



EDI-33

Materiais e Processos Construtivos

Materiais Cerâmicos

Frank Cabral de Freitas Amaral – 1º Ten.-Eng.º
Instrutor

Maio / 2006



Programação

SEMANA	DATA	TÓPICOS
9	8/mai	MATERIAIS CERÂMICOS
	11/mai	
10	15/mai	MATERIAIS BETUMINOSOS
	18/mai	
11	22/mai	POLÍMEROS (BORRACHAS, PLÁSTICOS, GEOSSINTÉTICOS)
	25/mai	
12	29/mai	TINTAS E VERNIZES
	1/jun	
13	5/jun	MADEIRA
	8/jun	VIDROS
14	12/jun	METAIS (TELHAS, FIOS, TUBOS E CONEXÕES)
	15/jun	FIBRAS
15	19/jun	SEMINÁRIOS
	22/jun	
16	26/jun	PROVA 2º BIMESTRE
	29/jun	DISCUSSÃO DO CURSO
	3 a 14/jul	EXAME



USO

COZIDO (ARQUEOLOGIA)

DURABILIDADE

ESCASSEZ DE PEDRAS
ABUNDÂNCIA DE ARGILAS

SECO AO SOL



HISTÓRICO

TORRE DE BABEL

ASSÍRIOS E CALDEUS

GRANDES ESTRUTURAS

PERSAS E EGÍPCIOS

CONSTRUÇÕES POPULARES

ROMANOS

ÁRABES

INCÊNDIO DE
LONDRES (1666)

USO DO TIJOLO
CERÂMICO

ESTRUTURAS DE
CONCRETO E
METÁLICAS

USO PARA
VEDAÇÃO

ALVENARIA
ESTRUTURAL



MATÉRIAS PRIMAS

ARGILAS



MATERIAL ATIVO



CAULINITA
MONTMORILONITA
ILITA



Ø máx ~ 0,005 mm

DESENGORDURANTES



MATERIAL INERTE



REDUÇÃO DA
PLASTICIDADE

Ó
X
I
D
O
S

- ✓ SÍLICA (SiO_2 ~ 40 a 80%);
- ✓ ALUMINA (Al_2O_3 ~ 10 a 40%);
- ✓ ÓXIDO FÉRRICO (Fe_2O_3 < 7%);
- ✓ CAL (CaO < 10%);
- ✓ MAGNÉSIA (MgO < 1%);
- ✓ ÁLCALIS (Na_2O E K_2O < 10%).



FABRICAÇÃO

- EXPLORAÇÃO DAS JAZIDAS;
- TRATAMENTO DA MATÉRIA PRIMA;
- MOLDAGEM;
- SECAGEM;

TRATAMENTOS

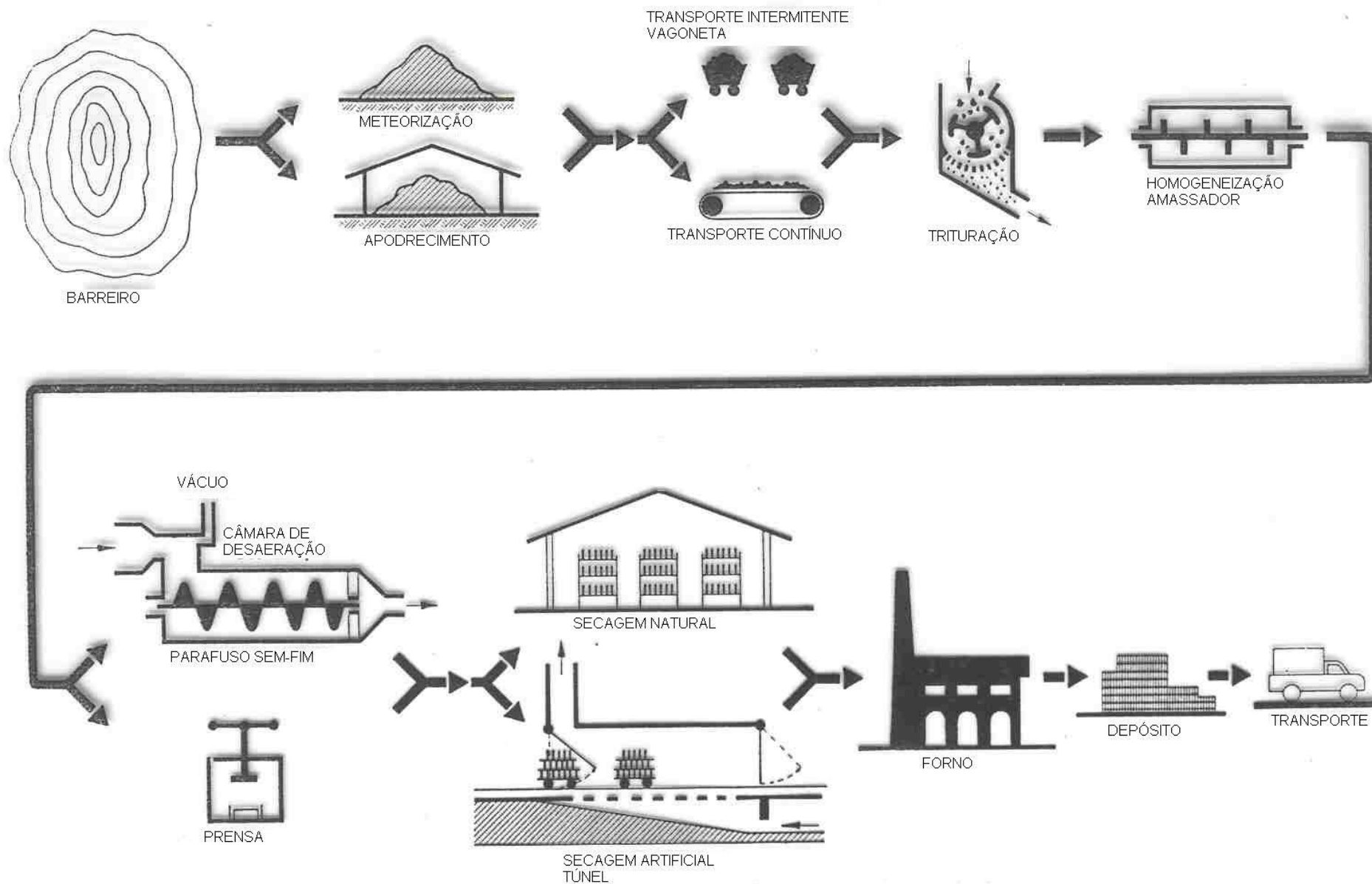
- QUEIMA.

DIFERENÇAS
SENSÍVEIS

DIFERENTES
MATERIAIS

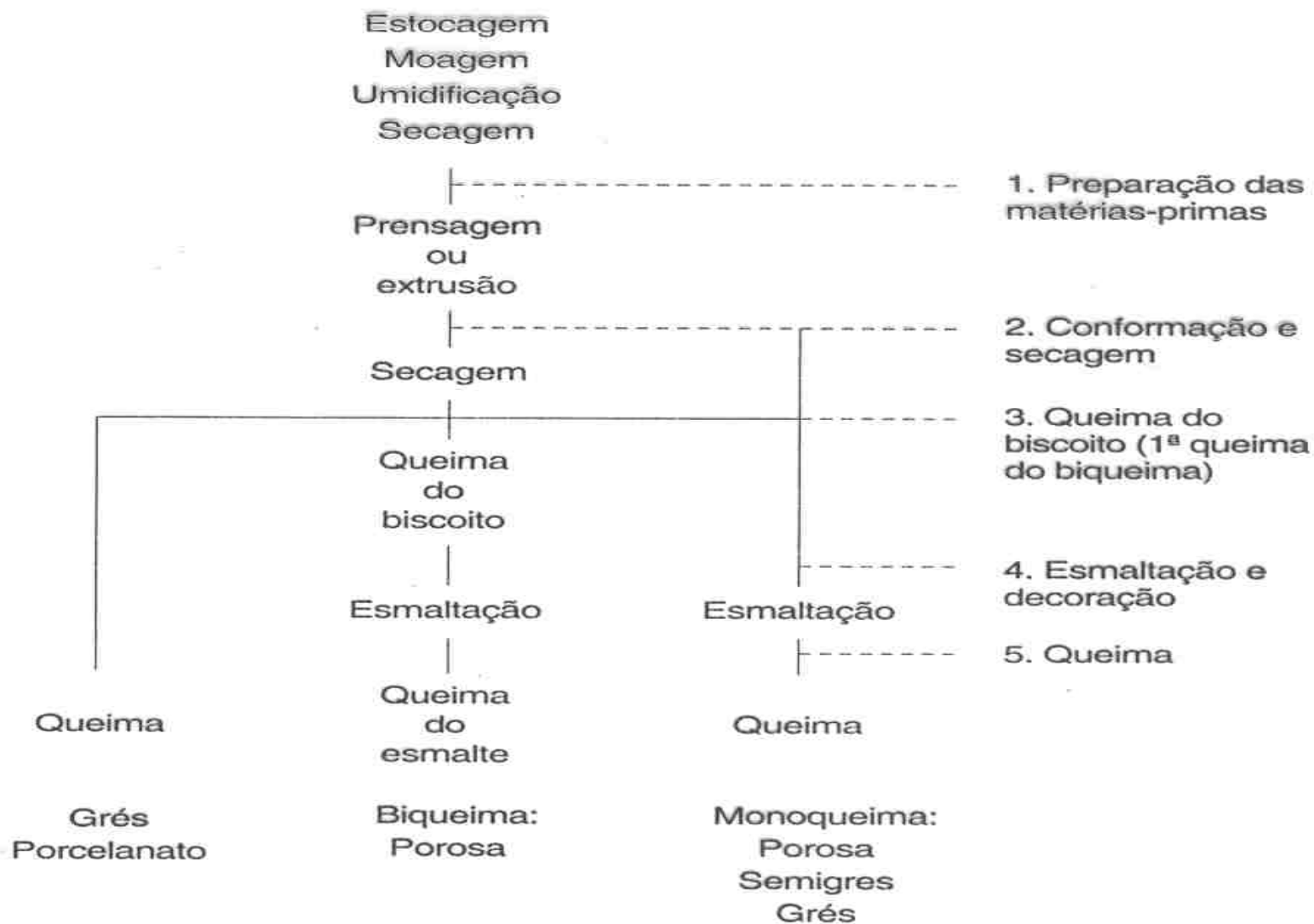


FABRICAÇÃO



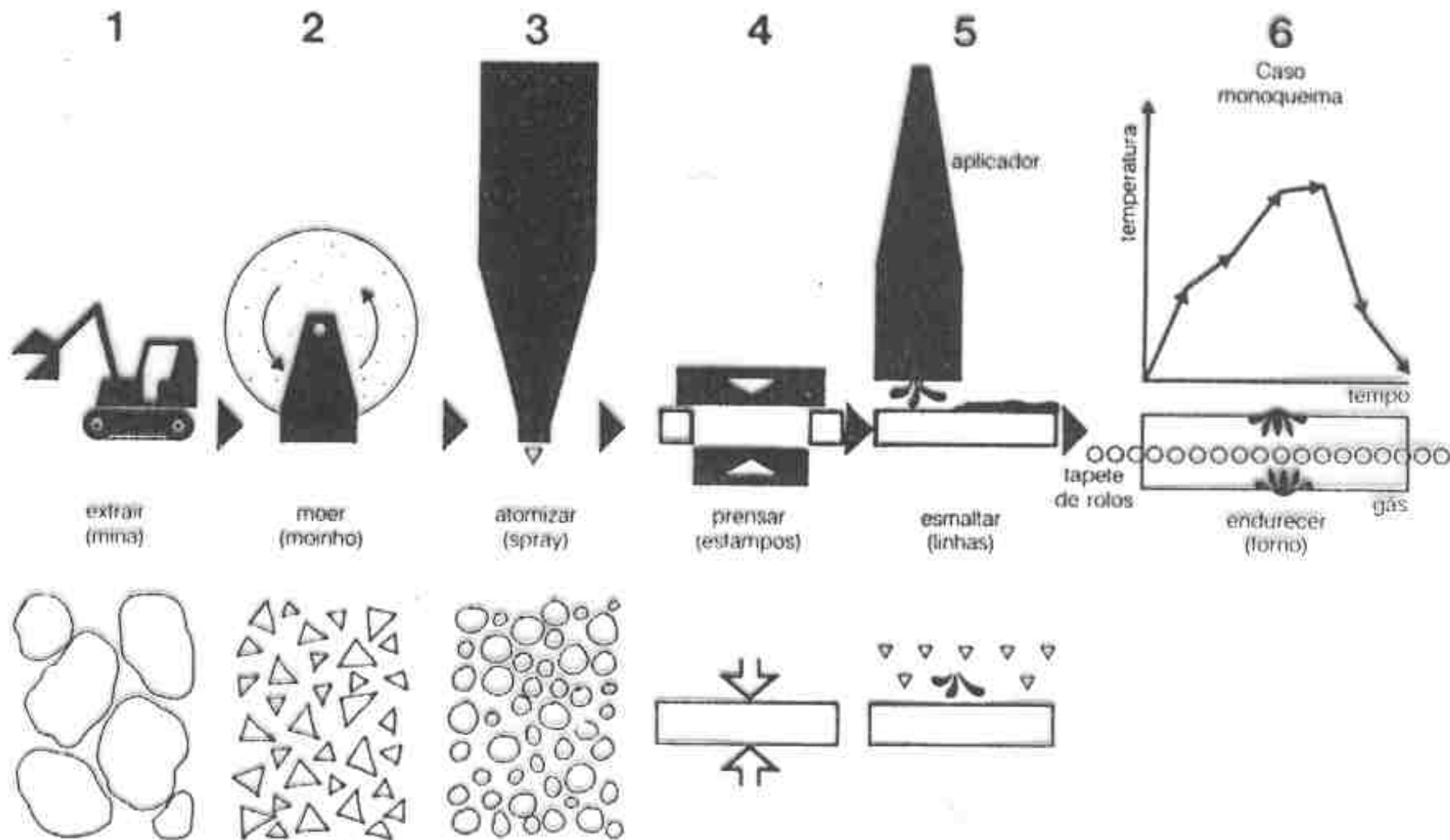


FABRICAÇÃO





FABRICAÇÃO





PRODUTOS CERÂMICOS PARA CONSTRUÇÃO

MATERIAIS DE ARGILA:

(MATERIAIS DE CERÂMICA VERMELHA)

- A. POROSOS: TIJOLOS, TELHAS, LADRILHOS;
- B. VIDRADOS OU GRESIFICADOS: LADRILHOS, TIJOLOS ESPECIAIS, TELHAS ESPECIAIS, CONDUITES.

MATERIAIS DE LOUÇA:

- A. PÓ DE PEDRA: AZULEJOS, MATERIAIS SANITÁRIOS...;
- B. GRÉS: MATERIAIS SANITÁRIOS...;
- C. PORCELANA: PASTILHAS, LADRILHOS... .

MATERIAIS REFRAATÓRIOS:



Tijolo maciço

- Regularidade de forma e dimensões
- Arestas vivas e cantos resistentes
- Homogeneidade
- Cozimento parelho (som metálico com martelo)
- Facilidade de corte
- Resistência à compressão
- Absorção entre 10 e 18%



Tijolo furado

- Melhor esquadrejamento
- Arestas mais vivas e cantos mais resistentes
- Menor massa específica aparente
- Melhor isolamento térmico e acústico
- Resistência a esforços compatíveis aos tijolos maciços (qualidade na produção)

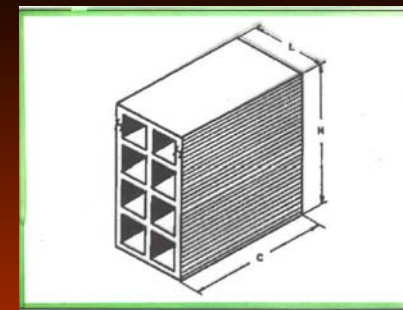


Telhas cerâmicas

- Regularidade de formas e dimensões
- Arestas finas e superfícies sem rugosidades
- Homogeneidade
- Cozimento parelho
- Baixa absorção
- Impermeabilidade
- Peso reduzido
- Resistência à flexão



BLOCOS CERÂMICOS



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Bloco Cerâmico	Resistência à Compressão
Tipo vedação	1,0 MPa (ou 10 Kg/cm ²)
Tipo estrutural	1,5 MPa (ou 15 Kg/cm ²)
	2,5 MPa (ou 25 Kg/cm ²)
	4,0 MPa (ou 40 Kg/cm ²)
	10,0 MPa (ou 100 Kg/cm ²)

Normas da ABNT

- NBR 8042 - Bloco cerâmico para alvenaria - Formas e dimensões.
- NBR 7171 - Bloco cerâmico para alvenaria - Especificação.
- NBR 6461 - Bloco cerâmico para alvenaria - Verificação da resistência à compressão.
- NBR 8042 - Bloco cerâmico portante para alvenaria - Determinação da área líquida.
- NBR 8949 - Paredes de alvenaria estrutural - Ensaio à compressão simples.
- NBR 8545 - Execução de alvenaria sem função estrutural.

DIMENSÕES DE BLOCOS DE VEDAÇÃO E ESTRUTURAIS COMUNS:

Tipo (a) (L x H x C em cm)	Dimensões Reais (cm)			Nº Blocos m ²
	Largura (L)	Altura (H)	Comprim. (C)	
10 x 20 x 20	9	19	19	25
10 x 20 x 25	9	19	24	20
10 x 20 x 30	9	19	29	16,5
10 x 20 x 40	9	19	39	12,5
12,5 x 20 x 20	11,5	19	19	25
12,5 x 20 x 25	11,5	19	24	20
12,5 x 20 x 30	11,5	19	29	16,5
12,5 x 20 x 40	11,5	19	39	12,5
15 x 20 x 20	14	19	19	25
15 x 20 x 25	14	19	24	20
15 x 20 x 30	14	19	29	16,5
15 x 20 x 40	14	19	39	12,5
20 x 20 x 20	19	19	19	25
20 x 20 x 25	19	19	24	20
20 x 20 x 30	19	19	29	16,5
20 x 20 x 40	19	19	39	12,5
Atenção: Blocos com dimensões diferenciadas				
10 x 10 x 20	9	9	19	50
10 x 15 x 20	9	14	19	32,5
10 x 15 x 25	9	14	24	26,5
12,5 x 15 x 25	11,5	14	24	26,5



LADRILHOS CERÂMICOS

NBR 6501

- * VIDRADO;
- * NÃO VIDRADO;
- * DECORADO;
- * ANTI-DERRAPANTES.

DEFINIÇÕES:

- **BISCOITO:** CORPO POROSO DO LADRILHO;
- **FACE:** SUPERFÍCIE DE USO DO LADRILHO;
- **TARDOZ:** SUPERFÍCIE DE ASSENTAMENTO.



CLASSIFICAÇÃO

- . CLASSE A: SEM DEFEITO A 1 m;
- . CLASSE B: COM DEFEITO A 1 m, SEM DEFEITO A 3 m;
- . CLASSE C: COM DEFEITO A 3 m.

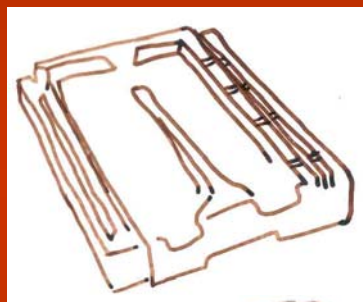
PROPRIEDADES NORMALIZADAS

- TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS – NBR 6482;
- ESTABILIDADE DE CORES – NBR 9456;
- RESISTÊNCIA AO GRETAMENTO – NBR 9450;
- RESISTÊNCIA A AGENTES QUÍMICOS – NBR 9446;
- ABSORÇÃO DE ÁGUA – NBR 6480;
- RESISTÊNCIA A FLEXÃO – NBR 9451;
- RESISTÊNCIA A IMPACTOS – NBR 9454;
- DUREZA SUPERFICIAL – SEM NORMA;
- DESGASTE POR ABRASÃO – NBR 6481, 9455.



TELHAS CERÂMICAS

PADRONIZADAS:  VITRIFICADA (TRANSPARENTE)
ESMALTADA (COLORIDA)



FRANCESA (NBR 8038)



CAPA-CANAL (PLAN)
(NBR 9599)

 PEÇA ÚNICA

CAPA-CANAL (COLONIAL)
(NBR 9600)



CAPA-CANAL (PAULISTA)
(NBR 9598)



PROPRIEDADES/ESPECIFICAÇÕES

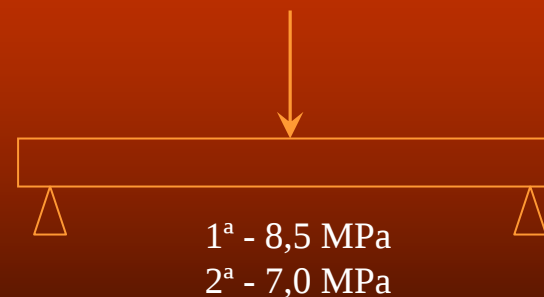
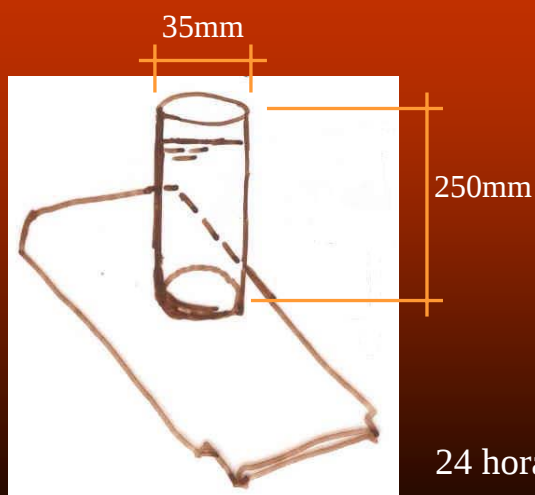


NBR 7172
(TELHAS FRANCESAS)



NBR 9601
(TELHAS CAPA E CANAL)

- TOLERÂNCIAS;
- IMPERMEABILIDADE (NBR 8948);
- ABSORÇÃO DE ÁGUA (NBR 8947); → 20%
- RESISTÊNCIA À FLEXÃO (NBR 6462, 9602).





TUBOS CERÂMICOS



TIPOS: (NBR 5645)
- PONTA E PONTA

PROPRIEDADES/ESPECIFICAÇÕES

- DESVIOS DE FORMA - NBR 7530;
- ABSORÇÃO DE ÁGUA - NBR 7529;
- IMPERMEABILIDADE - NBR 6549;
- RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
DIAMETRAL - NBR 6582;
- RESISTÊNCIA A AGENTES
QUÍMICOS - NBR 7689).

8%



MATERIAIS DE LOUÇA

PEÇAS SANITÁRIAS

FABRICAÇÃO

MOLDES
DE GESSO

NORMALIZAÇÃO

- BIDÊ - NBR 9065;
- PIAS - NBR 6499;
- BACIA - NBR 6498;
- BACIA SANITÁRIA DE
CAIXA ACOPLADA - NBR 9338;
- MICTÓRIOS - NBR 6500.

PROPRIEDADES/ESPECIFICAÇÕES

- ESPECIFICAÇÕES - NBR 6452;
- ABSORÇÃO - NBR 6463; → 2%
- GRETAMENTO - NBR 9059.



AZULEJOS

CLASSIFICAÇÃO (NBR 7169)

- CLASSE A;
- CLASSE B;
- CLASSE C.

DEFINIÇÕES (NBR 5644)

- BISCOITO;
- FACE;
- TARDOZ.

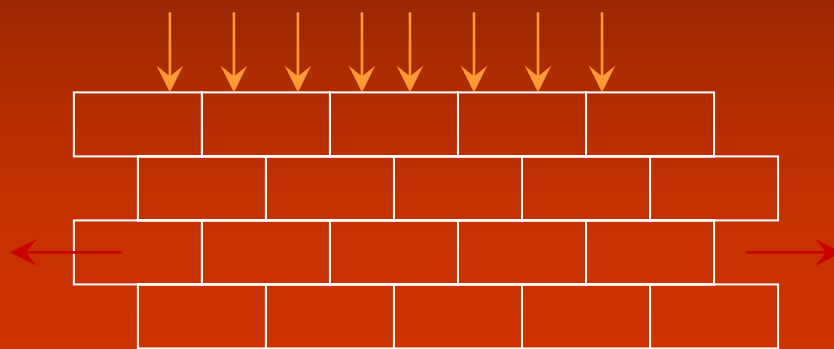
PROPRIEDADES/ ESPECIFICAÇÕES (NBR 5644)

- VARIAÇÕES DIMENSIONAIS;
- ESTABILIDADE DE CORES - NBR 6126;
- GRETAMENTO - NBR 6131;
- RESISTÊNCIA A AGENTES QUÍMICOS - NBR 6128;
- ABSORÇÃO DE ÁGUA - NBR 6127;
- RESISTÊNCIA À FLEXÃO - NBR

23%



ALVENARIA DE TIJOLOS



TRANSMISSÃO DAS
CARGAS = ARGAMASSA

ESFORÇO DE TRAÇÃO



FUNÇÃO DA ARGAMASSA =
= CINTAMENTO

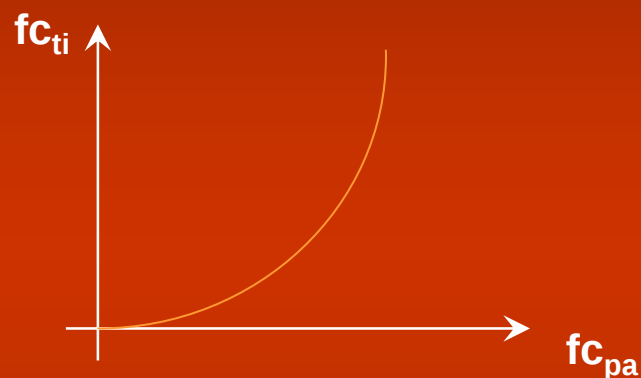
SIMBOLOGIA:

$f_{c_{pa}}$ = RESISTÊNCIA DA PAREDE (ALVENARIA);
 $f_{c_{ti}}$ = RESISTÊNCIA DO TIJOLO;
 f_{c_a} = RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA.



FATORES INFLUENTES

RESISTÊNCIA DO TIJOLO:



FATOR DE EFICIÊNCIA:

$$F.E. = f_{c_{pa}} / f_{c_{ti}} (<1)$$

$$0,25 < F.E. < 0,50$$

ARGAMASSA FRACA

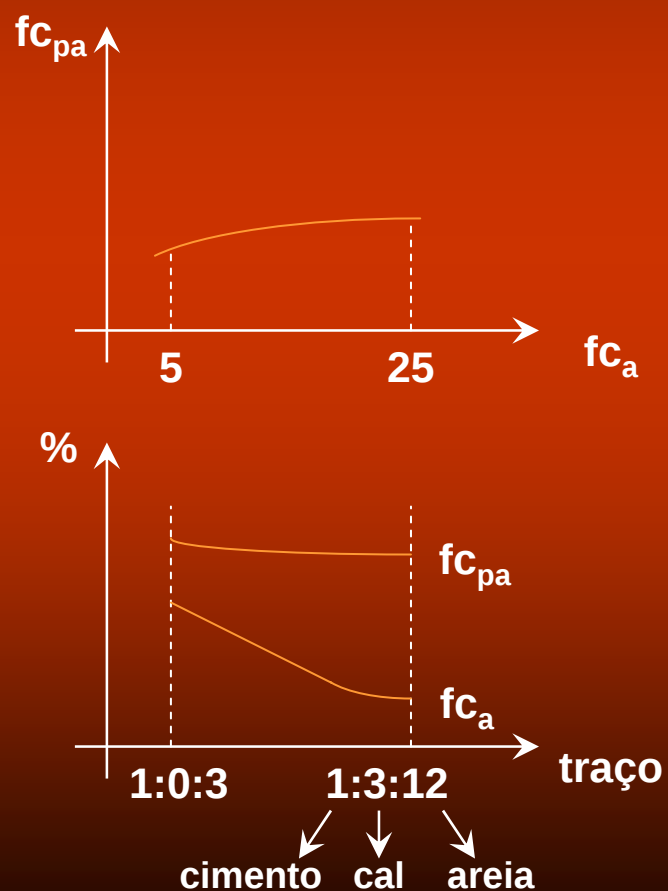
ARGAMASSA FORTE

$$\frac{1}{4} \text{ a } \frac{1}{2} f_{c_{ti}}$$



FATORES INFLUENTES

RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA:

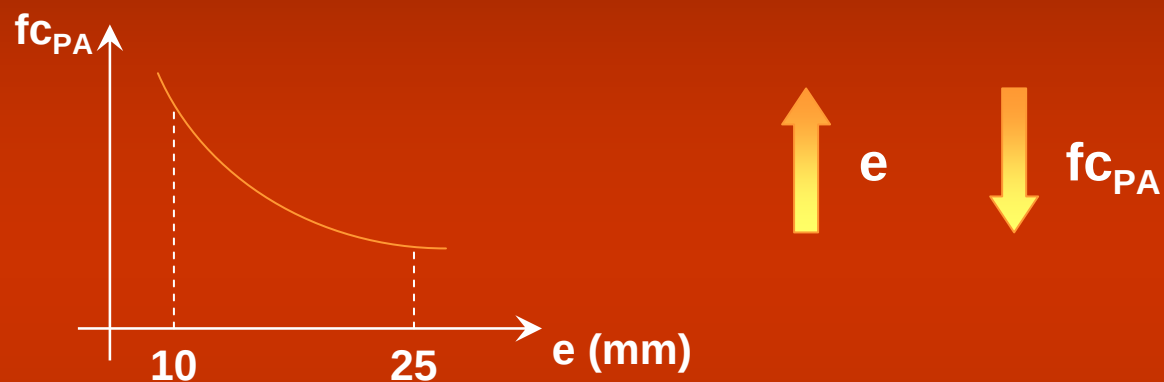


**NÃO TRAZ
RESULTADO
SIGNIFICATIVO**

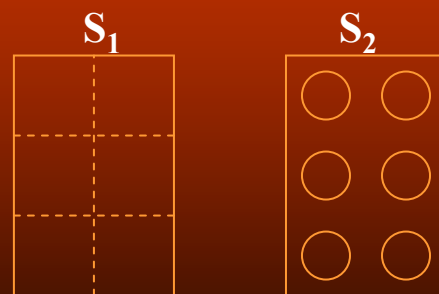


FATORES INFLUENTES

ESPESSURA DA ARGAMASSA:



GEOMETRIA DO TIJOLO:



$$\sigma = F / S$$



FABRICAÇÃO

EDI-33

$$S_1 < S_2 \quad \Rightarrow \quad \sigma_1 > \sigma_2$$



FÓRMULAS EMPÍRICAS

BRÖCKER:

$$f_{c_{pa}} = \sqrt[3]{f_{c_a} \times \sqrt{f_{c_{ti}}}} \quad \text{Kgf/cm}^2$$

HALLER:

$$f_{c_{pa}} = (\sqrt{1 + 0,5 f_{c_{ti}}} - 1) \times (8 + 0,057 f_{c_a}) \quad \text{Kgf/cm}^2$$

$$f_{c_{pa}}^{*} = \frac{f_{c_{pa}}}{5}$$

TENSÃO ADMISSÍVEL

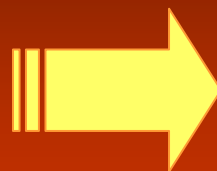
Coef. de segurança



PROBLEMAS EXECUTIVOS

QUALIDADE DA MÃO DE OBRA:

EFICIÊNCIA



AUMENTA 30 a 60%
A RESISTÊNCIA DA
ARGAMASSA

ESPESSURA DA JUNTA

ABSORÇÃO DOS TIJOLOS:

ABSORÇÃO ~
12 a 18%

SECO: ABSORVE ÁGUA DA ARGAMASSA
= FALHA DE ADERÊNCIA

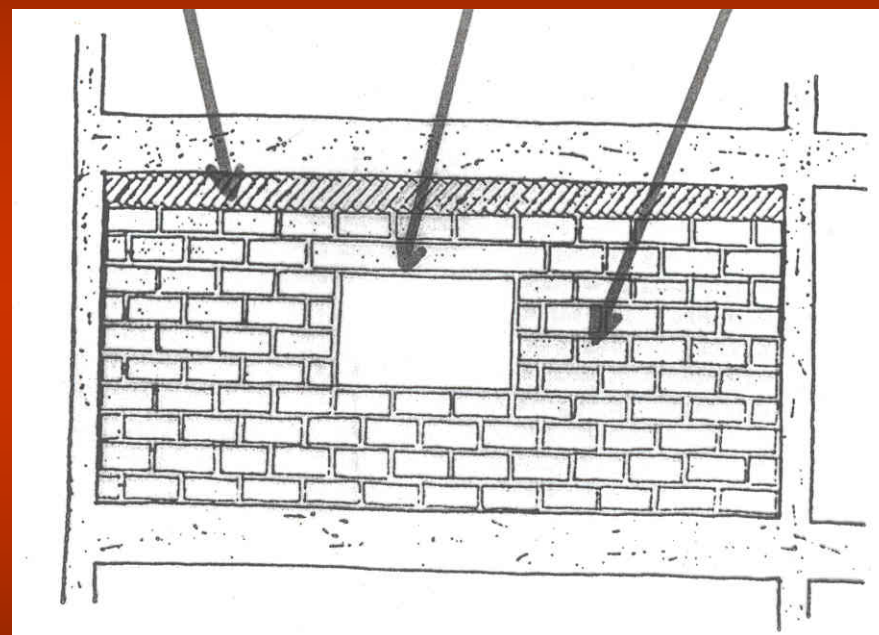
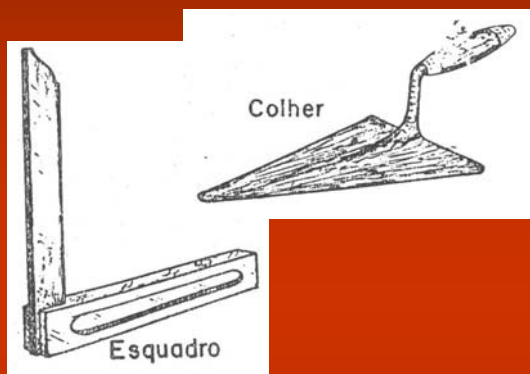
SSS

SATURADO: A ARGAMASSA
ESCORREGA DEVIDO AO FILME DE
ÁGUA = FALHA DE ADERÊNCIA



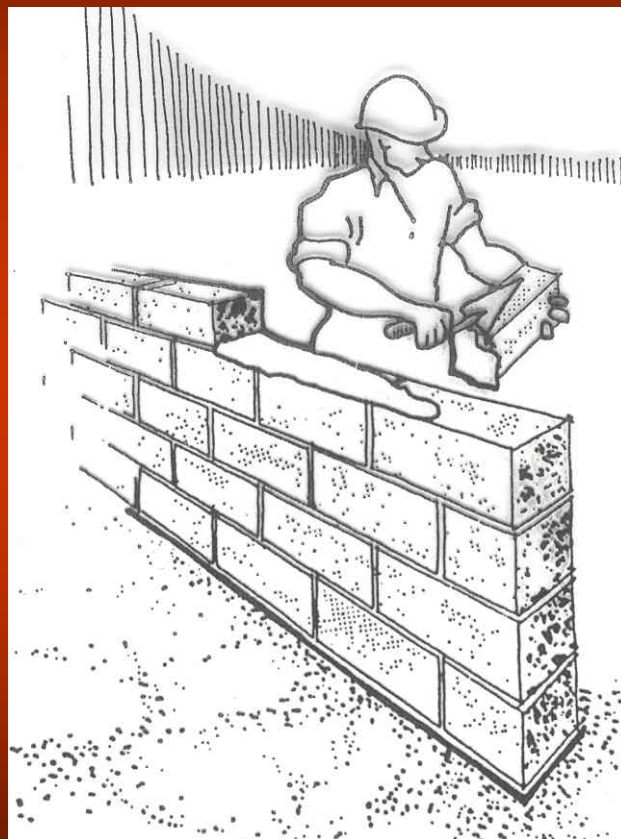
ALVENARIA

VERGA/
ENCUNHAMENTO CONTRA VERGA ALVENARIA

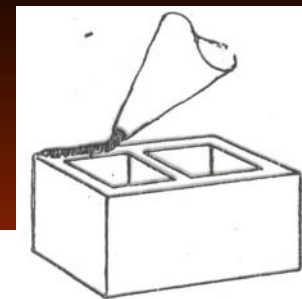




ALVENARIA



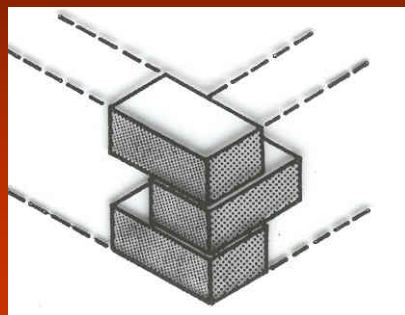
COLOCAÇÃO DA
ARGAMASSA



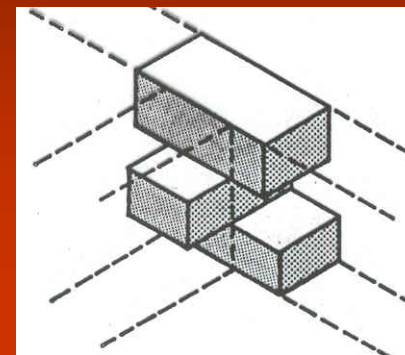
ASSENTAMENTO
DE BLOCO



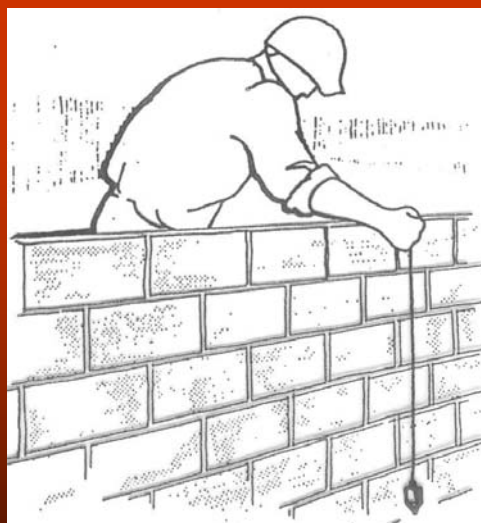
ALVENARIA



Encadeamento de ângulo
aparelhado em forma
especial.



Pé de apoio aparelhado
de modo especial.



Nivelamento com
prumo.

Nivelamento com
nível de bolha.

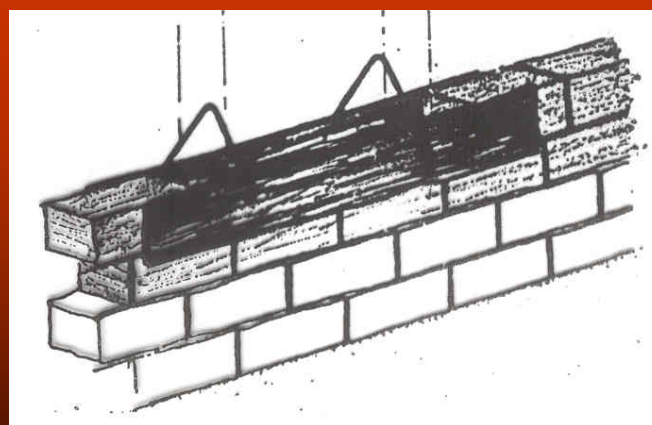




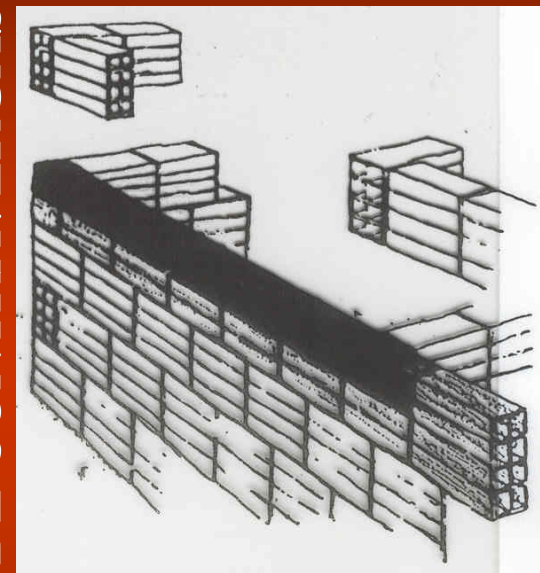
ALVENARIA

DIMENSIONAMENTO DE VERGAS

COMPRIMENTO DOS VÃOS	0,70 - 2,40 m		2,40 - 3,00 m
COMPRIMENTO MÁXIMO DE PAREDES	< 8 m	8-12 m	≤ 8 m
APOIO LATERAL MÍNIMO	0,15	0,30	0,30 m
SEÇÃO DA VERGA SOLDADA IN LOCO	LARGURA DO BLOCO "x" ALTURA MÍNIMA DE 0,10		
SEÇÃO DA VERGA PRÉ-SOLDADA			
OBS.: PARA VÃOS SUCESSIVOS, A DISTÂNCIAS INFERIORES A 0,80m ADOPTAR VERGA CONTÍNUA			



DIMENSIONAMENTO DE CONTRAVERGAS

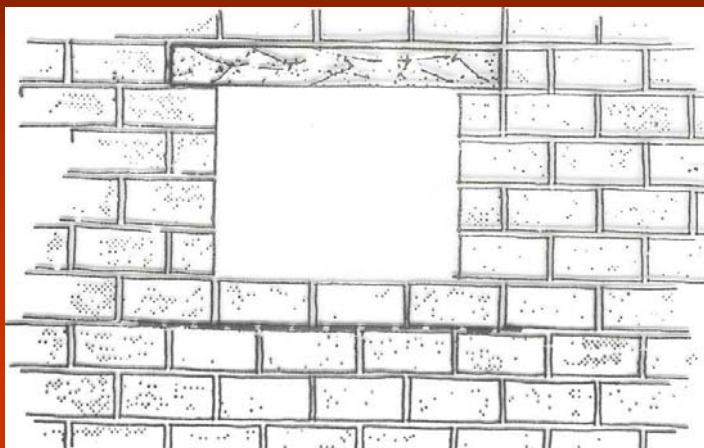


COMPRIMENTO DOS VÃOS	0,90 - 2,40m		2,40 - 3,00m	
COMPRIMENTO MÁXIMO DE PAREDES	< 6 m	6-12m	< 6 m	6-12m
APOIO LATERAL MÍNIMO	0,30	0,40	0,30	0,40

OBS.: O COMPRIMENTO DO APOIO LATERAL DAS CONTRAVERGAS MAIS CRÍTICO PELA SUA FUNÇÃO DE DISTRIBUIR AS TENSÕES LOCALIZADAS AO LONGO DA SEÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA QUE ULTRAPASSA A DIMENSÃO DO VÃO

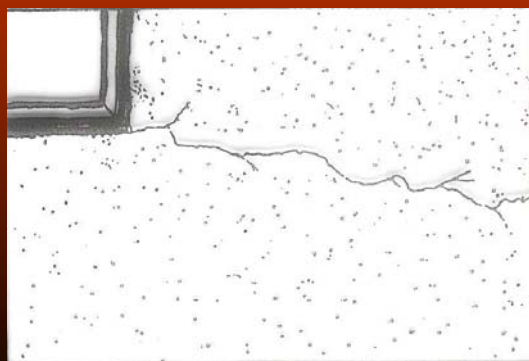
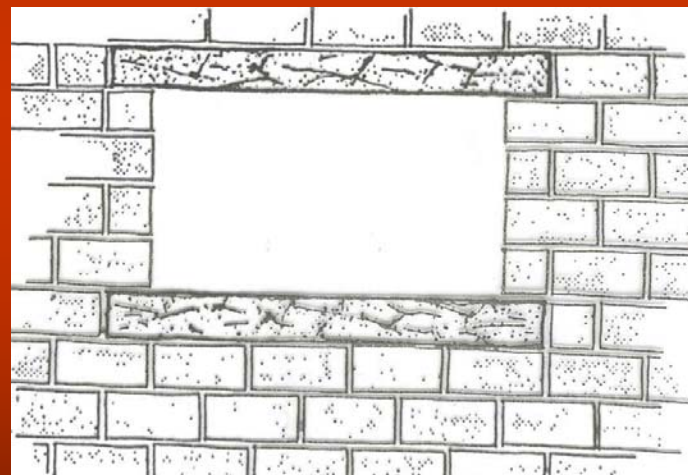


ALVENARIA



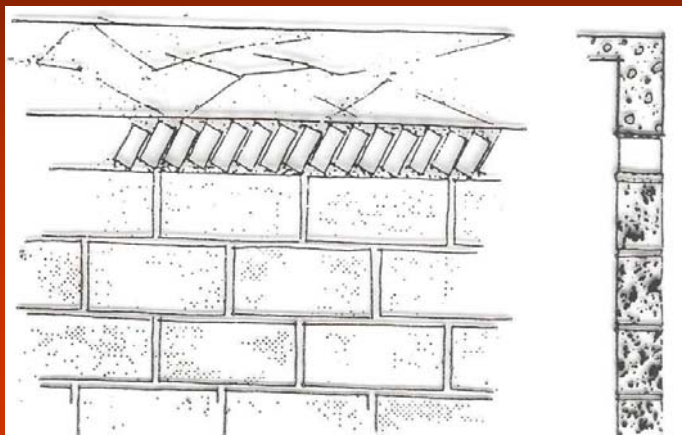
Verga de concreto armado sobre o vão de janela e ferros corridos embaixo do vão.

Verga e contra verga de concreto armado no vão de janela.





ALVENARIA



Encunhamento



EDI-33



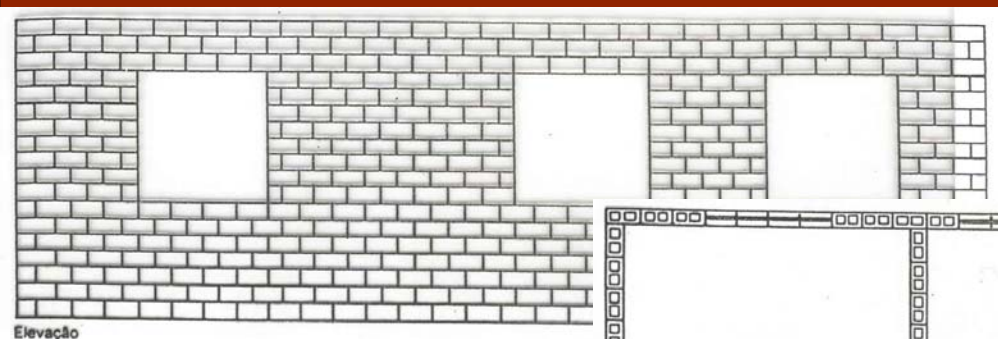
ALVENARIA



EDI-33



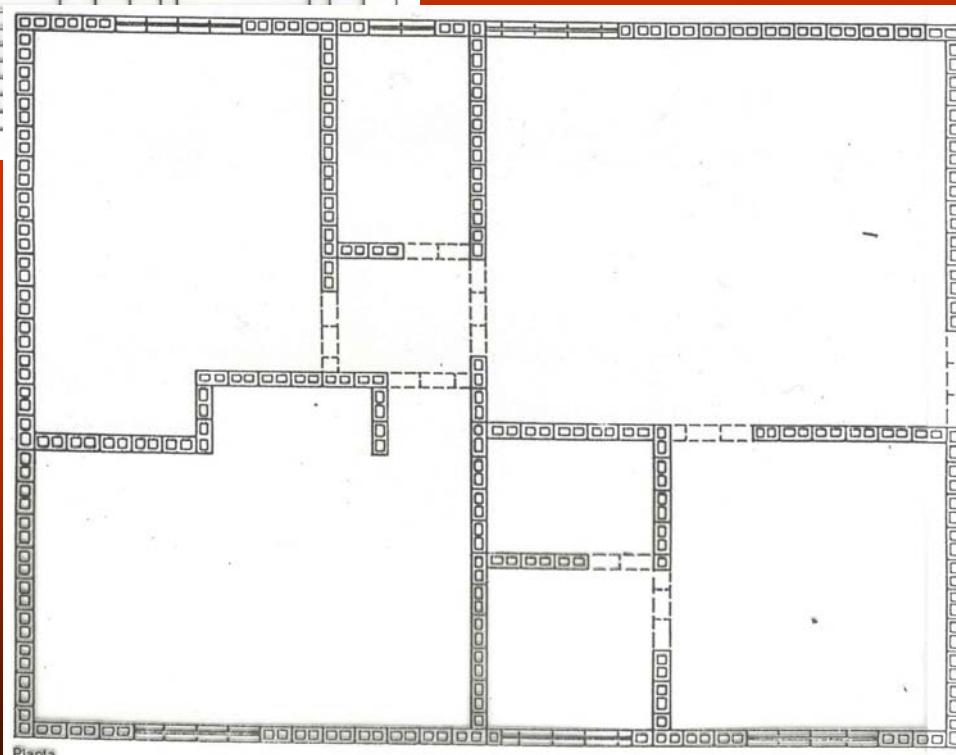
ALVENARIA ESTRUTURAL



ELEVAÇÃO

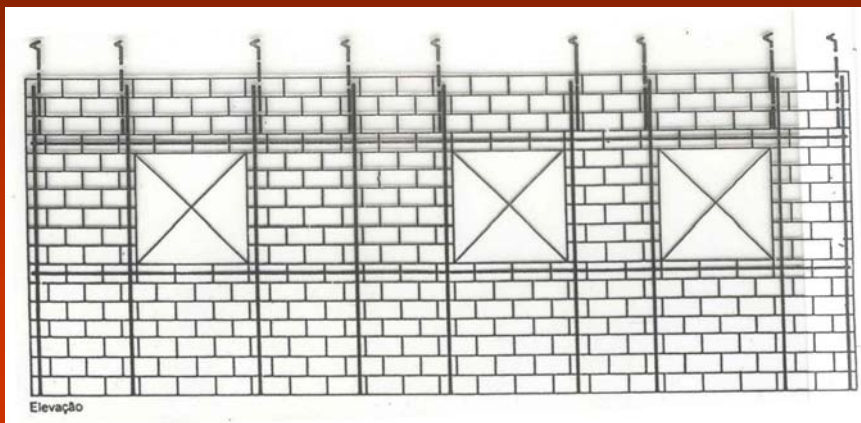
Paredes com modulação de blocos em alvenaria estrutural não armada.

PLANTA





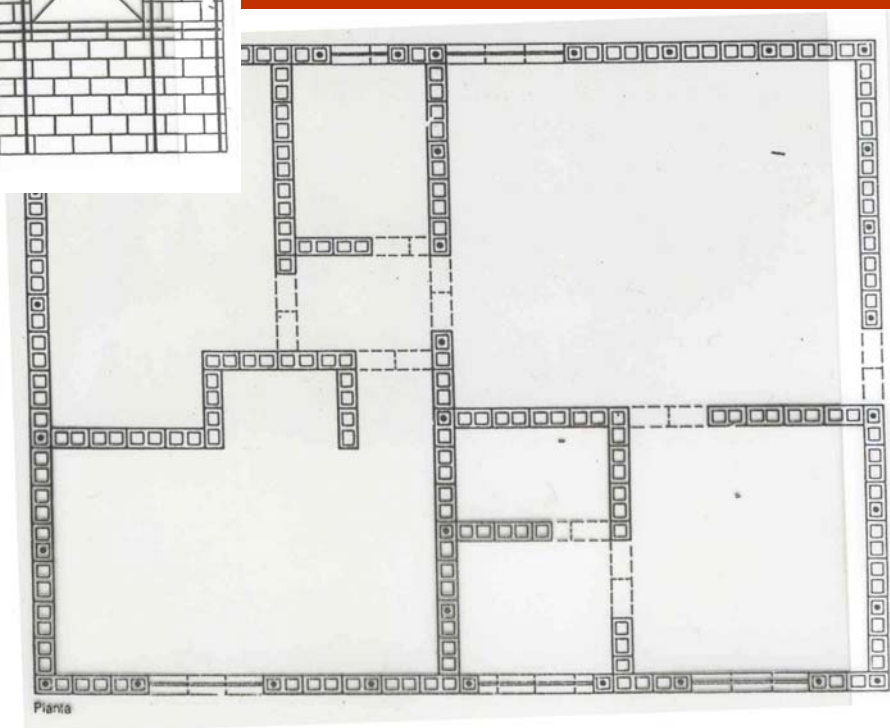
ALVENARIA ESTRUTURAL



ELEVAÇÃO

Paredes com modulação de blocos em alvenaria estrutural armada.

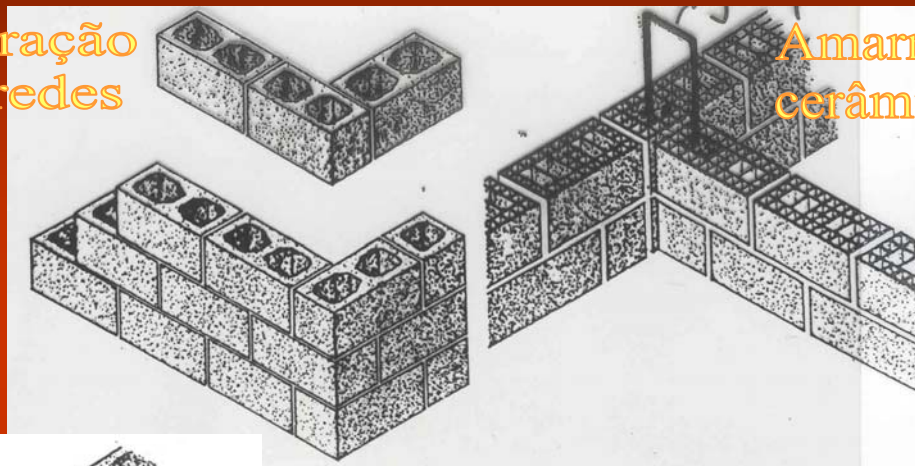
PLANTA



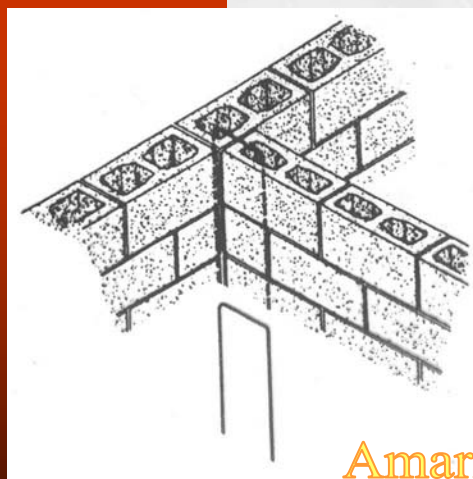
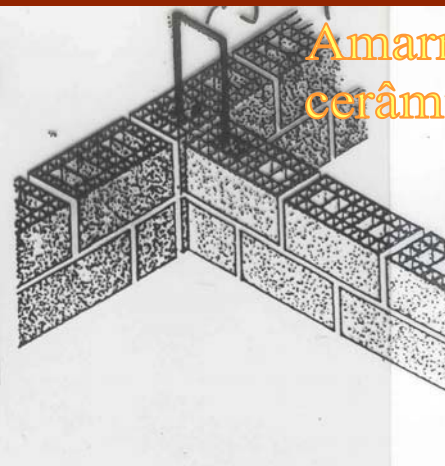


ALVENARIA ESTRUTURAL

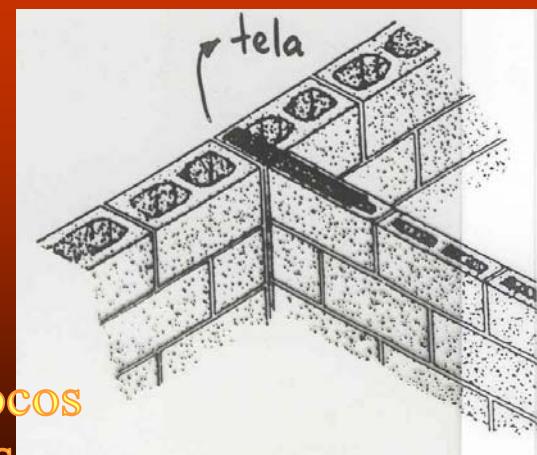
Amarração de paredes



Amarração com blocos cerâmicos vazados



Amarração com blocos de concreto vazados





Terminologia

- ✓ Alvenaria a facão ou cutelo
- ✓ Alvenaria singela
- ✓ Alvenaria dobrada
- ✓ Alvenaria em fogueira
- ✓ Alvenaria aparente
- ✓ Alvenaria do tipo refratário



Terminologia

- ✓ Escantilhão
- ✓ Verga
- ✓ Contra-verga
- ✓ Juntas amarradas
- ✓ Juntas a prumo
- ✓ Amarração da alvenaria



Projeto de alvenaria

- ✓ Projeto de alvenaria
 - planta de marcação
 - posicionamento das paredes
 - distribuição dos blocos
 - locação de vãos (portas)
 - juntas verticais, shafts, instalações...
 - planta de amarração
 - detalhes de elevação



Fonte

<http://www.cehop.se.gov.br/orse/especificacoes.asp>