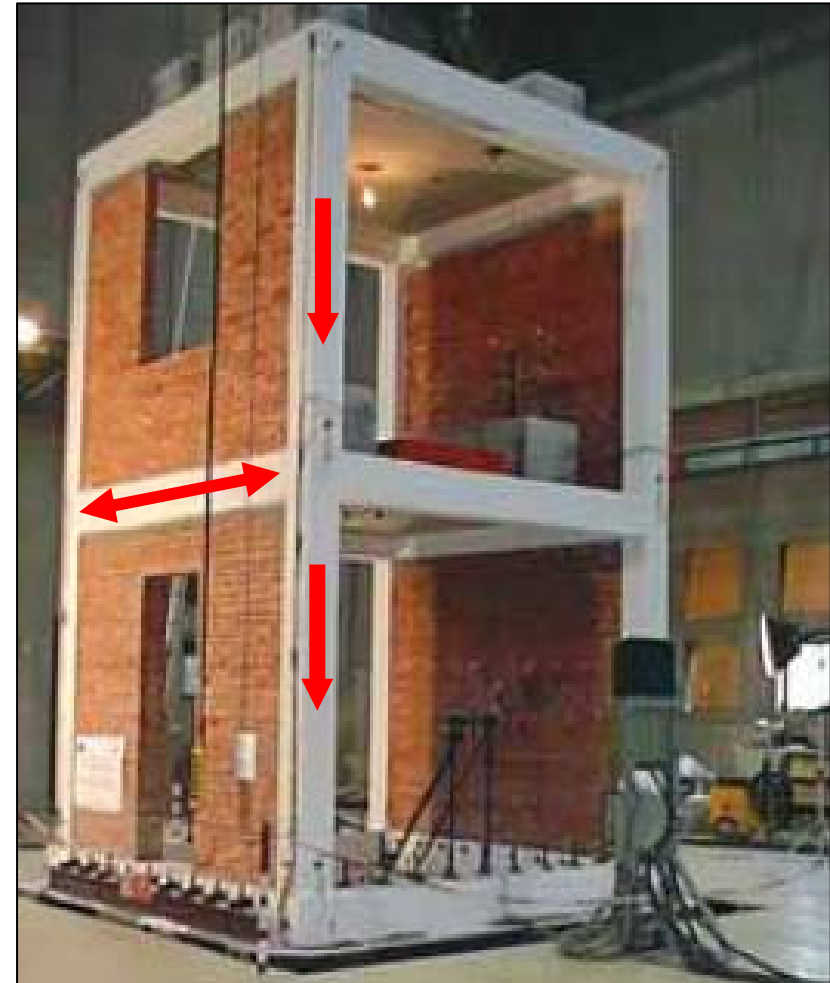
Clube Park Santana, SP – 4 torres 20 pavimentos
em Alvenaria Estrutural, com blocos de concreto
de 20 a 4 MPa – 2007/2008

ALVENARIA ESTRUTURAL

Conceitos básicos:

Estruturas convencionais:

Em estruturas convencionais, de concreto armado ou aço: as cargas são transferidas até as fundações através de elementos como pilares ou vigas.



ALVENARIA ESTRUTURAL

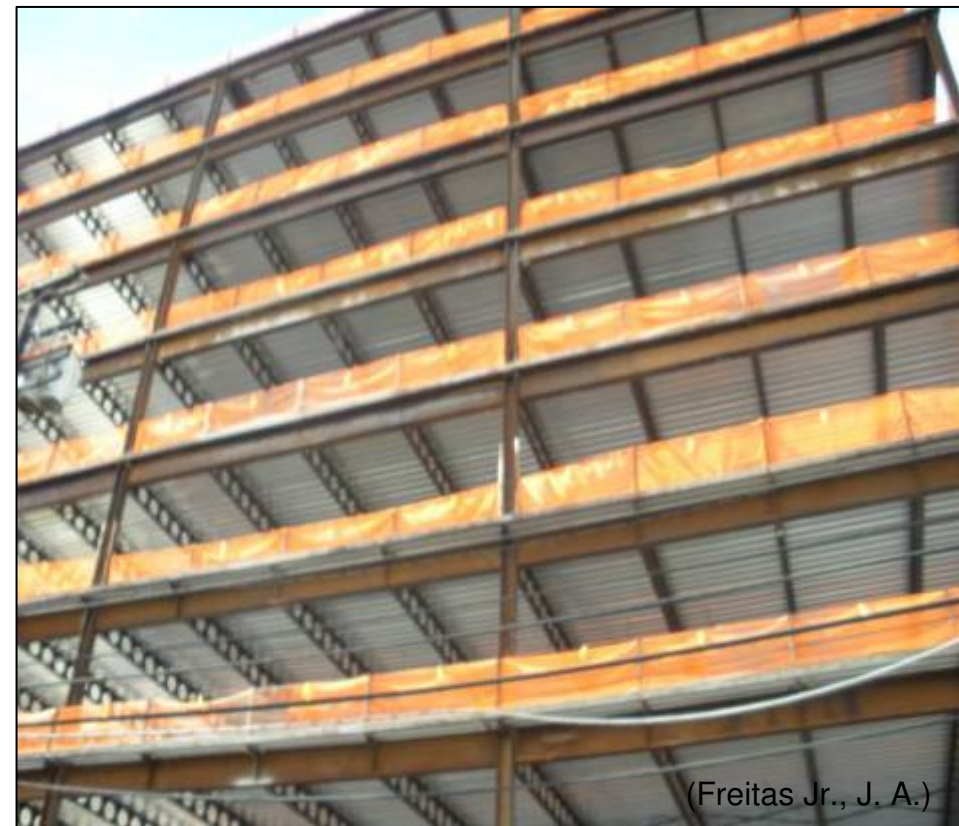
Estruturas de edifícios



Ed. com estrutura em pré-moldados de concreto armado.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Estruturas de edifícios



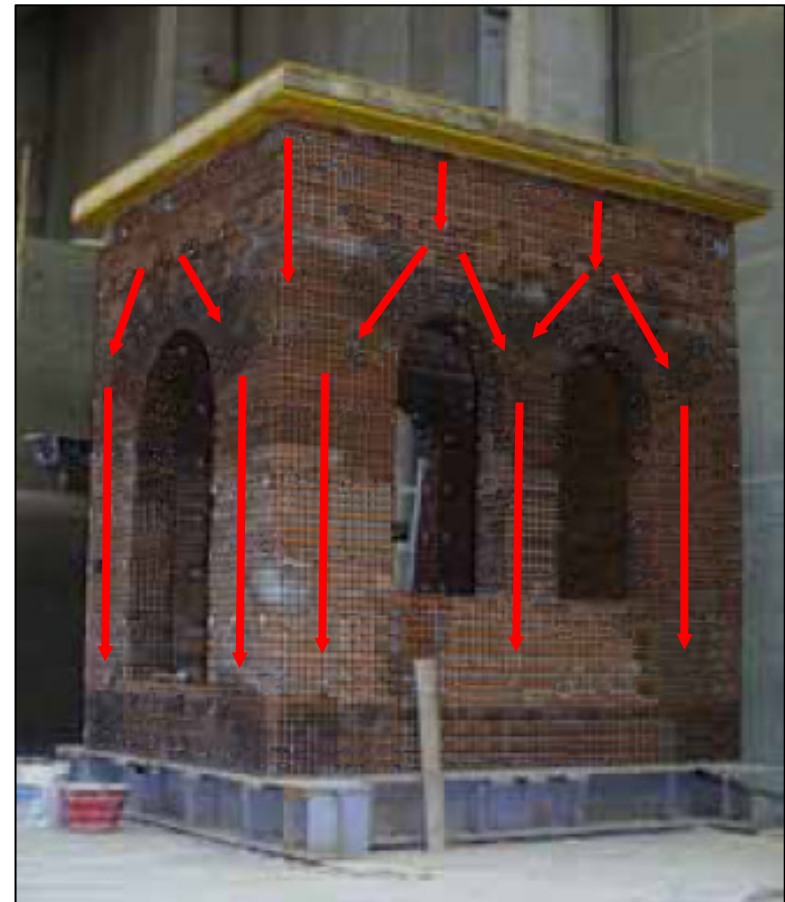
Edifícios com estrutura em perfis de aço.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Conceitos básicos:

Alvenaria Estrutural:

As alvenarias são os elementos “portantes” das cargas até as fundações.



ALVENARIA ESTRUTURAL

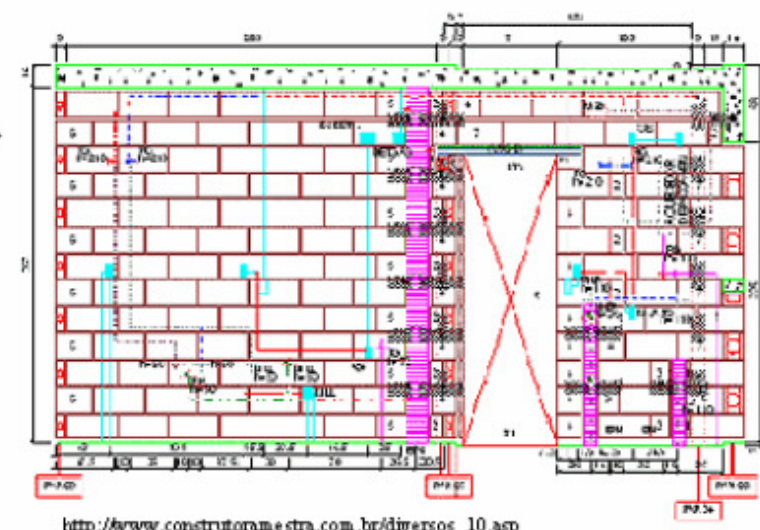
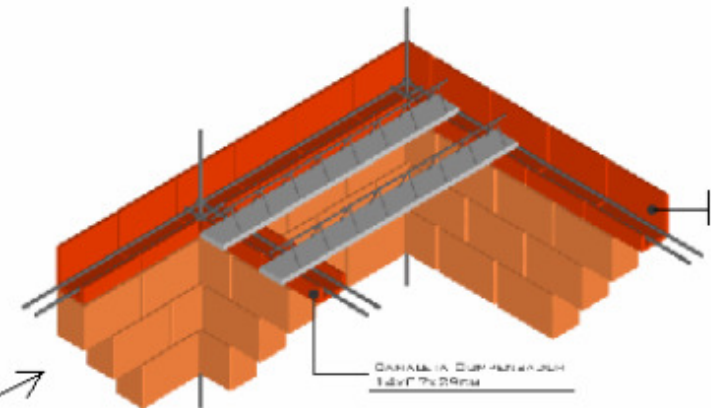
Conceitos básicos:

Não existem pilares ou vigas convencionais.



(Mohamad, G., 2006)

http://www.glasser.com.br/per_foto_edificio_alto.htm



http://www.construtoramestra.com.br/diversos_10.asp

ALVENARIA ESTRUTURAL

Conceitos básicos:

Não existem pilares ou vigas convencionais.



(Tauil, C. A.; BATIMAT 2011)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Conceitos básicos:

Em um edifício em Alvenaria Estrutural **nem todas** as paredes são portantes.

Classificação das alvenarias :

Parede de alvenaria:

- Alvenaria de vedação;
- Alvenaria resistente ou portante;
 - Alvenaria tradicional;
 - Alvenaria Estrutural moderna.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Alvenarias



de Vedação

Edifício com estrutura em concreto armado.



Estrutural

Edifício com Alvenaria Estrutural armada.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Existem diferentes métodos de Alvenaria Estrutural:

- **Alvenaria não armada:**
 - (*Structural Masonry*)
 - Alvenaria simples: componentes + argamassa
- **Alvenaria Armada:**
 - (*Reinforced Masonry*)
 - Alvenaria reforçada por um armadura passiva de fios, barras ou telas de aço, dimensionadas racionalmente para resistir a esforços atuantes.

(Franco, L. S., 2004)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Existem diferentes métodos de Alvenaria Estrutural:

- **Alvenaria parcialmente armada:**
 - Alvenaria que incorpora uma armadura mínima em sua seção, por motivos construtivos (evitar fissuras por movimentações internas, evitar ruptura frágil, etc.) e que não é considerada no dimensionamento.
- **Alvenaria Protendida:**
 - Alvenaria reforçada por uma armadura ativa (pré-tensionada) que submete a alvenaria à tensões de compressão.

(Franco, L. S., 2004)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Principal técnica estrutural até o início do século
XX.

Vários exemplos na história da humanidade.

Construções Sumérias;

Egípcias;

Romanas;

Grandes catedrais europeias medievais.

ALVENARIA ESTRUTURAL



Pirâmides de Gisé
Egito, 2.000 AC

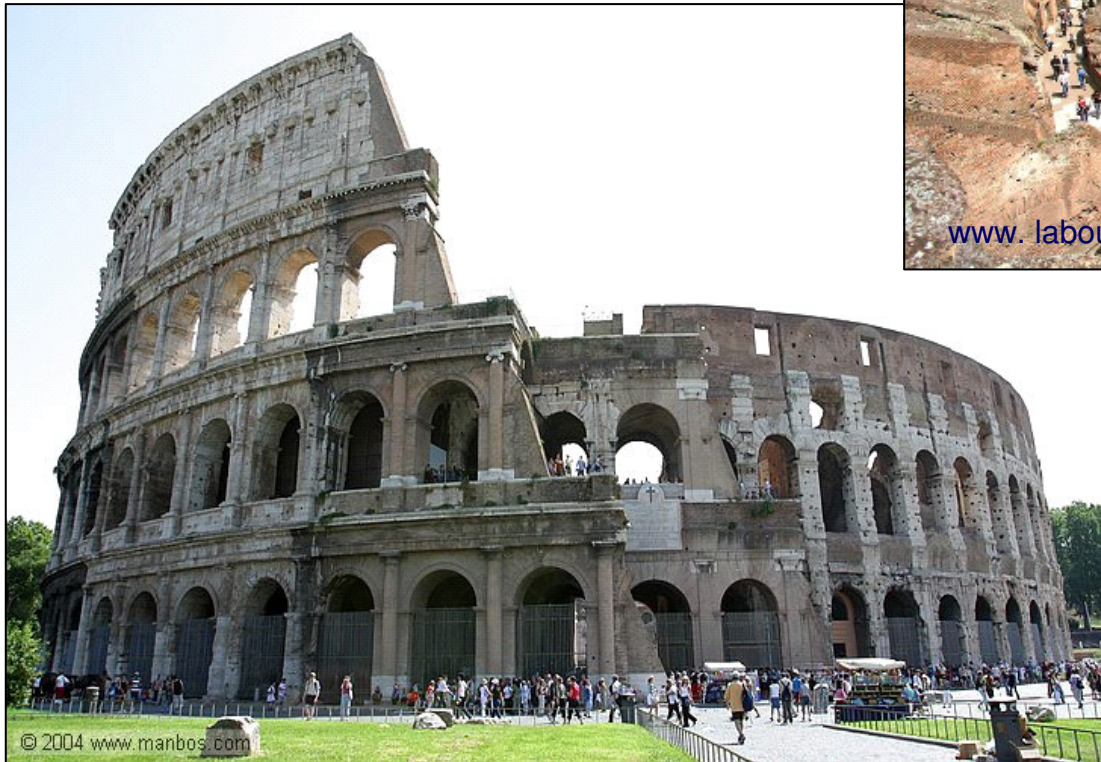
Histórico

Basílica de Maxentius
e Constantino
Roma, 307-312 DC



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico



Coliseu
Roma, 82 DC

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico



Basílica de Santa Sofia
Istambul, Turquia, 532 a
537 DC

Catedral de Milão,
Itália, 1386 a 1887



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico



Catedral de Notre Dame, Paris,
construída nos séculos 13 e 14.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Apesar do surgimento de teorias matemáticas sobre o comportamento dos elementos estruturais:

- Aristóteles e Da Vinci – **ARCOS**;
- Euler – **COLUNAS**.

Estruturas são projetadas empiricamente:

- Técnicas passadas de geração para geração;
- Avanços com base na experiência anterior;
- Isso ocorre até os dias atuais.

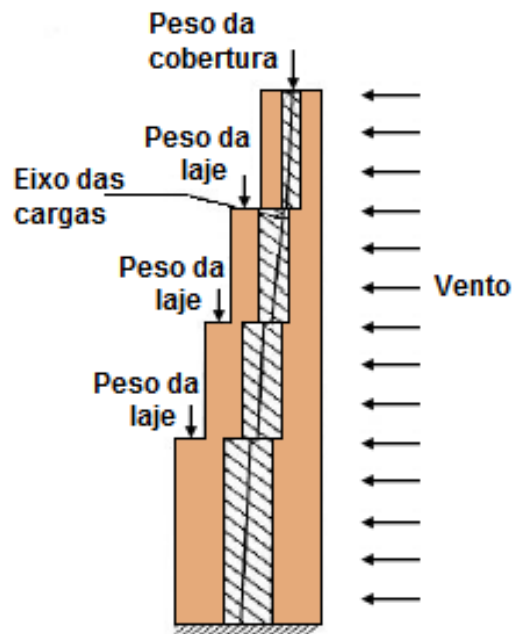
(Franco, L. S., 2004)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Exemplo mais marcante: **MONADNOCK BUILDING**

- Chicago construído entre 1889 e 1891;
- **16 andares ou 65 metros de altura;**
- Paredes com **1,80 m** de espessura no térreo !!!



(Franco, L. S., 2004)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

MONADNOCK BUILDING



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico Início do século XX

- Surge o Concreto Armado;
- Evolução da siderurgia;
- Pesquisas são concentradas nestes novos materiais;
- Inicia-se uma “Nova Arquitetura”;
- A alvenaria estrutural passou a ser “não técnica”.

(Franco, L. S., 2004)



Empire States Building, NY, 1929.



Ed. Martinelli, São Paulo, 1922/29, estrutura em concreto armado. 120 m

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

1933 terremoto de Long Beach (Califórnia)

- **Proibição da alvenaria simples na Califórnia;**
 - Proibição posteriormente difundida pelos demais códigos de construção dos EUA;
- Influência indireta nas construções no Brasil.

(Franco, L. S., 2004)



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

1951 Marco inicial da “MODERNA ALVENARIA ESTRUTURAL”

- Paul Haller com base em ensaios e pesquisas na Universidade, projeta e constrói Suíça um edifício em alvenaria simples (não armada);
- 1953, Basiléia, ed. 13 andares e 41,4 m de altura, com paredes de 37,5 cm de espessura;
- 1954, Zurique, edifício de 20 andares, parede com 32 cm de espessura;
- Evidenciadas ass vantagens da construção em alvenaria.

ALVENARIA ESTRUTURAL

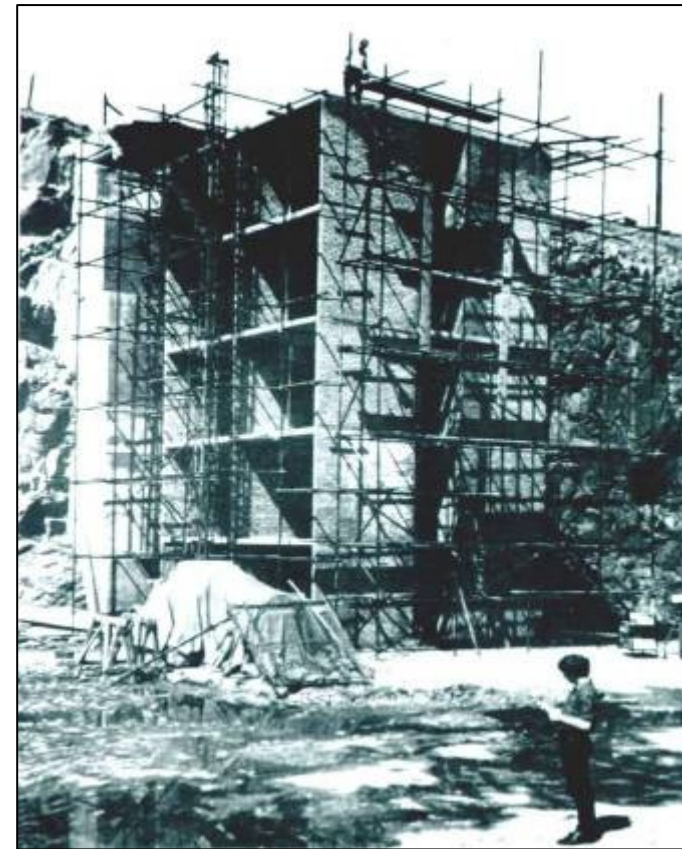
Histórico

“MODERNA ALVENARIA ESTRUTURAL”

1953, Suíça, edifício de 13 pavimentos e 42m de altura;

Mudanças significativas nos principais critérios de elaboração dos projetos estruturais, a partir de testes em escala real.

(Eng. Marcio Conte)

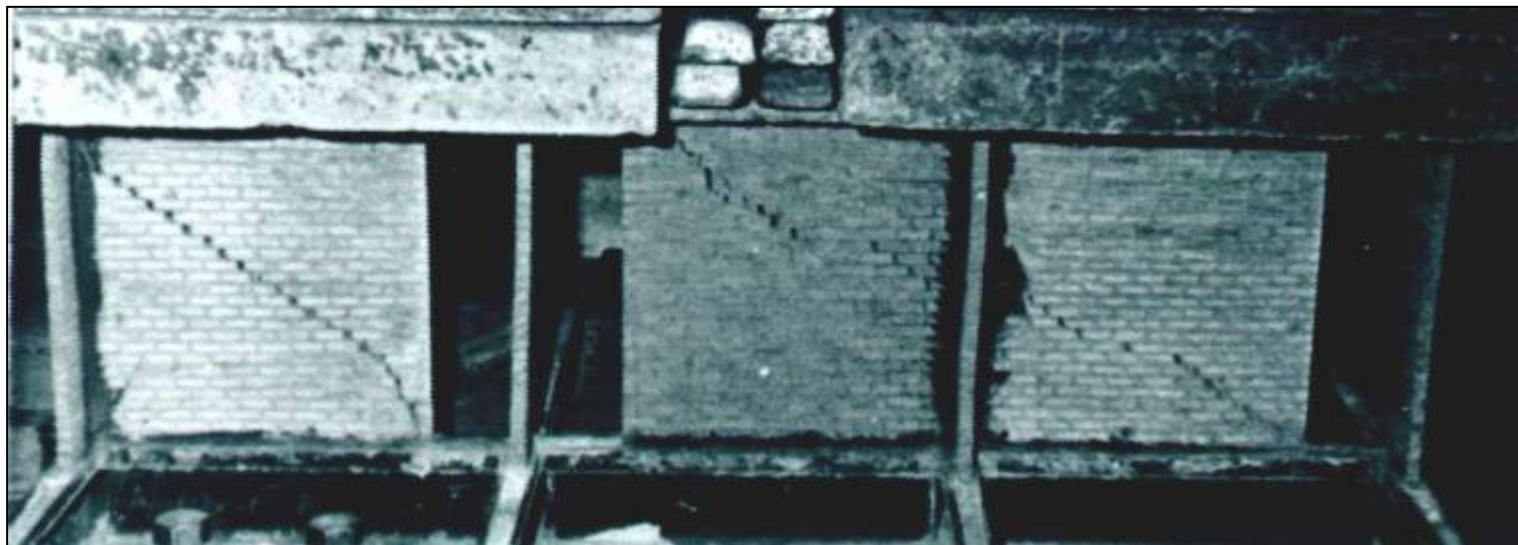


(B. P. Sinha; A. W. Hendry, 1970)

ALVENARIA ESTRUTURAL Histórico

“MODERNA ALVENARIA ESTRUTURAL”

1953, Suíça. Apoio na montanha possibilitou ensaios com ações horizontais. Paredes submetidas à vários níveis de pré-compressão, simulando o desempenho das paredes em diferentes andares de um edifício sob o efeito do vento.



(Eng. Marcio Conte)

(B. P. Sinha; A. W. Hendry, 1970)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

A partir dos anos 60 ocorre a disseminação da alvenaria estrutural:

- Intensificação das pesquisas na área;
- Criação de teorias fundamentadas em extensas bases experimentais;
- Esforços de Engenheiros e projetistas em grandes realizações em alvenaria;
- Progressos na fabricação de materiais;
- Progressos nas técnicas de execução.

(Franco, L. S., 2004)



Ensaio de compressão
de parede

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

1967 – 1º IBMAC (International Brick Masonry Conference):

- Tecnologia reconhecida como de dimensionamento racional e preciso;
- Hoje são construídos edifícios de até 22 pavimentos;
- Se o Monadnock fosse projetado hoje, ele possuiria paredes de 30 cm na sua base.

(Franco, L. S., 2004)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico No Brasil:

1966 – Foi introduzida a Alvenaria Estrutural:

- “Central Parque da Lapa”;
- São Paulo, 1972 - 4 edifícios de 12 pavimentos;

Início dos anos 70:

- Fabricação de blocos sílico-calcários;
- Utilização da alvenaria não armada;
- Ed. com 13 pavimentos em Alphaville.

(Franco, L. S., 2004)



Central Parque da Lapa

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

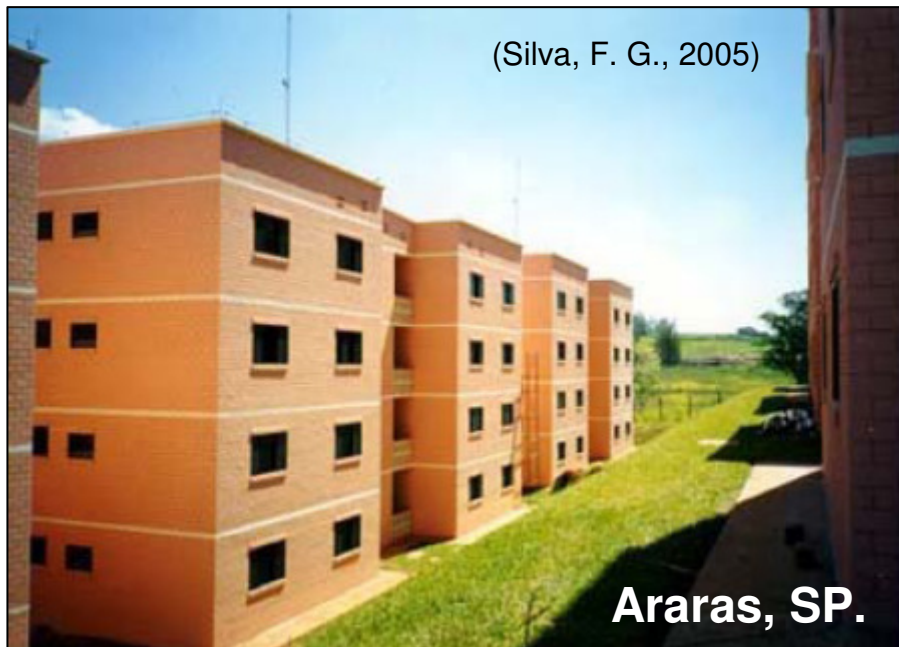
No Brasil:

- Fabricação de blocos cerâmicos próprios para A. E.;
- No início dos anos 80 a A. E. é disseminada com a construção dos conjuntos Habitacionais;
- Reconhecida como processo construtivo bastante eficiente e racional;
- Existe ainda uma grande lacuna, principalmente na técnica de construção;
 - Patologias são comuns;
- Considerada como processo para “baixa renda”.

(Franco, L. S., 2004)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico No Brasil:

Início dos anos 90:

- Esforço de normalização;
- Início do desenvolvimento tecnológico no país;
- Na EPUSP; - EPUSP/TEBAS, EPUSP/ENCOL;
- Formação de novos centros de pesquisa;
- Disseminação na produção de edifícios de padrão médio.

(Franco, L. S., 2004)



Ensaio de
compressão de
prisma

(ABCP)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico



Ensaio de compressão de parede



(Gomes de Olanda Jr., O.; 2002)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Pesquisas EPUSP



EPUSP-TEBAS



EPUSP-ENCOL

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Importância histórica:

- Retomada de crescimento constante desde a década de 60;
- Principal processo construtivo para edifícios de pequena altura em todo o mundo.

(Franco, L. S., 2004)



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Disseminação na produção de edifícios de padrão médio;

- Alvenaria Armada até 24 pavimentos;
- Alvenaria Não Armada até 13 pavimentos;
- Outros usos:
 - Muros de arrimo;
 - Caixas d'água;
 - Alvenaria protendida.

(Franco, L. S., 2004)

Felice Due Condomínio,
Curitiba, 14 pav.



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Felice Condomínio – Curitiba,
2007/2010

NORCONSIL - 14 pavimentos



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Felice Condomínio – Curitiba, 2007/2010

NORCONSIL - 14 pavimentos



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Desenvolvimento da arquitetura:



ALVENARIA ESTRUTURAL



Histórico

**Desenvolvimento
da arquitetura:**



ALVENARIA ESTRUTURAL



Histórico

**Desenvolvimento
da arquitetura:**

ALVENARIA ESTRUTURAL

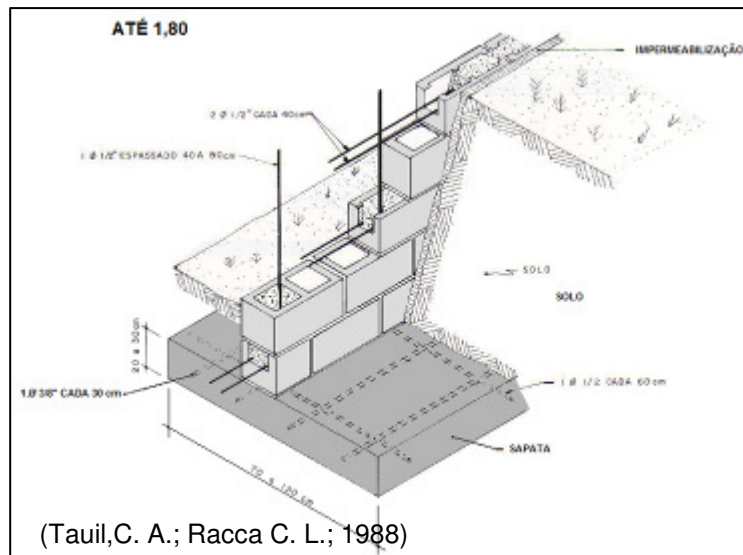
Histórico Desenvolvimento da arquitetura:



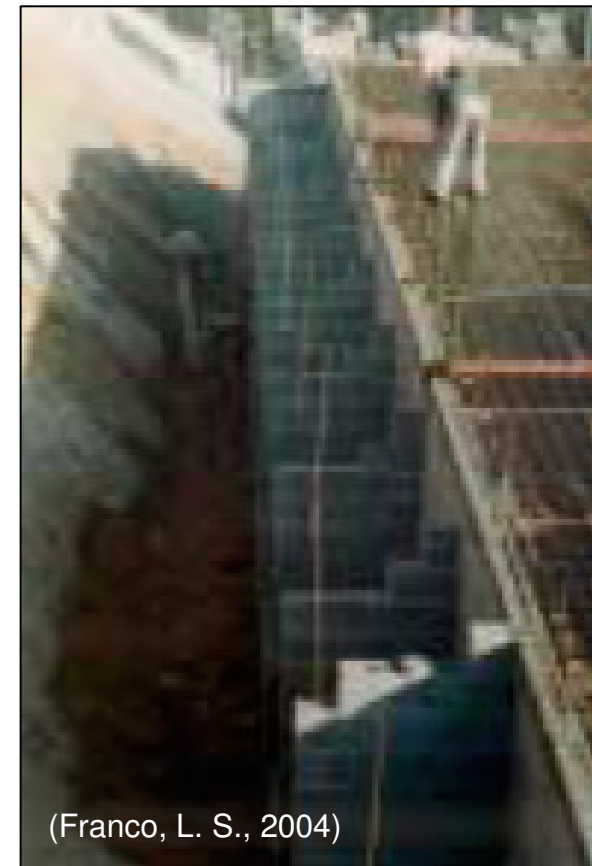
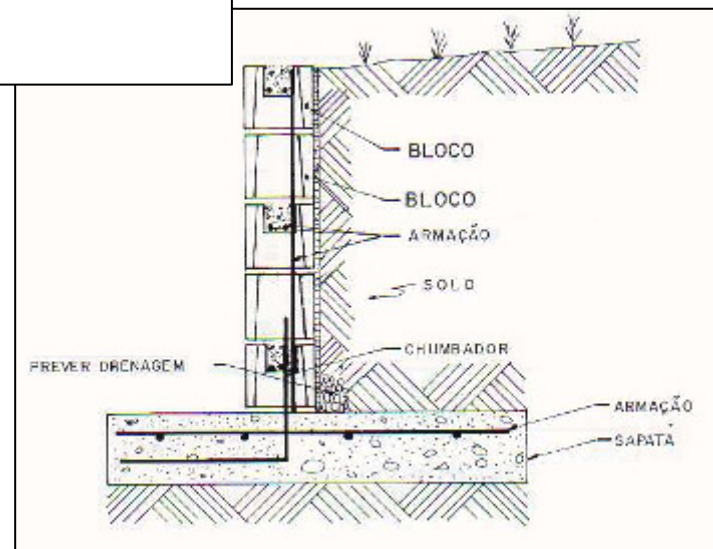
ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Desenvolvimento de outros usos:



Muros de arrimo



ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico

Desenvolvimento de outros usos:

Muros de arrimo

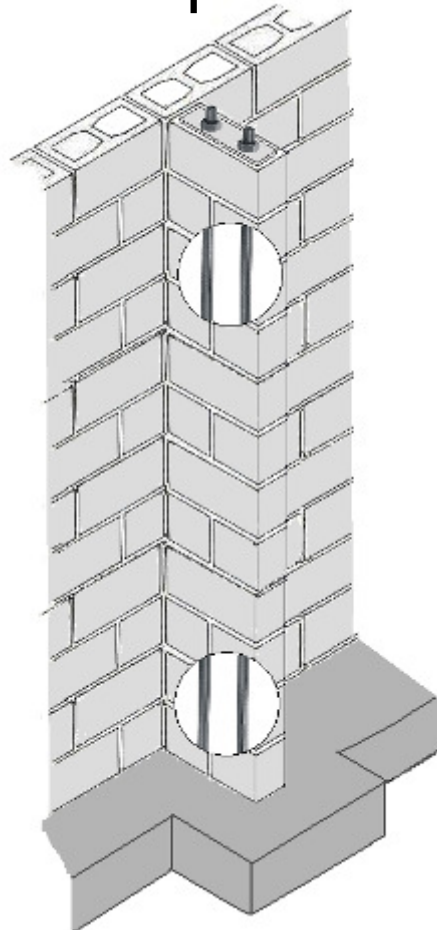


ALVENARIA ESTRUTURAL SERVIÇOS

Histórico

Desenvolvimento de outros usos:

Alvenaria protendida



ALVENARIA ESTRUTURAL

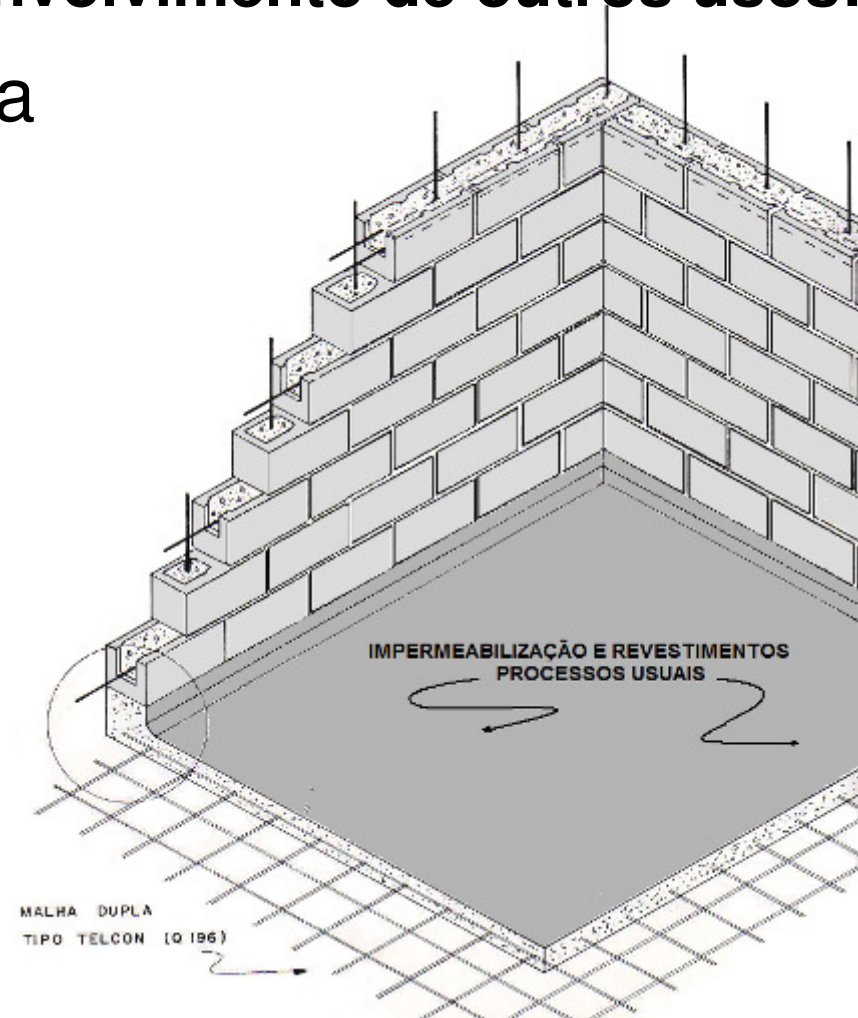
Histórico

Desenvolvimento de outros usos:

Piscinas e caixas d'água



(Franco, L. S., 2004)

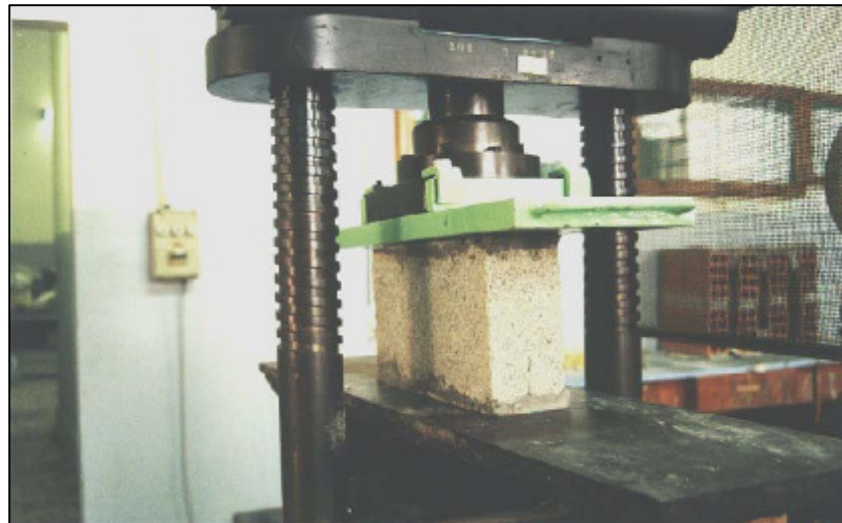


(Tauli, C. A.; Racca C. L.; 1988)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Histórico Mundialmente:

- Grandes realizações;
- Normalização em constante evolução;
- Aplicação a diferentes tipos de obras;
- Explora-se todo o potencial da alvenaria.



Ensaio de
compressão de
bloco

(Franco, L. S., 2004)

ALVENARIA ESTRUTURAL X

Estrutura em C. A. com elevações não estruturais

Alvenaria Estrutural:

- Estrutura em blocos de concreto ou cerâmicos próprios p/ A. E.;
- Lajes em concreto armado convencional ou pré-moldado;
- Revestimento interno c/ pasta de gesso (e=+-1 cm);
- Revestimento externo c/ argamassa de cal, cimento+areia (e=+-2 cm).

Revestimento interno com gesso.

Não necessita mais acabamentos, pode-se aplicar direto a pintura.



ALVENARIA ESTRUTURAL X

Estrutura em C. A. com elevações não estruturais

Alvenaria Estrutural:

- Redução de 60 a 90% nas formas (só lajes e detalhes);
- Redução em 50% no consumo de aço;
- Redução de 20% no consumo de concreto.



ALVENARIA ESTRUTURAL

X

Estrutura em C. A. com elevações não estruturais

Estruturado em concreto armado:

- Lajes em concreto armado convencional ou pré-moldado;
- Elevações em tijolos cerâmicos comuns de 6 furos;
- Revest. interno c/ argamassa de cal, cimento+areia (e= \pm 2,5 cm);
- Revestimento externo c/ argamassa de cal, cimento+areia (e= \pm 4 cm).

Revestimento com argamassa
de areia e cimento.

Necessita de acabamentos mais
finos como o calfino e a massa
corrida antes da pintura.



(Freitas Jr., J. A.)

ALVENARIA ESTRUTURAL

X

Estrutura em C. A. com elevações não estruturais

Estruturado por alvenaria estrutural:

- Custo mais baixo da solução, até 20%;
- Maior racionalidade na construção;
- Vãos máximos da ordem de 4 a 5 metros;
- Pé direito limitado (flambagem das paredes);
- Não podem sofrer reformas que removam paredes estruturais.

Estruturado em concreto armado:

- Maior flexibilidade arquitetônica;
- Edifícios de maior altura;
- Mais fácil compatibilizar térreo, pilotis e subsolos para garagem.

ALVENARIA ESTRUTURAL

X

Estrutura em C. A. com elevações não estruturais

Estruturado por alvenaria estrutural:

- Blocos de concreto tem maior condutibilidade térmica;
- Soluções em blocos cerâmicos são otimizadas para fabricantes específicos dificultando a troca de fornecedor;
- Blocos de concreto – modulações horizontais de 20 cm;
- Blocos cerâmicos – modulações horizontais de 15 cm;
- Modulações verticais de 20 cm;
- Devido ao revestimento pouco espesso, há dificuldade em fixar pregos e parafusos;

ALVENARIA ESTRUTURAL

X

Estrutura em C. A. com elevações não estruturais

Economias por tipo de obra:	
Quatro pavimentos	25% a 30%
Sete pavimentos sem pilotis, com alvenaria não armada	20% a 25%
Sete pavimentos com pilotis, com alvenaria armada	15% a 20%
Sete pavimentos com pilotis	12% a 20%
Doze pavimentos sem pilotis	10% a 15%
Doze pavimentos com pilotis, térreo e subsolo em concreto armado	8% a 12%
Dezoito pavimentos com pilotis, térreo e concreto armado	4% a 6%

(Arnoldo Wendler)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Ações sobre o edifício:

Cargas verticais

Permanentes:

- Peso próprio da estrutura;
- Pisos;
- Revestimentos;
- Vedações;
- Caixa d'água, ...

Acidentais:

- Cargas de utilização (res. 200 kg/m²);
- Ação do vento.

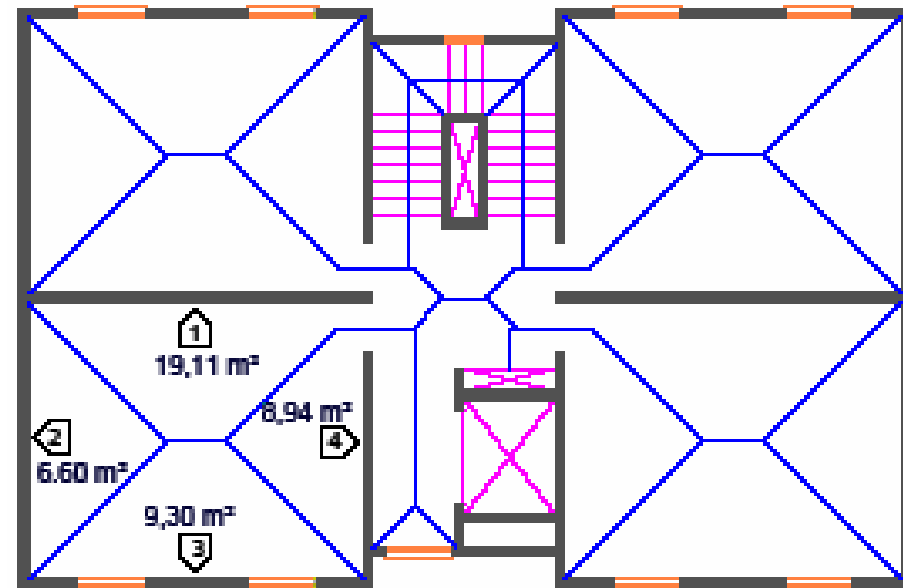
ALVENARIA ESTRUTURAL

Ações sobre o edifício: Cargas verticais

As cargas verticais aplicadas sobre as lajes são somadas e distribuídas pelas paredes relativamente as suas áreas de influência.

Cargas sobre as lajes:

- Peso próprio da laje;
- Pisos;
- Revestimentos;
- Paredes de vedação;
- Cargas de útil
- Residencial 200 kg/m².



ALVENARIA ESTRUTURAL

Ações sobre o edifício: Cargas verticais

As cargas das lajes, somadas ao peso das elevações, vergas, etc. formam as cargas verticais.

As cargas verticais são transferidas para as fundações através dos elementos da Alvenaria Estrutural:

- Paredes portantes;
- Vergas;
- Pilastras.

Estas cargas são distribuídas ao longo do comprimento das paredes portantes.

Cargas concentradas maiores, (ex. caixas d'água), podem ser suportadas por pilastras.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Ações sobre o edifício:

Cargas verticais

Para melhor representar a distribuição das cargas verticais pelas alvenarias, utiliza-se critérios de uniformização de cargas devido a:

- Interação entre grupos de paredes;
- Uniformização de cargas trecho a trecho.

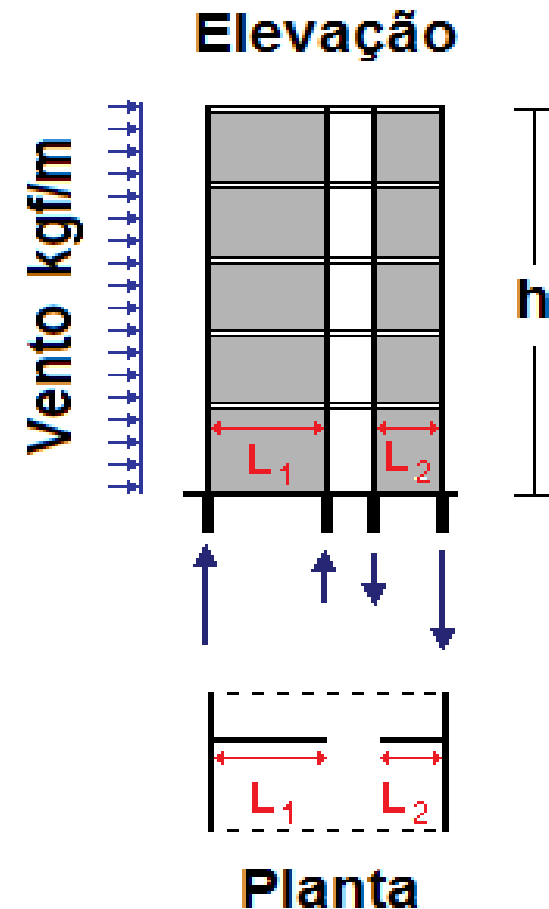
ALVENARIA ESTRUTURAL

Ações sobre o edifício:

Efeito do vento

As cargas horizontais devido ao efeito do vento são transformadas pela estrutura em ações verticais e também transferidas para as fundações.

As ações são distribuídas pelas fundações conforme a geometria da planta.



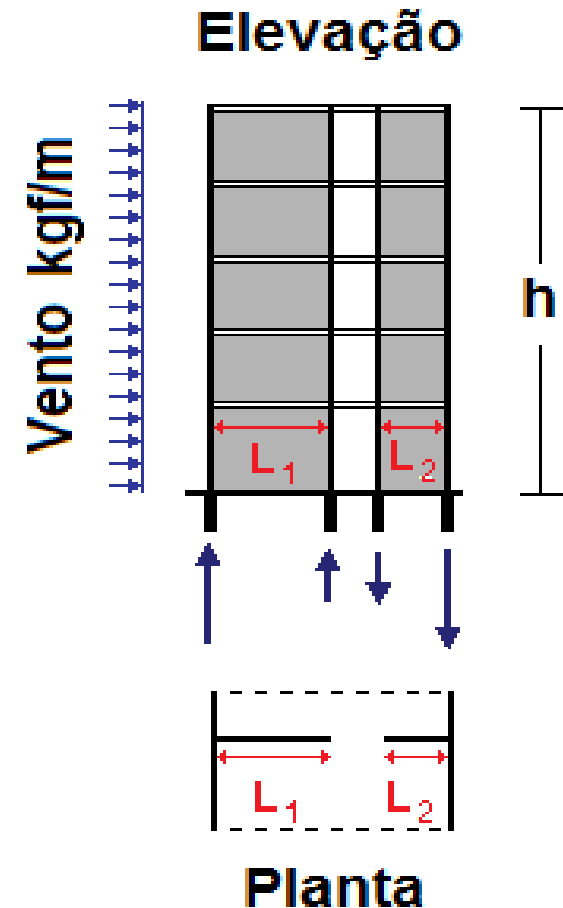
ALVENARIA ESTRUTURAL

Ações sobre o edifício: Efeito do vento

Existem modelos matemáticos simples e complexos para calcular a transformação dos esforços horizontais em verticais.

Os modelos complexos são mais precisos mas mais difíceis de montar e analisar.

O vento pode causar tração nas alvenarias, exigindo armaduras para resistir a este esforço.



ALVENARIA ESTRUTURAL

TÉCNICA RACIONALIZADA:

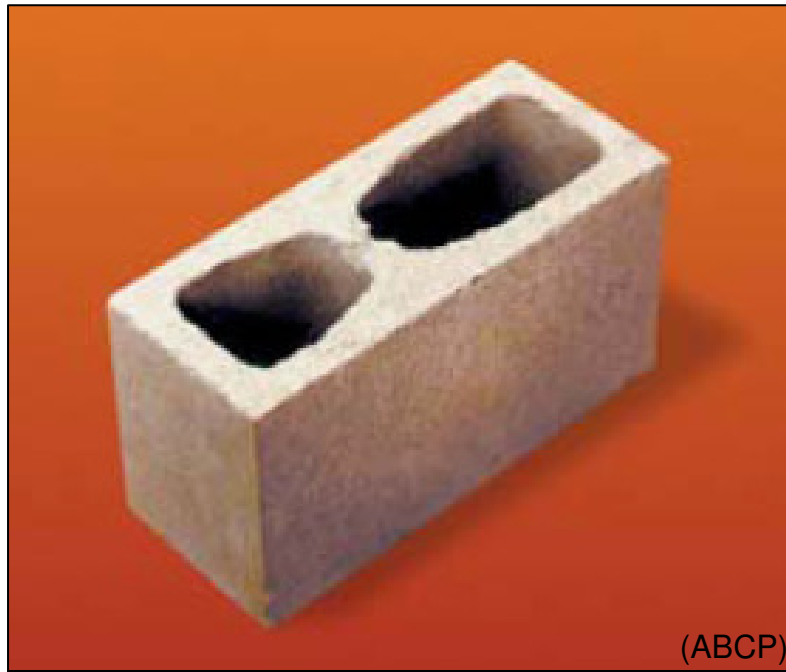
A Alvenaria Estrutural é uma técnica racionalizada:

- Técnica executiva simplificada;
- Materiais e equipamentos próprios;
- Facilidade de treinamento – profissionalização;
- Eliminação de interferências;
- Facilidade de controle;
- Menor diversidade de materiais e mão-de-obra;
- Grande potencial de redução de custos.

ALVENARIA ESTRUTURAL

TÉCNICA RACIONALIZADA:

Materiais e equipamentos próprios



Bloco de concreto próprio para paredes portantes.



Régua de nível

ALVENARIA ESTRUTURAL

**Tecnologia abrange: estrutura,
elevações, revestimentos e instalações.**



ALVENARIA ESTRUTURAL

Principais Vantagens da Alvenaria Estrutural:

- Excelente Flexibilidade e Versatilidade;
- Flexibilidade no planejamento de execução de obras;
- Facilidade de integração com os outros subsistemas.



(Franco, L. S., 2004)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Desvantagens da Alvenaria Estrutural:

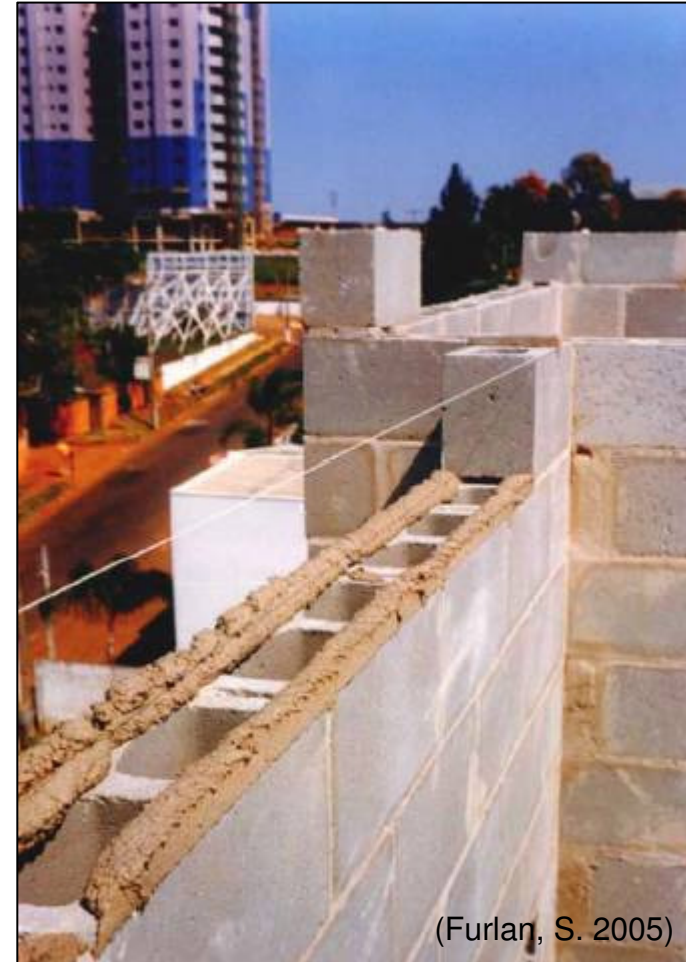
A A. E. não admite improvisações do tipo....

- “Depois tira na massa”;
- Faz e quebra;
- “Na obra a gente vê o que faz”. (Franco, L. S., 2004)



ALVENARIA ESTRUTURAL

Alvenaria Estrutural com blocos de concreto próprios.



ALVENARIA ESTRUTURAL

Alvenaria Estrutural com blocos cerâmicos próprios.



(Furlan, S. 2005)



(Furlan, S. 2005)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Desvantagens da Alvenaria Estrutural:

- Condiciona a arquitetura;
- Inibe a destinação dos edifícios;
- Restringe a possibilidade de mudanças.



(Farias, F. A. V., 2008)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Desvantagens da Alvenaria Estrutural:

- Para se conseguir as vantagens é necessário que se encare de forma sistêmica:
 - **PROJETO** modulado;
 - **PROJETO** bem estudado e elaborado;
 - **MATERIAIS** com qualidade assegurada;
 - Mão-de-obra **TREINADA** e supervisionada;
 - Obra organizada e **PLANEJADA**.



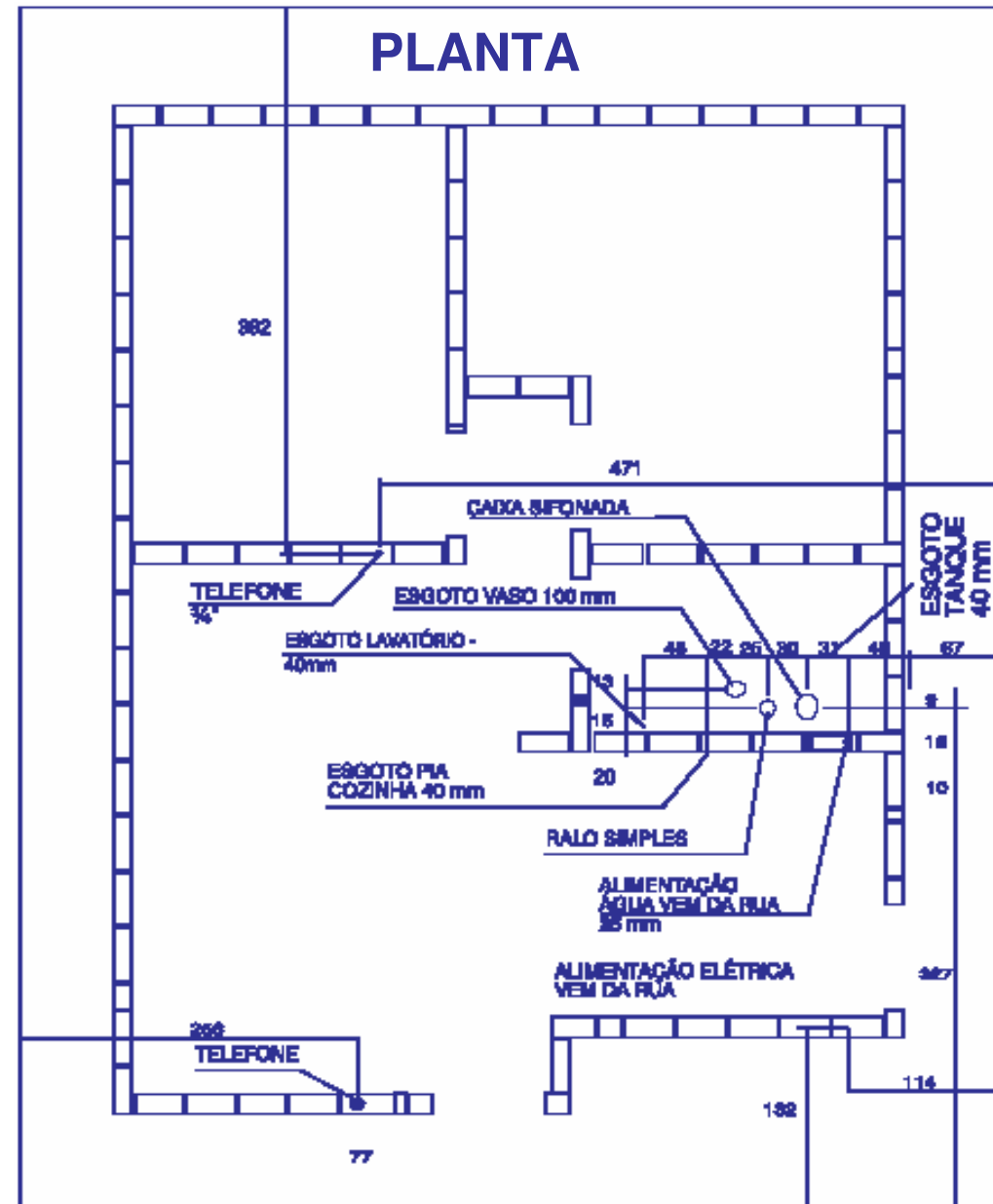
ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria

Planta com dimensões moduladas pelas unidades dos blocos

As duas primeiras fiadas de blocos devem ser projetadas, bloco a bloco.

As instalações correm por dentro dos blocos.



ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria

PLANTAS

Os projetos em Alvenaria Estrutural devem conter em planta desenhos detalhados dos blocos individualmente obrigatoriamente para a 1ª e 2ª fiadas.

ELEVAÇÕES

Cada parede portante deve ter desenhada sua elevação com cada bloco individual, assim como vergas pré-moldadas, blocos grauteados e armaduras.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria

SUGESTÃO PARA APRESENTAÇÃO DO PROJETO
(Eng. Marcio Conte – Projetista alvenaria estrutural)

- Planta de 1^a e 2^a Fiada para locação – escala 1:50
- Cotas acumuladas
- Elétrico e hidráulico na planta
- Indicação de blocos grauteados
- Numeração das paredes e indicação das suas vistas

ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria

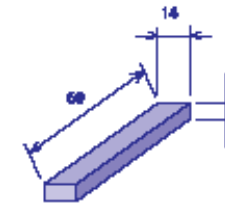
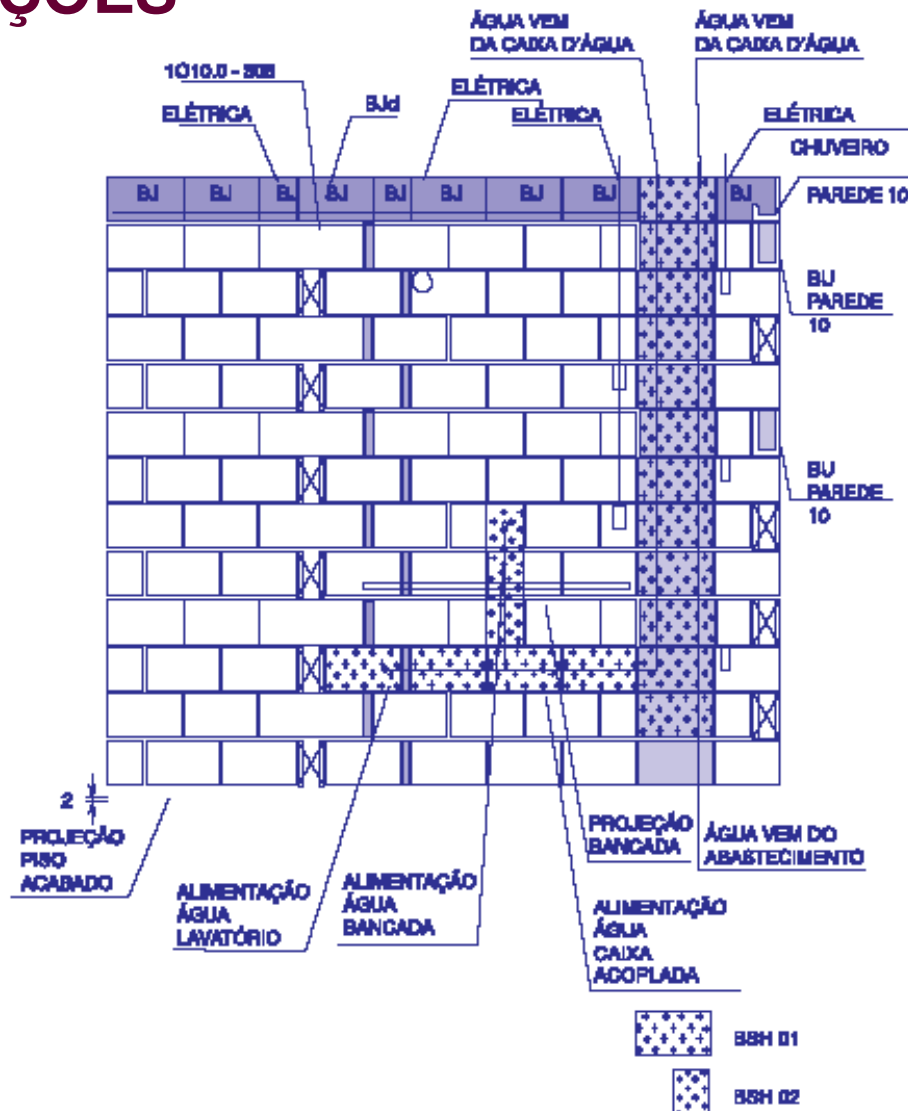
SUGESTÃO PARA APRESENTAÇÃO DO PROJETO (Eng. Marcio Conte – Projetista alvenaria estrutural)

- Elevações em Escala 1:25 - usar papel A3
 - Numerar fiadas
 - 1^a e 2^a fiadas abaixo da elevação
- Representação de todos os pré-moldados leves (vergas, coxins, quadros, etc.)
 - Indicação das canaletas e vergas
- Cotas dos níveis dos pavimentos e a espessura das lajes
- Tabela com resumo de quantidades de blocos, aço, graute e pré-moldados.

ALVENARIA ESTRUTURAL

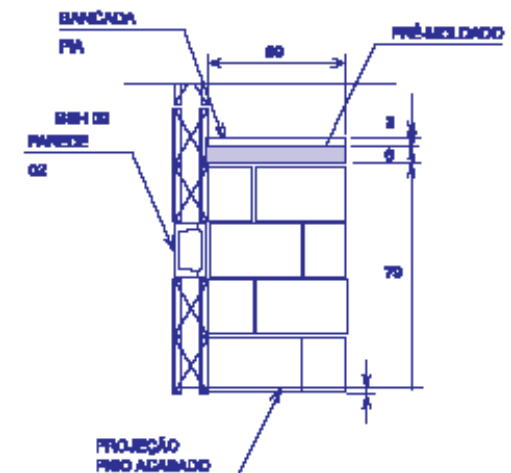
ELEVAÇÕES

Modulação da Alvenaria



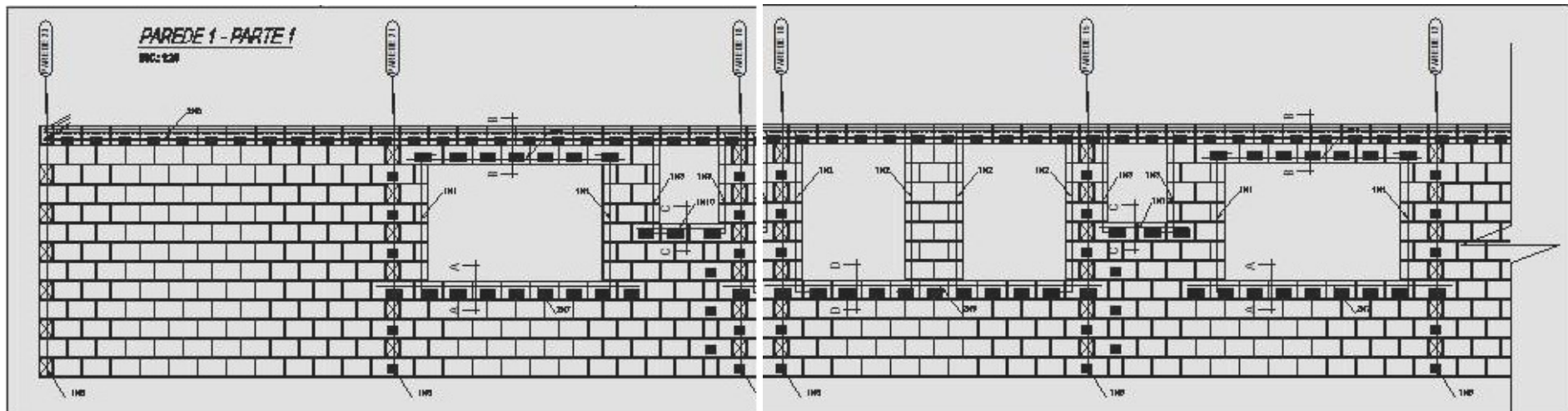
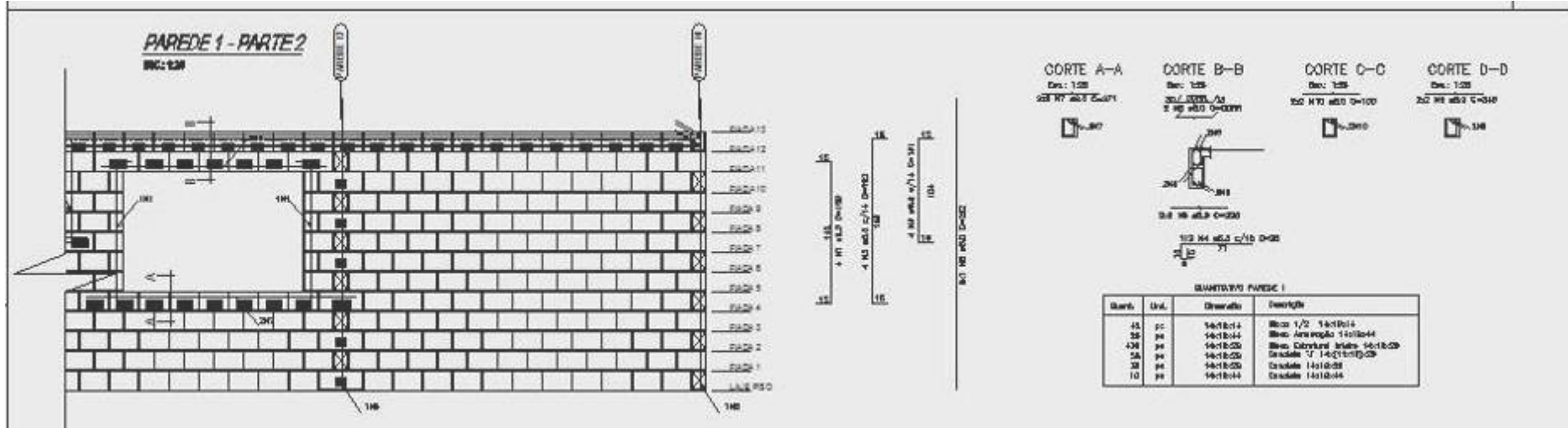
PRÉ-MOLDADO DE CONCRETO PARA APOIO DA BANCADA SOBRE AS ALVENARIAS

OBSE: A BANCADA NÃO DEVE SER ENCRUSTADA NA ALVENARIA ESTRUTURAL, APENAS ENCRUSTADA.



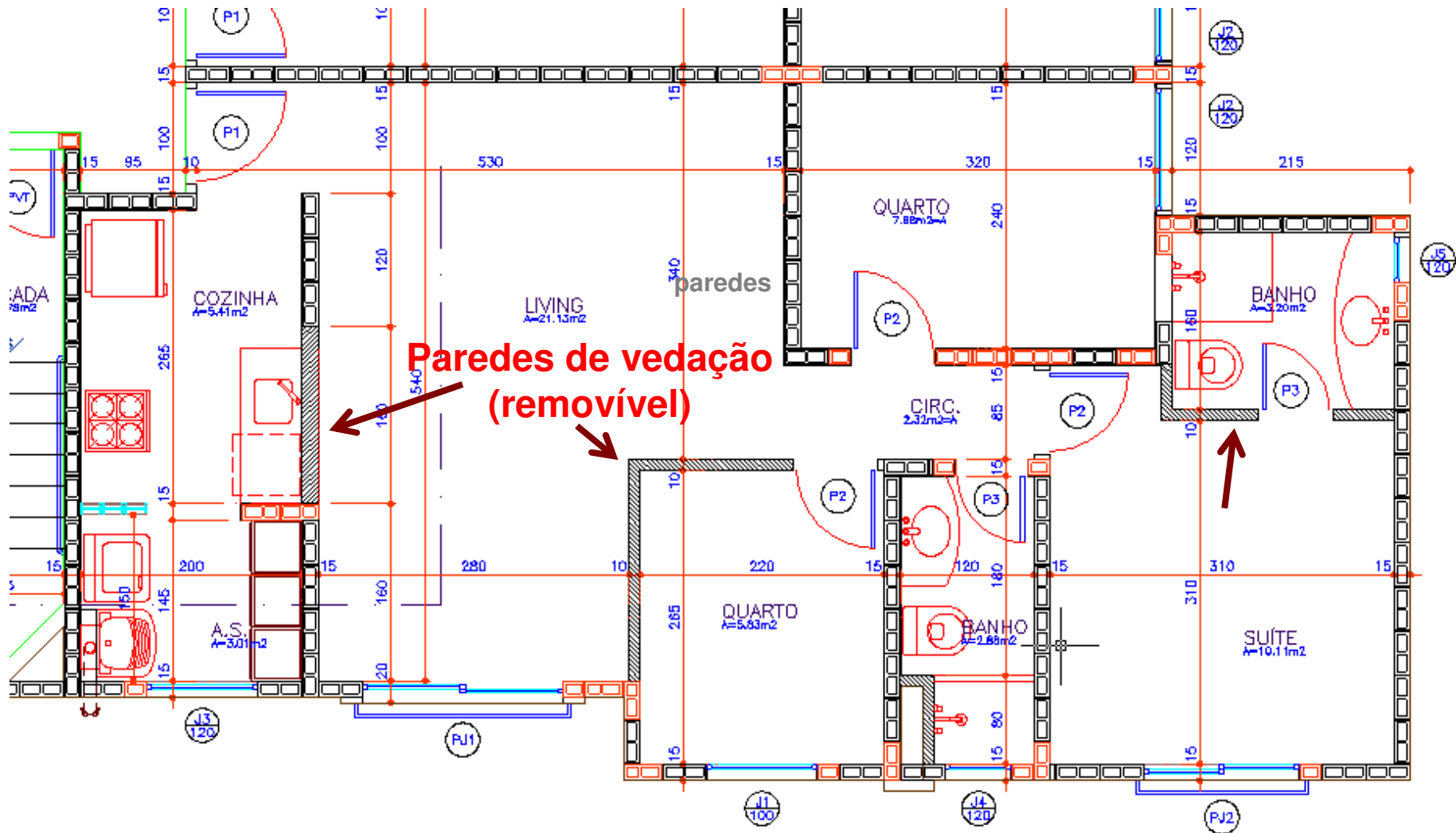
ALVENARIA ESTRUTURAL ELEVAÇÕES

Modulação da Alvenaria



ALVENARIA ESTRUTURAL PLANTA

Modulação da Alvenaria



ALVENARIA ESTRUTURAL

Blocos de concreto:

Famílias:

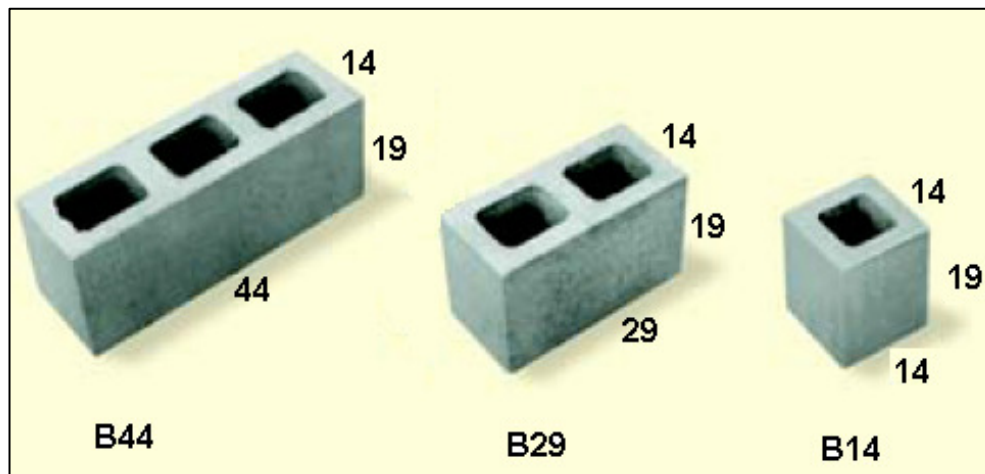
Família 29 (cm)

Módulos de 15 cm (14 + 1 de junta)

B29 – 14 x 19 x 29

B14 – 14 x 19 x 14

B44 – 14 x 19 x 44



Família 39 (cm)

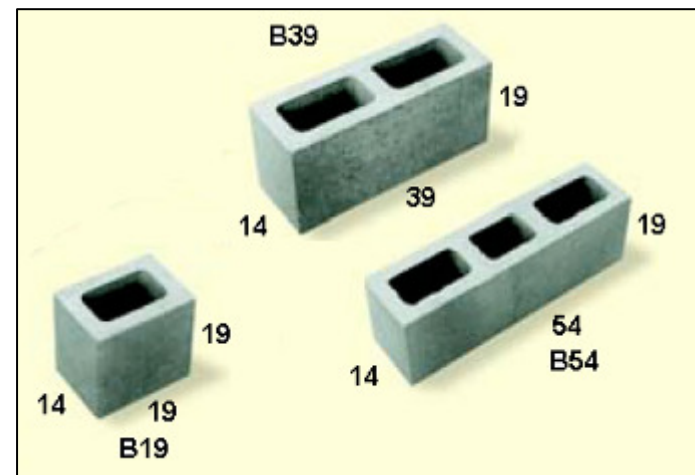
Módulos de 20 cm (19 + 1 de junta)

B39 – 14 x 19 x 39

B19 – 14 x 19 x 19

B54 – 14 x 19 x 54

(larguras também de 19 cm)



ALVENARIA ESTRUTURAL

Blocos cerâmicos: Famílias:

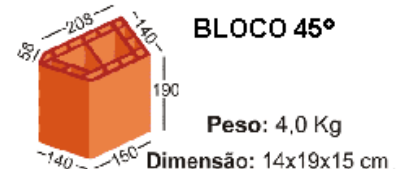
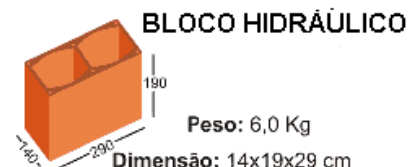
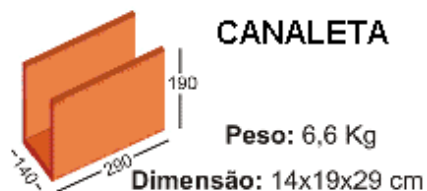
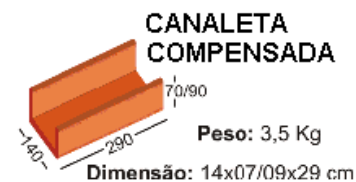
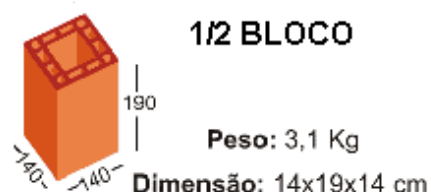
Família 29 (cm)

Módulos de 15 cm (14 + 1 de junta)

B29 – 14 x 19 x 29

B14 – 14 x 19 x 14

B44 – 14 x 19 x 44



ALVENARIA ESTRUTURAL

Blocos cerâmicos: Famílias:

Família 39 (cm)

Módulos de 20 cm (19 + 1 de junta)

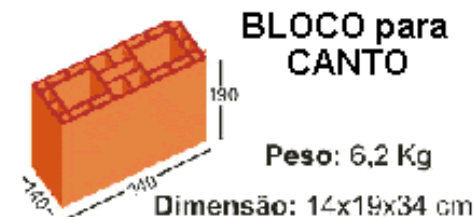
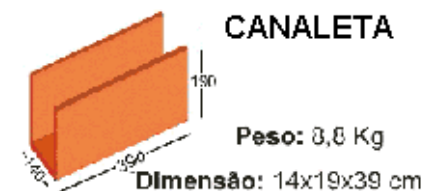
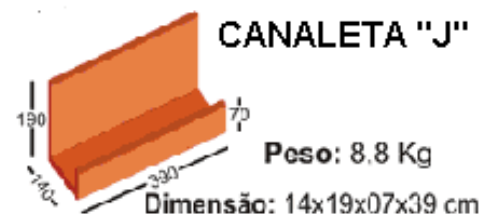
Espessura 14 cm \neq de $\frac{1}{2}$ comprimento

B39 – 14 x 19 x 39

B19 – 14 x 19 x 19

B54 – 14 x 19 x 54

(larguras também de 19 cm)



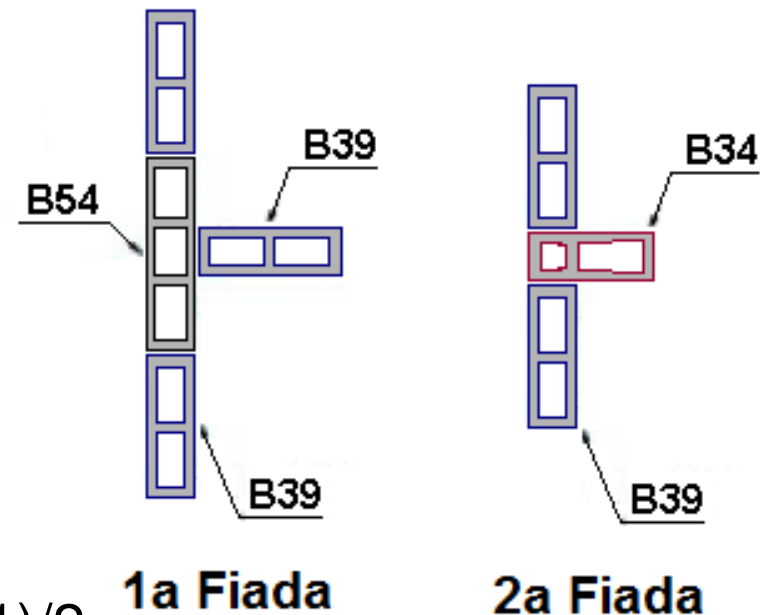
ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria - Encontros

Blocos Especiais B54 e B34

Encontros da família 39 (espessura 14 cm)

Espessura 14 cm \neq de $\frac{1}{2}$ comprimento



Bloco de 54 cm: $54 = 39 + 1 + 14$

Bloco de 34 cm: $34 - 14 = 20 = (39 + 1) / 2$

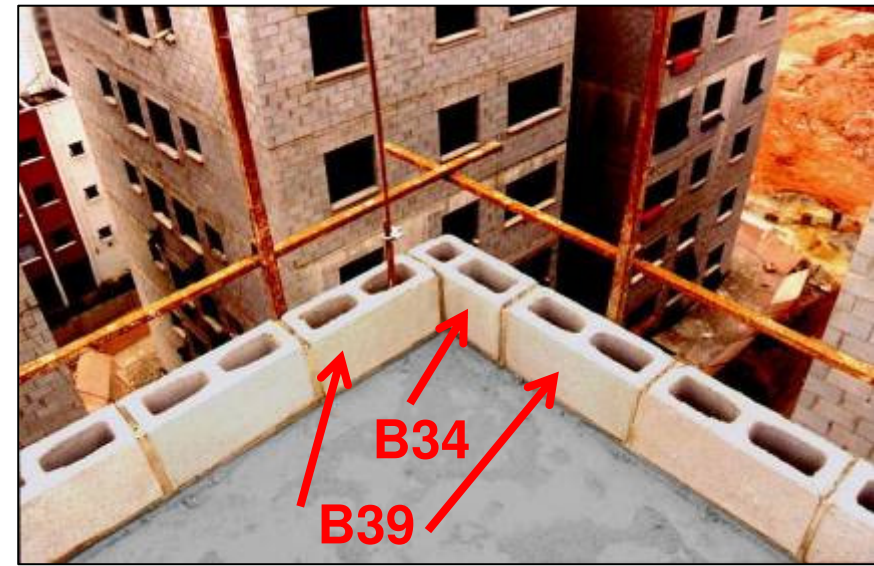
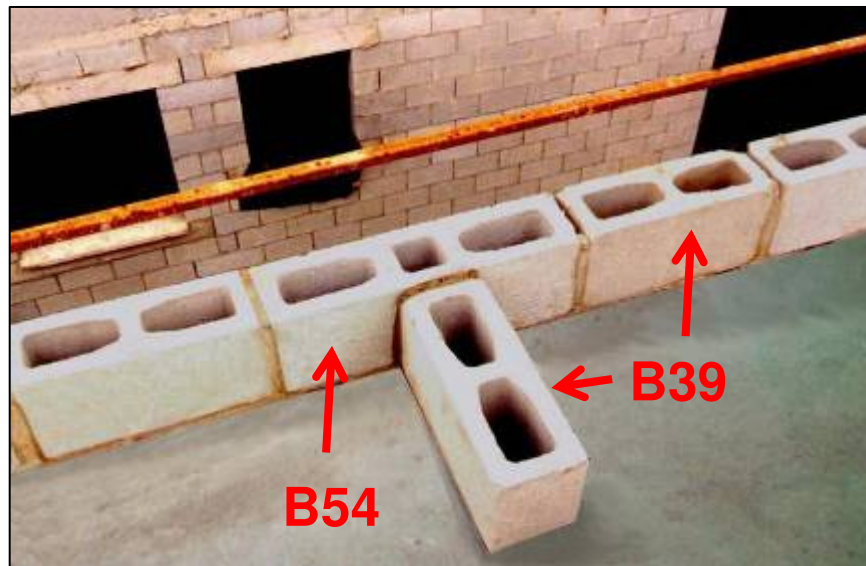
São necessários para acertar os encontros em T, mantendo a amarração e os vazados verticais alinhados no mesmo prumo.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria - Encontros

Encontros da família 39
(espessura 14 cm)

Blocos Especiais B54 e B34

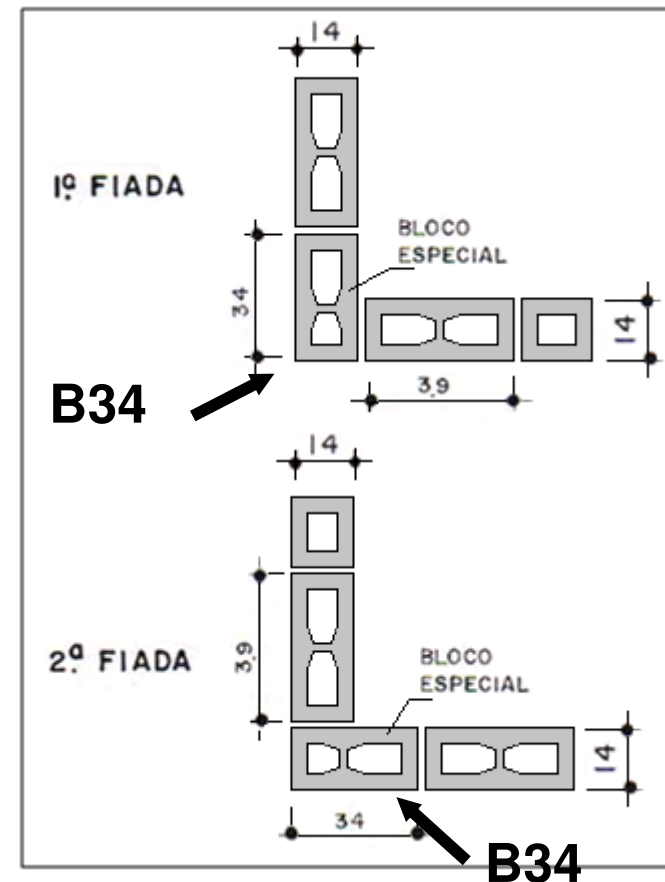
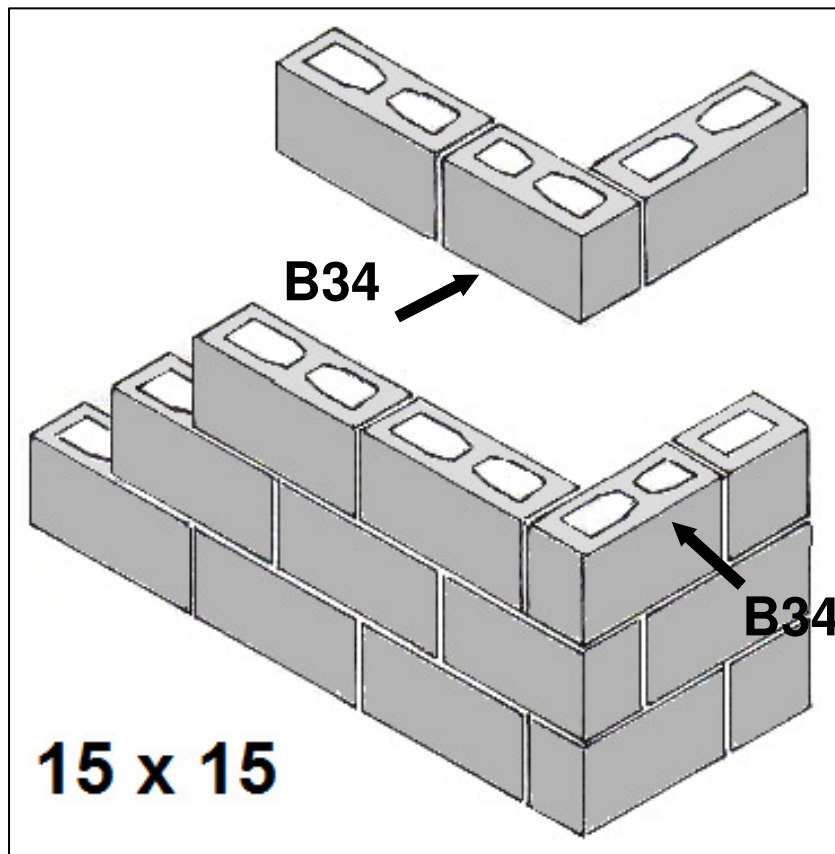


Espessura da parede 14 cm diferente da metade do comprimento de um bloco comum

ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria - Encontros

Família 39 (espessura 14 cm)



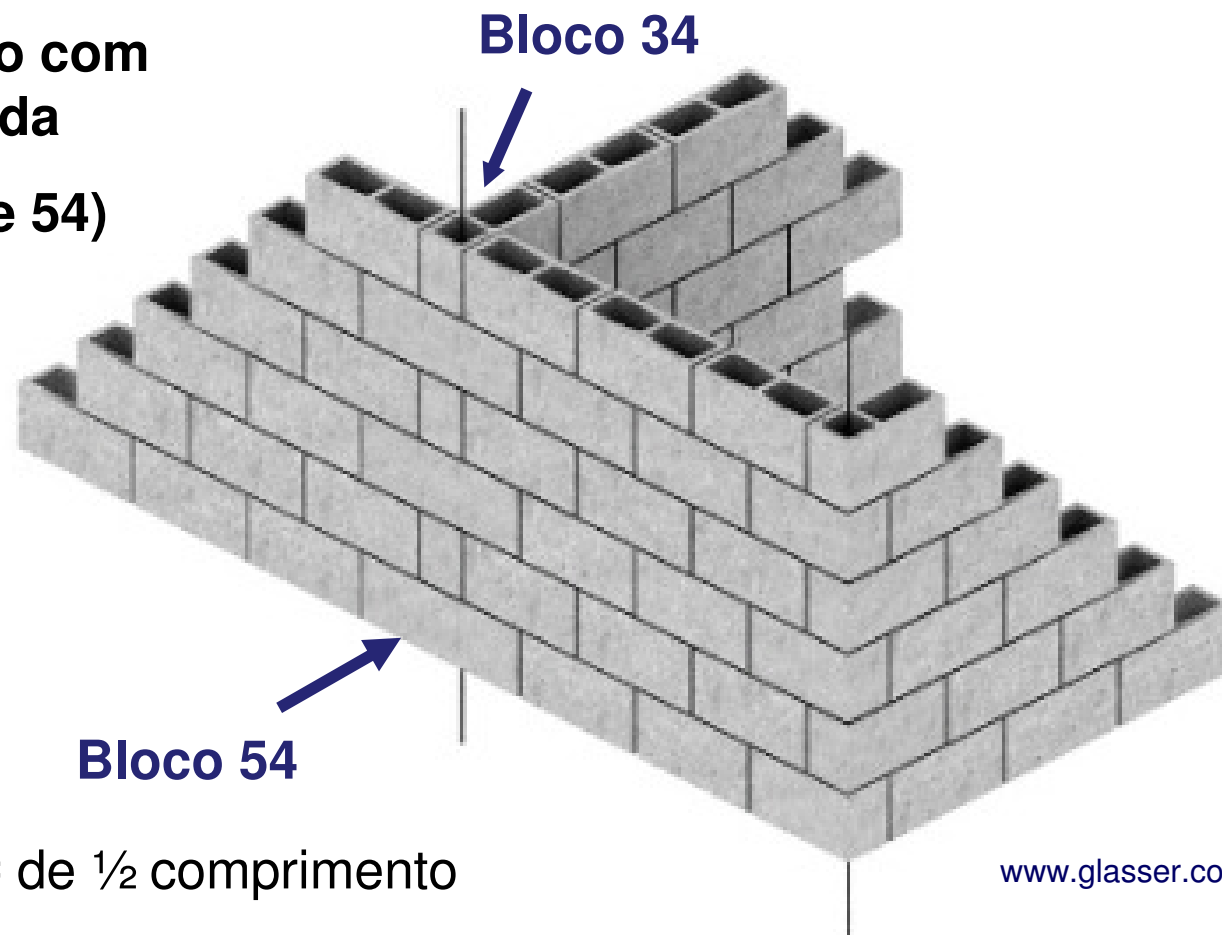
(Tauil, C. A.; Racca C. L.; 1988)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria - Encontros

Família 39 (espessura 14 cm)

Encontro e canto com
junta amarrada
(blocos de 34 e 54)



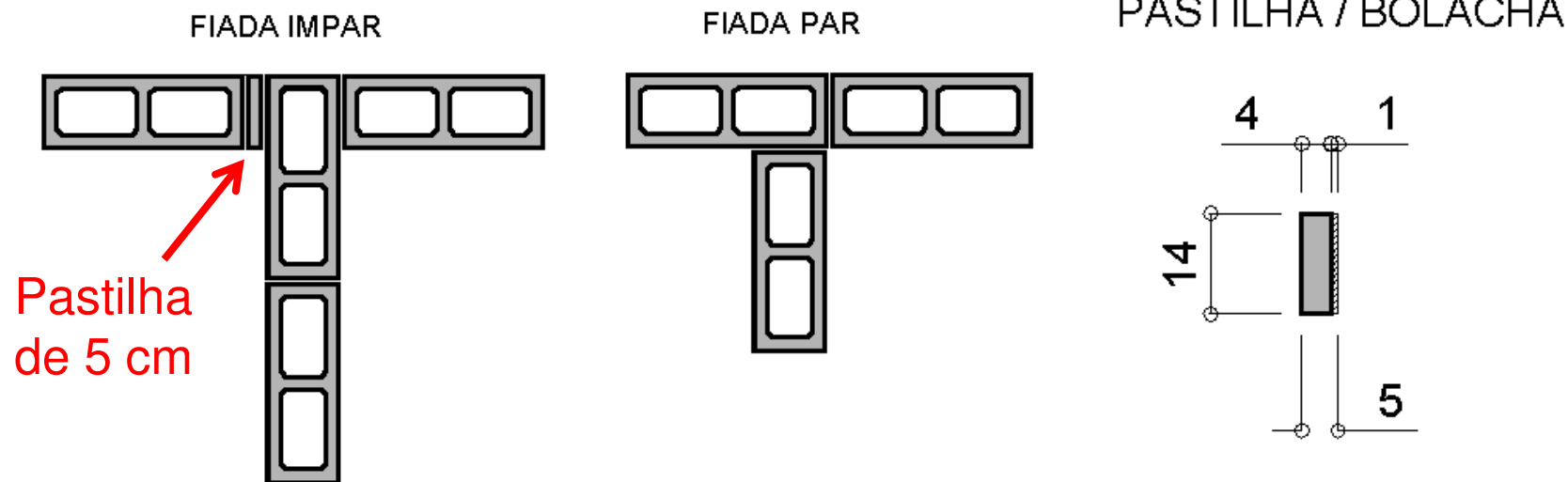
Espessura 14 cm \neq de $\frac{1}{2}$ comprimento

ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria - Encontros

Encontros da família 39
(espessura 14 cm)

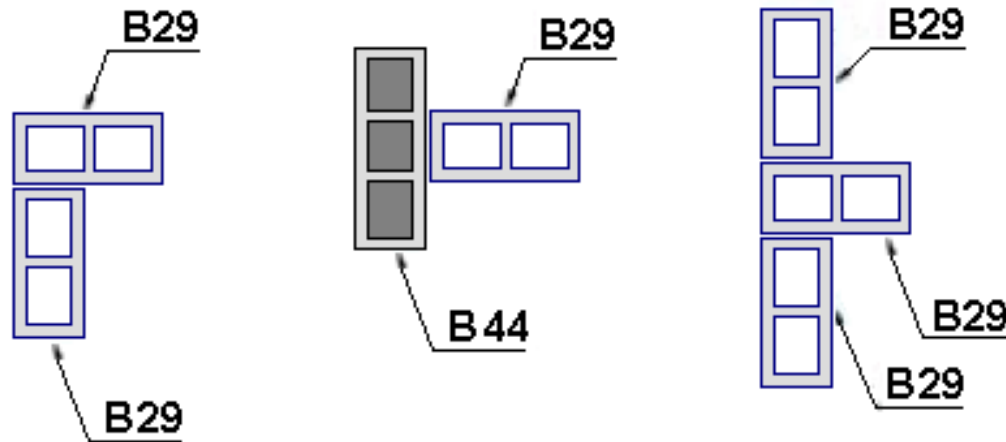
PASTILHA/BOLACHA 5 cm



A pastilha maciça 4+1 cm fecha meio bloco (19cm) ao ser colocada ao lado de um bloco de 14cm de espessura.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria - Encontros



**Encontros da família
29 (espessura 14 cm)**

Espessura 14 cm = $\frac{1}{2}$ comprimento

Bloco especial de 44 cm: $44 = 29 + 1 + 14$

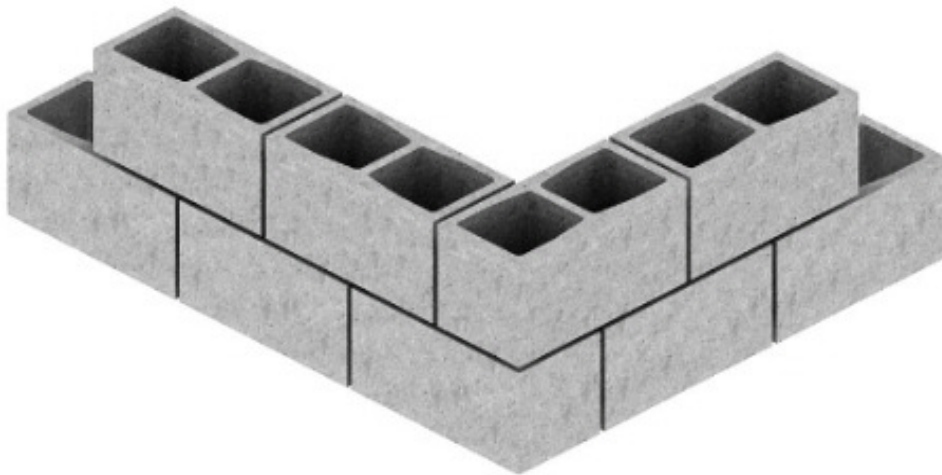
É necessário para acertar os encontros em T, mantendo a amarração e os vazados verticais alinhados no mesmo prumo.

ALVENARIA ESTRUTURAL

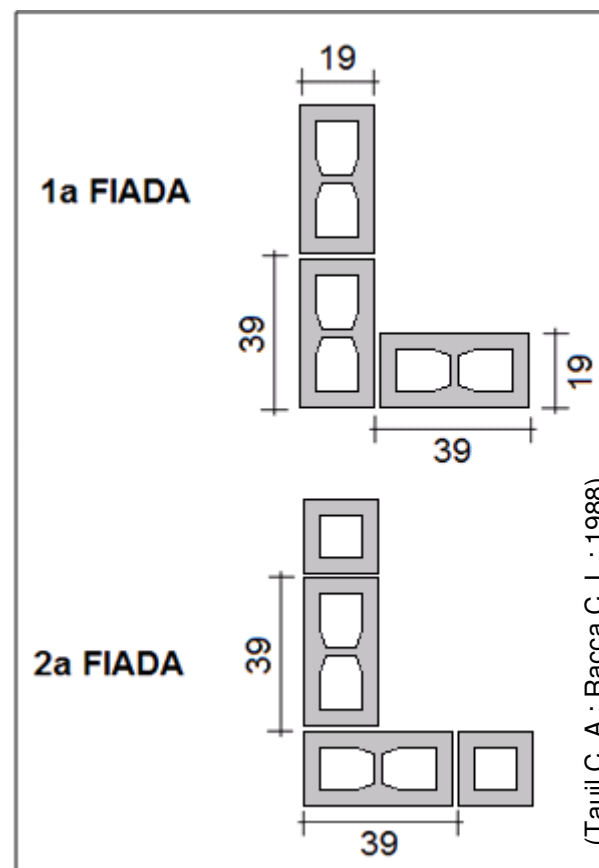
Modulação da Alvenaria - Encontros

Família 39 (espessura 19 cm)

Encontro de parede em "L"
Espessura 20 cm X Espessura 20 cm
Espessura 20 cm = $\frac{1}{2}$ comprimento (39+1)



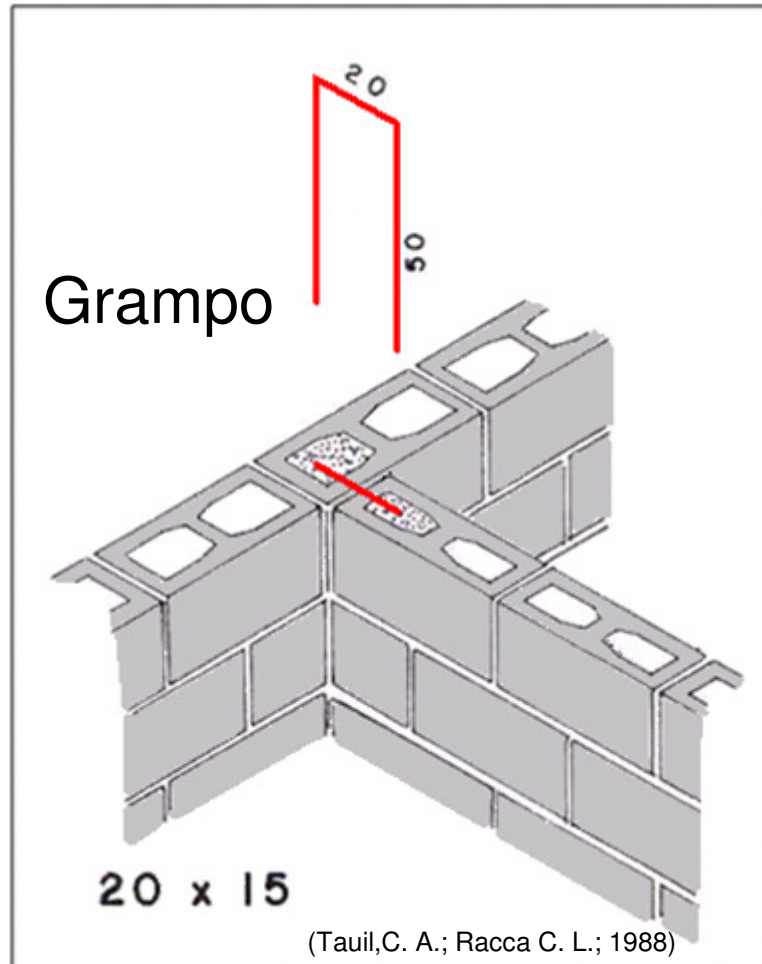
www.glasser.com.br



ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria Encontros

Quando não há a amarração dos blocos

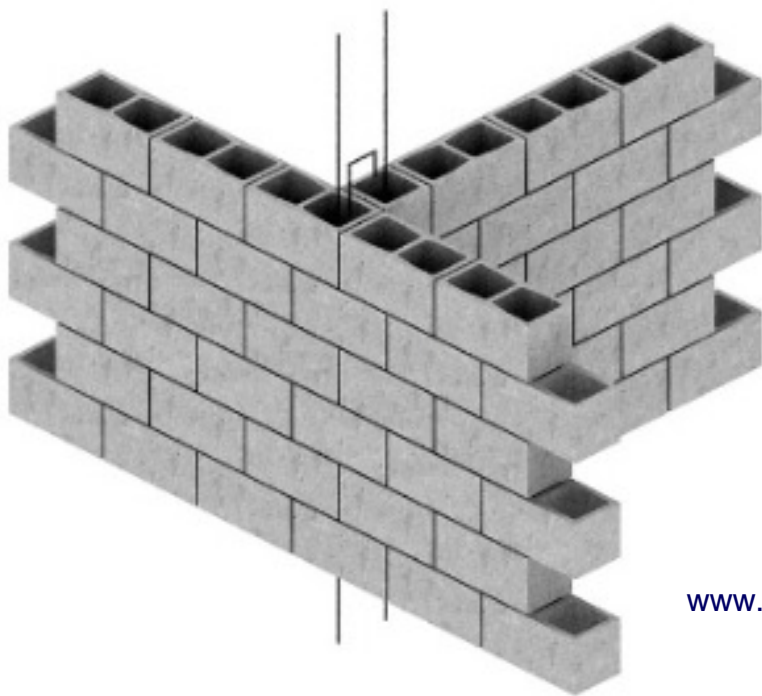


ALVENARIA ESTRUTURAL

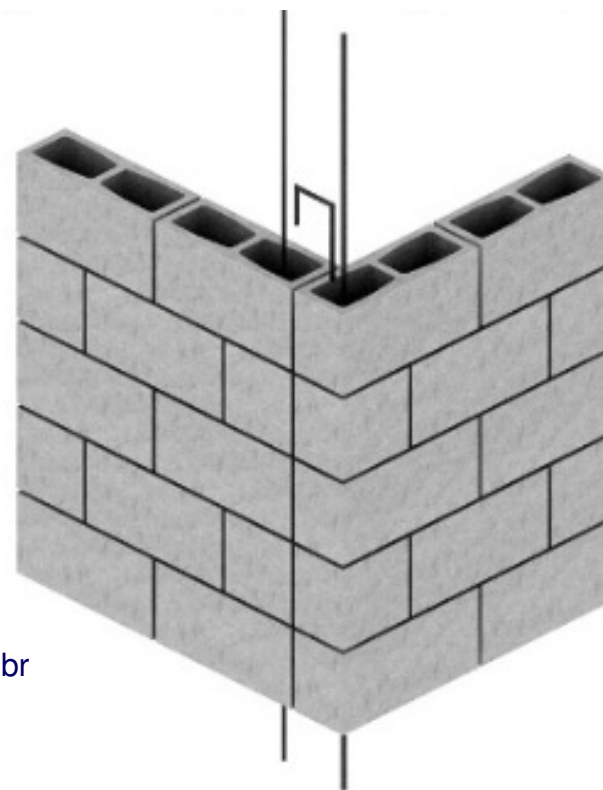
Modulação da Alvenaria - Encontros

Quando não há a amarração dos blocos

Encontro e canto com junta a prumo grampeados



Encontro

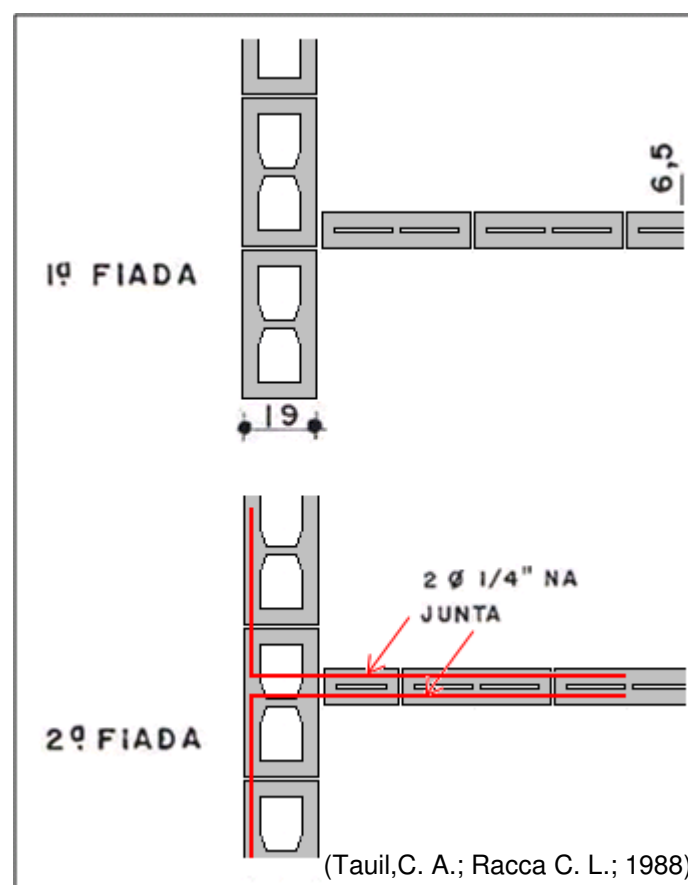
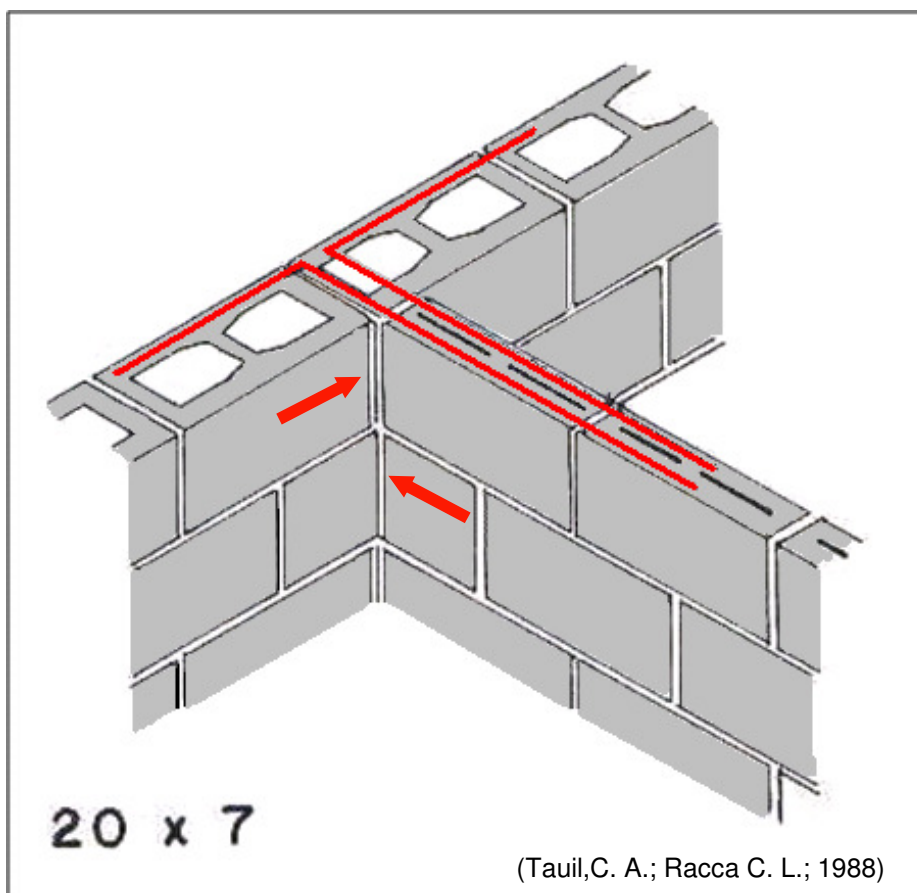


Canto

ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria - Encontros

Quando não há a amarração dos blocos (com parede de vedação)

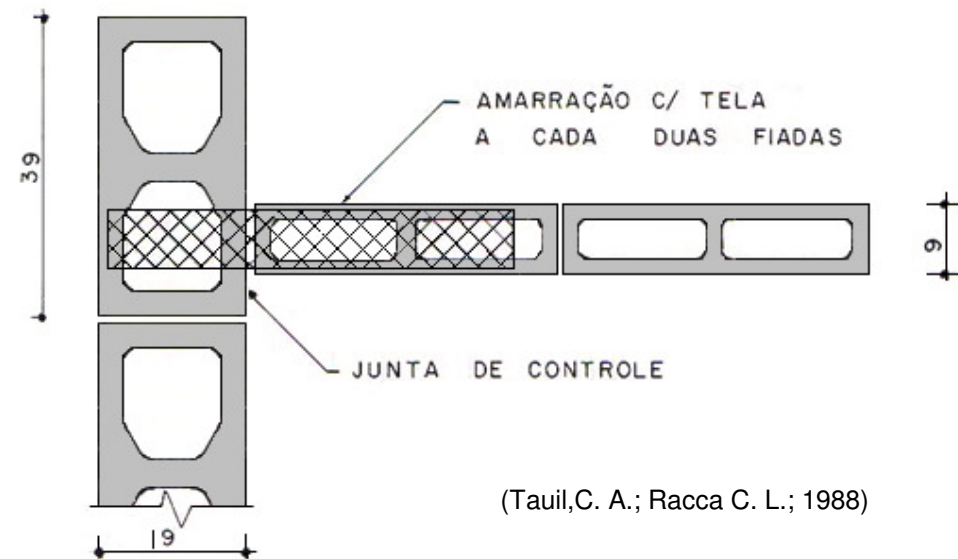


ALVENARIA ESTRUTURAL

Modulação da Alvenaria - Encontros

Paredes estruturais c/ paredes de vedação

Amarração com tela



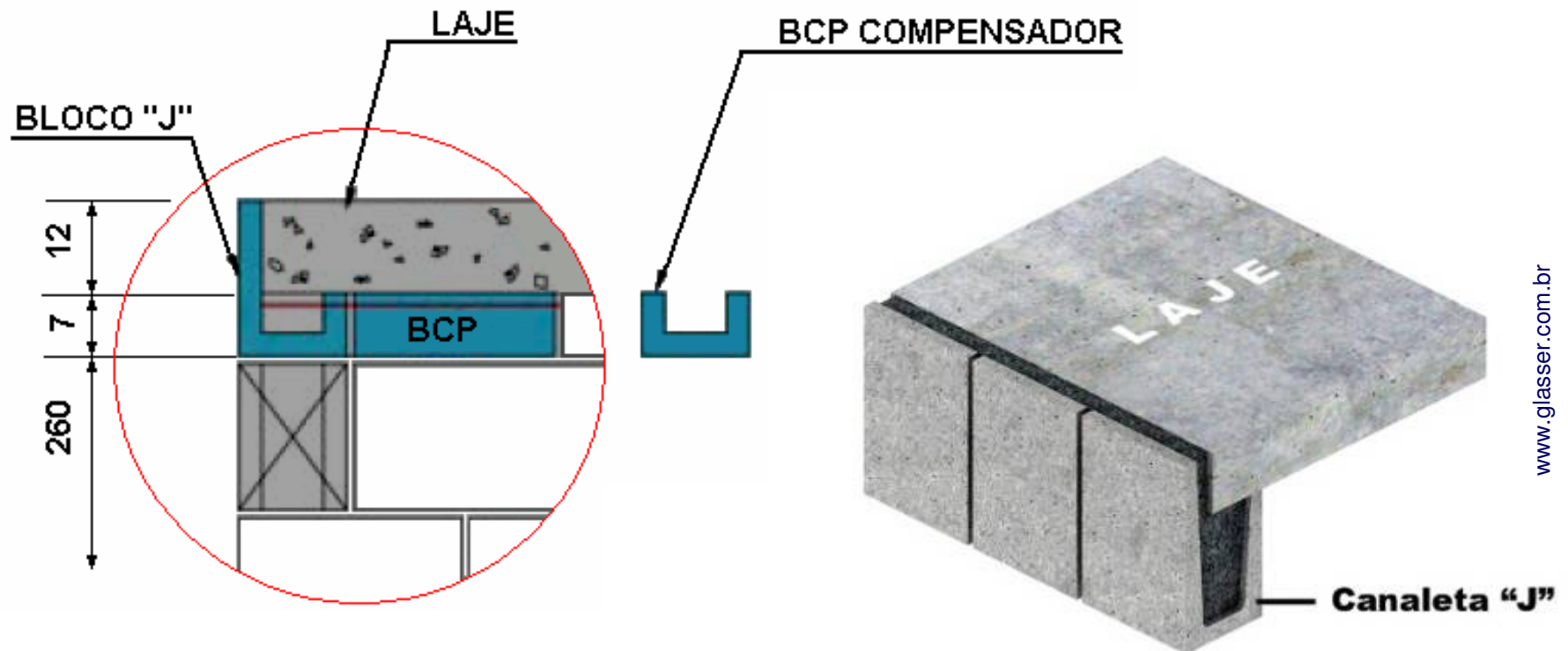
(Tauil, C. A.; Racca C. L.; 1988)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Ligação Alvenaria / Laje Paredes externas

Laje externamente não aparente - Bloco "J"

Uso de bloco compensador nas paredes internas



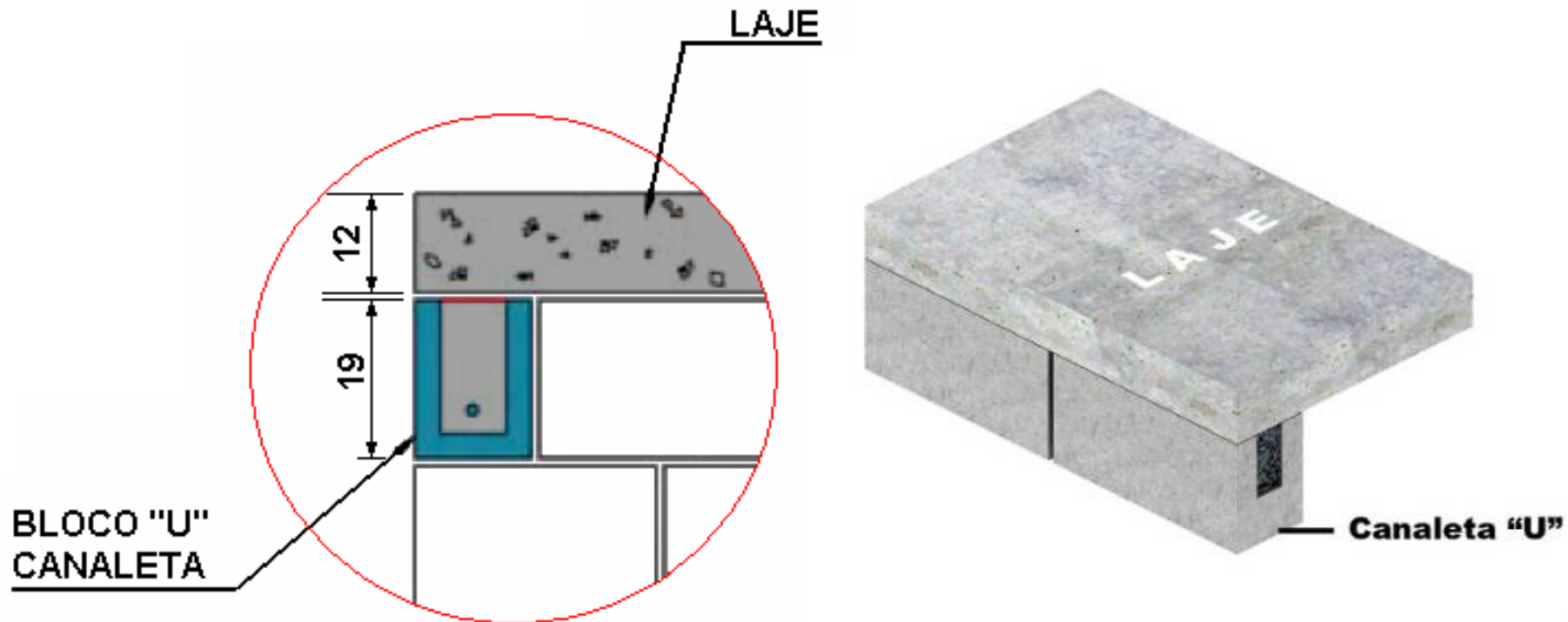
ALVENARIA ESTRUTURAL

Ligação Alvenaria / Laje

Paredes externas

Laje externamente aparente - Bloco canaleta

Necessita forma para acabamento lateral da laje

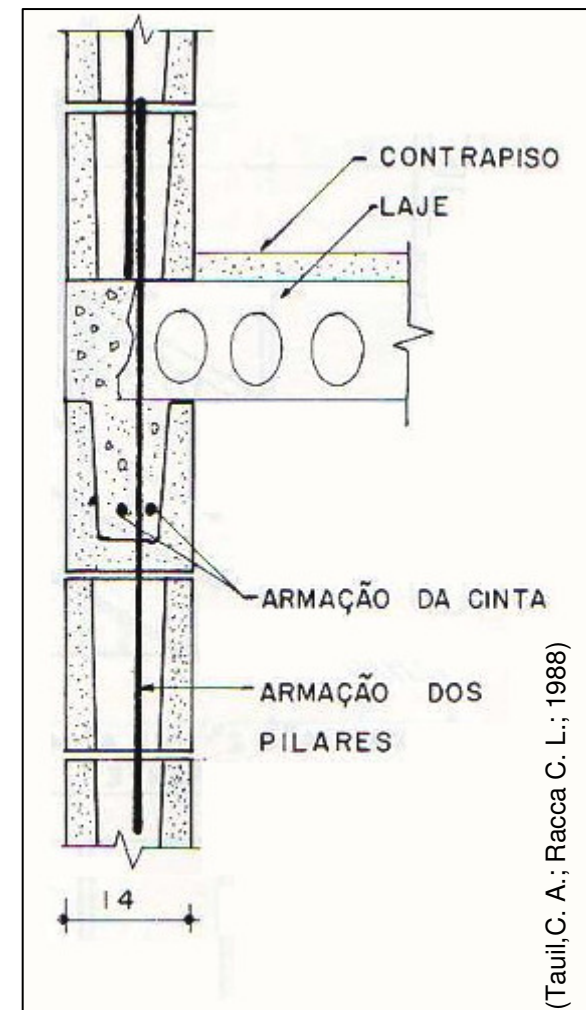
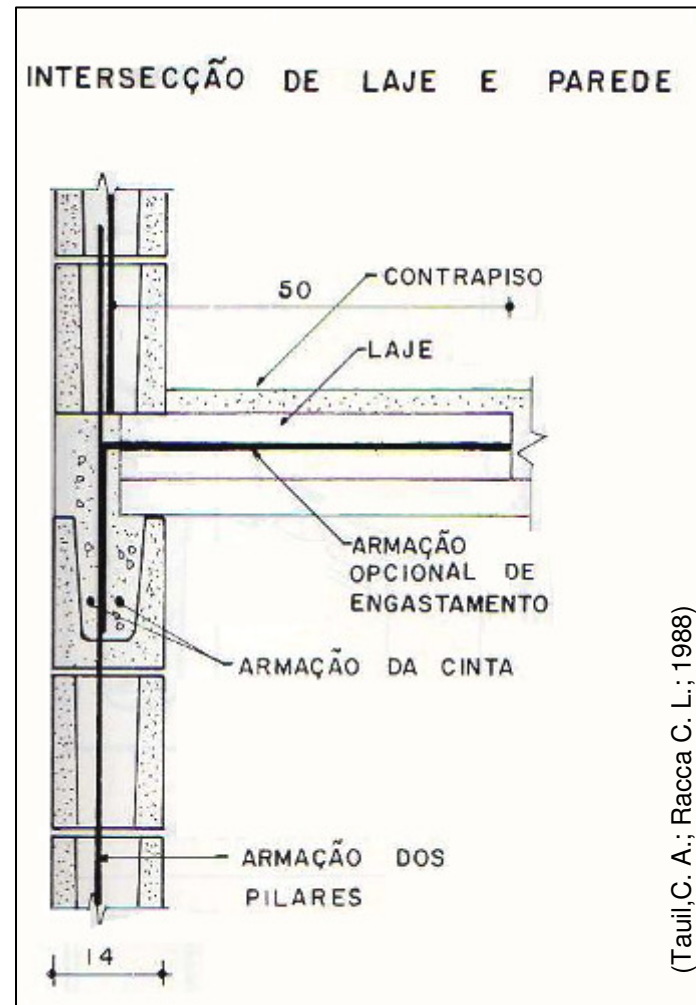


ALVENARIA ESTRUTURAL

Ligação Alvenaria / Laje

Paredes externas

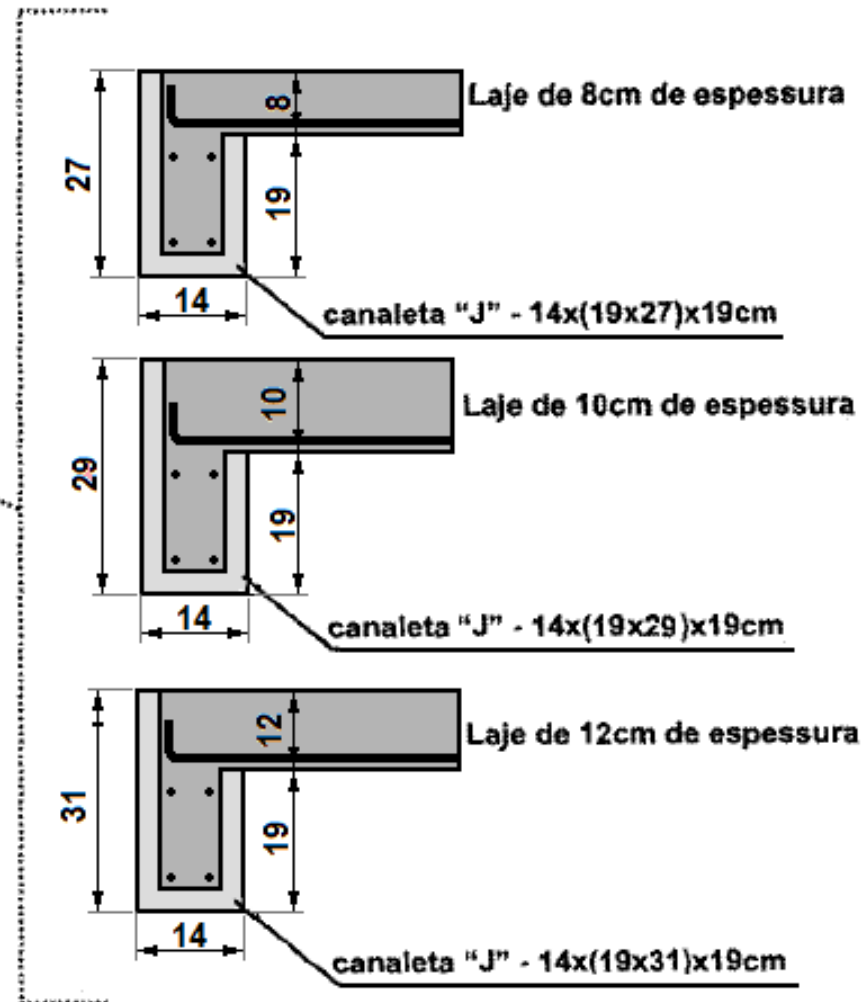
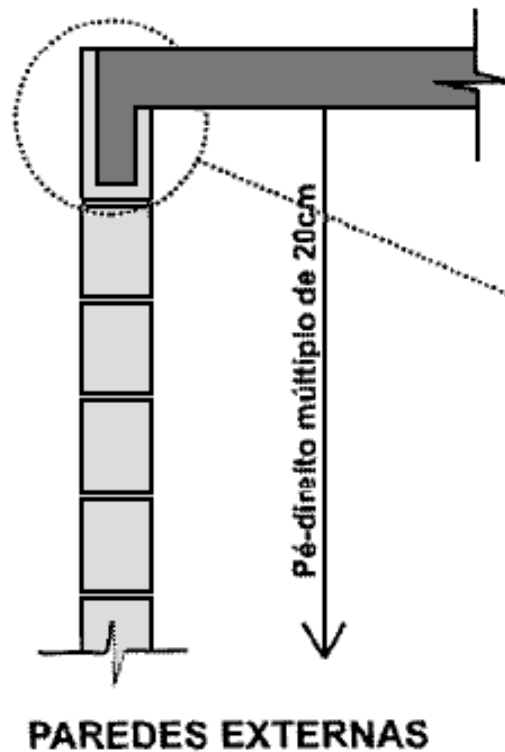
**Laje
pré-moldada
Alveolar
c/ bloco
canaleta**



ALVENARIA ESTRUTURAL

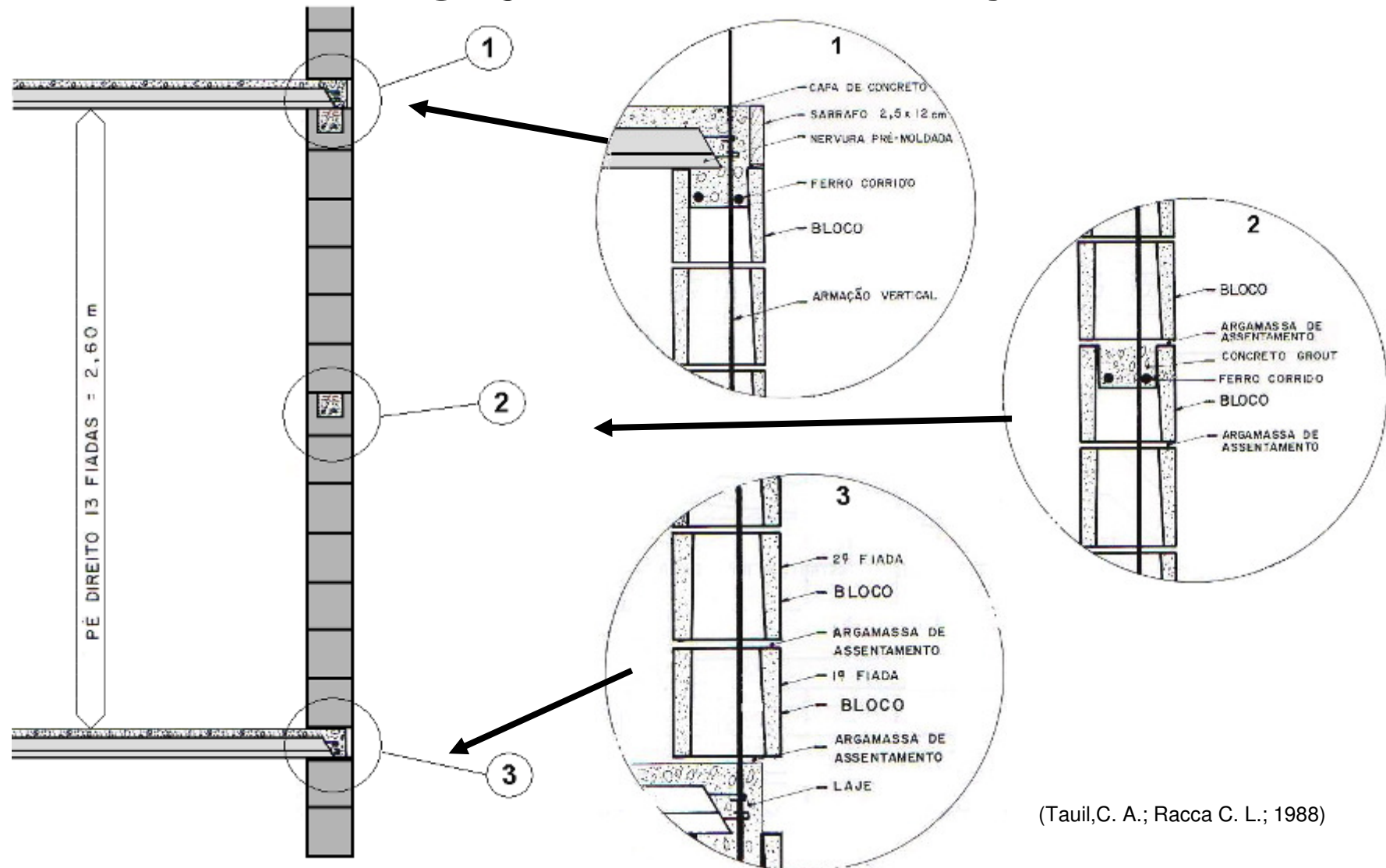
Ligação Alvenaria / Laje

Laje maciça
c/ bloco "J"



ALVENARIA ESTRUTURAL

Ligação Alvenaria / Laje



(Tauil, C. A.; Racca, C. L.; 1988)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Ligação Alvenaria / Laje



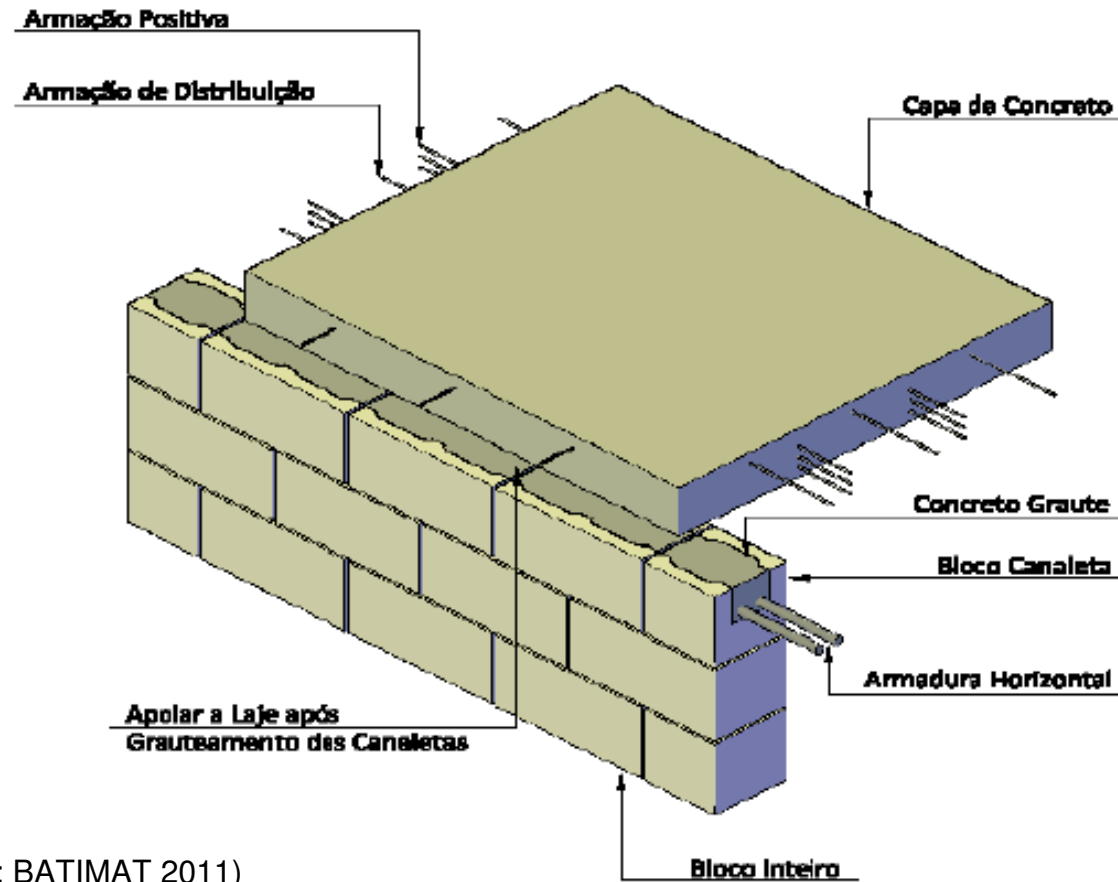
Lajes com bloco “J” e bloco compensador.



Lajes direto sobre o bloco canaleta.

ALVENARIA ESTRUTURAL

Tipos de lajes

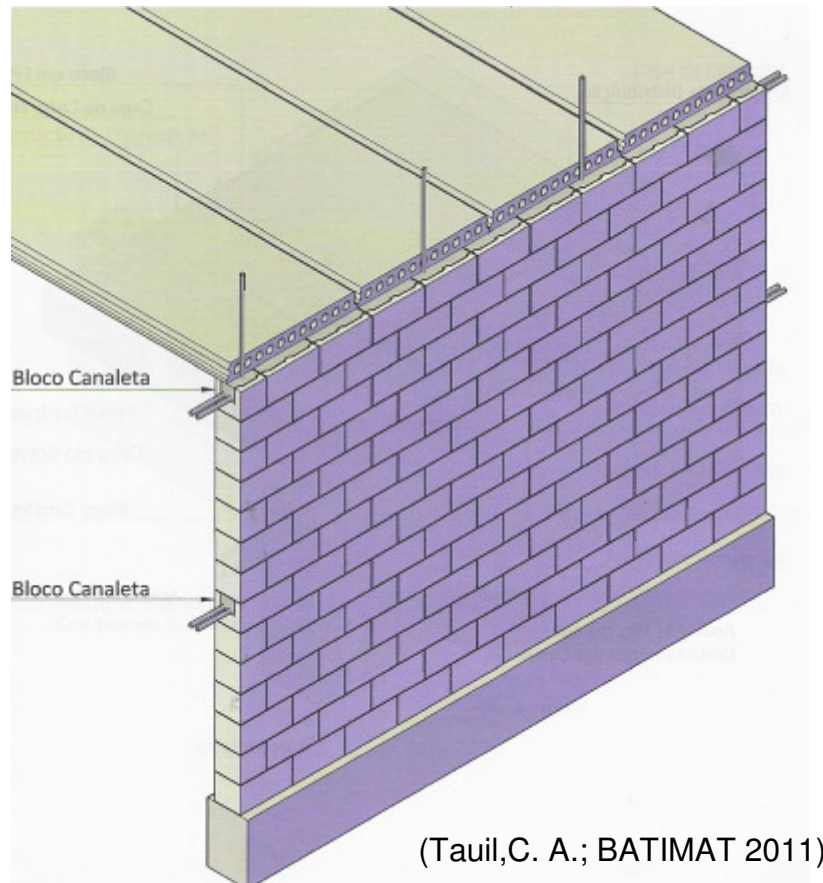


(Tauil, C. A.; BATIMAT 2011)

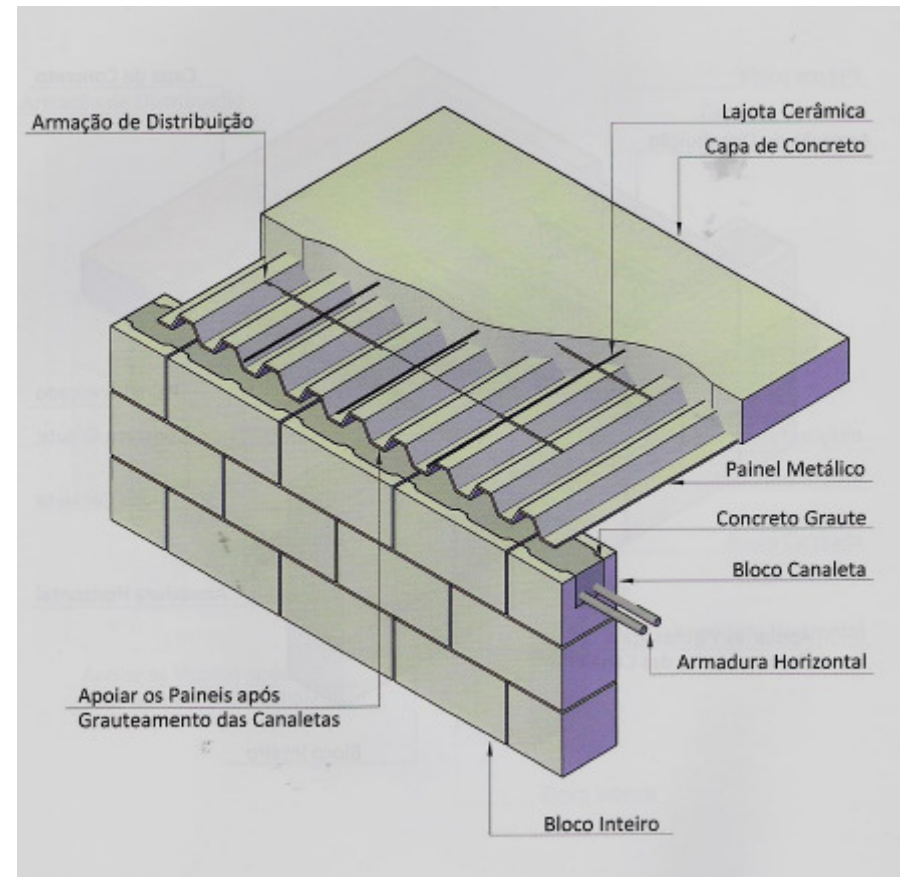
Laje maciça

ALVENARIA ESTRUTURAL

Tipos de lajes



Laje alveolar



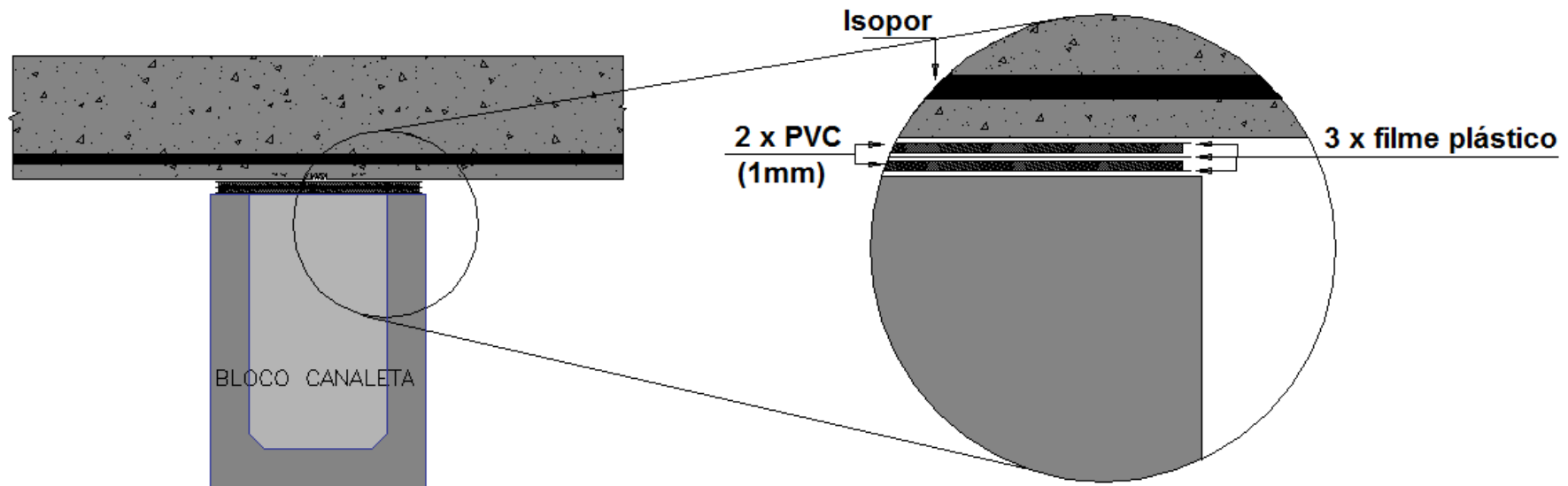
Laje "steel deck"

ALVENARIA ESTRUTURAL

Ligação Alvenaria / Laje de cobertura

Junta térmica

DETALHE DOS APOIOS DAS LAJES



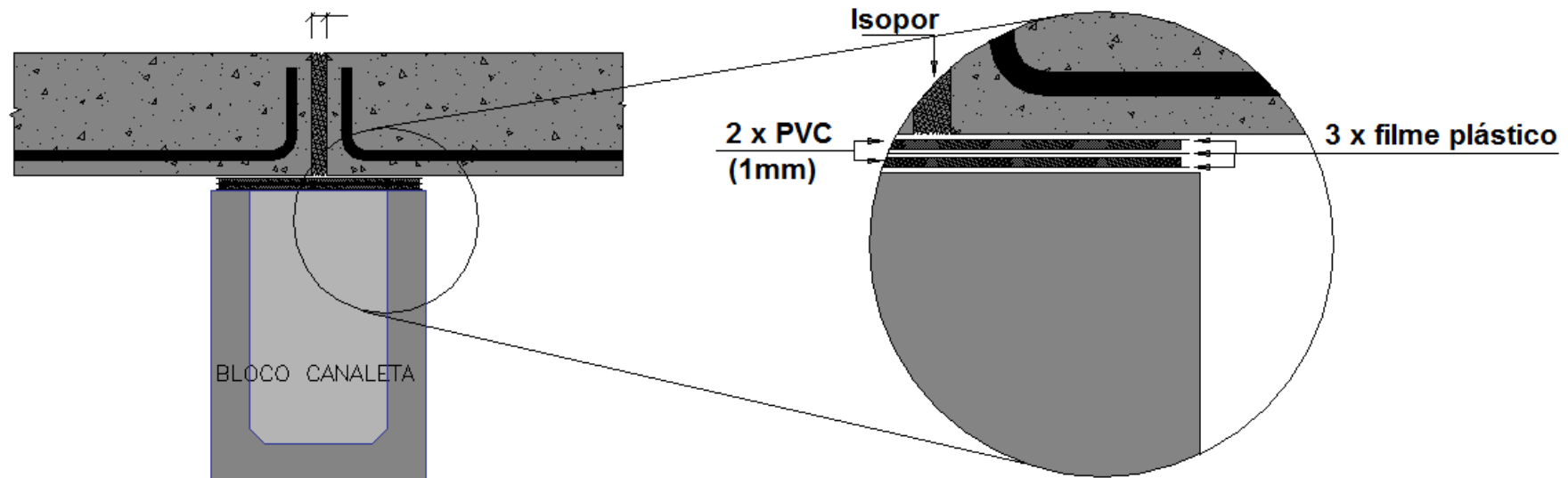
(Eng. Marcio Conte)

ALVENARIA ESTRUTURAL

Ligação Alvenaria / Laje de cobertura

Junta térmica

DETALHE DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO DAS LAJES



(Eng. Marcio Conte)

ALVENARIA ESTRUTURAL

MATERIAIS

Argamassa de assentamento

É o elo de ligação entre as unidades de alvenaria.

Normalmente: **Cimento + Cal + Areia + Água**

Objetivos da argamassa de assentamento:

- Solidarizar as unidades transferindo as tensões;
- Distribuir as cargas uniformemente na parede;
- Compensar irregularidades entre as unidades;
- Selar juntas contra a entrada de água e vento.

ALVENARIA ESTRUTURAL

MATERIAIS

Blocos de Concreto:

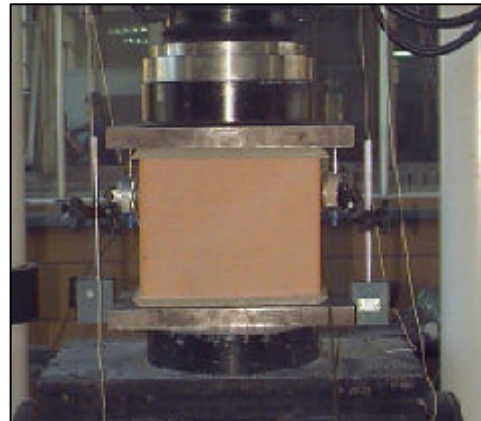
- Largamente empregado ;
- Vários fornecedores; (CUIDADO!!!)
- Único com NBR para cálculo de alvenaria estrutural;
- Boa resistência à compressão, de 4,5 MPa a mais de 16 MPa;
- Mais pesado que os de cerâmica;
- Isolamento térmico inferior aos de cerâmica.



ALVENARIA ESTRUTURAL

MATERIAIS Blocos Cerâmicos:

- Material mais leve que o concreto (até 40%);
- Melhor isolamento térmico que os de concreto;
- Não alcança resistência à compressão similares com a mesma geometria dos blocos.
- Edifício mais alto c/ bl. cerâmicos no Brasil tem 8 pavimentos;
- Pior aderência c/ argamassas de assentamento e revestimento.



ALVENARIA ESTRUTURAL

MATERIAIS Blocos Sílico-calcário:

- Apenas um fornecedor no mercado nacional;
- Mistura de areia silicosa e cal virgem, autoclavados;
- Bastante utilizados na Europa;
- No Brasil: Blocos vazados p/ alvenaria armada de 6 MPa;
Blocos maciços para não-armada de 10 MPa;
- É mais pesado que o bloco cerâmico;
- Maior isolamento térmico.



ALVENARIA ESTRUTURAL

Bloco de concreto x Bloco Cerâmico

Blocos de concreto:

- Maior número de fornecedores no Brasil ;
- Normas específicas para cálculo de alvenaria estrutural;
- Maior resistência à compressão dos prismas;
- Em geral disponível na família 39 cm (Curitiba), módulo de 40 cm;



ALVENARIA ESTRUTURAL

Bloco de concreto x Bloco Cerâmico

Blocos cerâmicos:

- Mais leve, maximiza mão de obra;
- Melhor isolante térmico;
- Resistência à compressão inferior dos prismas;
- Pior aderência c/ argamassas;
- Exige revestimento mais espesso devido a irregularidade dimensional;
- Disponível na família 29 cm (modulado em 15 cm).



Construção Civil II

ALVENARIA ESTRUTURAL

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- **PCC 2515 – Alvenaria Estrutural – Apresentações Escola Politécnica da USP – Prof. Luiz Sérgio Franco, 2004.**
- **ALVENARIA ARMADA – Arq. Carlos Alberto Tauil, Eng. Cid Luiz Racca, 4ª edição, PROJETO EDITORES, 1988.**
- **ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO – Prática Recomendada 1 a 5 – ABCP, 2004.**
 - **EXECUÇÃO E EQUIPAMENTOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL, Sydney Furlan, 2005.**
 - **ALVENARIA ESTRUTURAL, Prof. Sílvia Maria Baptista Kalil, PUCRS, 2007.**
- **ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO – ENSAIOS, Eng. Marcus Daniel F. dos Santos, ABCP, 2009.**
- **ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO, Eng. MARCIO CONTE, MC Projetos, UFPr 7-06-2010, Curitiba.**