

INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Passo Fundo

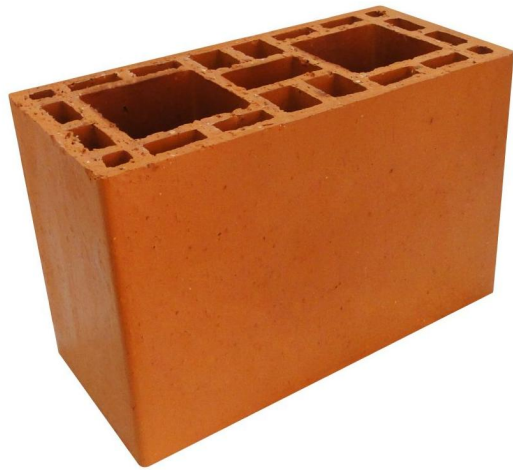
EDUCAÇÃO
PÚBLICA
100%
GRATUITA

Alvenaria Estrutural

UNIDADE I – Introdução a alvenaria estrutural

1.3 Materiais para alvenaria estrutural

Blocos



Principal Unidade



Bloco: é um componente da alvenaria com formato de prisma reto, cuja altura deve ser superior a 115mm

Bloco

X

Tijolo

Tijolo: é um componente da alvenaria com formato de prisma reto, cuja altura deve ser de até a 115mm



Bloco estrutural: componente de alvenaria que possui vazados prismáticos, perpendiculares às faces que os contêm, produzido para ser assentado com vazados na vertical, com características e propriedades específicas para alvenaria estrutural.

Bloco de
Vedação

X

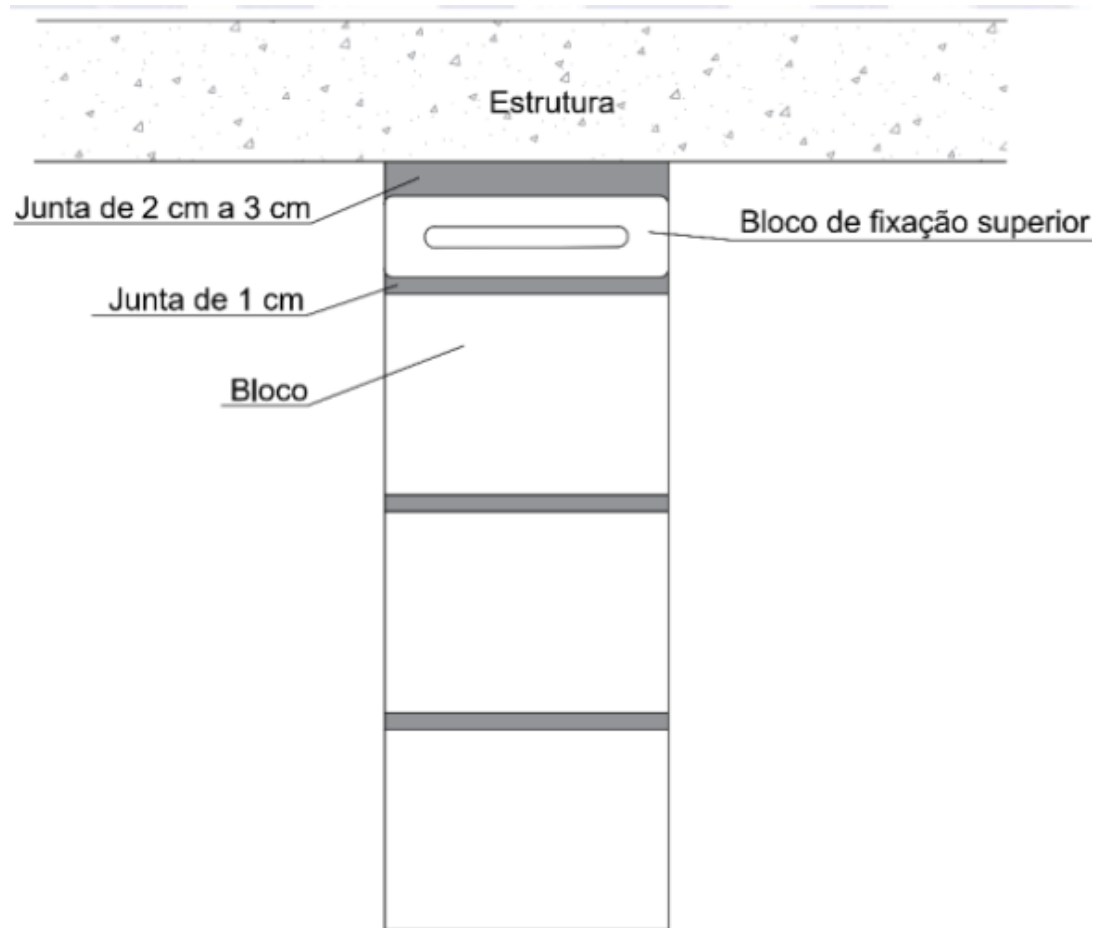
Bloco
Estrutural

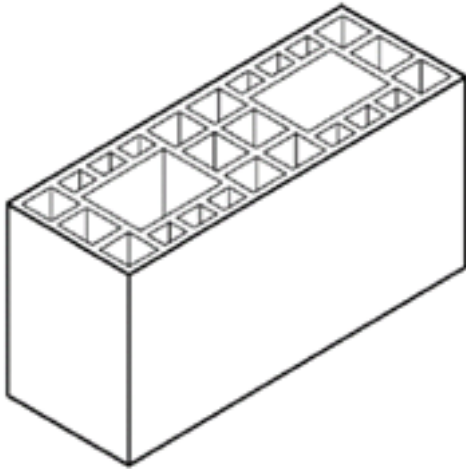
NBR 15270-1:2023 - Requisitos



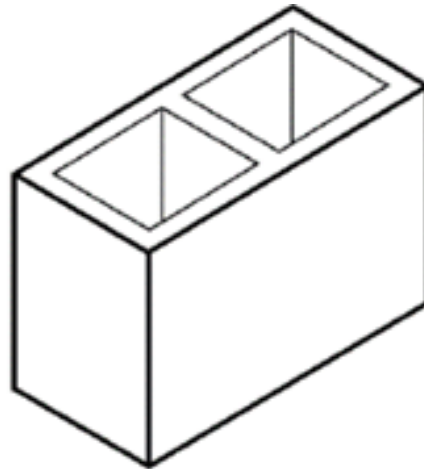
Tabela 1 – Requisitos mínimos conforme a aplicação

Classe	Aplicação				
	Tipo de construção				
	Sem função estrutural		Estrutural		
	Geral	Racionalizada	Um único pavimento	Até dois pavimentos	Acima de dois pavimentos
VED	X				
BFS	X	X			
EST	X	X	X	X	
Largura mínima dos componentes	Todas as larguras são aplicáveis. Componentes com largura de 70 mm, admitidos, excepcionalmente, somente em funções secundárias (como em <i>shafts</i> ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico.		90 mm	115 mm	140 mm

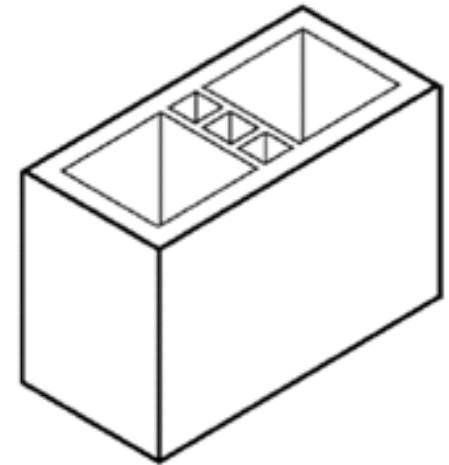




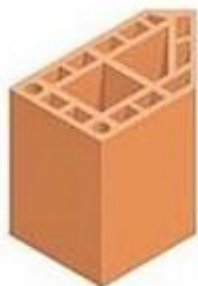
Bloco cerâmico
estrutural de
paredes vazadas



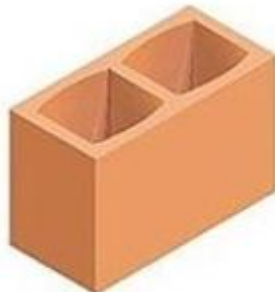
Bloco cerâmico
estrutural com
paredes maciças



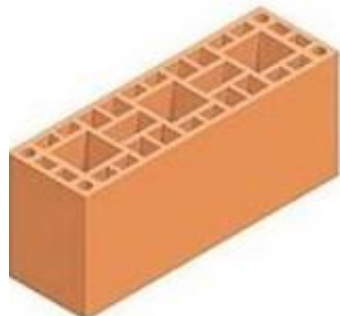
Bloco cerâmico estrutural
com paredes maciças e
paredes internas vazadas



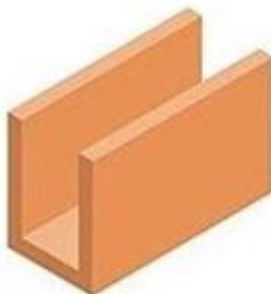
Bloco 45°



Bloco Hidráulico



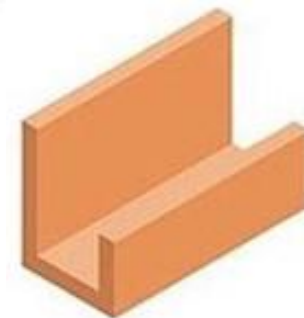
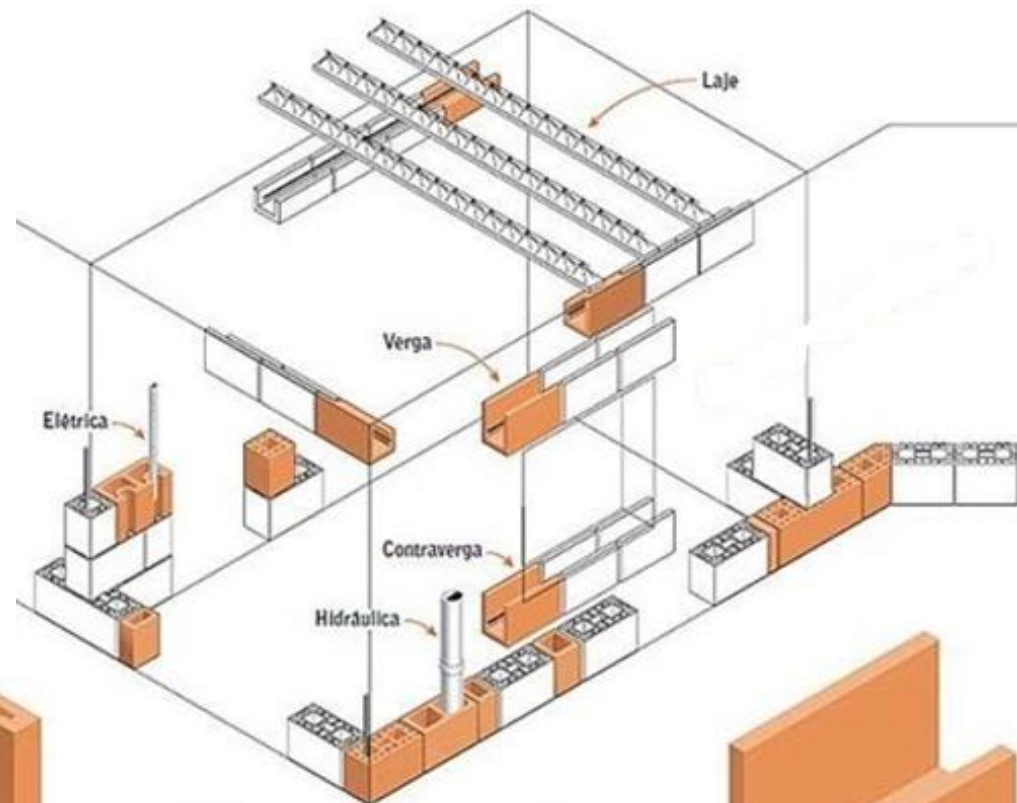
Bloco de Amarração



Verga e Contraverga



Bloco Elétrico



Canaletas em J e Compensadoras



- Como identificar as características do bloco?
 - Qual a resistência do bloco?
 - O bloco é estrutural?
- Quais são as dimensões dos blocos?



...devem ser gravados em uma das faces externas:

- Identificação do fabricante: CNPJ e razão social ou nome fantasia;
- Dimensões nominais, largura (L) x altura (H) x comprimento (C), respectivamente, em centímetros;
- Identificação do lote ou data de fabricação;
- Para blocos **classe EST**, as letras EST que indicam a sua condição estrutural e devem estar logo após as dimensões nominais.



- Classes de comercialização:
 - VED → Blocos de vedação
 - VED15 ou VED40
 - EST – Blocos estruturais
 - EST40, EST60, EST80, EST100, EST120, EST140, EST160, EST180 ou EST200



EST40





Bloco Cerâmico - NBR 15270-1:2023

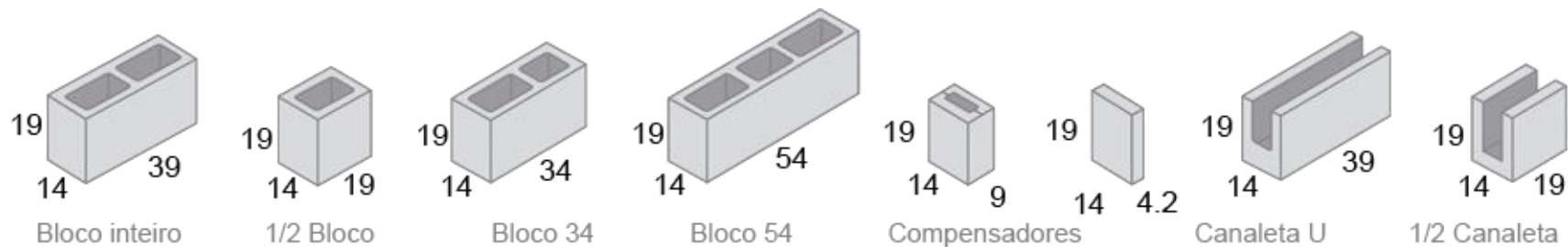
Dimensões Nominais

Dimensões modulares L x H x C Módulo dimensional M=10cm	Dimensões nominais (cm)					
	Largura L	Altura H	Comprimento - C			
			Bloco principal	1/2 Bloco	Bloco L amarração	Bloco T amarração
M x (5/4) M x (5/2) M	9,0	11,5	24	11,5	-	34,0
M x (2) M x (5/2) M		19	24	11,5	-	34,0
M x (2) M x (3) M			29	14	24,0	39,0
M x (2) M x (4) M			39	19	29,0	49,0
			59	29	-	-
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4) M x (2) M x (5/2) M		19	24	11,5	-	36,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14	26,5	41,5
(5/4) M x (2) M x (4) M			39	19	31,5	51,5
			59	29	-	-
(3/2) M x (2) M x (3) M	14	19	29	14	-	44,0
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19	34	54,0
			59	29	-	-
(2) M x (2) M x (3) M	19	19	29	14	34	49,0
(2) M x (2) M x (4) M			39	19	-	59,0
			59	29	-	-

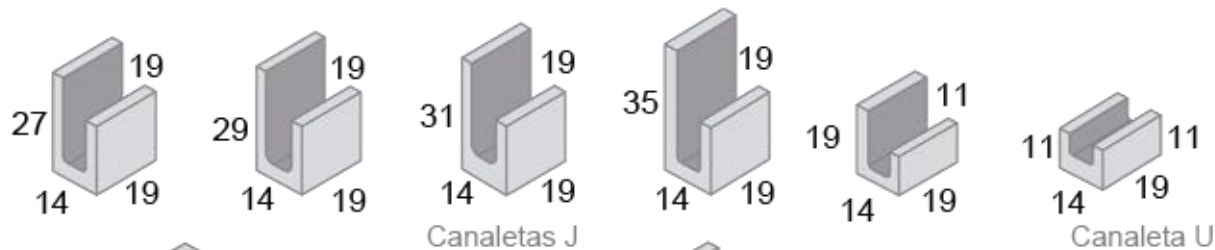
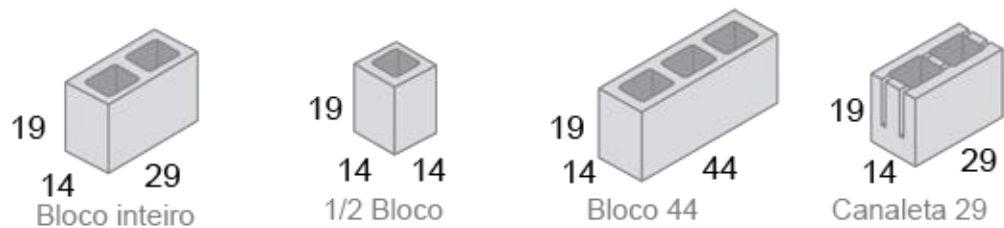


Bloco Cerâmico - NBR 15270-1:2023

Dimensões Nominais



Bloco 14



Bloco 19





• Quais são as características geométricas do bloco?

- Medidas das faces;
- Espessuras dos septos e paredes externas dos blocos;
- Desvio em relação ao esquadro;
- Planeza das faces;
- Área bruta;
- Área líquida (opcional);
- Ranhuras para blocos EST de paredes maciças.



- Lote de fabricação: máximo 250.000 unidades até EST80 ou 40.000 unidades para blocos iguais ou acima EST100
- Lote de fornecimento: máximo 100.000 unidades
- Amostragem para inspeção geral:

Lotes	Número de blocos	
	1ª amostragem ou amostragem simples	2ª amostragem
1.000 a 250.000	13	13

- Amostragem por ensaios:

Ensaio	Número de blocos
Características geométricas Resistência à compressão	13 CP
Índice de absorção de água	6 CP

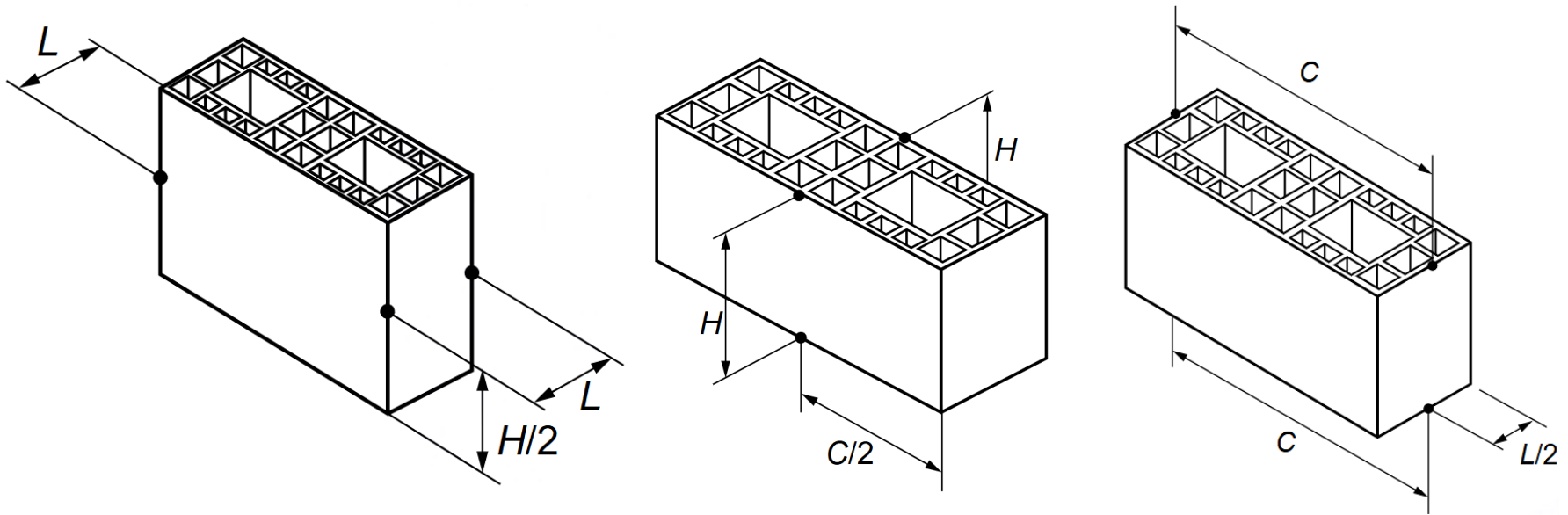




- Equipamentos para ensaios:
 - Paquímetro com sensibilidade mínima de 0,05mm;
 - Régua metálica com sensibilidade de 0,5mm;
 - Defletômetro com relógio comparador com sensibilidade mínima de 0,05mm;
 - Esquadro metálico de $(90^{\circ} \pm 0,5)$ °C;
 - Balança com resolução de 10g ou menor;
 - Superfície plana e indeformável.



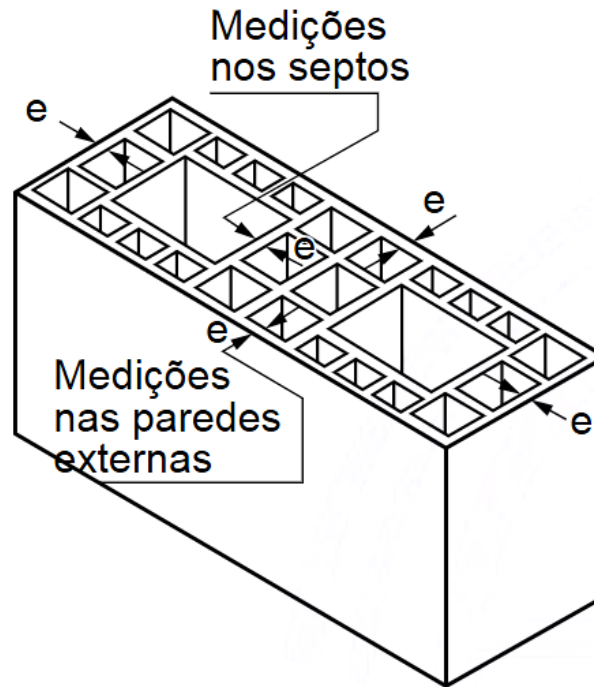
- Medidas das faces – dimensões efetivas:



- Tolerância: individual ± 3 mm



- Espessura dos septos e paredes externas:

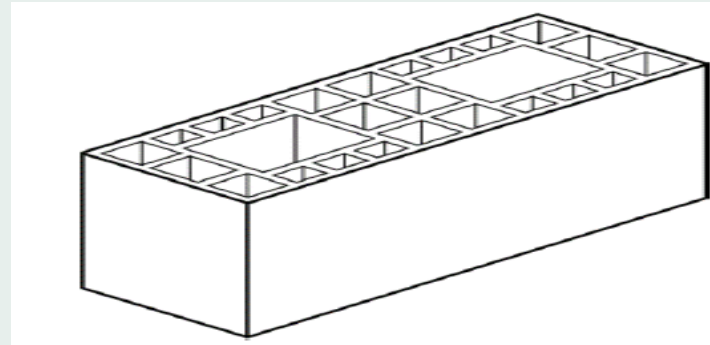


- Tolerância: individual ± 3 mm



Bloco para alvenaria racionalizada em parede vazada com vazados verticais

Geometria



Classe

Espessura mínima das paredes do bloco (mm)

Externa

Interna

EST40

7

6

EST60 a EST140

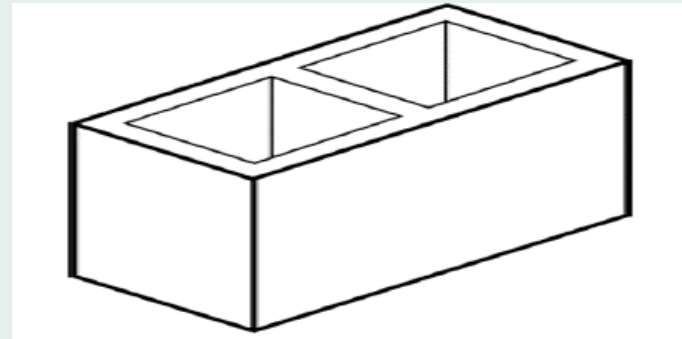
8

7



Bloco ou tijolo para alvenaria racionalizada em parede maciça com vazados verticais

Geometria



Classe

Espessura mínima das paredes do bloco (mm)

Externa

Interna

EST40

15

15

EST60

18

18

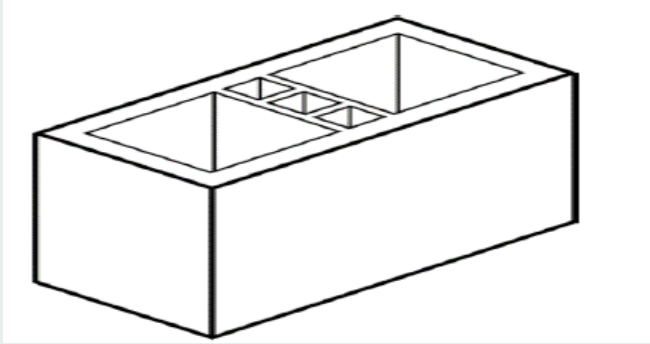
EST80

20

20

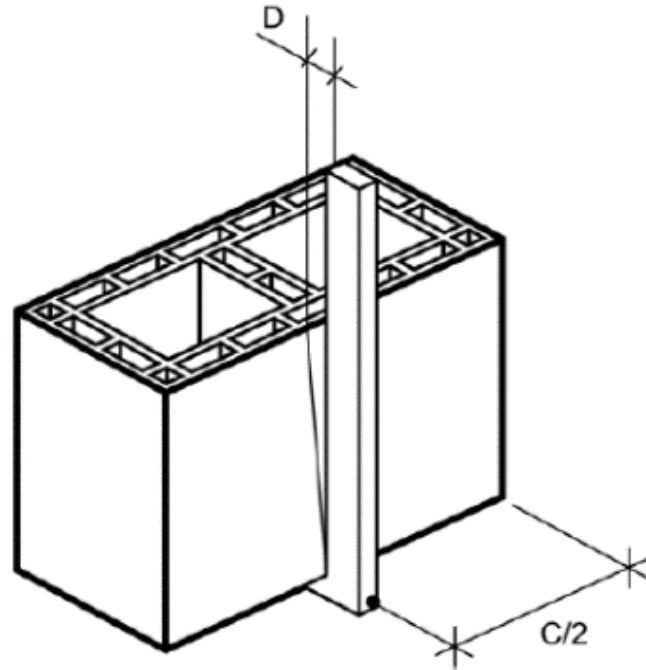


Bloco para alvenaria racionalizada em parede maciça com vazados verticais e parede interna dupla

Classe	Geometria	
		
	Espessura mínima das paredes do bloco (mm)	
	Externa	Interna
EST40	15	8
EST60	18	8
EST80 a EST200	20	8



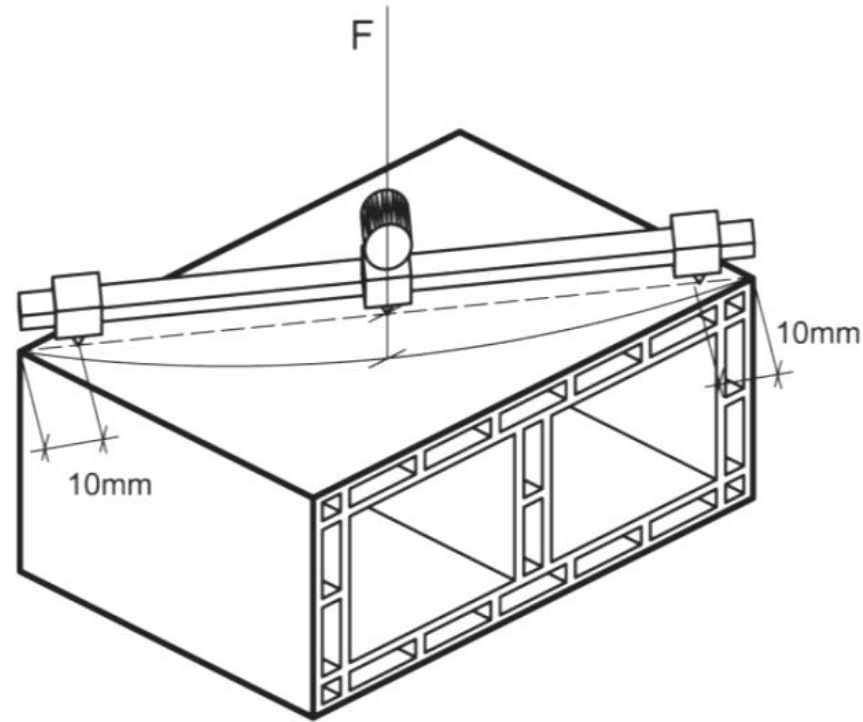
- Desvio em relação ao esquadro:



- Tolerância: desvio máximo de 3 mm



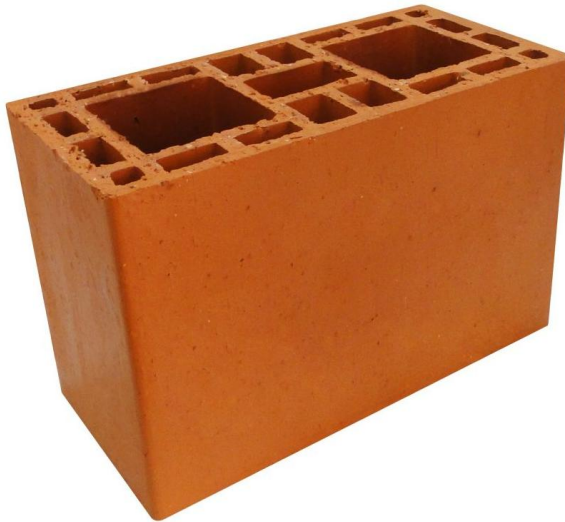
- Planeza das faces:



- Tolerância: flecha de no máximo de 3 mm



- Área bruta:



$$A_b = C \times L$$



- Área líquida:



- Imergir os blocos em água fervente por 2 h ou em água ambiente por 24 h
- Pesar os blocos saturados imersos em água – massa aparente m_a
- Enxugar superficialmente o bloco e pesar – massa saturada m_u

$$A_{liq} = \frac{(m_u - m_a)}{y \cdot H}$$

m_u é igual à massa do bloco saturado em gramas

m_a é igual à massa aparente do bloco em gramas

H é igual à altura do bloco em mm

y é igual à massa específica da água, tomada igual a 10^{-3} em g/mm^3



- Será que a cerâmica absorve água?
 - Qual a importância disso?
- Propriedades físicas:
 - Massa seca e massa úmida
 - Índice de absorção de água
 - Índice de absorção inicial



7% <

Fraca
aderência

Índice de
absorção
de água

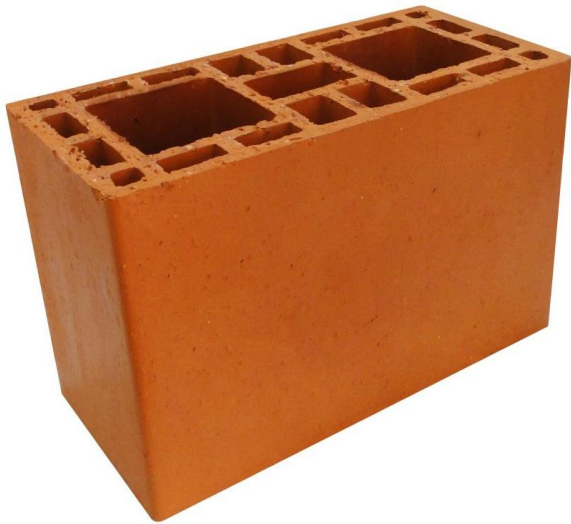


< 22%

Falta de água para
hidratação do cimento
ou retração da
argamassa



- Massa seca (m_s):



- Secar em estufa (105 °C) até que duas pesagens no intervalo de 1 h difiram no máximo 0,25%
- Medir a massa seca em gramas



- Massa úmida e índice de absorção de água:



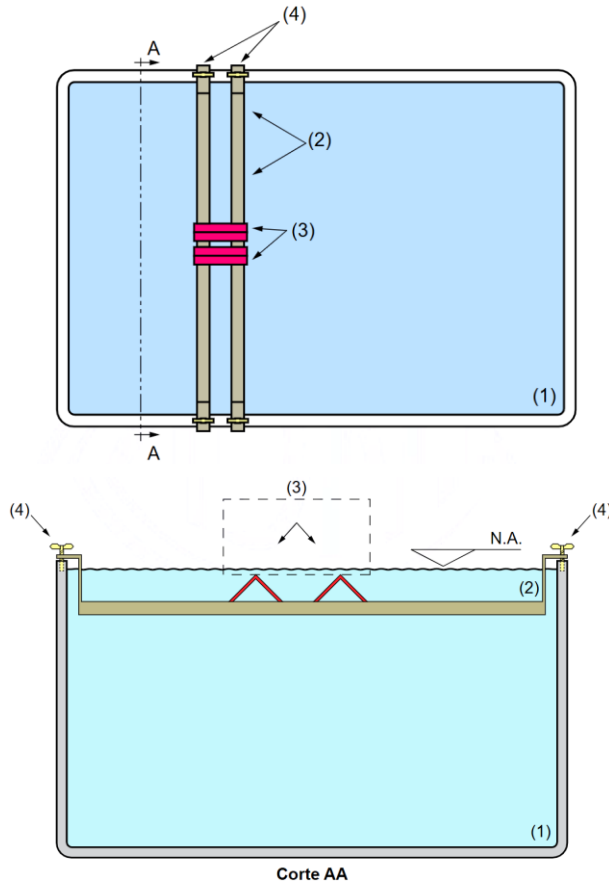
- Imergir os blocos em água fervente por 2 h ou em água ambiente por 24 h
- Colocar em bancada e aguardar o escoamento do excesso de água
- Enxugar superficialmente o bloco
- Pesar em no máximo 15 minutos depois de retirado da água – massa úmida m_u

$$AA(\%) = \frac{(m_u - m_s)}{m_s} \cdot 100$$

- Tolerância: entre 8% e 21%



• Índice de absorção inicial:

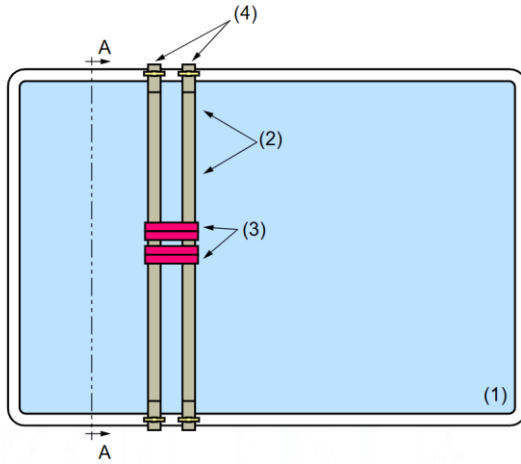


Corte AA

- Utilizar os mesmos corpos de prova do ensaio de índice de absorção d'água
- Secar em estufa por 24h e resfria-los ao ar livre por 2h antes do ensaio
- Manter o reservatório com nível de 3 mm acima dos apoios
- Determinar a massa inicial
- Deixar o corpo de prova por 60 segundos em contato com a água
- Retirar o excesso de água e pesar em no máximo 30 segundos após a retirada da água



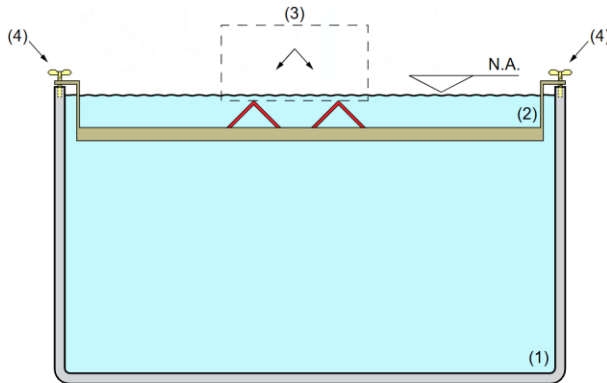
- Índice de absorção inicial:



$$A_{liq} = A_b - A_v$$

$$AAI = 194 \frac{\Delta p}{\text{Área}}$$

AAI em (g/194cm²)/min



Corte AA

- Tolerância: Componentes que excedam 30 g/194cm²/min devem ser molhados antes do assentamento ou do revestimento



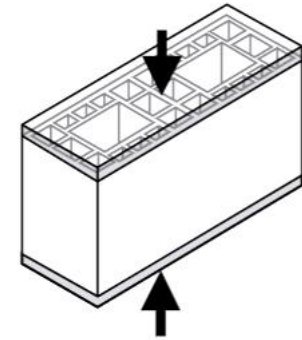
- Como determinar a resistência mecânica do bloco?
 - Propriedades mecânicas:
 - Resistência à compressão individual



- Preparo das amostras:
 - Medir a largura (L), altura (H) e o comprimento (C)
 - Realizar o capeamento das faces do bloco em contato com as faces da placa da prensa com pasta de cimento ou argamassa com resistência superior a 80% da resistência dos blocos na área líquida ou com CP-V ARI e relação água/cimento $\leq 0,5$
 - O capeamento deve estar plano e uniforme no momento do ensaio, não excedendo 5 mm de espessura
 - Depois do endurecimento das camadas de capeamento, os corpos de prova devem ser imergidos em água no mínimo por 6 horas



- Ensaio de compressão simples:
 - Condição saturada
 - Tensão na área bruta
 - Velocidade de carga: $0,05 \pm 0,01$ MPa/s
 - $f_{b(i)}$ → resistência à compressão individual do bloco, em ordem crescente
 - f_{bm} → resistência média à compressão
 - $f_{bk,est}$ → resistência característica à compressão estimada





- $f_{bk,est}$ → resistência característica à compressão estimada

$$f_{bk,est} = 2 \left[\frac{f_{b(1)} + f_{b(2)} + \dots + f_{b(i-1)}}{i-1} \right] - f_{bi}$$

- $i=n/2$ se n for par
- $i=(n-1)/2$ se n for ímpar

Corpo de prova	Carga máxima (N)	Área bruta (mm ²)	Resistência (MPa)
1	222616,52	39867	5,58
2	187503,15	39730	4,72
3	226337,48	40449	5,60
4	190330,38	40588	4,69
5	192798,74	40296	4,78
6	248598,58	39867	6,24
7	238693,86	39730	6,01
8	223983,89	39730	5,64
9	200237,88	40020	5,00
10	223112,42	39730	5,62
11	225749,08	40296	5,60
12	198077,63	39730	4,99
13	190635,71	39730	4,80
Média			5,33
Desvio padrão			0,52
Coeficiente de variação			9,77%



- $f_{bk,est}$ → resistência característica à compressão estimada

$$f_{bk,est} = 2 \left[\frac{f_{b(1)} + f_{b(2)} + \dots + f_{b(i-1)}}{i - 1} \right] - f_{bi}$$

- $i=n/2$ se n for par
- $i=(n-1)/2$ se n for ímpar
- $f_{b(i)}$ → resistência à compressão individual do bloco, em ordem crescente
- f_{bm} → resistência média à compressão

Corpo de prova	Resistência (MPa)
4	4,69
2	4,72
5	4,78
13	4,80
12	4,99
9	5,00
1	5,58
3	5,60
11	5,60
10	5,62
8	5,64
7	6,01
6	6,24



- Se $f_{bk,est} \geq f_{bm}$, a resistência característica à compressão do lote (f_{bk}) será f_{bm}
- Se $f_{bk,est} \leq \emptyset \times f_{b(1)}$, a resistência característica à compressão do lote (f_{bk}) será determinada pela equação $\emptyset \times f_{b(1)}$
- Se o valor calculado de $f_{bk,est}$ estiver entre $\emptyset \times f_{b(1)}$ e f_{bm} , adotar $f_{bk,est}$ como resistência característica à compressão do lote (f_{bk}).

Quantidade de blocos	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	≥ 18
\emptyset	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,04



- Quais as condições de aceitação para os ensaios?



- Inspeção geral

Número de blocos constituintes		Unidades não conformes			
		1ª amostragem		2ª amostragem	
1ª amostragem	2ª amostragem	Nº de aceitação	Nº de rejeição	Nº de aceitação	Nº de rejeição
13	13	2	5	6	7



- Amostragem por ensaio

Número de blocos constituintes	Unidades não conformes	
Amostragem simples	Número para aceitação do lote	Número para rejeição do lote
13	2	3

- Índice de absorção de água

Número de blocos constituintes	Unidades não conformes	
Amostragem simples	Número para aceitação do lote	Número para rejeição do lote
6	1	2



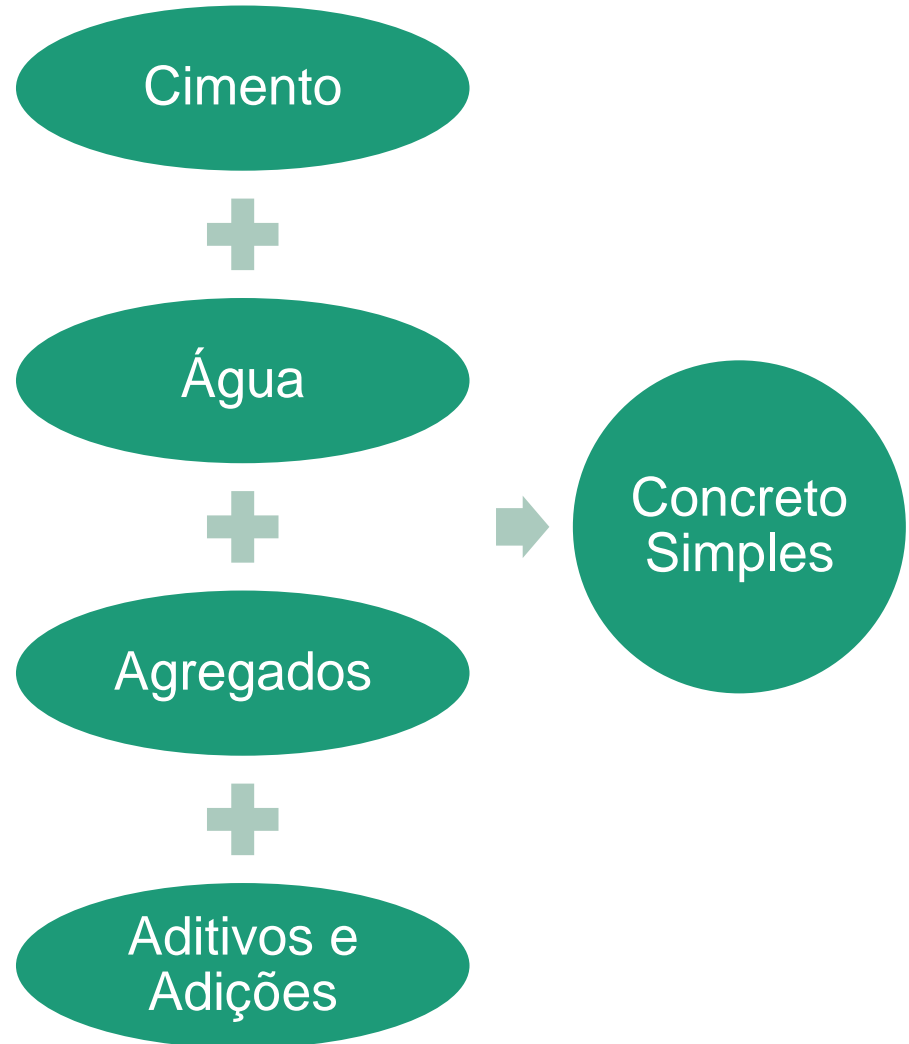
- Componente de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta.



- **NBR 6136:2016 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos**



Bloco de Concreto



- dimensão máxima característica do agregado não ultrapasse a metade da menor espessura de parede do bloco



- Fabricação – NBR 6136
 - Fabricados e curados → concreto suficientemente homogêneo e compacto
 - Lotes devem ser identificados
 - Blocos devem ter arestas vivas e não devem apresentar trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento ou afetar a resistência e a durabilidade da construção
 - Não é permitido qualquer reparo que oculte defeitos
 - Compra → local da entrega do material, classe, resistência característica à compressão, dimensões e outras condições particulares
 - Unidade de compra é o bloco



- Fabricação

Vibração

Desempenho
do equipamento

Compactação

Qualidade dos
materiais

Vibro-
prensagem

Dosagem

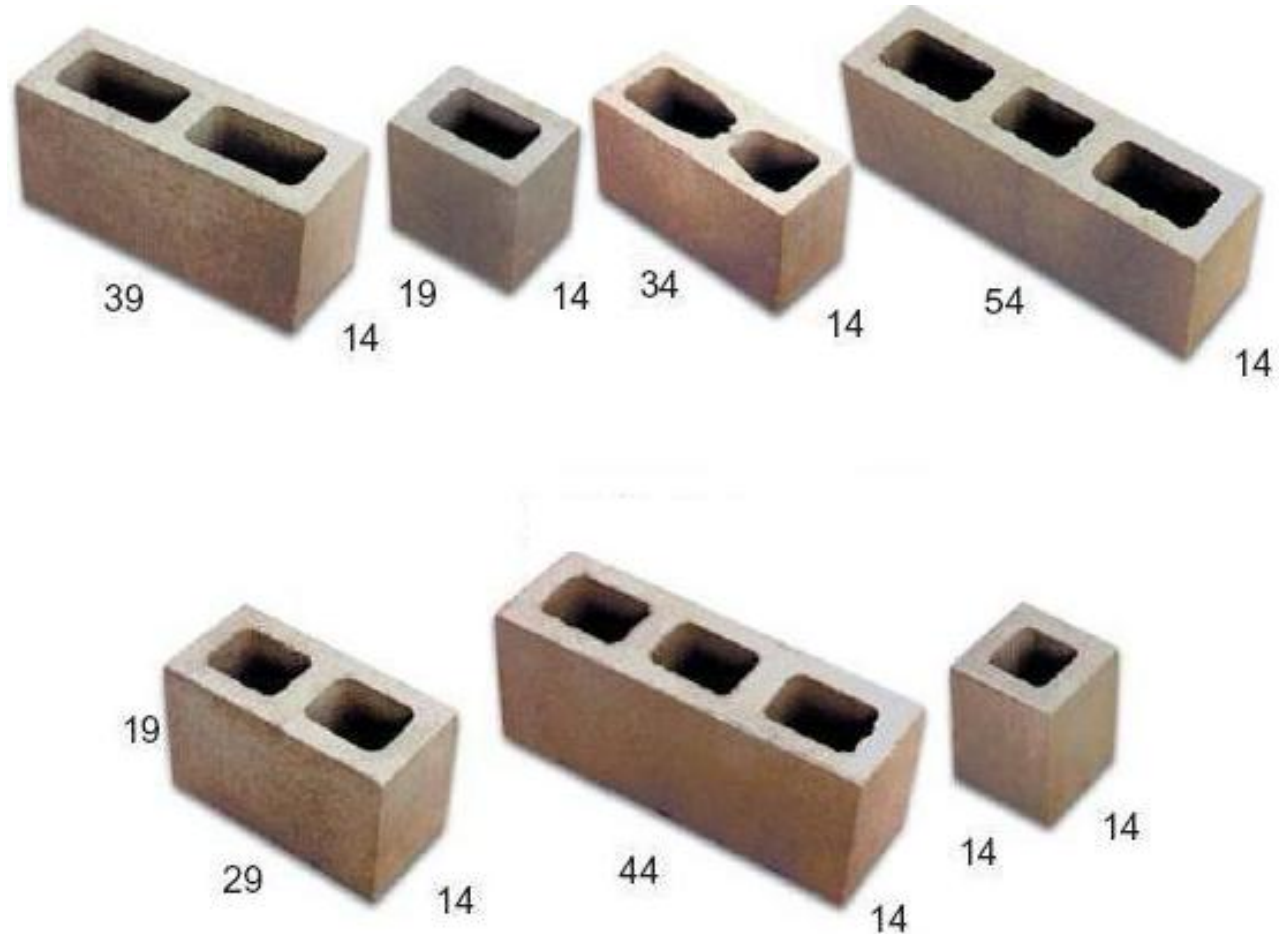


Dimensões dos blocos de concreto

Família		20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	7,5 x 40
Largura (mm)		190	140		115			90		65
Altura (mm)		190	190	190	190	190	190	190	190	190
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
	Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
	2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
	1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
	Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
	Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
	Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
	Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
	Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
	Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-

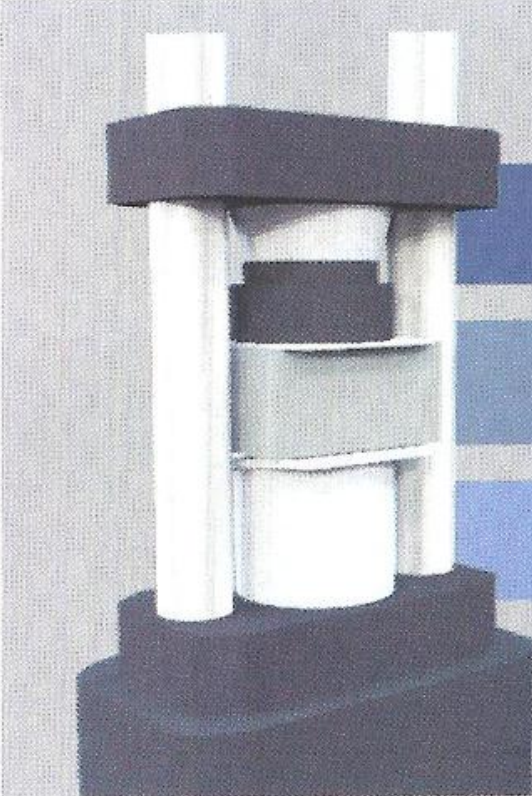


Dimensões dos blocos de concreto





- Classificação de acordo com a resistência
- Classe C: com ou sem função estrutural
- Abaixo do solo – Classe C
- Classe C com largura de 90 mm → máximo 1 pavimento
- Classe C com largura de 115 mm → máximo 2 pavimentos
- Classe C com larguras de 140 mm e 190 mm → máximo 5 pavimentos
- Blocos com largura 65mm → sem função estrutural



Resistência característica à compressão axial* (Mpa)	Classe do bloco
$f_{bk} \geq 8$	A
$4 \leq f_{bk} \leq 8$	B
$f_{bk} \geq 3$	C

* Resistência obtida aos 28 dias para aregado normal.



- Lotes produzidos na mesma condição e material
- Máximo um dia de produção – 40.000 unidades
- Idade de controle: data da entrega ou no máximo aos 28 dias



Ensaio

- Resistência à compressão
- Análise dimensional, absorção e área líquida
- Retração linear por secagem



Quantidade de blocos do lote	Quantidade de blocos da amostra		Quantidade mínima de blocos para ensaio dimensional e resistência à compressão axial		Quantidade de blocos para ensaios de absorção e área líquida
	Prova	Contraprova	Critério estabelecido em 6.5.1	Critério estabelecido em 6.5.2	
Até 5 000	7 ou 9	7 ou 9	6	4	3
5 001 a 10 000	8 ou 11	8 ou 11	8	5	3
Acima da 10 000	9 ou 13	9 ou 13	10	6	3

• 6.5.1

$$f_{bk,est} = 2 \left[\frac{f_{b(1)} + f_{b(2)} + \dots + f_{b(i-1)}}{i - 1} \right] - f_{bi}$$

• 6.5.2

$$f_{bk,est} = f_{bm} - 1,65 \cdot S_d$$

S_d : Desvio padrão do fabricante com no mínimo 30 CPs



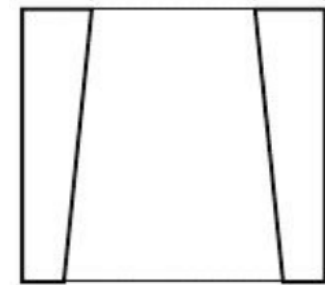
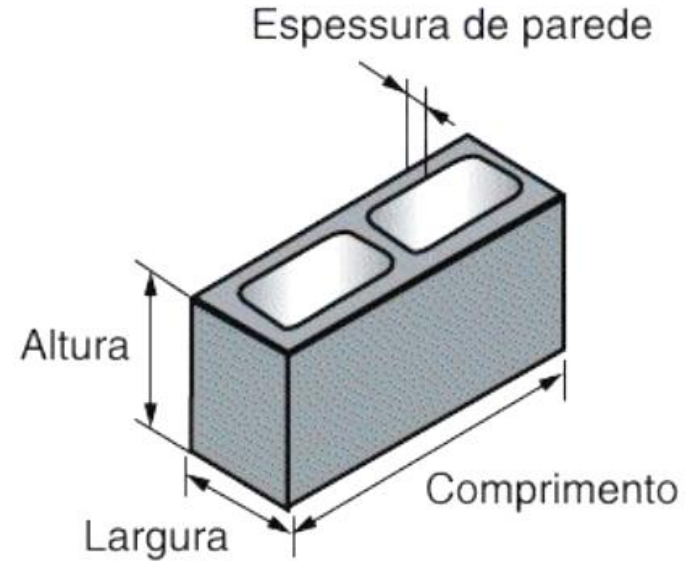
NBR 12118:2013

Blocos vazados de concreto simples para alvenaria

- Análise dimensional
 - Absorção de água
 - Área líquida
- Resistência à compressão
 - Retração por secagem



- Largura, comprimento e altura
 - Tolerância ± 2 mm para largura
 - Tolerância ± 3 mm para altura e comprimento
- Espessura mínima das paredes
 - 2 medidas em cada parede longitudinal
 - 1 medida em cada parede transversal
 - Face de menor espessura
 - Espessura mínima = média
 - Tolerância -1 mm para valor individual





- Espessura mínima das paredes

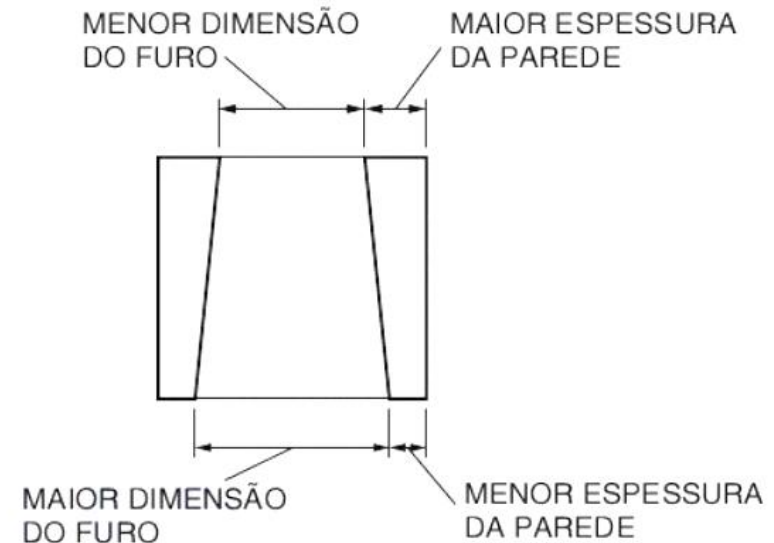
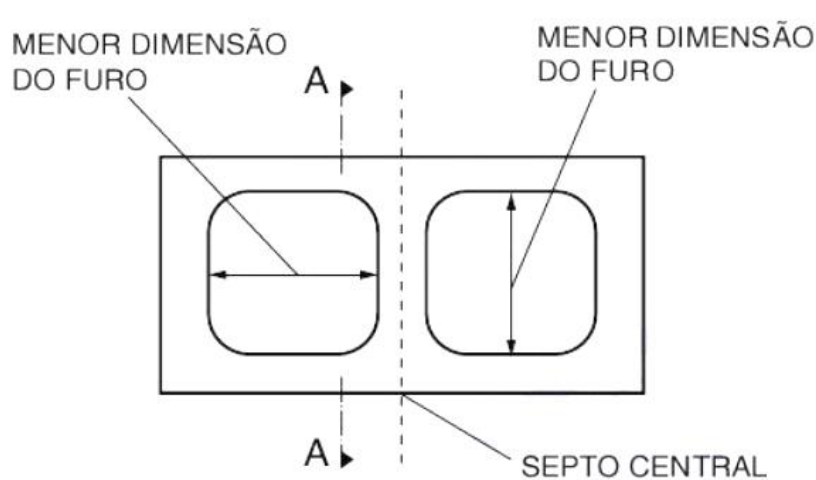
Classe	Largura nominal mm	Paredes longitudinais ^a mm	Paredes transversais	
			Paredes ^a mm	Espessura equivalente ^b mm/m
A	190	32	25	188
	140	25	25	188
B	190	32	25	188
	140	25	25	188
C	190	18	18	135
	140	18	18	135
C	115	18	18	135
	90	18	18	135
	65	15	15	113

$$e_{eq} = \frac{\sum e_{ti}}{l_{real}}$$

- e_{ti} : espessuras das paredes transversais do bloco em mm
- l_{real} : comprimento real do bloco em m



- Dimensões do furo
 - Duas determinações no centro aproximado de cada furo do bloco
 - ≥ 70 mm para blocos 140 mm para classes A e B
 - ≥ 110 mm para blocos 190 mm para classes A e B





Secagem

- 24 h em estufa
- Verificação da massa a cada 2 h até variações menores que 0,5 %
- **Massa seca = m_1**

Saturação

- CPs resfriados naturalmente e imersão em água por 24 h
- Retirar da água e deixar drenar por 60 s
- Remover a água superficial com pano úmido
- **Massa saturada = m_2**

$$a(\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100$$



Preparação

- Blocos que não tenham sido submetidos a temperaturas acima de 65°
- Colocação das bases de medidas
- 3 blocos ou 6 prismas extraídos de blocos

Ensaio – 1ª Fase

- Imersão por 48 h → Leitura inicial
- Massa do CP saturado com superfície seca
- Secagem no ambiente por até 48 h
- Estufa 50° com umidade relativa do ar de 17% (CaCl₂)
- 5 dias de secagem → câmara de resfriamento a 23°
- Leitura do comprimento e massa

Ensaio – 2ª Fase

- Repetir períodos de secagem de 48 h até a condição de equilíbrio

$$S(\%) = \frac{L}{G} \cdot 100$$



Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial ^a MPa	Absorção %				Retração ^d %
			Agregado normal ^b		Agregado leve ^c		
			Individual	Média	Individual	Média	
Com função estrutural	A	$f_{bk} \geq 8,0$	$\leq 9,0$	$\leq 8,0$	$\leq 16,0$	$\leq 13,0$	$\leq 0,065$
	B	$4,0 \leq f_{bk} < 8,0$	$\leq 10,0$	$\leq 9,0$			
Com ou sem função estrutural	C	$f_{bk} \geq 3,0$	$\leq 11,0$	$\leq 10,0$			



Ensaio	Aceitação	Rejeição
Inspeção visual	$\leq 2\%$ ^a	$> 2\%$
Dimensional	Prova ou contraprova	Contraprova ^b
Compressão	Prova ou contraprova	Contraprova ^b
Absorção	Prova ou contraprova	Contraprova ^b



- NBR 14974-1:2003 – Bloco sílico-calcário para alvenaria – Requisitos, dimensões e métodos de ensaio.

Classe	Resistência à compressão
Classe A	4,5 MPa
Classe B	6,0 MPa
Classe C	7,5 MPa
Classe D	8,0 MPa
Classe E	10,0 MPa
Classe F	12,0 MPa
Classe G	15,0 MPa
Classe H	20,0 MPa
Classe I	25,0 MPa
Classe J	35,0 MPa

		Tipo	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)
Módulo 12,5 cm	Maciço		11,50	7,10	24,0
			11,50	5,20	24,0
	Furado, perfurado ou vazado		11,50	11,30	24,00
			14,50	11,30	24,00
			17,50	11,30	24,00
	Módulo 20 cm	Vazado		9,00	19,00
			14,00	19,00	39,00
			19,00	19,00	39,00



- <https://pt.wikipedia.org/>
- Mohamad, G; Machado, D. W. N.; Jantsch, A. C. A. Alvenaria estrutural: construindo o conhecimento. São Paulo: Blucher, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-1:2017 - Componentes cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- _____. NBR 15270-2:2017 - Componentes cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- _____. NBR 6136:2016 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- _____. NBR 14974-1:2003 – Bloco sílico-calcário para alvenaria – Requisitos, dimensões e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- Mohamad, G. Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho. Coordenado por Mohamad, G. São Paulo: Blucher, 2015.
- Zanotto, M. B. Estudo das características de blocos cerâmicos estruturais conforme abnt nbr 15270:2017 partes 1 e 2. Trabalho de conclusão de curso. Instituto Federal Sulriograndense – Campus Passo Fundo. Graduação em Engenharia Civil. Passo Fundo: IFSul, 2019.
- <http://www.vibraforma.com.br> <http://www.vibraforma.com.br>
- <https://www.jarfel.com.br/maquinas/blocos-e-pavers-de-concreto/linha-mini-maquina.php>