



Faculdade de Ciências Jurídicas e Gerenciais Alves Fortes

**PRÁTICAS**

**LABORATÓRIO DE MATERIAIS**

**DE**

**CONSTRUÇÃO CIVIL**

**DISCIPLINA**

**RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS DE**  
**CONSTRUÇÃO**

**APOSTILA DO PROFESSOR**



Faculdade de Ciências Jurídicas e Gerenciais Alves Fortes

# **LABORATÓRIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

## **APOSTILA DE ENSAIOS DE LAB. DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

**2º SEM/2014**

**2º SEM / 2014**

**Apostila de ensaios de Lab. de MAT. DE  
CONST. CIVIL**

**FEAP**

**CURSO DE ENGENHRIA CIVIL**

**Laboratório Multiuso**

**1ª. edição**



Faculdade de Ciências Jurídicas e Gerenciais Alves Fortes

## Sumário

---

Cronograma dos Ensaio no primeiro semestre de 2014 .....	5
PRÁTICA N° 1 – Características dos blocos cerâmicos para vedação .....	8
PRÁTICA N° 2 – Características dos blocos cerâmicos maciços para vedação. ....	13
PRÁTICA N° 3 – Características dos blocos de concreto vazado usados para vedação e alvenaria estrutural. ....	17
PRÁTICA N° 4 – Resistência a compressão de pisos cerâmicos tipo PEI-4 e PEI-5 .....	22

FACFE-ALFOR



Faculdade de Ciências Jurídicas e Gerenciais Alves Fortes

***Os fundamentos teóricos aqui apresentados têm apenas o objetivo de sintetizar o conteúdo dos ensaios, portanto, não tem o intuito de substituir as bibliografias citadas, sendo assim, cabe ao aluno uma pesquisa e estudo complementar em relação ao material indicado, tanto agora, como no futuro!!!***

## PRÁTICA Nº 1 – Características dos blocos cerâmicos para vedação

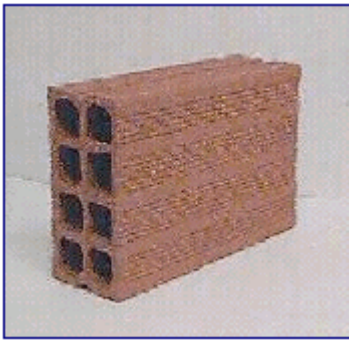
### 1. OBJETIVOS

Aferir as características dos blocos cerâmicos vazados, usados para a vedação, no que tange a resistência a compressão e variação dimensional

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A análise da conformidade realizada nas amostras de *Bloco Cerâmico* vai ao encontro do Procedimento Geral do Programa de Análise de Produtos do Inmetro quanto à seleção dos produtos, priorizando aqueles de consumo intensivo e extensivo pela sociedade e que estejam relacionados a questões que envolvam a segurança e a saúde dos consumidores e o meio ambiente.

Utilizados pelo homem desde 4.000 AC, os materiais cerâmicos destacam-se pela sua durabilidade e pela facilidade da sua fabricação, dada a abundância da matéria-prima que o origina, a argila.



Os blocos cerâmicos, ou tijolos, como são popularmente conhecidos, são um dos componentes básicos de qualquer construção de alvenaria, seja ela de vedação ou estrutural.

Os tijolos são produzidos a partir da argila, geralmente sob a forma de paralelepípedo, possuem coloração avermelhada e apresentam canais/furos ao longo de seu comprimento.

Os *blocos de vedação* são aqueles destinados à execução de paredes que suportarão o peso próprio e pequenas cargas de ocupação (armários, pias, lavatórios) e geralmente são utilizados com os furos na posição horizontal.

Os *blocos estruturais ou portantes*, além de exercerem a função da vedação, também são destinados à execução de paredes que constituirão a estrutura resistente da edificação, podendo substituir pilares e vigas de concreto. Esses blocos são utilizados com os furos sempre na vertical.

Os blocos cerâmicos objeto da análise são aqueles classificados como *de vedação*.

De acordo com dados da Secretaria Executiva do Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação, de julho de 1998, o percentual médio de não conformidade dos materiais e componentes da construção civil habitacional está em torno de 40%.

Além disso, o setor depara-se com o crescimento da atividade de não conformidade intencional, prática que desestabiliza grande parte do mercado. Essa atividade ilegal beneficia somente alguns fabricantes, revendedores de materiais e construtores e prejudica o usuário final da habitação.

### 3. MATERIAL UTILIZADO

- Prensa Hidráulica Manual
- Balança
- Escala métrica graduada
- Calibre de laminas
- Esquadro
- Nível de bolha
- 10 amostras de blocos cerâmicos.

#### 4. EXECUÇÃO

Para todas as análises, serão feitas medições em uma amostra de 10 unidades, proveniente de um milheiro (1000 unidades) de blocos cerâmicos. Os dados apurados deverão ser lançados nas tabelas indicadas.

##### 4.1- Determinação da Resistência à Compressão Mínima - (*Parâmetro Mínimo: Resistência à Compressão > 1,0 MPa*)

Esse ensaio verifica a capacidade de carga que os blocos cerâmicos suportam quando submetidos a forças exercidas perpendicularmente sobre suas faces opostas e determina se as amostras oferecem resistência mecânica adequada, simulando a pressão exercida pelo peso da construção sobre os tijolos.

O não atendimento aos parâmetros normativos mínimos indica que a parede poderá apresentar problemas estruturais como rachaduras e, conseqüentemente, oferecerá riscos de desabamento à construção.

Conforme descrito anteriormente, a norma brasileira estabelece 07 (sete) classes de resistência à compressão. Essa resistência é determinada a partir dos resultados obtidos pelas amostras durante o ensaio ou em função da informação prestada pelo fabricante.

No caso de blocos cerâmicos com largura (L) inferior a 90mm, a resistência mínima à compressão exigida é de 2,5MPa.

Independentemente da classificação, todas as amostras de blocos cerâmicos têm de atender ao requisito mínimo de 1,0 MPa.

**Tabela 1 – Resistência a compressão**

Amostra nº	Resistência a compressão	Resistência media	Desvio padrão

##### 4.2- Determinação das Características Geométricas

Os ensaios dessa classe têm por objetivo principal verificar a homogeneidade da fabricação dos blocos cerâmicos de um determinado fornecedor.

Foram realizados os seguintes ensaios de conformidade:

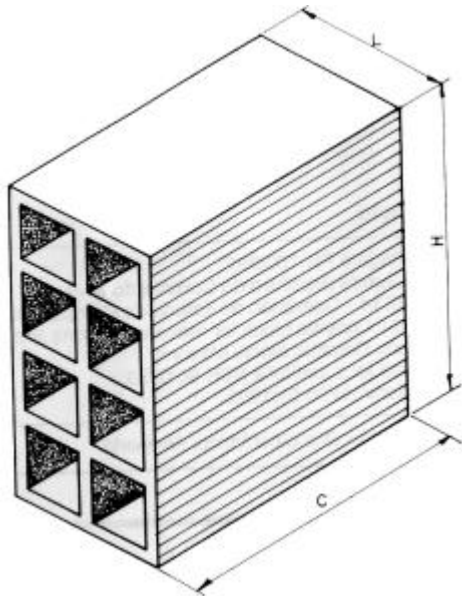
- Desvio em relação ao esquadro (D)
- Planeza das faces ou Flecha (F)



### 4.3- Dimensões Nominais (Largura, Altura e Comprimento)

Assim como o ensaio de Marcações, o ensaio de determinação das dimensões nominais das amostras de blocos cerâmicos analisadas também foi realizado com base nos critérios estabelecidos pela Portaria nº 152 Inmetro que regulamenta o produto e seguiu o procedimento oficial da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade para a fiscalização de produtos pré-medidos.

Foram verificadas as três dimensões principais do produto, a largura (L), a altura (H) e o comprimento (C) e sua conformidade aos parâmetros definidos pelo referido Regulamento Técnico. **Vide figura a seguir.**



Cabe destacar que somente as marcas consideradas conformes no ensaio de Marcações, ou seja, que apresentavam gravadas as informações do fabricante sobre as dimensões nominais, foram submetidas à verificação metrológica.

São utilizados os seguintes procedimentos para a verificação dimensional do produto:

1. Medição das dimensões das amostras individualmente
2. Determinação das médias das dimensões, utilizando a medição bloco a bloco

De acordo com o critério de aprovação da Portaria Inmetro, um lote de produção de blocos cerâmicos *"somente é considerado próprio para comercialização se a amostra for aprovada nas três dimensões"*.

**Tabela 4a – Análise Dimensional**

Amostra nº	Comprimento	Largura	Altura

**Tabela 4b – Cálculo das Médias**

Comprimento médio	Desvio padrão	Largura média	Desvio padrão	Altura média	Desvio padrão



## 5. DISCUSSÃO

Usando o *MATLAB*®:

- 5.1 - Construa a partir das **Tabela 1, 2, e 3**, um gráfico que demonstre a variação dos parâmetros medidos;

Ainda, apresentamos o algoritmo utilizado para a geração dos gráficos:

```
% PRATICA 1 - Características dos blocos cerâmicos para vedação.
% Apresentação dos Dados - V=amostra; I=resistência; R=desvio; T=flecha
V= [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10];
I= [0 0.143 0.187 0.225 0.259 0.291 0.320 0.347 0.373 0.397 0.407];
T= [25 661.34 1115.88 1439.77 1698.91 1912.31 2104.80 2279.50 2436.02 2586.08 2819.36];
R= [18.10 69.93 106.95 133.33 154.44 171.82 187.50 201.73 214.48 226.70 245.70];
% Gráfico VxI
subplot(1,2,1)
plot(V,I,'r')
xlabel ('amostra n°')
ylabel ('resistência em MPa')
title ('variação de resistência a compressão de um bloco ceramico')
grid on
% Gráfico VxT
subplot(1,2,2)
plot (V, R,' b')
xlabel ('amostra n°')
ylabel ('desvio do esquadro')
title ('variação do esquadro de um bloco ceramico')
grid on
% Grafico VxT
subplot(1,2,2)
plot (V, T,' b')
xlabel ('amostra n°')
ylabel ('flecha')
title ('variação da flecha de um bloco cerâmico')
grid on
```

- 5.2 Construa um gráfico que ilustre o comportamento da variação dimensional – comprimento x largura x altura das amostras ensaiadas.

## 6 BIBLIOGRAFIA

<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp> - consultado em 22 de julho de 2014 às 09:16

## PRÁTICA N° 2 – Características dos blocos cerâmicos maciços para vedação.

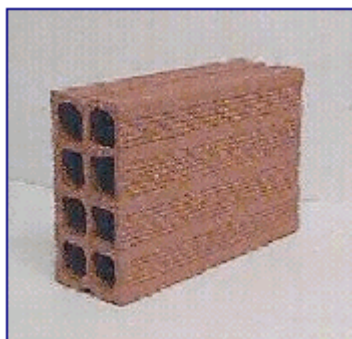
### 1. OBJETIVOS

Aferir as características dos blocos cerâmicos maciços, usados para a vedação, no que tange a resistência a compressão e variação dimensional

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A análise da conformidade realizada nas amostras de *Bloco Cerâmico* vai ao encontro do Procedimento Geral do Programa de Análise de Produtos do Inmetro quanto à seleção dos produtos, priorizando aqueles de consumo intensivo e extensivo pela sociedade e que estejam relacionados a questões que envolvam a segurança e a saúde dos consumidores e o meio ambiente.

Utilizados pelo homem desde 4.000 AC, os materiais cerâmicos destacam-se pela sua durabilidade e pela facilidade da sua fabricação, dada a abundância da matéria-prima que o origina, a argila.



Os blocos cerâmicos, ou tijolos, como são popularmente conhecidos, são um dos componentes básicos de qualquer construção de alvenaria, seja ela de vedação ou estrutural.

Os tijolos são produzidos a partir da argila, geralmente sob a forma de paralelepípedo, possuem coloração avermelhada e apresentam canais/furos ao longo de seu comprimento.

Os *blocos de vedação* são aqueles destinados à execução de paredes que suportarão o peso próprio e pequenas cargas de ocupação (armários, pias, lavatórios) e geralmente são utilizados com os furos na posição horizontal.

Os *blocos estruturais ou portantes*, além de exercerem a função da vedação, também são destinados à execução de paredes que constituirão a estrutura resistente da edificação, podendo substituir pilares e vigas de concreto. Esses blocos são utilizados com os furos sempre na vertical.

Os blocos cerâmicos objeto da análise são aqueles classificados como *de vedação*.

De acordo com dados da Secretaria Executiva do Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação, de julho de 1998, o percentual médio de não conformidade dos materiais e componentes da construção civil habitacional está em torno de 40%.

Além disso, o setor depara-se com o crescimento da atividade de não conformidade intencional, prática que desestabiliza grande parte do mercado. Essa atividade ilegal beneficia somente alguns fabricantes, revendedores de materiais e construtores e prejudica o usuário final da habitação.

### 3. MATERIAL UTILIZADO

- Prensa Hidráulica Manual
- Balança
- Escala métrica graduada
- Recipiente para imersão
- 10 amostras de blocos cerâmicos.
- Estufa para secagem

#### 4. EXECUÇÃO

Para todas as análises, serão feitas medições em uma amostra de 10 unidades, proveniente de um milheiro (1000 unidades) de blocos cerâmicos. Os dados apurados deverão ser lançados nas tabelas indicadas.

##### 4.1- Determinação da Resistência à Compressão Mínima - (*Parâmetro Mínimo: Resistência à Compressão > 1,0 MPa*)

Esse ensaio verifica a capacidade de carga que os blocos cerâmicos suportam quando submetidos a forças exercidas perpendicularmente sobre suas faces opostas e determina se as amostras oferecem resistência mecânica adequada, simulando a pressão exercida pelo peso da construção sobre os tijolos.

O não atendimento aos parâmetros normativos mínimos indica que a parede poderá apresentar problemas estruturais como rachaduras e, conseqüentemente, oferecerá riscos de desabamento à construção.

Conforme descrito anteriormente, a norma brasileira estabelece 07 (sete) classes de resistência à compressão. Essa resistência é determinada a partir dos resultados obtidos pelas amostras durante o ensaio ou em função da informação prestada pelo fabricante.

No caso de blocos cerâmicos com largura (L) inferior a 90mm, a resistência mínima à compressão exigida é de 2,5MPa.

Independentemente da classificação, todas as amostras de blocos cerâmicos têm de atender ao requisito mínimo de 1,0 MPa.

**Tabela 1 – Resistência a compressão**

Amostra nº	Resistência a compressão	Resistência media	Desvio padrão

##### 4.2- Determinação da Absorção de Água - (*Parâmetro: 8% < Absorção de Água < 25%*)

Esse ensaio verifica o percentual de água absorvido pelo bloco cerâmico, obtido a partir da diferença entre a massa seca e a massa úmida da amostra.

De acordo com a metodologia de ensaio descrita pela norma brasileira, primeiro determina-se a massa do bloco cerâmico após ter sido colocada em estufa para secagem. Feito isso, mergulha-se a amostra em água, deixando-a submersa por um determinado período de tempo. Desta vez, mede-se a massa do bloco úmido. Através da diferença entre os dois valores encontrados, obtém-se o percentual de água absorvido pela amostra.

Nesse ensaio, as amostras da marca J foram consideradas não conformes pois apresentaram percentual de absorção de água superior a 25% (vinte e cinco por cento), indicando que a parede

construída com esses tijolos pode sofrer aumento de carga quando exposta à chuva, podendo acarretar problemas estruturais à construção.

Esse problema fica mais evidente quando observamos casas populares que, devido à condição econômica precária de seus moradores, permanecem "cruas", ou seja, sem qualquer revestimento que proteja suas paredes.

Além disso, paredes de tijolos com alta absorção de água revelam problemas na aderência da argamassa de reboco, pois a água existente na composição da argamassa é absorvida, resultando em uma massa seca sem poder de fixação.

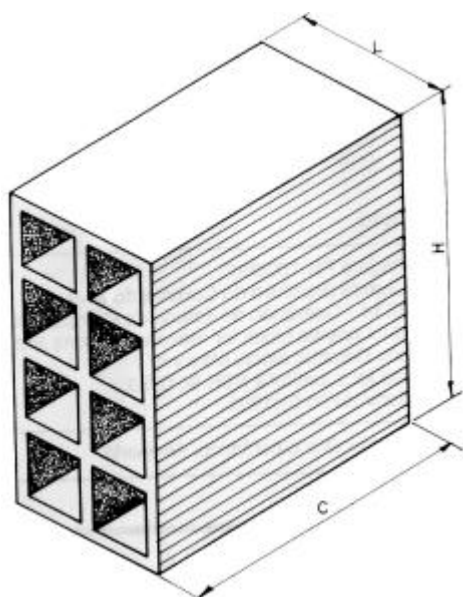
**Tabela 2 – Absorção de água**

Amostra nº	Varição de massa	Varição media	Desvio padrão

### 4.3- Dimensões Nominais (Largura, Altura e Comprimento)

Assim como o ensaio de Marcações, o ensaio de determinação das dimensões nominais das amostras de blocos cerâmicos analisadas também foi realizado com base nos critérios estabelecidos pela Portaria nº 152 Inmetro que regulamenta o produto e seguiu o procedimento oficial da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade para a fiscalização de produtos pré-medidos.

Foram verificadas as três dimensões principais do produto, a largura (L), a altura (H) e o comprimento (C) e sua conformidade aos parâmetros definidos pelo referido Regulamento Técnico. **Vide figura a seguir.**



Cabe destacar que somente as marcas consideradas conformes no ensaio de Marcações, ou seja, que apresentavam gravadas as informações do fabricante sobre as dimensões nominais, foram submetidas à verificação metrológica.

São utilizados os seguintes procedimentos para a verificação dimensional do produto:

3. Medição das dimensões das amostras individualmente
4. Determinação das médias das dimensões, utilizando a medição bloco a bloco

De acordo com o critério de aprovação da Portaria Inmetro, um lote de produção de blocos cerâmicos "somente é considerado próprio para comercialização se a amostra for aprovada nas três dimensões".

**Tabela 3a – Análise Dimensional**

Amostra nº	Comprimento	Largura	Altura

**Tabela 3b – Cálculo das Médias**

Comprimento médio	Desvio padrão	Largura média	Desvio padrão	Altura média	Desvio padrão

## 5. DISCUSSÃO

Usando o *MATLAB*®:

5.1- Construa a partir das **Tabela 1, 2, e 3**, um gráfico que demonstre a variação dos parâmetros medidos;

Ainda, apresentamos o algoritmo utilizado para a geração dos gráficos:

```
% PRATICA 1 - Características dos blocos cerâmicos para vedação.
% Apresentação dos Dados - V=amostra; I=resistência; R=absorção
V= [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10];
I= [0 0.143 0.187 0.225 0.259 0.291 0.320 0.347 0.373 0.397 0.407];
T= [25 661.34 1115.88 1439.77 1698.91 1912.31 2104.80 2279.50 2436.02 2586.08 2819.36];
R= [18.10 69.93 106.95 133.33 154.44 171.82 187.50 201.73 214.48 226.70 245.70];
% Grafico VxI
subplot(1,2,1)
plot(V,I,'r')
xlabel ('amostra nº')
ylabel ('resistência em MPa')
title ('variação de resistência a compressão de um bloco cerâmico')
grid on
% Grafico VxT
subplot(1,2,2)
plot (V, R,' b')
xlabel ('amostra nº')
ylabel ('absorção de água')
title ('absorção de água de um tijolo cerâmico')
grid on
```

5.2- Construa um gráfico que ilustre o comportamento da variação dimensional – comprimento x largura x altura das amostras ensaiadas.

## 6. BIBLIOGRAFIA

<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp> - consultado em 22 de julho de 2014 às 09:16

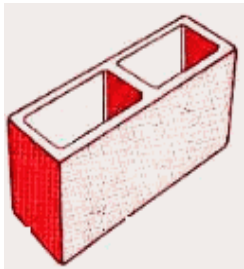
## PRÁTICA Nº 3 – Características dos blocos de concreto vazado usados para vedação e alvenaria estrutural.

### 1. OBJETIVOS

Aferir as características dos blocos em concreto, usados para a vedação e sem função estrutural, no que tange a resistência a compressão e variação dimensional

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A análise da conformidade das amostras de Blocos de Concreto para Alvenaria sem Função Estrutural vai ao encontro do Procedimento do Programa de Análise de Produtos no que diz respeito à seleção do produto a ser analisado, priorizando aqueles de consumo intensivo e extensivo pela sociedade e que estejam relacionados às questões que envolvam a segurança do consumidor.



Atualmente, podemos definir o termo alvenaria como sendo o conjunto coeso e rígido de tijolos ou blocos, denominados unidades de alvenaria, conformado em obra e unidos entre si por meio da interposição de argamassa, projetado para resistir a esforços de compressão.

As funções básicas da alvenaria são: divisão dos cômodos de uma residência, por exemplo, vedação, proteção, resistência mecânica e isolamento térmico e acústico.

Quanto à utilização dos blocos de concreto vazados, destacam-se as seguintes vantagens:

- Levantamento de paredes com maior velocidade, devido ao tamanho maior das peças quando comparadas aos tijolos convencionais, o que também permite que as paredes sejam erguidas com alinhamento mais definido;
- As paredes permitem a passagem de tubulações destinadas às instalações elétricas, telefônicas e sanitárias, eliminando o trabalho posterior de cortar as paredes para o embutimento das canalizações.

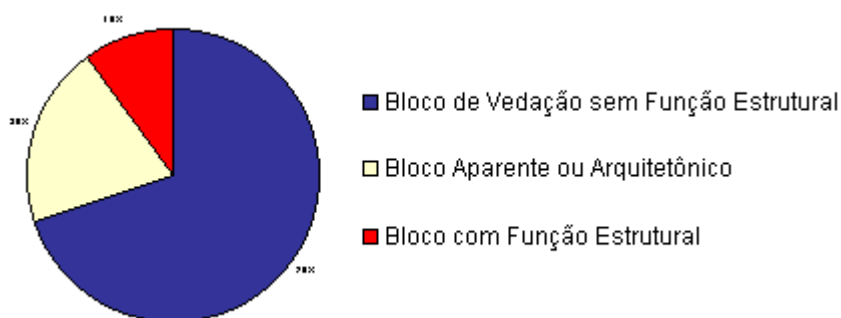
Segundo dados fornecidos pelo SINAPROCIM - Sindicato Nacional das Indústrias de Produtos de Cimento, o setor produtivo de artefatos de cimento é composto por cerca de 2.500 (duas mil e quinhentas) empresas legalmente registradas, que respondem por uma produção mensal de 50 (cinquenta) milhões de peças. O comércio informal também se faz presente através de um número representativo de empresas que trabalham à margem da norma.

Esse número, segundo estimativa do sindicato, encontra-se em torno de 1.000 (mil) fornecedores que, por não pagarem impostos, comercializam produtos financeiramente mais atrativos. Segundo o SINAPROCIM, o principal problema que o setor enfrenta é a incidência da não conformidade praticada intencionalmente, não só por fabricantes, mas também pelas empreiteiras que fabricam seus próprios blocos dentro dos canteiros de obras, não respeitando critérios básicos que garantam a mínima eficiência do produto como, por exemplo, o tempo de "cura", ou secagem, do cimento usado na fabricação do produto.

Os principais polos produtores brasileiros de artefatos de cimento são: São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Bahia, Minas Gerais e Pernambuco. Para se ter uma ideia da representatividade desses estados, apenas a produção do estado de São Paulo corresponde a cerca de 60% (sessenta por cento) da produção nacional, empregando cerca de 70 mil trabalhadores no segmento e com faturamento que, em 1998, ultrapassou 1 bilhão de reais.

De acordo com o gráfico abaixo, podemos visualizar a estratificação da produção nacional de blocos de

concreto em termos das características técnicas do produto e, conseqüentemente, ao fim a que se destina na construção.



- Blocos de Vedação: destinam-se ao fechamento de vãos de prédios;
- Blocos Aparentes ou Arquitetônicos: função decorativa;
- Blocos Estruturais: permitem que as instalações elétricas e hidráulicas fiquem embutidas já na fase de levantamento da obra.

Os Blocos de Vedação e os Blocos Estruturais feitos de concreto são, aparentemente, fisicamente idênticos. Entretanto, os Blocos Estruturais possuem paredes mais espessas, o que lhe confere maior resistência aos esforços de compressão e, portanto, podem ser usados para dar sustentação às construções.

Outro dado interessante é que o setor de blocos de concreto foi um dos 15 (quinze) da área da construção civil que aderiu, por iniciativa própria, ao Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade - PBQP, quando do relançamento do Programa e das Metas Mobilizadoras Nacionais - MMN, em 1998, comprometendo-se, através da apresentação de um programa setorial da qualidade, buscar atingir a meta definida para a área da habitação: "elevar até 90%, até o ano 2002, o percentual médio de conformidade com as normas técnicas dos produtos que compõem a cesta básica de materiais de construção".

De acordo com a Secretaria de Política Urbana, da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, responsável pela coordenação da Meta da Habitação, a adesão voluntária de fabricantes de materiais de construção, de empresas de projetos e da indústria da construção civil permite a evolução contínua da qualidade de seus produtos e serviços que, aliada à redução dos custos de fabricação, possibilita o aumento progressivo da construção de habitações para as populações de baixa renda.

### 3. MATERIAL UTILIZADO

- Prensa Hidráulica Manual
- Balança
- Escala métrica graduada
- Recipiente para imersão
- 10 amostras de blocos.

### 4. EXECUÇÃO

#### 4. 1. Verificação das Superfícies:

Esse ensaio verifica, através de inspeção visual, se as amostras de *blocos de concreto* analisadas atendem às seguintes características físicas estabelecidas pela norma:

- Deve ser homogêneo e compacto;

- Devem ter arestas vivas;
- Não devem apresentar trincas, fraturas, imperfeições ou outros defeitos;
- Devem ter superfície suficientemente áspera para garantir uma boa aderência, não sendo permitida qualquer pintura que oculte defeitos eventualmente existentes no bloco.

O não atendimento aos requisitos normativos indica que os blocos possam ter o seu assentamento prejudicado, ou afetar a resistência ou a durabilidade da construção.

**4.2. Determinação da Absorção de Água** (Parâmetros: Absorção de Água: para Valores Médios £ 10%; para Valores Individuais £ 15%)

Esse ensaio verifica o percentual de água absorvido pela amostra, ou seja, se o bloco de concreto é impermeável ou não à penetração de água.

Essa característica está diretamente relacionada à segurança das construções que, devido ao acréscimo imprevisto de peso dos blocos sobre as estruturas, podem vir a desabar, colocando em risco a vida dos usuários dessas habitações.

Além disso, paredes de blocos de concreto que não possuem impermeabilidade revelam problemas na aderência da argamassa, pois a água existente na composição do produto é absorvida, resultando em uma massa seca sem poder de fixação.

**Tabela 1 – Absorção de água**

Amostra nº	Varição de massa	Varição media	Desvio padrão

**4.3. Determinação da Resistência à Compressão Mínima** (Parâmetros: Resistência à Compressão: para Valores Médios <sup>3</sup> 2,5 MPa; para Valores Individuais <sup>3</sup> 2,0 MPa)

A verificação dessa característica é fundamental para determinar a segurança estrutural da edificação, pois verifica a capacidade de carga que os blocos de concreto para vedação suportam quando submetidos a forças exercidas perpendicularmente sobre suas faces e determina se as amostras oferecem resistência mecânica adequada, simulando a pressão exercida pelo peso da construção.

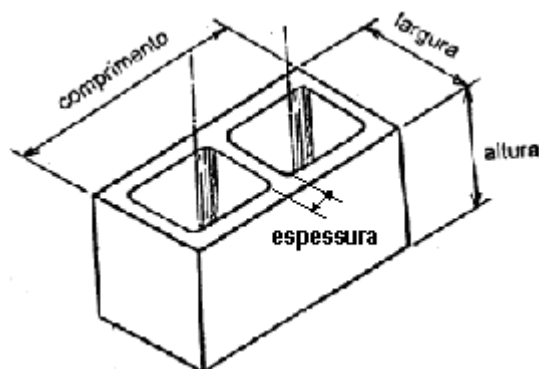
O não atendimento aos parâmetros normativos mínimos indica que a parede poderá apresentar problemas estruturais como rachaduras e, conseqüentemente, oferecerá riscos de desabamento à construção.



**Tabela 2 – Resistência a compressão**

Amostra nº	Resistência a compressão	Resistência media	Desvio padrão

**4.4. Verificação das Dimensões Nominais (Largura, Altura, Comprimento e Espessura das Paredes)** Foram verificadas as três dimensões principais do produto, largura (L), altura (H) e comprimento (C), além da espessura das paredes, e sua conformidade aos parâmetros definidos pela norma técnica. **Vide figura a seguir.**



As não conformidades detectadas nesse ensaio indicam que pode ter ocorrido falha no controle de fabricação do produto e no controle de aprovação de lote que libera o material para saída da fábrica. Dessa forma, o consumidor encontrará no mercado produtos despadronizados e, ao comprá-los, terá problemas ao longo da construção em função das diferenças de tamanhos apresentadas, obrigando o construtor a fazer improvisos e aumentando o desperdício de material e financeiro durante a obra.

No que se refere à verificação da espessuras das paredes dos blocos de concreto vazados, ou seja, "furados" (ver desenho acima), as não conformidades encontradas no produto têm influência direta sobre a resistência mecânica à compressão. Quanto menor a espessura, menor será a resistência e, conseqüentemente, haverá o comprometimento estrutural da construção.

Deve ser destacado que todas as amostras compradas deveriam apresentar as seguintes dimensões, de acordo com as definições da norma: 140 mm para largura; 190 mm para altura e 390 mm para comprimento e solicitou-se, no momento da compra, que o responsável por cada marca identificasse, na nota fiscal de compra do produto, as dimensões utilizadas para fins de comercialização.

Pela análise das dimensões constantes nas notas fiscais, verificou-se as seguintes dimensões: 150 mm para largura; 200 mm para altura e 400 mm para comprimento.

**Tabela 3a – Análise Dimensional**

Amostra nº	Comprimento	Largura	Altura

**Tabela 3b – Cálculo das Médias**

Comprimento médio	Desvio padrão	Largura média	Desvio padrão	Altura média	Desvio padrão

## 5. DISCUSSÃO

Usando o *MATLAB*®:

5.1- Construa a partir das **Tabela 1, 2, e 3**, um gráfico que demonstre a variação dos parâmetros medidos;

Ainda, apresentamos o algoritmo utilizado para a geração dos gráficos:

```
% PRATICA 1 - Características dos blocos cerâmicos para vedação.
% Apresentação dos Dados - V=amostra; I=resistência; R=absorção
V= [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10];
I= [0 0.143 0.187 0.225 0.259 0.291 0.320 0.347 0.373 0.397 0.407];
T= [25 661.34 1115.88 1439.77 1698.91 1912.31 2104.80 2279.50 2436.02 2586.08 2819.36];
R= [18.10 69.93 106.95 133.33 154.44 171.82 187.50 201.73 214.48 226.70 245.70];
% Gráfico VxI
subplot(1,2,1)
plot(V,I,'r')
xlabel ('amostra nº')
ylabel ('resistência em MPa')
title('variação de resistência a compressão de um bloco cerâmico')
grid on
% Grafico VxT
subplot(1,2,2)
plot (V, R,' b')
xlabel ('amostra nº')
ylabel ('absorção de água')
title ('absorção de água de um tijolo cerâmico')
grid on
```

5.2- Construa um gráfico que ilustre o comportamento da variação dimensional – comprimento x largura x altura das amostras ensaiadas.

## 6. BIBLIOGRAFIA

<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/blocoConcreto.asp> - consultado em 22 de julho de 2014

## **PRÁTICA N° 4 – Resistência a compressão de pisos cerâmicos tipo PEI-4 e PEI-5**

- 1. OBJETIVOS:** Analisar a resistência a compressão, e conseqüentemente, a capacidade dos pisos cerâmicos tipo PEI-4 e PEI-5 de suportarem, sem danos, o peso de mobiliários e o tráfego sobre as superfícies por eles revestidas.

### **2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de Revestimento Cerâmico, ficando atrás apenas de China, Itália e Espanha, e é o terceiro maior exportador mundial. Em 1997, foram produzidos 383,3 milhões de metros quadrados de revestimentos cerâmicos, entre pisos e azulejos, volume 13,94% maior que o de 1996. Do total produzido, foram vendidos no mercado interno 339,8 milhões de metros quadrados, ou seja, mais de 88% da produção nacional. Conseqüentemente, o faturamento das indústrias do setor cresceu, alcançando a marca de US\$ 1,9 bilhão, o que representa um aumento de 15,3% em relação ao ano anterior.

De acordo com a ANFACER, existe, dentro do setor, uma concorrência desleal provocada pela existência, no mercado interno, de produtos de baixa qualidade, resultantes de processos de fabricação deficientes, principalmente no que diz respeito à etapa de queima, muito importante para definição das características do revestimento.

Segundo a Associação, alguns fabricantes, com o objetivo de aumentar a produção e ganhar mercado, reduzem, propositalmente, o tempo de permanência no forno, reduzindo, com isso, os custos de fabricação do produto e gerando produtos de qualidade inferior.

Esses produtos, por serem comercializados a um preço mais baixo, atraem consumidores que utilizam o preço como fator decisivo no momento da compra.

Cabe destacar que o Brasil dispõe, no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação, da infraestrutura necessária à certificação desse produto, ou seja, o Inmetro credenciou vários laboratórios e um Organismo de Certificação – o Centro Cerâmico do Brasil – para certificar os produtos que estão conformes à norma brasileira para revestimentos cerâmicos.

O processo de certificação, por não envolver aspectos de segurança e saúde, é de caráter voluntário, ou seja, o fabricante não é obrigado a ter certificação para comercializar seus produtos. Atualmente, existem 12 empresas do setor que submeteram, voluntariamente, seus produtos ao processo de certificação. As marcas certificadas podem colocar, na embalagem, ou mesmo no produto, a marca do Organismo de Certificação, acompanhada do logo do Inmetro (organismo credenciador), atestando que o produto está de acordo com as normas.

Com o propósito de avaliar a tendência da qualidade do produto existente no mercado, foram realizados ensaios que verificaram as características dimensionais, físicas e químicas do produto. Foi feita também análise de rotulagem, a fim de verificar a presença de informações essenciais na embalagem do produto as quais devem estar disponíveis ao consumidor para que ele selecione o produto mais adequado às suas necessidades. Nessa avaliação foram incluídas as marcas certificadas para que o Inmetro possa monitorar a eficiência do processo de certificação.

### **3. MATERIAL UTILIZADO**

- Prensa Hidráulica Manual
- Balança
- Escala métrica graduada
- Recipiente para imersão
- 10 amostras de pisos cerâmicos tipo PEI-4
- 10 amostras de pisos cerâmicos tipo PEI-5



**Tabela 4 – largura – PEI - 5**

Amostra nº	Largura	Media	Desvio padrão

**Tabela 5 – espessura – PEI - 4**

Amostra nº	Espessura	Media	Desvio padrão

**Tabela 6 – espessura – PEI - 5**

Amostra nº	Espessura	Media	Desvio padrão

#### 4.1.2- Forma – Esquadro e flecha

Durante a etapa de queima do processo produtivo, que ocorre a mais de 1.000 graus centígrados, as características geométricas das placas cerâmicas sofrem variações devido às alterações físico-químicas sofridas pelo esmalte e pela argila.

Essas variações são previstas pela Norma Técnica que especifica as tolerâncias das dimensões e fornece os limites máximos para o esquadro e a curvatura das placas cerâmicas para revestimento, características relacionadas ao molde e ao corte da peça.

As informações a respeito das dimensões das placas cerâmicas (dimensão nominal, dimensão de fabricação e espessura) devem estar presentes na embalagem dos produtos, pois são importantes, não

só para o consumidor, mas também para o profissional responsável pelo assentamento do produto, seja ele destinado para revestimento de piso ou parede.

**Tabela 7 – esquadro – PEI - 4**

Amostra nº	Esquadro	Media	Desvio padrão

**Tabela 8 – esquadro – PEI - 5**

Amostra nº	Esquadro	Media	Desvio padrão

**Tabela 9 – flecha – PEI - 4**

Amostra nº	Flecha	Media	Desvio padrão

**Tabela 10 – flecha – PEI - 5**

Amostra nº	Flecha	Media	Desvio padrão



#### 4.2.2- Módulo de Resistência à Flexão e Carga de Ruptura

Essas características estão relacionadas diretamente à absorção de água do produto. São importantes, principalmente no caso de placas para revestimento de lugares que receberão cargas e veículos pesados, como garagens, por exemplo, ou seja, que necessitem de uma resistência mecânica maior.

**Tabela 12 – Resistência a compressão**

Amostra nº - PEI-4	Resistência a compressão	Amostra nº - PEI-5	Resistência a compressão	Variação média – PEI-4	Desvio padrão	Variação média – PEI-5	Desvio padrão

#### 5. DISCUSSÃO

Utilizando o Excel, construa gráficos relacionando as amostras as características verificadas.

#### 6. BIBLIOGRAFIA

<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp#realizados> – consultado em 22 de julho de 2014

#### PRÁTICA N° 5 - Telha Cerâmica Tipo Romana

##### 1- Objetivo

A realização de ensaios em amostras de *Telha Cerâmica tipo Romana e Telhas de Concreto tipo Romana* tem por objetivos:

- Prover mecanismos para que o profissional de engenharia esteja informado sobre a adequação dos produtos aos Regulamentos e às Normas Técnicas, contribuindo para que ele faça escolhas melhor fundamentadas, tornando-o mais consciente de seus direitos e responsabilidades;
- Fornecer subsídios para a indústria nacional melhorar continuamente a qualidade de seus produtos;
- Diferenciar os produtos disponíveis no mercado nacional em relação à sua qualidade, tornando a Concorrência mais equalizada;
- Tornar o Engenheiro parte efetiva do processo de melhoria da qualidade da indústria nacional. O fato das amostras analisadas estarem ou não de acordo com as especificações contidas em uma norma/regulamento técnico, indica ou não uma tendência em termos de qualidade, em um determinado tempo.



## 2- Fundamentos Teóricos

No Brasil, o uso de telhas cerâmicas ocorre desde o início da colonização. Inicialmente, as telhas eram conformadas manualmente com mão-de-obra escrava que as moldavam em suas próprias pernas, conferindo-lhes a forma de canal por onde a água deveria escoar.

Atualmente, segundo dados da ANIC ER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica, o setor cerâmico brasileiro é composto por mais de 11.000 (onze mil) indústrias. As telhas cerâmicas são componentes utilizados para coberturas de imóveis, empregadas em todas as regiões do país. Elas apresentam variadas conformações e características técnicas. Dentre os diversos tipos de telha existentes podemos citar: a francesa, a capa e canal, a italiana, a portuguesa e a romana. Segundo dados da associação de fabricantes, a telha romana é a mais utilizada em construções populares e, portanto, de uso mais intensivo pelos consumidores.



### **Foto: Telha Cerâmica tipo Romana**

As telhas utilizam a argila como matéria-prima para sua fabricação que é selecionada e preparada em função das características técnicas que o produto final deve adquirir, considerando, por exemplo, questões relacionadas à geometria e à utilização do produto.

De acordo com dados da Secretaria Executiva do Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação, de julho de 1998, o percentual médio de não conformidade dos materiais e componentes da construção civil habitacional está em torno de 40%. Além disso, o setor depara-se com o crescimento da atividade de não conformidade intencional, prática que desestabiliza grande parte do mercado. Essa atividade ilegal beneficia somente alguns fabricantes, revendedores de materiais e construtores e prejudica o usuário final do produto.

## 3- Ensaio Realizados, Parâmetros e Critérios de Aceitação e Rejeição

Materiais utilizados

Prensa Hidráulica Manual

Balança

Escala métrica graduada

Recipiente para imersão

10 amostras de telhas cerâmicas tipo romana

10 amostras de telhas de concreto tipo romana

Foram selecionadas compradas 10 (dez) unidades de cada uma das *Telhas tipo Romana* selecionadas, para que fossem submetidas a ensaios de conformidade que verificaram as seguintes características do produto.

**Tabela I – Características a serem ensaiadas**

<b>Condições Específicas</b>	<b>Características Geométricas</b>
Massa Seca	Dimensões Nominais (altura, comprimento e largura)
Absorção de Água	Espessura
Impermeabilidade	Empenamento
Carga de Ruptura à Flexão	

A Tabela II descreve a amostragem estabelecida pela norma brasileira para ensaiar cada uma das amostras de telhas selecionadas, baseada na qual um determinado lote de produção é aceito ou rejeitado.

**Tabela II**

Nº de telhas que compõe a amostra		Nº de unidades defeituosas			
		Primeira amostragem		Segunda amostragem	
Primeira amostragem	Segunda amostragem	Nº amostras aceitas	Nº de amostras rejeitadas	Nº amostras aceitas	Nº de amostras rejeitadas

*Interpretação da Tabela II - Primeira Amostragem:*

Quando o nº de unidades defeituosas for *menor ou igual* ao nº de aceitação, o *lote é aceito*;  
Exemplo: Número de Unidades Defeituosas for igual a 1 (um).

Quando o nº de unidades defeituosas for *maior ou igual* ao nº de rejeição, o *lote é rejeitado*;  
Exemplo: Número de Unidades Defeituosas for igual a 3 (três).

Quando o nº de unidades defeituosas for *maior* que o número de aceitação e *menor* que o nº de rejeição, o ensaio é repetido com uma segunda amostragem.  
Exemplo: Número de Unidades Defeituosas for igual a 2 (dois)

*Segunda Amostragem:*

Quando a soma das unidades defeituosas encontradas na primeira e na segunda amostragens for *menor ou igual* ao número de aceitação, o *lote é aceito*. Exemplo: Número de Unidades Defeituosas for igual a 3 (três). Quando a soma das unidades defeituosas encontradas na primeira e na segunda amostragens for *maior ou igual* ao número de rejeição, o *lote é rejeitado*. Exemplo: Número de Unidades Defeituosas for igual a 4 (quatro)

### 3.1- Determinação da Massa Seca e da Absorção de Água

Esses dois ensaios estão diretamente relacionados e simulam o comportamento da telha cerâmica quando exposta às variações climáticas, como elevações de temperatura e chuva.

De acordo com a metodologia de ensaio descrita pela norma brasileira, primeiramente determina-se a massa da telha cerâmica após ter sido colocada em estufa para secagem. Feito isso, mergulha-se a amostra em água, deixando-a submersa por um determinado período de tempo. Desta vez, mede-se a massa da telha úmida. Através da diferença entre os dois valores encontrados, obtém-se o percentual de água absorvido pela amostra.

A não conformidade detectada nesse ensaio indica que a amostra de telha absorve água acima do limite máximo permitido pela norma. A absorção ou infiltração de água em excesso reduz a resistência mecânica da telha o que representa um risco para a segurança do usuário, principalmente, para profissionais que trabalham com o conserto de telhados. Além disso, o excesso de água aumenta a carga sobre a estrutura de madeira que suporta as telhas, ocasionando, portanto, risco de desabamento.

**Tabela III – Absorção de água**

Amostra nº	Variação de massa	Variação media	Desvio padrão

**A tabela III descreve o comportamento das amostras analisadas conforme o ensaio de absorção de água.**

### 3.2- Determinação da Carga de Ruptura à Flexão

Esse ensaio verifica se as amostras de telha analisadas suportam a aplicação de uma determinada carga sobre sua superfície. As amostras são colocadas em uma prensa, sobre dois apoios, localizados em suas extremidades e uma força é aplicada em sua região central. Neste caso, a não conformidade detectada, ou seja, o não atendimento ao valor mínimo de resistência que a telha cerâmica deve possuir, pode acarretar problemas estruturais no telhado e oferecer risco para a segurança do usuário.

Além disso, a resistência mecânica das telhas é um aspecto importante a ser considerado também durante o transporte, manuseio e montagem, etapas em que as telhas quebram com maior frequência, o que representa maiores ônus para os consumidores.

**Tabela IV – Resistência a compressão**

Amostra nº	Resistência a compressão	Resistência média	Desvio padrão

### 3.3- Verificação da Impermeabilidade

Esse ensaio simula o comportamento das telhas cerâmicas quando expostas às condições críticas de intemperismo, com o objetivo de verificar se as amostras apresentam vazamentos ou a formação de gotas na sua face inferior ("goteiras"), acarretando a infiltração de água no telhado.

*Observação: As telhas possuem duas faces, a superior, aquela que fica exposta ao ambiente, e a inferior, que fica voltada para o interior da construção.*

*Procedimento:* Um tubo de PVC vazado é fixado à região central da superfície da amostra e coloca-se água em seu interior. Após 24 horas, verifica-se se a amostra apresentou infiltração.

De acordo com a norma brasileira, o aparecimento de manchas de umidade na face inferior da telha é permitido.

### 3.4- Características Geométricas (Formas e Dimensões)

Este ensaio verifica se as dimensões das telhas estão de acordo com as medidas padronizadas pela norma. A utilização de dimensões padronizadas em produtos da construção civil facilita os cálculos por ocasião do projeto e é importante no momento da compra de unidades para reposição. É necessário levar em consideração também que, além do atendimento a estas medidas, o perfeito encaixe entre as telhas evita a passagem de água em dias de chuva mais intensa. O empenamento é outro fator que prejudica o encaixe das telhas. Além do desconforto que tal fato acarreta, pois originam-se vazamentos no interior das construções, a passagem de água também provocará o apodrecimento precoce da madeira (ripamento) utilizada para a construção do telhado, comprometendo, portanto, a segurança das pessoas que residem ou trabalham no interior desses estabelecimentos, tornando frequente a necessidade de manutenção e até mesmo da troca de todo o telhado.

Os problemas relacionados às formas e dimensões das telhas podem ter origem na seleção da *argila* que será utilizada para a fabricação do produto que, dependendo da região do país, pode ter comportamentos diferentes durante o processo de fabricação, particularmente, durante as etapas de prensagem ou de queima da matéria-prima, podendo apresentar uma redução maior ou menor de tamanho.



Segundo estudo dos fabricantes, o parâmetro da dimensão AA deverá ser alterado para, pelo menos, 240mm, de modo que permita o encaixe adequado das telhas.

**Tabela Va – Análise Dimensional**

Amostra nº	Comprimento	Largura	Altura

**Tabela Vb – Cálculo das Medidas**

Comprimento médio	Desvio padrão	Largura media	Desvio padrão	Altura media	Desvio padrão

### 3.5- Resultado Geral

A tabela VIII descreve os resultados obtidos pelas amostras de cada uma das marcas analisadas nos ensaios de conformidade realizados e a conclusão final de cada uma delas.

**Tabela VI – Resumo das Análises**

Amostra nº	Índice de Defeitos	Absorção de água	Resistência a compressão	Comprimento médio	Largura média	Espessura média	Conclusão

### 3.6- Conclusões

De acordo com a análise dos resultados obtidos, concluímos que a tendência das Telhas Cerâmicas tipo Romana, disponíveis no mercado, é de (...)

### 4- Bibliografia:

*Revista Viva Qualidade, nº 04 – Julho/Agosto de 1999*

*Jornal da Associação Nacional da Indústria Cerâmica/Agosto de 2000*

*Documento do Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação – CTECH: Meta da Área de Habitação*

### Normas e Documentos de Referência

Para a realização dos ensaios foram utilizados os seguintes documentos:

NBR 13.582, de fevereiro de 1996: Telha Cerâmica tipo Romana: Especificação

NBR 8.948, de julho de 1985: Telha Cerâmica – Verificação da Impermeabilidade

NBR 8.947, de julho de 1985: Telha Cerâmica – Determinação da Massa e da Absorção de Água: Método de Ensaio

NBR 6.462, de março de 1987: Telha Cerâmica tipo Francesa – Determinação da Carga de Ruptura à Flexão: Método de Ensaio

[www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br) – consultado em 12/08/2014