

ESTUDO COMPARATIVO DO USO DE DIFERENTES SUPORTES PARA O ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE TELHAS CERÂMICAS

G. C. Nascimento ^{1,2}; R. Piccoli ^{1,3}; C. R. Perdoná ¹; P. B. Perucchi ^{1,3}; P. Vitoretti P. ¹

Endereço: Rua Gel. Lauro Sodré, 300 – Bairro Comerciário – Criciúma/SC – CEP
88802-330

E-mail: gcn@sc.senai.br

¹SENAI_{SC}/Criciúma – Centro de Tecnologia em Materiais – CTCmat

²Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) – Criciúma/SC

³Universidade Barriga Verde (UNIBAVE) – Orleans/SC

Resumo

A determinação precisa da resistência à flexão de telhas cerâmicas é de suma importância para as aplicações a que estas possam vir a ser requeridas. Estas aplicações são importantes tanto na montagem do telhado, como em futuras manutenções. De acordo com a norma NBR 15310:2009, para a determinação da resistência à flexão de telhas cerâmicas, pode ser usado gesso, argamassa ou madeira dura como material de apoio para os corpos de prova. Este estudo mostra os resultados obtidos para uma mesma amostra constituída de telhas compostas de encaixe, quando forem utilizados diferentes tipos de apoios.

Palavras Chave: Telhas Cerâmicas, flexão, construção civil.

INTRODUÇÃO

Segundo a norma brasileira ABNT NBR 15310:2009 telhas cerâmicas são componentes destinados à montagem de cobertura que estanque à água, de

aplicação contínua. O conjunto do sistema de cobertura de uma edificação constituída pelas telhas e acessórios é denominado telhado ⁽¹⁾.

Atualmente no Brasil estima-se que exista em torno de 11.000 empresas de pequeno e médio porte com um faturamento na ordem de US\$ 2,8 bilhões ⁽²⁾. Para a escolha da cobertura de uma residência, o cliente tem opções de escolha entre telhas cerâmicas, de fibrocimento e cimento, sendo que cada uma tem seus pontos fortes e suas deficiências em alguns aspectos. Como qualidade da telha cerâmica pode-se ressaltar o conforto térmico proporcionado pela mesma ⁽³⁾.

Especialistas na área de construção civil aconselham que a cada dois anos seja feito um reparo na estrutura da cobertura de uma casa. Esta manutenção preventiva tem como objetivo principal a inspeção nos materiais utilizados na composição da cobertura, onde materiais metálicos sofrem com a ferrugem e a madeira sofre com cupins e infiltrações ⁽⁴⁾. A cada inspeção realizada, é rotina ter pessoas caminhando sobre as telhas, desmontando-as e, por isso a importância da garantia dos resultados de resistência à flexão do material empregado.

Em linhas gerais, a resistência à flexão é afetada negativamente pela porosidade por dois motivos: reduzem a área de seção reta através do qual a carga é aplicada e atuam como concentradores de tensão ⁽⁵⁾. Estes produtos ficam mais resistentes quanto mais homogêneos, finos e quanto melhor a sinterização ⁽⁶⁾.

MATERIAIS E MÉTODOS

Procedimento Experimental

Foram coletados 20 corpos de prova de telhas cerâmicas para a execução deste trabalho, sendo estas do tipo *composta de encaixe*, modelo *portuguesa*, conforme figura 1. Estas amostras referem-se ao mesmo lote de uma produção contínua da empresa fornecedora.

Antes da confecção dos apoios e cutelos nas telhas, estas foram limpas e passaram por uma inspeção para a retirada das rebarbas provenientes do processo de fabricação. As telhas foram repartidas em duas amostras, contendo 10 corpos de prova cada, sendo que estas se distinguem e identifica-se da seguinte forma:

➤ *Amostra A*: Telhas com produção dos apoios inferiores e cutelo em argamassa;

➤ *Amostra B*: Telhas com apoios inferiores e cutelo de madeira dura (Itaúba), sendo que na interface foi utilizada uma borracha para acomodação do conjunto.



Figura 01 – Amostra A, confecção dos apoios e cutelo em argamassa (esquerda) e Amostra B, confecção dos apoios e cutelo em madeira dura (direita).

Na amostra “A”, estando firme a argamassa os apoios e cutelos foram lixados visando nivelar a aplicação da carga na telha. Após este processo as telhas foram imersas em água a temperatura ambiente por 24 horas. A amostra “B” após limpeza aguardou o tempo de preparação da amostra “A” para imersão em água.

A execução do ensaio foi realizado conforme a norma NBR 15310:2009. Em resumo, o vão livre (distância entre os apoios inferiores) empregado foi o que a empresa declara como galga média (33,6 cm), e a aplicação da carga foi em uma velocidade de (50 ± 5) N/s ⁽¹⁾.

Métodos Estatísticos

Para a verificação dos resultados e comparação entre as amostras, as ferramentas estatísticas empregadas foram a determinação da média, desvio padrão e coeficiente de variação.

A média pode ser expressa pela fórmula A, e o desvio padrão pela fórmula B ⁽⁷⁾.

$$x_m = \frac{\sum x_i}{n} \quad (\text{A})$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n} - \left(\frac{\sum x_i}{n}\right)^2} \quad (\text{B})$$

$$CV = \frac{s}{x_m} \times 100 \quad (C)$$

Onde: x_i = Valor de carga de ruptura [N];
 n = Número de corpos de prova;
 s = Desvio padrão [N];
 CV = Coeficiente de variação (%);

O desvio padrão por ser expresso na mesma unidade dos dados limita o seu emprego quando se deseja comparar duas unidades ou mais séries de valores, relativamente à sua dispersão ou variabilidade. Para contornar estas dificuldades, pode-se caracterizar a dispersão ou variabilidade dos dados em termos relativos ao seu valor médio, sendo esta medida denominada coeficiente de variação, demonstrado na fórmula C ⁽⁷⁾.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do ensaio estão descritos na tabela 1, contendo valores individuais e dados estatísticos de análise e, na figura 2, na forma gráfica.

Figura 02 – Gráfico dos resultados.

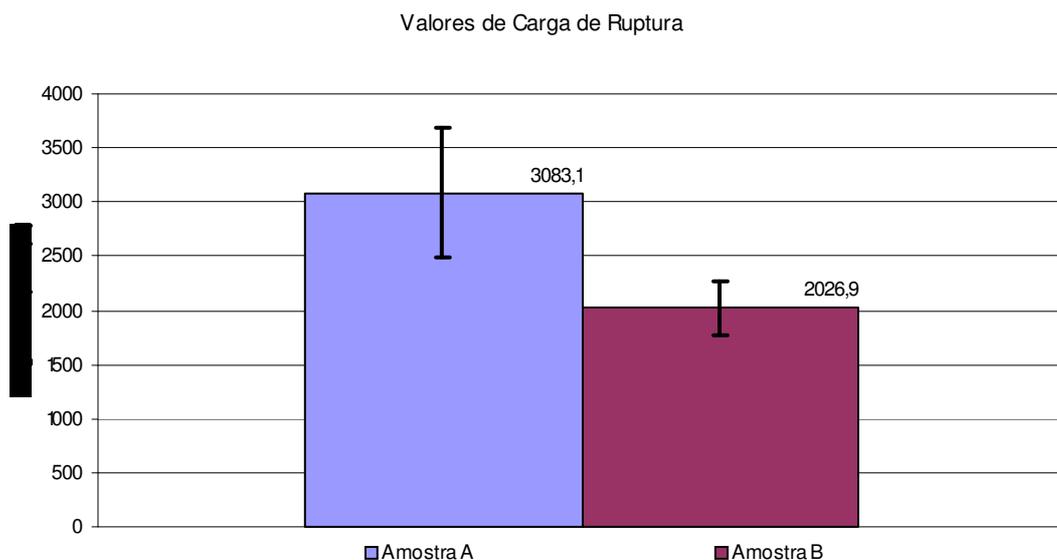


Tabela 01 – Resultados de ensaio de flexão.

<i>Corpo de Prova</i>	<i>Carga de Ruptura (N)</i>	
	<i>Amostra A</i>	<i>Amostra B</i>
1	4282,3	1903,7
2	3280,3	1784,1
3	2374,5	1634,6
4	2707,2	2217,0
5	2915,9	2355,2
6	2451,4	2322,4
7	3207,2	2265,1
8	2766,9	1838,7
9	2995,7	1991,6
10	3849,6	1956,5
<i>Média (N)</i>	<i>3083,1</i>	<i>2026,9</i>
<i>Desvio Padrão (N)</i>	<i>601,7</i>	<i>248,9</i>
<i>Coefficiente de Variação (%)</i>	<i>19,5</i>	<i>12,3</i>

Os resultados apresentaram variação significativa entre as metodologias empregadas para a confecção dos apoios e cutelos. Os valores da amostra “A” apresentaram-se superiores aos da amostra “B”. A argamassa proporciona melhor acomodamento dos apoios e cutelo, conseqüentemente distribuindo melhor a carga aplicada em toda a extensão da telha. Os moldes de madeira, apesar de serem confeccionados sob medidas para este trabalho, apresentaram regiões onde não estava completamente acomodado, concentrando tensões em algumas regiões.

Devido ao processo de fabricação e as propriedades cerâmicas, estes materiais tendem a apresentar variação e uma dispersão considerável em ensaios mecânicos quando comparados com os metais por exemplo. Esse fenômeno pode ser explicado pela dependência da resistência à fratura em relação à probabilidade da existência de um defeito que seja capaz de iniciar uma trinca ⁽⁵⁾. Este fato pode estar atrelado ao desvio e coeficiente de variação apresentado pela amostra “A”, pois houve melhor distribuição dos esforços, sendo que a força máxima para o material romper estava mais atrelado ao material propriamente dito do que à má distribuição de esforços durante a aplicação da carga, estando mais sujeito a estes defeitos. Na amostra “B”, como estava ocorrendo concentração de esforços em

alguns pontos, as regiões submetidas à força máxima eram praticamente as mesmas em todos os corpos de prova, ou seja, na intersecção da capa (componente ou parte da telha cuja finalidade é conduzir a água para o canal ⁽¹⁾) e do canal (componente ou parte da telha cuja finalidade é conduzir a água ⁽¹⁾). Com isto, a força para romper o material foi menor e também o desvio e o coeficiente de variação.

A vantagem de confeccionar os apoios e cutelos em argamassa é de que a carga fica distribuída uniformemente em toda a extensão da peça ensaiada, tendo como resposta um resultado mais próximo do teórico. Porém a desvantagem se dá pelo procedimento dispendioso na elaboração dos mesmos, o qual implica em maior tempo para execução do ensaio, que pode ser fator crítico no processo produtivo haja vista o ritmo de produção atual.

Nos apoios e cutelo de madeira a vantagem é a rápida execução do ensaio, onde a etapa mais demorada está na imersão em 24 horas das telhas em água. Esta metodologia condiz com um resultado mais próximo da realidade de aplicação do material, pois a telha estará apoiada sobre outra telha (portanto não tendo uma ideal condição de apoio) e o outro lado sobre o apoio do telhado (ripa), logo tendo concentrações de tensões na telha. A desvantagem se dá pelo próprio fato do apoio uniforme, pois variações do processo que costumam ocorrer, como empenamento e pequenas variações dimensionais que não são compensadas pelo molde em madeira.

CONCLUSÃO

Apesar das duas metodologias estarem de acordo com a norma NBR 15310:2009, existe diferença entre o material escolhido para acomodação do corpo de prova a ser ensaiado. A argamassa apresenta valores superiores em carga de ruptura comparadas com a madeira, sendo que a argamassa condiz mais com o resultado de flexão teórico do material, devido à distribuição de esforços, enquanto a madeira simula melhor a condição de uso da telha, com concentradores de tensão.

Ficou evidenciado que o método de execução do ensaio afeta significativamente no resultado final. Sugere-se uma análise mais concisa da metodologia proposta neste trabalho que pode ser realizada através de programas interlaboratoriais, onde nestes, podem ser estudados os efeitos para diferentes

tipologias de telhas, em diferentes laboratórios e diferentes metodologias de execução do ensaio. Seria conveniente também expressar no relatório (casos de laboratórios de prestação de serviços) a metodologia empregada para o apoio das telhas neste ensaio.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15310:2009**: Componentes cerâmicos – Telhas – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio.

[2] Instituto de Pesquisas Tecnológicas. <<http://www.ipt.br/institucional/imprensa/noticias/?ID=885>> Acesso em 31/03/09.

[3] DESIMONE, Mariana. Muitas opções para uma única finalidade. **A Tribuna**. Criciúma, 05 de fev. 2009, Caderno de Classificados, pg. 1.

[4] DESIMONE, Mariana. Inspeção e teto firme o ano todo. **A Tribuna**. Criciúma, 03 de fev. 2009, Caderno de Classificados, pg. 1.

[5] CALLISTER, Willian D. Jr. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 5ª ed. Rio de Janeiro : LTC, 2002, 589 p.

[6] BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de Construção**. 2ª ed., v. 2. Rio de Janeiro : LTC, 1985, 705 p.

[7] CRESPO, Antônio Arnot. **Estatística Fácil**. 17ª ed. São Paulo : Saraiva, 2002, 224 p.

Comparative study of the use of different support to test for resistance to bending of ceramic tiles

ABSTRACT

The accurate determination of resistance to bending of ceramic tiles is of great importance for the applications that they may be required. These applications are important in both the assembly of the roof, and in future maintenance. According to NBR 15310:2009 standard for determining the resistance to bending of ceramic tiles, can be used plaster, mortar or hardwood as support material for the bodies of

evidence. This study shows the results for one sample consists of tiles made up of fit, when using different types of support.

Key-words: Ceramic tiles, bending, construction.