

D O S S I Ê T É C N I C O

Aplicação dos Ensaios Físicos na Cerâmica Vermelha

Luiz Carlos Bosi Tubino
Patrícia Borba

SENAI-RS
CEP SENAI Nilo Bettanin

Junho
2006



DOSSIÊ TÉCNICO



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	2
2 OBJETIVO	3
3 NORMAS DE REFERÊNCIA	3
4 DEFINIÇÕES	3
5 ESPECIFICAÇÕES.....	3
6 ENSAIOS.....	4
7 MÉTODOS DE ENSAIO PARA COMPONENTES CERÂMICOS.....	4
7.1 Determinação das medidas das faces – dimensões efetivas.....	4
7.2 Determinação da espessura da parede externa e septos de blocos cerâmicos.....	7
7.3 Determinação da planeza das faces e do desvio em relação ao esquadro de blocos cerâmicos	9
7.4 Determinação da área bruta de blocos cerâmicos de vedação	12
7.5 Determinação da área líquida de blocos cerâmicos estruturais.....	12
7.6 Determinação da massa seca e índice de absorção de água em blocos Cerâmicos	13
7.7 Determinação da resistência à compressão em blocos cerâmicos.....	15
8 APLICAÇÃO PRÁTICA	21
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	21
REFERÊNCIAS.....	21

	DOSSIÊ TÉCNICO	
---	-----------------------	---

Título

Aplicação dos Ensaios Físicos na Cerâmica Vermelha

Assunto

Construção

Resumo

Diante da nova Portaria do Inmetro nº 127 de 29/06/2005, para os blocos cerâmicos colocados no mercado, as fiscalizações foram intensificadas e, as exigências por produtos padronizados obrigaram os fabricantes do setor cerâmico a procurar por laboratórios qualificados e confiáveis para que se realizem ensaios físicos que garantam a qualidade do produto final. A padronização das características geométrica, física e mecânica deve atender a necessidade de racionalização dos projetos arquitetônicos e cálculos de alvenaria necessários para a execução das obras civis com a utilização de blocos cerâmicos de vedação e estruturais. A conformidade nestes itens influencia positivamente na produtividade da obra, no alinhamento da parede de alvenaria e no conforto térmico e acústico. As propriedades da matéria-prima e a regulagem dos equipamentos podem influenciar diretamente nestes parâmetros.

Palavras-chave

Bloco cerâmico de vedação; bloco estrutural; cerâmica vermelha

CONTEÚDO

1 INTRODUÇÃO

A indústria da cerâmica vermelha abrange atividade de fabricação de produtos como blocos cerâmicos de vedação e telhas cerâmicas, entre outros. A inserção desses produtos no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), faz do setor um forte demandante de serviços laboratoriais que atestem os padrões mínimos da qualidade de seus produtos.

Diante da nova Portaria do Inmetro nº 127 de 29/06/2005, para os blocos cerâmicos colocados no mercado, as fiscalizações foram intensificadas e, as exigências por produtos padronizados obrigaram os fabricantes do setor cerâmico a procurar por laboratórios qualificados e confiáveis para que se realizem ensaios físicos que garantam a qualidade do produto final.

Para assegurar a implantação de mecanismos específicos de combate à não conformidade na fabricação de produtos cerâmicos, conta-se com as Normas Brasileiras NBR 15270-1:05 - Terminologia e requisitos para blocos de vedação, NBR 15270-2:05 - Terminologia e requisitos para blocos estruturais, NBR 15270-3:05 - Métodos de ensaios para blocos de vedação e estruturais, para que fixem as condições exigíveis no recebimento destes produtos, bem como o aprimoramento dos serviços deste setor, tendo a sociedade civil como a principal beneficiária dessas ações.

2 OBJETIVO

Este dossiê abordará os métodos e aplicações dos ensaios físicos mais significativos para o setor da cerâmica vermelha, focando os blocos cerâmicos de vedação e estruturais. Estes métodos consistem em verificar as características geométricas, físicas e mecânicas das peças cerâmicas em conformidade com as normas vigentes.

3 NORMAS DE REFERÊNCIA

As normas consultadas foram NBR 15270-1:05 Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos, NBR 15270-2:05 Componentes cerâmicos – Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e NBR 15270-3:05 Componentes cerâmicos – Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio.

4 DEFINIÇÕES

- Bloco cerâmico de vedação: Componente da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm.
- Bloco cerâmico estrutural: Componente da alvenaria estrutural que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm.
- Módulo dimensional: O módulo dimensional é $M = 10$ cm. Podem ser usados também os submódulos $M/2$ ou $M/4$.
- Dimensões de fabricação: Valores da largura (L), altura (H) e comprimento (C), que identificam um bloco, correspondentes a múltiplos e submúltiplos do módulo dimensional M menos 1 cm.
- Área bruta (A_b): Área da seção de assentamento delimitada pelas arestas do bloco, sem desconto das áreas dos furos, quando houver.
- Área líquida (A_{liq}): Área da seção de assentamento delimitada pelas arestas do bloco, com desconto das áreas dos furos, quando houver.
- Desvio em relação ao esquadro (D): Ângulo formado entre o plano de assentamento do bloco e sua face.
- Planeza das faces ou flecha (F): Presença de concavidades ou convexidades, manifestada nas faces dos blocos.
- Parede externa do bloco: Elemento laminar externo do bloco.
- Septo: Elementos laminares que dividem os vazados dos blocos.
- Ranhura: Friso na superfície das paredes externas ou dos septos.
- Rebarba: Material remanescente da operação de corte de um bloco, facilmente removível.

5 ESPECIFICAÇÕES

- Componente cerâmico: Blocos cerâmico de vedação e estrutural.
- Fabricação: Os blocos cerâmicos de vedação e estruturais devem ser fabricados por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimados a elevadas temperaturas.
- Os blocos cerâmicos de vedação e estrutural devem trazer, obrigatoriamente, gravado em uma de suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco, em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso. Nessa inscrição deve constar no mínimo, nos blocos de vedação, a identificação da empresa e as dimensões de fabricação em centímetros, na seqüência largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L x H x C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida em centímetros; e, nos blocos estruturais, a identificação da empresa, as dimensões de fabricação em centímetros,

na seqüência largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L x H x C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida em centímetros, as letras EST (indicativo da sua condição estrutural) e indicação de rastreabilidade.

- Unidade de comercialização: Para fins de comercialização, a unidade é o milheiro.

6 ENSAIOS

- Características visuais: Os blocos cerâmicos de vedação e estruturais não devem apresentar defeitos sistemáticos, tais como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeça o seu emprego na função especificada.
- Características geométricas: Medidas das faces ou dimensões efetivas, espessura dos septos e paredes externas dos blocos, desvio em relação ao esquadro (D), planeza das faces (F), área bruta (Ab), no caso dos blocos de vedação e área líquida (Aliq) para blocos estruturais.
- Características físicas: Massa seca (Ms) e índice de absorção de água (AA).
- Características mecânicas: Resistência à compressão individual (fb) para blocos de vedação e estrutural e (fbk) para blocos estruturais.

7 MÉTODOS DE ENSAIO PARA COMPONENTES CERÂMICOS

A Norma NBR 15270-3:05 apresenta os métodos de ensaios a serem realizados em blocos cerâmicos e para testar a conformidade dos blocos cerâmicos gaúcho foram realizados diversos ensaios no Laboratório de Ensaio Cerâmicos do SENAI-RS. Os resultados obtidos e sua aplicação prática na construção civil serão apresentados e comentados a seguir:

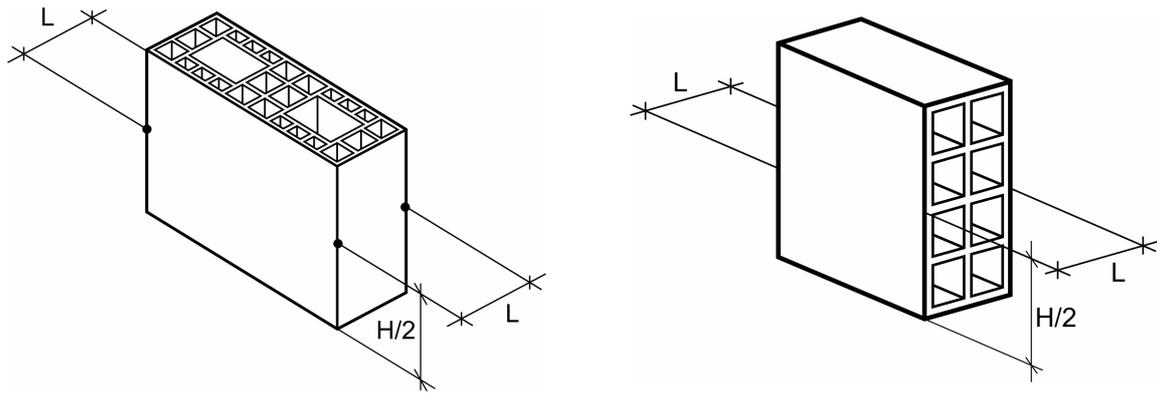
7.1 Determinação das medidas das faces – dimensões efetivas

- Equipamento e/ou instrumentos utilizados
 - Paquímetro de 500 mm com sensibilidade mínima de 0,05 mm.
- Verificação dos corpos-de-prova (cp's)
 - Um bloco cerâmico inteiro constitui um CP.
 - São necessários 13 CP's para realização deste ensaio.
 - Os CP's devem ser devidamente identificados e numerados.
- Execução do ensaio

Determinação das Medidas das Faces

Os blocos devem ser colocados numa superfície plana e indeformável.

Com o auxílio de um paquímetro, medir a largura (L) das duas faces de cada bloco, nos pontos indicados (●) na FIG. 1, anotar na folha de registro e calcular a largura média:



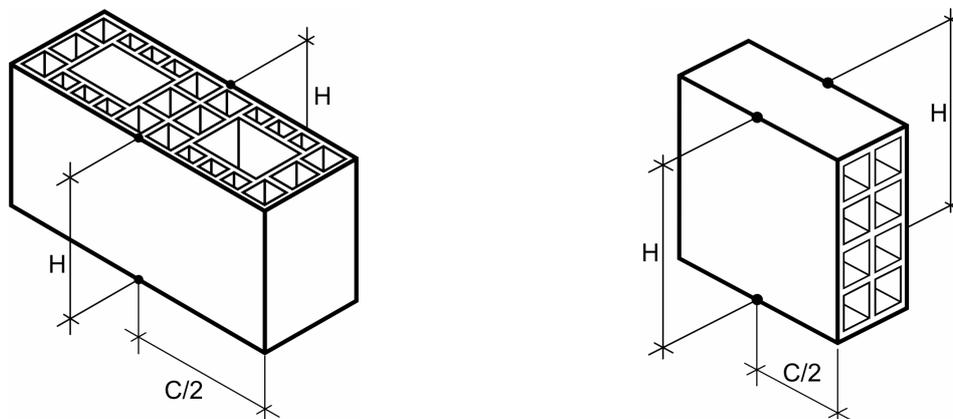
a) Bloco estrutural

b) Bloco de vedação

FIG. 1 – Locais para medição da largura (L) do bloco.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005c.

Com o auxílio de um paquímetro, medir a altura (H) das duas faces de cada bloco, nos pontos indicados (●) na FIG. 2 anotar na folha de registros e calcular a altura média:



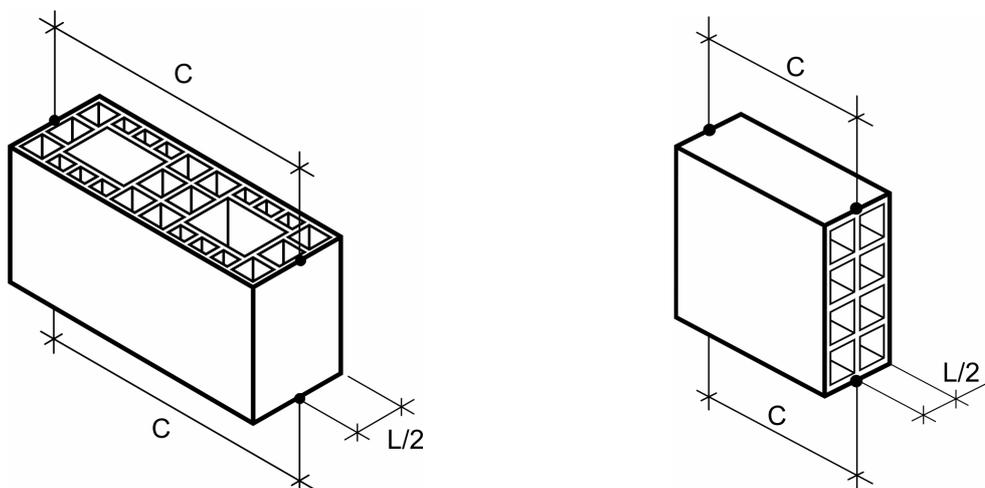
a) Bloco estrutural

b) Bloco de vedação

FIG. 2 – Locais para medição da altura (H) do bloco.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005c.

Com o auxílio de um paquímetro, medir o comprimento (C) das duas faces de cada bloco, nos pontos indicados (●) na FIG. 3 anotar na folha de registro e calcular o comprimento médio:



a) Bloco estrutural

b) Bloco de vedação

FIG. 3 – Locais para medição do comprimento (C) do bloco.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005c.

- Expressão dos resultados

- Identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- Valores individuais das dimensões das faces de cada um dos corpos-de-prova em milímetros;
- Valor da média de cada uma das dimensões consideradas, calculado como a média aritmética dos valores individuais em milímetros;
- Valores de referência das tolerâncias dimensionais;

- Tolerâncias dimensionais:

QUADRO 1 - Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas à medida das faces, segundo as normas NBR 1527-1:05 e NBR 15270-2:05.

Grandezas controladas	Tolerância individual (mm)
Largura (L)	± 5
Altura (H)	
Comprimento (C)	

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a.

QUADRO 2 - Tolerâncias dimensionais relacionadas à média das mediadas das faces, segundo as normas NBR 15270-1:05 e NBR 15270-2:05.

Grandezas controladas	Tolerância (mm)
Largura (L)	± 3
Altura (H)	
Comprimento (C)	

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a.

QUADRO 3 - Tolerância para aceitação do lote na inspeção por ensaios, segundo as normas NBR 15270-1:05 e NBR 15270-2:05.

Tolerância para aceitação do lote na inspeção por ensaios	02 corpos-de-prova não conformes
---	----------------------------------

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin, Núcleo de Cerâmica Vermelha.

- Ensaios realizados

Dos ensaios realizados em blocos estruturais e portantes, conforme a tabela 1, foram obtidos os seguintes resultados: dos 21 ensaios realizados na largura passaram 19 amostras (90,47%), dos 21 ensaios realizados na altura passaram 20 amostras (95,23%) e dos 21 ensaios realizados no comprimento passaram 16 amostra (76,19%).

Dos ensaios realizados em blocos de vedação, conforme a tabela 2, foram obtidos os seguintes resultados: dos 62 ensaios realizados na largura passaram 56 amostras (90,32%), dos 62 ensaios realizados na altura passaram 53 amostras (85,48%) e dos 62 ensaios realizados no comprimento passaram 52 amostra (83,87%).

- Aplicação prática na construção civil

A padronização das medidas nominais das faces dos blocos cerâmica atende a necessidade de racionalização dos projetos arquitetônicos e espaços necessários para a execução das juntas na utilização deste produto. A conformidade neste item influencia na positivamente na produtividade da obra, no alinhamento da parede de alvenaria e no conforto térmico e acústico.

As propriedades da matéria-prima que podem influenciar nas medidas nominais das faces dos blocos cerâmicos são o percentual de resíduo, umidade e plasticidade da massa. A regulagem da boquilha, além do esquadro e da distancia dos fios de corte podem proporcionar aumento ou diminuição das dimensões efetivas.

7.2 Determinação da espessura da parede externa e septos de blocos cerâmicos

- Equipamento e/ou instrumentos utilizados
 - Paquímetro 150 mm com sensibilidade mínima de 0,05 mm;
- Verificação dos corpos-de-prova (cp's)
 - Um bloco cerâmico inteiro constitui um CP.
 - São necessários 13 CP's;
 - Todos os CP's devem ser devidamente numerados.
- Execução do ensaio

Determinação da Espessura da Parede Externa

Os cp's devem ser colocados sobre uma superfície plana e indeformável;

Para se obter a medida com maior precisão, deve-se retirar, quando houver, as rebarbas das paredes externas e dos septos do bloco;

Com o auxílio do paquímetro, medir e anotar na folha de registro a espessura das paredes externas, livre de sulcos ou reentrâncias, utilizando no mínimo quatro medições, buscando o ponto onde a parede apresenta a menor espessura, conforme demonstrado nas FIG.s 4 e 5.

Determinação da Espessura dos Septos

Com o auxílio do paquímetro, medir e anotar na folha de registro a espessura dos septos na região central dos mesmos, utilizando no mínimo quatro medições, buscando os septos de menor espessura, conforme demonstrado nas FIG.s 4 e 5.

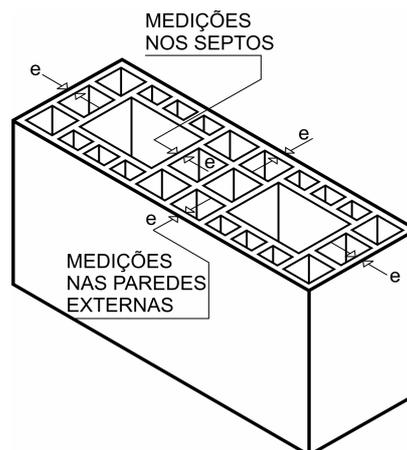


FIG. 4 - Posição esquemática para as medições da espessura das paredes externas e septos em blocos cerâmicos estruturais.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005c.

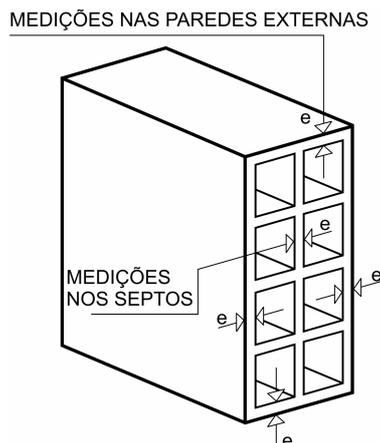


FIG. 5 - Posição esquemática para as medições da espessura das paredes externas e septos em blocos cerâmicos de vedação.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005c.

Nota: Caso o bloco apresente paredes ranhuradas, a medição deve ser feita no interior das mesmas.

- Expressão dos resultados

- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- um esquema da face de corte transversal aos furos, com as indicações dos pontos onde os valores das espessuras foram obtidos;
- os valores individuais das espessuras das paredes externas e dos septos, para cada um dos corpos-de-prova, expressos em milímetros;
- valores de referência dos limites dimensionais.

- As tolerâncias máximas de fabricação para os blocos estão no quadro 4 e 5:

QUADRO 4 - Tolerância máxima de fabricação para espessura das paredes externas e dos septos, conforme NBR 15270-1 e NBR 15270-2.

Tipo de Bloco	Espessura mínima dos septos (mm)	Espessura mínima das paredes externas (mm)
Bloco de vedação	6	7
Bloco estrutural de paredes vazadas	7	8
Bloco estrutural com paredes maciças	8	20
Blocos perfurados	8	8

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin, Núcleo de Cerâmica Vermelha.

QUADRO 5 - Tolerância para aceitação do lote na inspeção por ensaio segundo as normas NBR 15270-1 e 15270-2.

Tolerância para aceitação do lote na inspeção por ensaio	02 corpos-de-prova não conforme
--	---------------------------------

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin, Núcleo de Cerâmica Vermelha.

- Ensaios realizados

Dos ensaios realizados em blocos estruturais e portantes, conforme a tabela 1, foram obtidos os seguintes resultados: dos 21 ensaios de espessura de parede passaram 20 amostras (95,23%).

Dos ensaios realizados em blocos de vedação, conforme a tabela 2, foram obtidos os seguintes resultados: dos 53 ensaios de espessura das paredes passou 47 amostras (88,67%), e dos 12 ensaios de espessura dos septos passaram 11 amostras (91,66%).

- Aplicação prática na construção civil

A padronização das medidas das paredes e septos dos blocos cerâmicos atende a necessidade de dar consistência e resistência à alvenaria.

A conformidade neste item visa o alinhamento das paredes e a economia de reboco na parede de alvenaria, além de ser responsável pelo conforto térmico e acústico.

Propriedades da matéria-prima que pode influenciar nas medidas das paredes e septos dos blocos cerâmicos são o percentual de resíduo, umidade e plasticidade da massa. A regulagem da boquilha e a velocidade de extrusão podem proporcionar diferenças de espessuras nas paredes e septos dos blocos cerâmicos.

7.3 Determinação da planeza das faces e do desvio em relação ao esquadro de blocos cerâmicos

- Equipamento e/ou instrumentos utilizados
 - Esquadro metálico;
 - Paquímetro 150 mm com sensibilidade mínima de 0,05 mm.
- Verificação dos corpos-de-prova (cp's)
 - Um bloco cerâmico inteiro constitui um CP;
 - São necessários 13 CP's;
 - Todos os CP's devem ser devidamente numerados.
- Execução do ensaio

Determinação da Planeza das Faces

Deve-se determinar a planeza das faces, nas faces do bloco destinadas ao revestimento. Colocar o CP sobre uma superfície plana e indeformável. As representações esquemáticas das flechas na região central e nas extremidades podem ser vistas nas FIG.s 6, 7, 8 e 9, respectivamente.

Para se obter a medida, primeiramente, deve-se zerar o paquímetro, na largura do esquadro metálico, posteriormente, ajustar o esquadro na diagonal da face destinada ao revestimento e, medir a maior flecha (F), em ambas as faces, utilizando o recuo do paquímetro e anotar na folha de registro.

Representação esquemática da flecha (F):

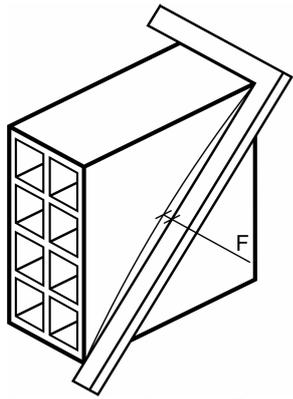


FIG. 6 - Planeza das faces - Representação esquemática de desvio cônico de blocos com furos na horizontal.

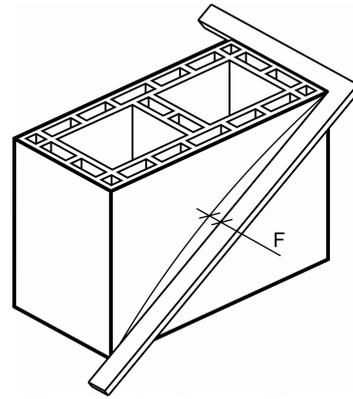


FIG. 7 - Planeza das faces - Representação esquemática de desvio cônico de blocos com furos na vertical.

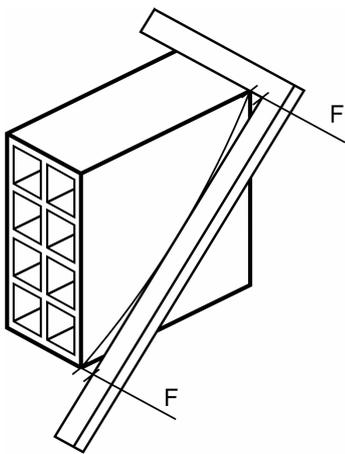


FIG. 8 - Planeza das faces - Representação esquemática de desvio convexo de blocos com furos na horizontal.

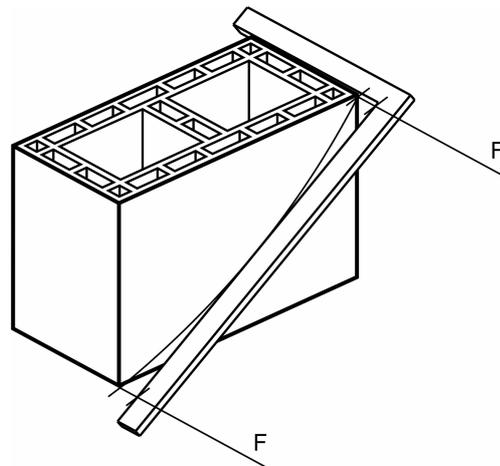


FIG. 9 - Planeza das faces - Representação esquemática de desvio convexo de blocos com furos na vertical.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005c.

Determinação do Desvio em Relação ao Esquadro

Deve-se determinar o desvio em relação ao esquadro entre as faces dos blocos destinadas ao assentamento e a maior face destinada ao revestimento.

Coloca-se o bloco sobre o esquadro. As representações esquemáticas do desvio (D) nas extremidades podem ser vistas nas FIG.s 10 e 11, respectivamente.

Para se obter a medida, primeiramente, deve-se zerar o paquímetro na largura do esquadro, após ajustar o esquadro, perpendicularmente à região central do bloco, entre a face de assentamento e de revestimento e, medir o maior desvio (D), em ambas as faces, utilizando o recuo do paquímetro e anotar na folha de registro.

Representação esquemática do desvio (D):

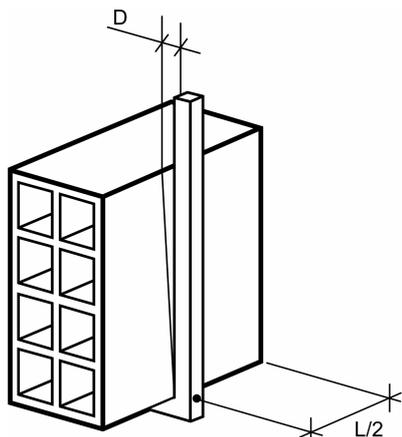


FIG. 10 - Desvio em relação ao esquadro - Representação esquemática em blocos com furos na horizontal.

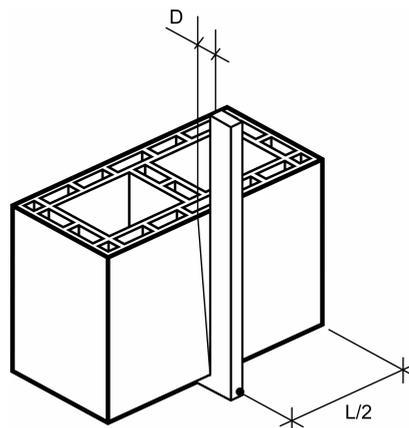


FIG. 11 - Desvio em relação ao esquadro - Representação esquemática em blocos com furos na vertical.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005c.

- Expressão dos resultados

- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- valores individuais da planeza das faces (F) para cada um dos corpos-de-prova, expressos em milímetros;
- valores individuais do desvio em relação ao esquadro (D) para cada um dos corpos-de-prova, expressos em milímetros;
- valor de referência do limite dimensional.

- Tolerâncias máximas de medição:

QUADRO 6 - Tolerâncias máximas de fabricação para o desvio em relação ao esquadro (D) e planeza das faces (F), conforme NBR 15270-1 e NBR 15270-2.

Dimensão	Tolerância (mm)
Desvio em relação ao esquadro (D)	3 mm
Planeza das faces – Flecha (F)	

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin. Núcleo de Cerâmica Vermelha.

QUADRO 7 - Tolerância para aceitação do lote na inspeção por ensaio segundo as normas NBR 15270-1 e 15270-2.

Tolerância para aceitação do lote na inspeção por ensaio	02 corpos-de-prova não conforme
--	---------------------------------

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin. Núcleo de Cerâmica Vermelha.

- Ensaios realizados

Dos ensaios realizados em blocos estruturais e portantes, conforme a tabela 1, foram obtidos os seguintes resultados: dos 21 ensaios realizados de desvio em relação ao esquadro passaram 20 amostras (95,23%), e dos 21 ensaios realizados de planeza das paredes passaram 21 amostras (100%).

Dos ensaios realizados em blocos de vedação, conforme a tabela 2, foram obtidos os seguintes resultados: dos 53 ensaios realizados de desvio em relação ao esquadro passaram 49 amostras (92,45%), e dos 53 ensaios realizados de planeza das paredes passaram 51 amostras (96,22%).

- Aplicação prática

A padronização da planeza e desvio em relação ao esquadro dos blocos cerâmicos atende a necessidade de racionalização dos projetos de alvenaria.

A conformidade neste item visa obter paredes de alvenaria com alinhamento e angulação corretos para economia de reboco.

As propriedades da matéria-prima que podem influenciar nas medidas das paredes e septos dos blocos cerâmicos são os percentuais de resíduo, umidade e plasticidade da massa. A regulagem da boquilha e a velocidade de extrusão podem proporcionar desvios côncavos ou convexos e alteração do ângulo das paredes dos blocos.

7.4 Determinação da área bruta de blocos cerâmicos de vedação

- Equipamento e/ou instrumentos utilizados
 - Paquímetro digital de 500 mm;
- Verificação dos corpos-de-prova (cp's)
 - Cada bloco cerâmico constitui um CP.
 - São necessários 13 CP's.
 - Os CP's devem ser identificados e numerados.
- Execução do ensaio

Determinação da Área Bruta (A_b)

Com auxílio de um paquímetro, medir a largura (L), a altura (H) e o comprimento (C) dos blocos a serem ensaiados e anotar na folha de registro.

A área bruta de cada bloco é obtida pela expressão $L \times C$ (quando ensaiado de cutelo) e $H \times C$ (quando ensaiado deitado).

- Expressão dos resultados
 - identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
 - A área bruta (A_b) é expressa em centímetros quadrados (cm^2) com aproximação decimal.
- Aplicação prática

A área bruta implica na quantidade de massa necessária para o assentamento dos blocos cerâmicos.

7.5 Determinação da área líquida de blocos cerâmicos estruturais

- Equipamento e/ou instrumentos utilizados
 - Balança eletrônica de 10 kg, resolução 0,1 g, com suporte hidrostático acoplado;
 - Tanque para imersão de amostras em água a temperatura ambiente;
 - Tanque para imersão hidrostática da amostra.
- Verificação dos corpos-de-prova (cp's)

- Cada bloco cerâmico constitui um CP;
- São necessários 13 CP's;
- Os CP's devem ser identificados e numerados.

- Execução do ensaio

Após a determinação da área bruta (A_b), deve-se imergir os blocos em água à temperatura ambiente por 24 horas;

Obter a massa aparente (M_a) do bloco saturado pesando-o imerso em água;

Retirar o bloco, enxugá-lo superficialmente com um pano úmido para remover o excesso de água e pesá-lo imediatamente, obtendo-se a sua massa úmida (M_u). Para os casos, em que a massa não estabiliza para leitura, deve-se contar até 5 segundos e anotar na folha de registro a massa indicada pela balança;

A área líquida é calculada através da fórmula:

$$A_{liq} = \frac{(M_u - M_a)}{\gamma \cdot H}$$

Onde:

A_{liq} = área líquida expressa em centímetros quadrados (cm²)

M_u = massa úmida do bloco cerâmico, expressa em gramas (g)

M_a = massa aparente do bloco cerâmico, expressa em gramas (g)

H = altura do bloco cerâmico, expressa em centímetros (cm)

γ = massa específica da água, tomada igual a 1, expressa em g/cm³

- Expressão dos resultados

- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- A área líquida é expressa em cm², com aproximação decimal.

- Aplicação prática

A área bruta implica na quantidade de massa necessária para o assentamento dos blocos cerâmicos.

7.6 Determinação da massa seca e índice de absorção de água em blocos cerâmicos

- Equipamento e/ou instrumentos utilizados

- Balança eletrônica de 10 kg, resolução até 5 g ;
- Estufa com temperatura ajustável a (105 + 5) °C;
- Tanque para imersão de amostras;

- Verificação dos corpos-de-prova (cp's)

- Um bloco cerâmico inteiro constitui um CP.
- Para este ensaio são necessários 06 (seis) CP's.
- Promover o exame visual das superfícies dos CP's para verificação quanto à existência de trincas e/ou quebras que possam comprometer o ensaio.
- Retirar do CP o pó e outras partículas soltas.
- Todos os CP's devem estar devidamente identificados e numerados.

- Execução do ensaio

Determinação da Massa Seca (M_s)

Determinar a massa individual dos CP's colocando-os em estufa a uma temperatura de (105 ± 5) °C, por aproximadamente 24 horas. Efetuar a pesagem dos CP's imediatamente após a remoção da estufa, obtendo-se assim, a massa seca do bloco e anotar na folha de registro.

Determinação da Massa Úmida (M_u)

Após a determinação da massa seca (M_s), os CP's devem ser colocados no tanque de imersão, preenchido com água à temperatura ambiente, em volume suficiente para mantê-los imersos, por um período de 24h e anotar na folha de registro;

Os CP's saturados devem ser removidos e colocados em bancada para permitir o escoamento do excesso de água. Aguardar o escoamento do excesso de água;

A água remanescente deve ser removida com o auxílio de um pano limpo e úmido, observando-se que o tempo decorrido entre a remoção do excesso de água na superfície e o término das pesagens não deve ser superior a 15 min;

A massa úmida (M_u), expressa em gramas, é determinada pela pesagem individual do CP saturado e anotar na folha de registro;

Determinação do Índice de Absorção de Água (AA)

O índice de absorção de água (AA) de cada CP é determinado pela expressão:

$$AA (\%) = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100$$

Onde:

AA = índice de absorção de água, em percentual (%)

M_u = massa úmida do bloco cerâmico, em gramas (g)

M_s = massa seca do bloco cerâmico, em gramas (g)

- Expressão dos resultados
 - identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
 - valores individuais da massa seca (m_s), expressa em gramas;
 - valores individuais do índice de absorção d'água AA em porcentagem;
- Tolerância do índice de absorção de água:

QUADRO 8 - Tolerância do índice de absorção de água segundo as normas NBR 15270-1 e 15270-2

Tolerância para índice de absorção de água	O índice de absorção não deve ser inferior a 8% nem superior a 22%
--	--

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin. Núcleo de Cerâmica Vermelha.

QUADRO 9 - Tolerância para aceitação do lote na inspeção por ensaio segundo as normas NBR 15270-1 e 15270-2

Tolerância para aceitação do lote na inspeção por ensaio	01 corpos-de-prova não conforme
--	---------------------------------

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin. Núcleo de Cerâmica Vermelha.

- Ensaios realizados

Dos ensaios realizados em blocos estruturais e portantes, conforme a tabela 1, foram obtidos os seguintes resultados: dos 21 ensaios realizados de índice de absorção de água passaram 10 amostras (47,61%).

Dos ensaios realizados em blocos de vedação, conforme a tabela 2, foram obtidos os seguintes resultados: dos 56 ensaios realizados de índice de absorção de água passaram 49 amostras (87,50%).

- Aplicação prática

A padronização da massa e índice de absorção de água dos blocos cerâmica atende a necessidade de racionalização dos projetos de alvenaria.

A conformidade neste item visa leveza da alvenaria construída.

As propriedades da matéria-prima que podem influenciar na massa e índice de absorção de água dos blocos cerâmicos são o percentual de resíduo, a distribuição granulométrica, umidade e plasticidade da massa. A ausência de vácuo da maromba, a regulagem da boquilha, o esquadro e distancia dos fios de corte podem proporcionar aumento ou diminuição da massa e porosidade elevada dos blocos.

7.7 Determinação da resistência a compressão em blocos cerâmicos

- Equipamento e/ou instrumentos utilizados
 - Paquímetro 500 mm com sensibilidade mínima de 0,05 mm;
 - Prensa com capacidade de 100 T.
- Verificação dos corpos-de-prova (cp's)
 - Um bloco cerâmico inteiro constitui um CP.
 - Para este ensaio são necessários 13 (treze) CP's.
 - Promover o exame visual das superfícies dos CP's para verificação quanto à existência de trincas e/ou quebras que possam comprometer o ensaio.
 - Todos os CP's devem estar devidamente identificados e numerados.
- Execução do ensaio

Generalidades

Medir a largura (L), altura (H) e o comprimento (C) dos blocos segundo as (FIG.s 1, 2 e 3);

Para a regularização das faces de trabalho dos corpos-de-prova, devem ser utilizadas pastas de cimento ou argamassas com resistências superiores às resistências dos blocos na área bruta;

A superfície onde o capeamento será executado não deve se afastar do plano mais que 8 x 10-2 mm para cada 4 x 102 mm;

Capeamento deve apresentar-se plano e uniforme no momento do ensaio, não sendo permitidos remendos;

A espessura máxima do capeamento não deve exceder 3 mm;

Alternativamente, as faces dos corpos-de-prova podem ser regularizadas por meio de uma retífica, dispensando-se assim o capeamento.

Preparação dos corpos de prova

Cobrir com pasta de cimento (ou argamassa) uma placa plana indeformável recoberta com uma folha de papel umedecida ou com uma leve camada de óleo mineral;

Aplicar à face destinada ao assentamento sobre essa pasta (ou argamassa) exercendo sobre o bloco uma pressão manual suficiente para fazer refluir a pasta (ou argamassa) interposta, de modo a reduzir a espessura no máximo a 3 mm;

Logo que a pasta (ou argamassa) estiver endurecida, retirar com espátulas o excesso de pasta existente;

Passar, em seguida, à regularização da face oposta;

Deve-se obter assim um corpo-de-prova com duas faces de trabalho devidamente regularizadas e tanto quanto possível paralela (ver FIG.s 12 e 13);

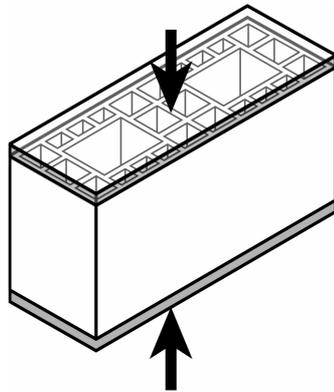


FIG. 12 – Compressão axial de bloco com furos na vertical.

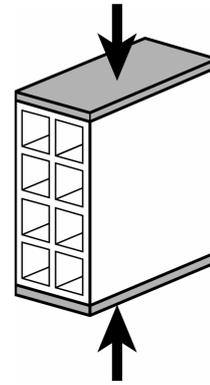


FIG. 13 - Compressão axial de bloco com furo na horizontal.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005c.

Após o endurecimento das camadas de capeamento, imergir os corpos-de-prova em água no mínimo durante 6 hs;

Nos casos em que as faces de assentamento são regularizadas por uma retífica, não serão necessário o capeamento das faces.

Determinação da resistência a compressão

Os blocos devem ser ensaiados na condição saturada;

Todos os corpos-de-prova devem ser ensaiados de modo que a carga seja aplicada na direção do esforço que o bloco deve suportar durante o seu emprego sempre perpendicular ao comprimento e na face destinada ao assentamento;

O corpo-de-prova deve ser colocado na prensa de modo que o seu centro de gravidade esteja no eixo de carga dos pratos da prensa;

Proceder ao ensaio de compressão, regulando os comandos da prensa, de forma que a tensão aplicada, calculada em relação à área bruta, se eleve progressivamente à razão de $(0,05 \pm 0,01)$ MPa/s.

Anotar a força aplicada e resistência do bloco na folha de registro.

- Expressão dos resultados

Para bloco cerâmico de vedação

- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- valor médio de cada uma das dimensões dos blocos medidos;
- desenho esquemático de como os corpos-de-prova foram ensaiados, ressaltando a posição dos furos;
- resistência à compressão de cada corpo-de-prova, com aproximação decimal e expressa em MPa obtida dividindo-se a carga máxima, expressa em N, observada durante o ensaio, pela média das áreas brutas das duas faces de trabalho de cada bloco, expressa em milímetros quadrados;

Para bloco cerâmico estrutural

- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- valor médio de cada uma das dimensões dos blocos medidos;
- desenho esquemático de como os corpos-de-prova foram ensaiados, ressaltando a posição dos furos;
- resistência à compressão de cada corpo-de-prova, com aproximação decimal e expressa em MPa obtida dividindo-se a carga máxima, expressa em N, observada durante o ensaio, pela média das áreas brutas das duas faces de trabalho de cada bloco, expressa em milímetros quadrados;
- resistência característica à compressão estimada, determinada de acordo com 5.5 da NBR 15270-2:05;
- desvio-padrão, em MPa;
- coeficiente de variação, em porcentagem;
- Tolerância do índice de absorção de água:

QUADRO 10 - Tolerância a resistência a compressão (f_b) segundo as normas NBR 15270-1:05.

Posição dos furos	f_b Mpa
Para blocos usados com furos na horizontal (FIG. 13)	$\geq 1,5$
Para blocos usados com furos na vertical (FIG. 12)	$\geq 3,0$

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin. Núcleo de Cerâmica Vermelha.

QUADRO 11 - Tolerância a resistência a compressão (f_{bk}) segundo as normas NBR 15270-2:05.

Posição dos furos	f_{bk} Mpa
Para blocos usados com furos na vertical (FIG. 10)	$\geq 3,0$

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin. Núcleo de Cerâmica Vermelha.

- Ensaio realizados

Dos ensaios realizados em blocos estruturais e portantes, conforme a tabela 1, foram obtidos os seguintes resultados: dos 21 ensaios realizados de resistência a compressão passaram 21 amostras (100%).

Dos ensaios realizados em blocos de vedação, conforme a tabela 2, foram obtidos os seguintes resultados: dos 62 ensaios realizados de índice de absorção de água passou 26 amostras (41,93%).

TAB. 1 - Relação das amostras ensaiadas em blocos estruturais e portantes.

Amostra	L (mm)	H (mm)	C (mm)	Tipo	Parede (mm)	Septo (mm)	Desvio (mm)	Planeza (mm)	Massa (g)	AA (%)	Resistência (Mpa)
1	105	55	230	21 furos	7	-	1	1	1526	12	22,2
2	106	56	224	21 furos	9	-	1	1	1357	15	21,2
3	190	191	289	est	9	-	1	2	7431	11	14,7
4	140	191	290	est	9	-	2	2	6090	12	13,6
5	193	192	291	est	6	-	2	2	7655	11	12,6
6	142	192	292	est	8	-	1	2	6554	10	13,9
7	141	192	292	est	9	-	1	1	6141	11	12,8
8	140	192	291	est	9	-	1	1	6107	12	14,7
9	121	71	277	21 furos	14	-	1	1	2294	24	16,8
10	102	102	203	10 furos	15	-	1	1	2093	24	15,1
11	102	153	204	6 furos	12	-	1	1	2742	25	16,9
12	119	102	247	21 furos	15	-	1	1	3123	24	17,8
13	110	64	217	3 furos	37	-	1	2	1826	30	14,2
14	110	52	221	14 furos	17	-	1	1	1717	24	12,3
15	101	79	184	8 furos	16	-	1	1	1660	30	11,2
16	101	66	212	3 furos	31	-	1	1	1854	29	9,8
17	100	78	183	3 furos	32	-	1	3	1797	30	8,9
18	101	80	222	8 furos	16	-	4	2	1559	30	11,8
19	109	57	232	21 furos	7	-	1	1	1557	11	21,2
20	110	132	229	21 furos	13	-	1	2	3703	19	24,3
21	95	92	244	4 furos	30	19	1	1	2436	27	11,6

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin. Núcleo de Cerâmica Vermelha.

TAB. 2 Relação das amostras ensaiadas em blocos de vedação.

Amostra	L (mm)	H (mm)	C (mm)	Tipo	Parede (mm)	Septo (mm)	Desvio (mm)	Planeza (mm)	Massa (g)	AA (%)	Resistência (Mpa)
1	99	146	203	6 furos	7	-	1	1	2406	12	1,4
2	105	156	208	6 furos	8	-	2	2	2433	14	2,4
3	100	153	199	6 furos	8	-	1	1	2728	17	1,8
4	96	94	194	4 furos	7	-	1	1	1514	15	1,0
5	90	141	190	6 furos	8	-	1	2	1924	12	1,8
6	121	194	292	6 furos	6	-	1	1	3808	15	1,1
7	90	138	193	6 furos	9	-	1	1	1739	18	1,7
8	90	138	242	6 furos	8	-	1	2	2121	17	1,9
9	92	143	190	6 furos	11	-	1	1	1978	24	3,1
10	104	152	200	6 furos	12	-	2	1	2663	24	1,4
11	106	163	228	6 furos	11	-	1	1	3748	19	1,1
12	107	108	227	4 furos	8	-	2	1	2596	18	1,0
13	90	143	189	6 furos	8	-	2	1	2003	16	1,1
14	103	191	188	8 furos	7	-	1	1	2603	17	1,4
15	92	140	191	6 furos	9	-	1	1	2116	17	2,5
16	92	140	241	6 furos	9	-	1	1	2745	17	2,5
17	105	153	191	6 furos	9	-	3	1	2449	16	0,9
18	140	192	294	6 furos	7	-	1	1	4369	21	1,4
19	90	141	190	6 furos	5	-	1	1	1653	21	0,7
20	103	173	214	6 furos	9	-	4	1	3290	18	1,4
21	100	146	203	6 furos	7	-	1	1	2427	13	1,5
22	98	151	199	6 furos	6	-	1	1	2538	14	1,9
23	97	196	201	8 furos	7	-	2	1	3031	16	3,4
24	195	195	291	9 furos	7	-	3	1	6361	15	1,0
25	91	140	190	6 furos	8	-	1	1	2043	14	0,4
26	90	140	191	6 furos	7	-	2	1	1869	13	1,9
27	91	138	192	6 furos	9	-	1	1	2035	16	1,1
28	99	150	201	6 furos	7	-	1	1	2531	15	0,9
29	90	138	190	6 furos	9	-	1	1	1768	19	2,2
30	114	189	192	8 furos	9	-	1	1	2650	20	1,3
31	92	145	289	6 furos	11	-	1	1	3115	24	2,2
32	92	193	190	8 furos	9	-	2	1	2587	23	2,6

(continua)

(continuação)

33	91	139	191	6 furos	8	-	1	1	2070	17	1,8
34	92	140	242	6 furos	8	-	1	1	2600	17	1,7
35	114	144	243	6 furos	9	-	4	1	3321	16	1,2
36	93	140	190	6 furos	8	-	2	1	2152	16	1,2
37	107	163	226	6 furos	10	-	1	1	3721	19	0,9
38	107	162	224	6 furos	9	-	2	1	3737	18	0,8
39	90	141	188	6 furos	6	-	2	1	1738	17	1,2
40	90	140	188	6 furos	7	-	2	1	1904	17	0,8
41	97	148	255	6 furos	7	-	1	1	2829	19	1,5
42	137	188	190	8 furos	6	6	2	2	2742	13	1,4
43	115	117	239	4 furos	-	-	-	-	-	-	1,7
44	116	189	239	8 furos	-	-	-	-	-	-	1,9
45	89	138	188	6 furos	-	-	-	-	-	-	1,4
46	90	189	289	8 furos	-	-	-	-	3750	20	1,7
47	115	188	288	8 furos	-	-	-	-	4199	20	1,7
48	190	191	288	9 furos	-	-	-	-	6185	20	0,6
49	89	142	193	6 furos	-	-	-	-	-	-	0,6
50	92	140	189	6 furos	-	-	-	-	-	-	1,4
51	190	190	291	9 furos	8	9	3	3	6758	17	0,7
52	93	192	292	8 furos	8	8	4	4	4074	18	0,7
53	92	138	190	6 furos	11	6	2	2	2122	28	2,5
54	92	142	245	6 furos	7	6	3	3	2509	23	1,2
55	94	145	194	6 furos	7	6	4	2	2070	23	1,4
56	93	144	192	6 furos	6	5	1	1	2110	21	0,6
57	91	140	191	6 furos	7	8	3	2	2092	19	1,4
58	93	144	190	6 furos	8	8	3	4	2104	18	1,4
59	90	141	188	6 furos	9	8	1	2	2247	19	0,7
60	90	139	190	6 furos	6	6	3	3	1797	18	1,4
61	90	138	188	6 furos	-	-	-	-	-	-	1,7
62	192	192	290	9 furos	8	8	1	1	6451	14	2,5

Fonte: SENAI. RS. CEP Nilo Bettanin. Núcleo de Cerâmica Vermelha.

8 APLICAÇÃO PRÁTICA

A padronização da resistência a compressão dos blocos de vedação e estruturais são distintas, sendo que os primeiros necessitam resistir ao seu próprio peso, pois são blocos de enchimento, já os estruturais são empregados na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida para atender as necessidades específicas de racionalização dos projetos e cálculos para utilização adequada destes produtos.

As propriedades da matéria-prima que podem influenciar na resistência a compressão dos blocos cerâmicos são o percentual de resíduo, a distribuição granulométrica, umidade e plasticidade da massa. A ausência de vácuo da maromba, a regulagem da boquilha, a secagem, temperatura de queima podem proporcionar aumento ou diminuição da resistência à compressão dos blocos.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A fabricação de blocos sem controle da matéria-prima, preparação de massa, laminação, umidade de extrusão, regulagem de boquilha, ciclo de secagem e queima conduz a produção de peças com variação de formas e dimensões, além de variação nas propriedades físicas e mecânicas.

O baixo índice de resistência mecânicas dos blocos de vedação, 58,07% reprovados seguido do baixo índice de absorção geral, cerca de 23,37% de reprovação de blocos fabricados no estado requer melhoria contínua no processo de fabricação para atender a Norma NBR 15270-3:05.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270-1**: componentes cerâmicos – parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005a.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270-2**: componentes cerâmicos – parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 2005b.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270-3**: componentes cerâmicos – parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005c.

NORTON, F. H. **Introdução à tecnologia cerâmica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS **Manual da cerâmica vermelha**. Porto Alegre, 1995.

Nome dos técnicos responsáveis

Luiz Carlos Bosi Tubino
Patrícia Borba

Instituição responsável

SENAI-RS. CEP SENAI Nilo Bettanin

Data de finalização

30 jun. 2006