UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

DANIELI MARTINELLI

ANÁLISE TÉCNICA DO PRODUTO TIJOLO MACIÇO CERÂMICO

Ijuí/RS

2014

DANIELI MARTINELLI

ANÁLISE TÉCNICA DO PRODUTO TIJOLO MACIÇO CERÂMICO

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Diorges Carlos Lopes

Ijuí

2014

DANIELI MARTINELLI

ANÁLISE TÉCNICA DO PRODUTO TIJOLO MACIÇO CERÂMICO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelos membros da banca examinadora.

Ijuí, 10 de dezembro de 2014.

Prof. Diorges Carlos Lopes

Mestre pela Universidade Federal de Santa Maria - Orientador

Prof. Cristina Eliza Pozzobon

Coordenadora do Curso de Engenharia Civil/UNIJUÍ

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Alberto Simões Pires Wayhs (UNIJUÍ)

Mestre pela Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul

Prof. Diorges Carlos Lopes

Mestre pela Universidade Federal de Santa Maria - Orientador

Deus amado, obrigada por me permitir chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Durante esses anos de faculdade, inúmeras pessoas especiais compartilharam momentos comigo.

Primeiramente agradeço à Deus, a chance que me possibilitou em chegar até aqui. Sem Ele ao meu lado, nada disso seria possível.

Agradeço à minha família que esteve me apoiando sempre e não permitiu que eu desanimasse ou desistisse na metade do caminho. Aos meus pais Adelar e Maidi, que são pessoas maravilhosas em minha vida, aos meus irmãos Thais e Luiz Fernando. E ao meu esposo Delmar, que esteve sempre ao meu lado, em todos os momentos, principalmente os mais difíceis.

Ao meu orientador, Diorges Carlos Lopes pela orientação prestada, pelo apoio e pela compreensão de muitas restrições.

À Coordenadora Cristina, que contribuiu também para a minha caminhada até aqui.

À todos os professores e funcionários, que fizeram parte dessa minha história.

Principalmente agradeço aos meus colegas Emmanuelle, Geannina, Mauricio, Gabriela e Cristiane entre tantos e inúmeros outros que me auxiliaram e foram fundamentais para a conclusão desse curso. Obrigada por não me deixarem desistir! Obrigada por tornar possível, o que pra mim já não dava mais. Essa conquista também é de vocês.

Que Deus possa recompensar grandemente a vida de todos.

Você não precisa ter medo porque eu sou o seu Deus. Eu lhe darei forças; eu vou ajudar e manter você em pé firme, com a minha mão direi

Isaías 41: 10

RESUMO

MARTINELLI, D **Análise técnica do produto tijolo maciço cerâmico**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2014.

O presente trabalho resulta de uma pesquisa com amostras coletadas em campo e analisadas no laboratório na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Campus de Ijuí e que tem como objetivo o estudo das características físicas da resistência mecânica e da forma de produção de tijolos maciços cerâmicos produzidos na região de Augusto Pestana/RS, de forma a identificar se as amostra em estudo atendem as exigências normativas. Os ensaios foram baseados conforme preconizam as normas da ABNT-NBR 6460, 8947, 8041 e 7170, sendo que foram ensaiados 13 tijolos para ensaio da compressão e absorção e 12 tijolos para analise das dimensões, ou seja, sua altura, largura e comprimento. O trabalho foi concluído, mas os resultados parciais mostram que características como dimensões e absorção dos blocos cerâmicos apresentam desvios com relação aos valores recomendados pelas normas. Por outro lado, a maioria das amostras coletadas apresentaram valores satisfatórios de resistência à compressão, quando comparados com valores mínimos exigidos pelas normas vigentes.

Palavras-chave: Tijolo Maciço, Resistência Mecânica, Produção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cerâmica vermelha.....17
Figura 2: Louça sanitária.....17
Figura 3: Isolador elétrico.....18
Figura 4: Esquema de fabricação de produtos cerâmicos.....20
Figura 5: Forno intermitente de chama invertida.....25
Figura 6: Forno intermitente comum.....25
Figura 7: Forno de túnel.....26
Figura 8: Olaria Gelson Vianna.....27
Figura 9: Armazenamento da matéria prima.....28
Figura 10: Processo de moldagem do tijolo maciço.....29
Figura 11: Processo de secagem natural.....30
Figura 12: Queima.....30
Figura 13: Disposição dos tijolos para exemplo de suas dimensões.....35
Figura 14: Determinação do comprimento.....36
Figura 15: Determinação da Largura.....37
Figura 16: Determinação da altura dos tijolos.....37
Figura 17: Absorção dos tijolos.....39
Figura 18: Corte e demarcação das amostras.....40
Figura 19: Preparação da pasta de cimento.....41
Figura 20: Pasta de cimento previamente preparada.....41
Figura 21: Tijolos umidecidos previamente.....42
Figura 22: Resistência à compressão para os tijolos maciços.....43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resistência mínima à compressão em relação a categoria 32
Tabela 2: Tijolo maciço comum 32
Tabela 3- Dimensão dos tijolos maciços 38

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABC – Associação Brasileira de Cerâmica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

L.E.C – Laboratório de Engenharia Civil

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 14

2.1 Histórico 14

2.2. Argila 15

2.3. Materiais cerâmicos 16

2.4. Processo de produção do tijolo 19

2.4.1. Extração e preparação da argila 20

2.4.2. Moldagem 22

2.4.3. Secagem 23

2.4.4. Queima 24

3. METODOLOGIA 27

3.1. Classificação da pesquisa 27

3.2. Planejamento e desenvolvimento da pesquisa 27

3.2.1. Quanto a argila e seu processo de produção 28

3.2.2. Quanto à moldagem 28

3.2.3. Quanto à secagem, queima e resfriamento 29

3.3. Normas técnicas de referência 31

3.3.1. Caracterização das dimensões dos tijolos 31

3.3.2. Absorção dos tijolos maciços 33

3.3.3. Verificação da resistência à compressão 33

4. RESULTADOS 35

4.1. Forma e dimensões 36

4.1.1. Comprimento 36

4.1.2. Largura 37

4.1.3. Altura 37

4.2. Absorção 38

4.3. Resistência à compressão 39

5 CONCLUSÕES 44

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

ANEXOS 48

1. INTRODUÇÃO

"A mais antiga arte da humanidade é a fabricação de tijolos. Os gregos, assírios, árabes, romanos e egípcios, utilizavam tijolos queimados nas suas construções" (MÜLLER et al., 1990).

Desde tempos passados já se observava o uso de tijolos cerâmicos ou de barro, como também são conhecidos, nas construções. Esse processo ainda vem sendo utilizado.

Regionalmente falando, possuímos um grande número de olarias, que produzem principalmente tijolos maciços e furados. Ainda há uma busca muito grande pelo tijolo maciço cerâmico que é produzido de forma artesanal e sem nenhuma forma de controle.

Para isso, busca-se através deste trabalho tentar aferir a qualidade desse tijolo artesanal, adotando como referência as técnicas e as exigências mínimas contidas na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Desta forma, será analisado as características do tijolo cerâmico maciço relacionando os resultados dos ensaios de resistência à compressão, permeabilidade e dimensões/planicidade com o método de produção do mesmo e verificar se os resultados obtidos atendem às prescrições das normas técnicas NBR 7170, NBR 6460 e NBR 8947. Identificando as possíveis falhas na fabricação artesanal dos tijolos maciços e que venham a influenciar o resultado final do mesmo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico

"O emprego dos produtos cerâmicos, obtidos por cozimento de argilas, primeiro ao sol e depois em fornos, iniciou-se naqueles lugares onde escasseava a pedra e eram abundantes os materiais argilosos" (PETRUCCI, 1979, p.1).

Observa-se o registro na Nova Bíblia Viva (2010) do uso de tijolos naquele tempo. No livro de Gênesis, capítulo 11, versículo 3, lê-se: " E disseram uns aos outros: 'Vamos fazer tijolos de terra bem cozida'. Eles usavam tijolos em vez de pedras, e piche no lugar de argamassa."

> A indústria da cerâmica é uma das mais antigas do mundo, em vista da facilidade de fabricação e abundância de matéria prima – o barro. Já no período neolítico o homem pré-histórico calafetava as cestas de vime com o barro. Posteriormente, constatou que o calor endurecia esse barro, e surgiu a cerâmica propriamente dita, que, nessa fase da humanidade, foi largamente empregada para os mais diversos fins (BAUER, 2012, p. 526).

A abundância de matérias-primas naturais, fontes alternativas de energia e disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que as indústrias cerâmicas brasileiras evoluíssem rapidamente e muitos tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial com apreciável quantidade exportada (ABC, 2014).

2.2. Argila

A ABC, Associação Brasileira de Cerâmica (2014) define argila como um material natural, de textura terrosa, de granulação fina, constituída essencialmente de argilo-minerais, podendo conter outros minerais (quartzo, mica, pirita, hematita, etc.), matéria orgânica e outras impurezas.

Já Petrucci (1979) define argila como um conjunto de minerais, compostos principalmente de silicatos de alumínio hidratados, que possuem a propriedade de formarem com a água uma pasta plástica suscetível de conservar a forma moldada, secar e endurece sob a ação do calor.

"De acordo com a ABNT, as argilas são compostas de partículas coloidais de diâmetro inferior a 0,005 mm, com alta plasticidade quando úmidas e que, quando secas, formam torrões dificilmente desagregáveis pela pressão dos dedos" (BAUER, 2012, p. 527).

Bauer (2012) ainda cita que as argilas podem ocorrer:

a) Na superfície das rochas, como resultado da decomposição superficial das mesmas;
b) Nos veios trincados das rochas;
c) Nas camadas sedimentares, onde foram depositadas por ventos e chuva.

Para Petrucci (1979), para as argilas serem utilizadas na indústria cerâmica, devem apresentar certas características essenciais e outras acidentais ou secundárias. As características essenciais são determinadas pela plasticidade, pela capacidade de absorção e cessão de água, e pelo seu comportamento ao calor: alteração de volume durante a secagem e cozimento. As características secundárias são determinadas pela fusibilidade, porosidade e calor.

Dentre as propriedades mais importantes das argilas, Petrucci (1979) subdivide as argilas quanto à plasticidade, em gordas e magras. Denominam-se gordas ou graxas, quando ricas em material argiloso e pobres em desengordurantes; apresentam alta plasticidade. As argilas gordas são mais plásticas, untuosas ao tato, e têm maior deformação durante o cozimento do que as magras. Denominam-se magras, quando pobres em materiais argilosos e ricas em desengordurantes.

“As argilas são classificadas em gordas e magras, conforme a maior ou menor quantidade de colóides. Por essa razão, as argilas gordas são muito plásticas, e , devido à alumina, deformam-se muito mais no cozimento. As argilas magras, devido ao excesso de sílica, são mais porosas e frágeis” (BAUER, 2012, p. 528).

2.3. Materiais cerâmicos

Bauer (2012) afirma que cada tipo de cerâmica requer um tipo próprio de barro. Assim sendo, antes de mais nada se deve proceder à escolha do barro, porque o teor de argila, a composição granulométrica, a profundidade da barreira, a umidade e diversos outros fatores influenciam no resultado a obter. Essa é uma das razões da grande variedade de materiais de cerâmica à venda.

Ainda Bauer (2012) menciona que no que se refere a propriedades cerâmicas, há uma faixa de variação bastante extensa, dependendo da constituição, cozimento, processo de moldagem etc.

“Chama-se cerâmica à pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura de argilas ou de misturas contendo argilas. Em certos casos, pode ser suprimida alguma das etapas citadas, mas a matéria-prima é a argila. Nos materiais cerâmicos a argila fica aglutinada por uma pequena quantidade de vidro, que surge pela ação do calor de cocção sobre os componentes da argila” (BAUER, 2012, p. 526).

Já a Associação Brasileira de Cerâmica (2014), define como cerâmica todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas. O setor cerâmico é amplo e heterogêneo o que induz a dividi-lo em subsetores ou segmentos em função de diversos fatores como matérias-primas, propriedades e áreas de utilização. Dessa forma adota a seguinte classificação:

- *Cerâmica vermelha:* Compreende aqueles materiais com coloração avermelhada empregados na construção civil (tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas), conforme Figura 1.

Figura 1: Cerâmica vermelha

Fonte: SEBRAE (2014)

- *Materiais de revestimento (placas cerâmicas)*: São aqueles materiais na forma de placas, usados na construção civil para revestimento de paredes, pisos, bancadas e piscinas de ambientes internos e externos;
- *Cerâmica branca*: Compreendendo materiais constituídos por um corpo branco e em geral recobertos por uma camada vítrea transparente e incolor e que eram assim agrupados pela cor branca da massa, necessária por razões estéticas e/ou técnicas (louça sanitária – Figura 2, isoladores elétricos para alta e baixa tensão – Figura 03);

Figura 2: Louça sanitária

Fonte: Autoria desconhecida (GOOGLE) (2014)

Figura 3: Isolador elétrico

Fonte: Autoria desconhecida (GOOGLE) (2014)

- *Materiais refratários*: Este grupo compreende uma diversidade de produtos, que têm como finalidade suportar temperaturas elevadas nas condições específicas de processo e de operação dos equipamentos industriais, que em geral envolvem esforços mecânicos, ataques químicos, variações bruscas de temperatura e outras solicitações;

- *Isolantes térmicos;*

- *Fitas e corantes;*

- *Abrasivos;*

- *Vidro, cimento e cal;*

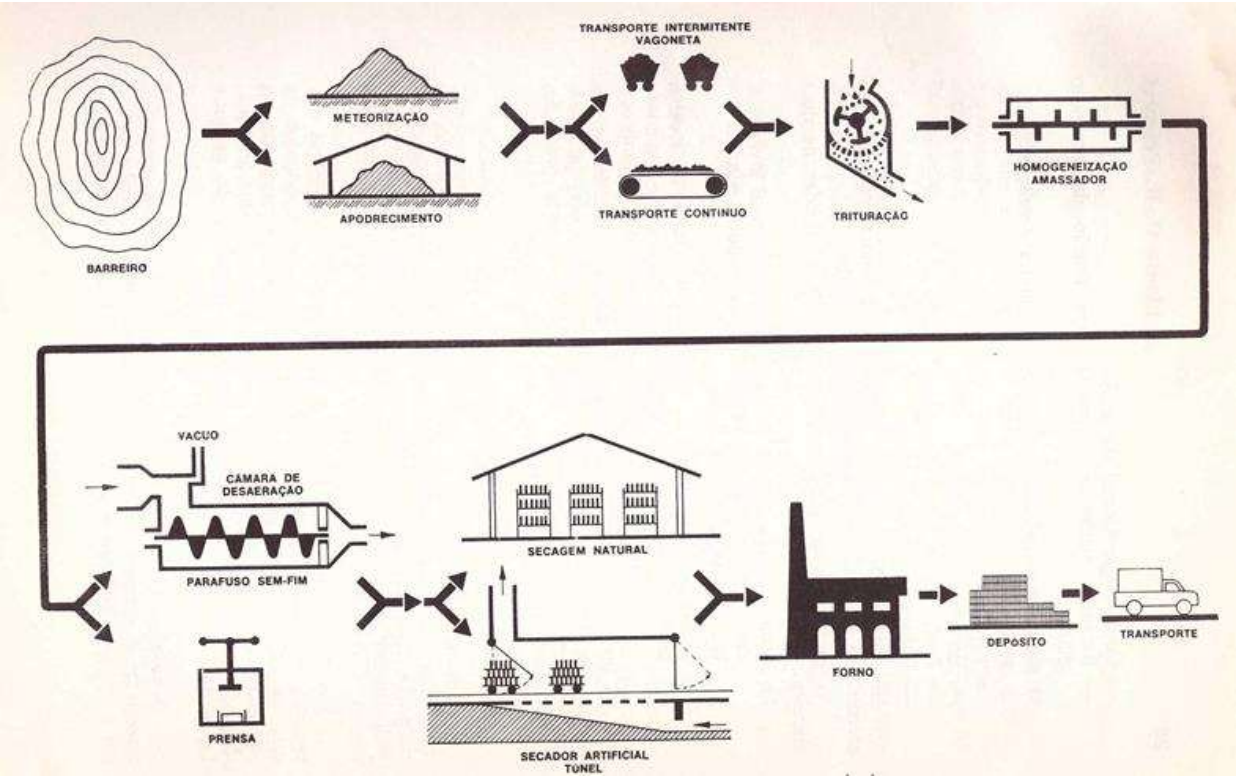
- *Cerâmica de alta tecnologia/ cerâmica avançada;*

2.4. Processo de produção do tijolo

"O tijolo é uma pedra artificial de grande emprego nas construções; resulta da argila ou barro que amassado com água, moldado e cozido, adquire dureza, resistência e duração que fazem com que o seu uso tenha sido em todos os tempos muito importante" (SEGURADO, 19--, p. 109).

Bauer (2012) caracteriza o tijolo maciço comum (ou tijolinho), como um tijolo de baixo custo de fabricação, o qual é geralmente moldado manualmente em moldes de madeira. Pode ser utilizado para alvenaria de vedação ou estrutural. O ideal para a especificação de um tijolo é recomendar o atendimento às normas brasileiras. Para a fabricação dos produtos cerâmicos é necessário que a argila (matéria-prima) passe por várias etapas até que o produto cerâmico esteja pronto para uso. A Figura 4 apresenta, de forma esquemática, a sequência de fabricação de cerâmica vermelha.

Figura 4: Esquema de fabricação de produtos cerâmicos



Fonte: Petrucci (1979)

2.4.1. Extração e preparação da argila

"O depósito natural de argila é chamado barreira. Para sua exploração, é retirada inicialmente a camada superficial, que quase sempre apresenta grande porcentagem de matéria orgânica. Abaixo fica a argila mais pura, aproveitável, que é, então, empregada na indústria de cerâmica" (BAUER, 2012, p. 528).

Petrucci (1979) relaciona a importância do estudo completo das características do material que se vai explorar e do volume que se poderá dispor com o valor comercial estimado da jazida, assim como da conformação, localização, acesso, facilidade de transporte, existência de água, etc.

Bauer (2012) ressalta que na extração de uma jazida deve-se cuidar fundamentalmente do escoamento das águas e da colocação dos escombros. As escavações de uma jazida podem ser conduzidas de duas maneiras:

1) Escavação por sangas: neste caso procura-se inverter a disposição natural dos materiais, colocando-se a argila sobre o material estéril;
2) Escavação por rampas: quando a topografia do local o permite. Na escavação por rampas há grande facilidade para escoamento das águas e eliminação dos escombros.

Bauer (2012) ainda aponta os meios auxiliares de que se poderá dispor para extração das argilas vão desde o equipamento rudimentar como pás, picaretas, carros de mão, até equipamentos mecanizados de grande produção, como escavadoras, tratores, etc.

Extraída, a argila deve ser preparada para a industrialização de acordo com Bauer (2012). Esse preparo pode ter as mais variadas formas. O preparo da matéria-prima compreende todos os processos de depuração, divisão, homogeneização e obtenção da umidade adequada. Estas operações, de maneira geral, precedem a fabricação propriamente dita dos produtos cerâmicos, que compreende a moldagem, a secagem e o cozimento dos mesmos.

Porém Petrucci (1979) ressalta que a aplicação desses vários processos, acarreta em custos maiores, sendo que produtos cerâmicos essencialmente baratos o tratamento da matéria-prima deve ser necessariamente muito econômico.

Após a extração a argila segue para a etapa do apodrecimento. De acordo com Bauer (2012), a argila é levada para depósito ao ar livre, onde é remexida sumariamente e passa por um período de descanso. Tem por finalidade principal a fermentação das partículas orgânicas, que também ficam coloidais, aumentando a plasticidade. O apodrecimento também serve para corrigir o efeito das pressões sobre as argilas.

Petrucci (1979) caracteriza o processo de apodrecimento da seguinte forma: “Consiste em deixar a pasta em ambientes abrigados e frios, sem circulação de ar e com pouca luz, procurando manter-se a pasta com umidade constante” (PETRUCCI, 1979, p. 24).

Para a preparação da massa propriamente dita, é feita a eliminação das impurezas, a redução dos componentes em menores partículas (maceração), a correção da argila e o amassamento (PETRUCCI, 1979, p. 24).

“A adição de um anti-plástico ou correctivo é sempre indispensável porque o barro gordo por si só adere fortemente às formas e aos cilindros e a pasta deformada é deformável em alto

grau pela cozedura. Os correctivos mais recomendáveis são a areia fina e o tijolo moído" (SEGURADO, 19--, p.115).

"O amassamento serve para preparar a argila para a moldagem, com a qual muitas vezes se confunde ou é simultâneo. Conforme o tipo de barro e o tipo de moldagem, é usada ou não água. Ele é feito por processos manuais ou mecânicos" (BAUER, 2012, p. 533).

2.4.2. Moldagem

Bauer (2012) define moldagem como sendo a operação de dar a forma desejada à pasta de cerâmica. Classifica os processos de moldagem da seguinte forma:

a) Moldagem a seco ou a semi-seco (com 4 a 10% de água);
b) Moldagem com pasta plástica consistente (com 20 a 35% de água);
c) Moldagem com pasta plástica mole (com 25 a 40% de água);
d) Moldagem com pasta fluida (com 30 a 50% de água).

Dois processos mais utilizados são a extrusão e a prensagem, segundo Bauer (2012):

> Na moldagem com pasta plástica consistente é usada a extrusão, que consiste em forçar a massa a passar, sob pressão, através de um bocal apropriado, formando uma fita uniforme e contínua. Depois a coluna é cortada no comprimento desejado. Geralmente o corte é feito por uma guilhotina formada de arames presos a um esquadro de madeira ou metal... A moldagem por esse processo é a usual para tijolos, tijoletas, tubos cerâmicos, telhas e refratários (BAUER, 2012, p. 533).

> A moldagem a seco é feita por prensagem. A argila é moldada quase seca, mas então, para adquirir a forma desejada, deve ir a prensas muito possantes. As prensas variam de 5 a 700 MPa. Essa moldagem é usada para ladrilhos, azulejos, refratários, isoladores elétricos e para tijolos e telhas de superior qualidade (BAUER, 2012 p. 534).

O uso de um ou de outro processo depende do tipo de características da matéria-prima, do formato e constituição do produto acabado e do tipo de forno a ser empregado, de acordo com Bauer (2012).

Petrucci (1979) relaciona esta operação com o teor de água da pasta de argila. Quanto maior a quantidade de água, maior a plasticidade e mais fácil a moldagem.

2.4.3. Secagem

Segundo a ABC (2014), após a etapa de formação, as peças em geral continuam a conter água, proveniente da preparação da massa. Para evitar tensões e, consequentemente, defeitos nas peças, é necessário eliminar essa água, de forma lenta e gradual.

> A secagem é tão importante como o cozimento, porque, após a moldagem, ainda permanecem de 5 a 35% de água. O tijolo comum, por exemplo, conserva cerca de 1kg de água após a moldagem. Se a argila for levada ainda úmida para o forno, a umidade interior ficará retida pela crosta externa, aparecendo tensões internas e o consequente fendilhamento. Por isso se faz a secagem prévia, controlada e de grande importância (BAUER, 2012, p. 534).

Há quatro processos de secagem, citados por Bauer (2012):

a) *Secagem natural*: é o processo mais comum nas olarias, mas é demorado e exige grandes superfícies. Ela é feita em telheiros extensos, ao abrigo do sol e com ventilação controlada;
b) *Secagem por ar quente-úmido*: o material é posto nos secadores onde recebe o ar quente com alto teor de umidade, até que desapareça a água absorvida.
c) *Secadores de túnel*: são túneis de alguma extensão, pelos quais se faz passar o calor residual dos fornos.
d) *Secagem por radiação infravermelha*: é pouco usada, em razão do custo e por só servir para peças delgadas.

De acordo com Allen e Iano (2009), após a moldagem por qualquer um dos processos, os tijolos vão para um forno de secagem de baixa temperatura por um ou dois dias. Então eles estão prontos para a transformação em sua forma final pelo processo conhecido como queima.

2.4.4. Queima

Nessa operação, conhecida também por sinterização, os produtos adquirem suas propriedades finais. As peças, após secagem, são submetidas a um tratamento térmico a temperaturas elevadas.

Bauer (2012) identifica como sendo talvez a parte mais importante da fabricação. Durante o cozimento ocorrem as mais diversas reações químicas, algumas rápidas, outras exigem tempo; algumas ocorrem no início, outras no fim; outras ainda devem ser evitadas. Disso resulta um complexo problema, e influi não somente a temperatura alcançada, mas também a velocidade de aquecimento, de esfriamento, atmosfera ambiente, tipo de forno, combustível usado, etc.

Alguns fornos mais usados, de acordo com Bauer (2012) são:

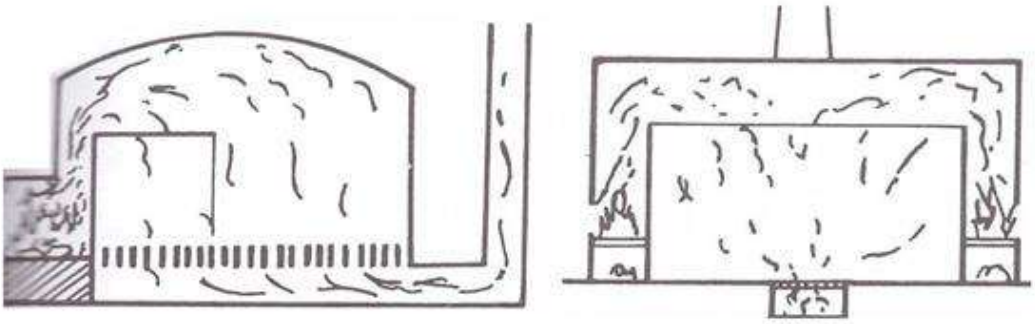
a) *Fornos de Meda*: É um tipo intermitente, de chama ascendente, bastante rústico e só empregado em instalações provisórias;

b) *Forno de Hoffmann*: É um forno contínuo, obtido pela justaposição e entrosamento de diversos fornos intermitentes;

c) *Forno semicontínuo*: Os fornos ditos semicontínuos não passam de dois ou mais fornos intermitentes colocados justapostos;

d) *Forno intermitente de chama invertida*: Nesses fornos os gases da combustão sobem até a cúpula do forno, e depois atravessam as peças em cozimento, vindos de cima para baixo (Figura 5).

Figura 5: Forno intermitente de chama invertida



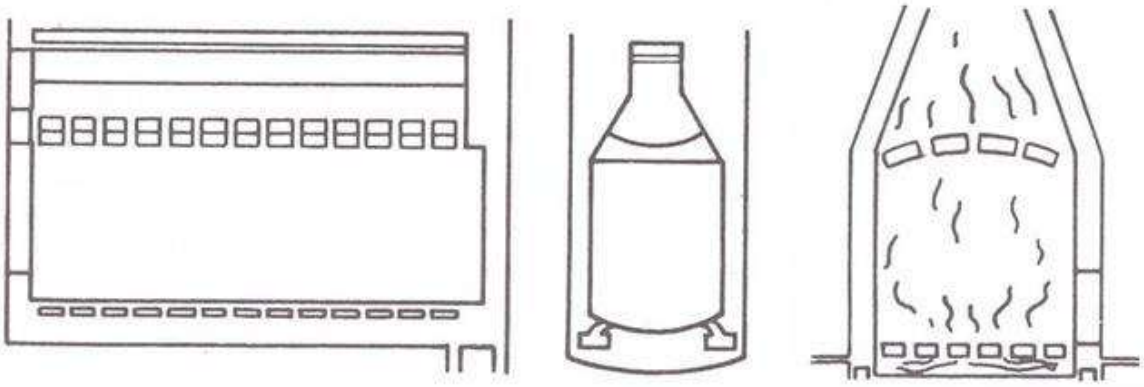
Fonte: Bauer (2012)

e) *Forno combinado*: Consta de dois fornos sobrepostos, sendo o aquecimento direto no superior e por chama invertida no inferior;

f) *Fornos de cuba*: São usados para muito pequena produção;

g) *Forno intermitente comum*: É o tipo mais encontrado nas pequenas olarias do Rio Grande do Sul porque é fácil e barato de construir. Geralmente é de forma retangular ou quadrada (Figura 6);

Figura 6: Forno intermitente comum



Fonte: Bauer (2012)

h) *Forno de túnel*: É um forno contínuo bastante superior aos anteriores, por apresentar melhor rendimento térmico e economia de mão-de-obra (Figura 7).

Figura 7: Forno de túnel

Fonte: Bauer (2012)

Após a queima deve-se proceder com o resfriamento. Este deve ser de forma gradual para evitar que a peça sofra trincas devido às variações dimensionais.

3. METODOLOGIA

3.1. Classificação da pesquisa

A pesquisa buscou resultados através de ensaios laboratoriais de forma experimental, do produto tijolo maciço cerâmico. De acordo com as normas técnicas da ABNT, as amostras coletadas serão avaliadas de forma quantitativa e qualitativa.

3.2. Planejamento e desenvolvimento da pesquisa

O estudo realizado foi do produto tijolo maciço cerâmico, da olaria do Sr. Gelson Vianna (Figura 8), localizada na Linha Barreiro, da cidade de Augusto Pestana. Fica no Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Ijuí e Jóia. A região possui tradição no ramo oleiro, porém vem ocorrendo uma redução nesse ramo, devido a dificuldades encontradas na legalização junto aos órgãos ambientais.

Figura 8: Olaria Gelson Vianna

Fonte: Autoria própria (2014)

A pesquisa apresentou referenciais bibliográficos na produção de tijolos cerâmicos maciços, correlacionando-os com a forma de execução observada na olaria escolhida.

Foram coletadas as amostras necessárias e realizados os ensaios em laboratório de agosto à novembro de 2014. Posteriormente a essa data, foram analisados os resultados e comparados com a norma técnica de referência e obtidas as conclusões.

3.2.1. Quanto a argila e seu processo de produção

De acordo com uma conversa informal com o proprietário, Sr. Gelson Viana, a aquisição da argila que é sua matéria prima, é adquirida de outra cidade. Isso em função de não possuir mais autorização ambiental para a extração da mesma. É adquirida uma quantidade de matéria prima pronta, ou seja, sem a necessidade de outras etapas para que esteja pronta para o uso, de acordo com a sua produção. Essa matéria prima pronta fica armazenada a céu aberto, apenas com cobertura plástica, como mostra a Figura 9.

Figura 9: Armazenamento da matéria prima

Fonte: Autoria própria (2014)

3.2.2. Quanto à moldagem

Para a moldagem o oleiro informou que a pasta cerâmica não possui uma dosagem específica quanto ao teor de água utilizado, pois varia muito de acordo com as condições

climáticas. Normalmente em períodos como o inverno é necessário menor adição de água na pasta, enquanto que no período do verão essa quantidade aumenta.

Após a consistência desejada da pasta cerâmica a mesma passa pelo processo de moldagem por extrusão. A Figura 10 representa a maromba utilizada no processo de confecção dos tijolos, de fabricação artesanal, sendo impulsionada por um motor de ½ HP, e possui em seu interior lâminas que trituram e misturam o solo.

Figura 10: Processo de moldagem do tijolo maciço

Fonte: Autoria própria (2014)

3.2.3. Quanto à secagem, queima e resfriamento

Após a moldagem, os tijolos são organizados em um local adequado, para o processo de secagem natural. Esse processo é mais demorado, em torno de 3 meses, e exige grande espaço físico. Na olaria em estudo, são armazenados em galpões cobertos ao abrigo do sol podendo também ser controlada a ventilação do local com lonas dispostas nas laterais do local, conforme ilustra a figura 11.

Figura 11: Processo de secagem natural

Fonte: Autoria própria (2014)

Após o período de secagem os tijolos são encaminhados para a queima no forno aquecido previamente, conforme Figura 12. Nos três primeiros dias os tijolos ficam expostos a uma temperatura de 300ºC. Após uma queima por 8 horas a uma temperatura de 950ºC. O resfriamento se dá no próprio forno, até que os tijolos estejam em temperatura de possível manuseio.

Figura 12: Queima

Fonte: Autoria própria (2014)

3.3. Normas técnicas de referência

As amostras foram caracterizadas e ensaiadas de acordo com as Normas Brasileiras da ABNT, abaixo descritas:

NBR 8041 – Tijolo Maciço Cerâmico para Alvenaria – Forma e Dimensões – Padronização: Esta norma padroniza as dimensões de tijolos cerâmicos a serem utilizados em alvenaria.

NBR 7170 – Tijolo Maciço Cerâmico para Alvenaria – Especificação: Esta norma fixa as condições exigíveis no recebimento de tijolos maciços de barro cozido destinado a obras de alvenaria, com ou sem revestimento.

3.3.1. Caracterização das dimensões dos tijolos

Os tijolos devem seguir as normas anteriormente citadas e suas amostras devem apresentar e seguir os seguintes aspectos:

- O produto deve trazer a identificação do fabricante sem que prejudique o seu uso;
- Os lotes fornecidos devem ser constituídos de tijolos do mesmo tipo e qualidade, essencialmente fabricados nas mesmas condições;
- Os tijolos não devem apresentar defeitos sistemáticos tais como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e desuniformidade na cor;

Os tijolos podem ser classificados como comuns e especiais. Tijolos comuns são de uso corrente e podem ser classificados em A, B, e C conforme devem apresentar sua resistência à compressão conforme demonstrado na Tabela 1 e os tijolos especiais são aqueles que podem ser fabricados em formato e especificações acordado entre as partes, possuindo ou não função estrutural.

Tabela 1: Resistência mínima à compressão em relação a categoria

Categoria	Resistência à compressão (MPa)
A	1,5
B	2,5
C	4,0

Fonte: Bauer (2012)

Os tijolos comuns devem possuir a forma de um paralelepípedo-retângulo, sendo suas dimensões nominais em milímetros, que devem seguir a descrição da Tabela 2.

Tabela 2: Tijolo maciço comum

Comprimento	Largura	Altura
190	90	57
190	90	90

Fonte: Bauer (2014)

Se, por alguma razão, for impraticável medir os 24 tijolos em uma fila, a amostra pode ser dividida em duas filas de doze ou três filas de oito que devem ser medidos separadamente. Devem-se, posteriormente, somar os valores obtidos em qualquer dos casos e dividir este resultado por 24 para se obter a dimensão real dos tijolos. Esse procedimento segue as orientações contidas na NBR 7170.

3.3.2. Absorção dos tijolos maciços

A absorção dos tijolos em análise foram determinados seguindo especificações da NBR 8947 – Telha cerâmica – Determinação da massa e da Absorção de água.

Foram separados para realização dos ensaios 13 amostras de cada um dos lotes analisados e os mesmos seguiram as determinações da norma quando referencia a maneira em que os tijolos deveriam ser tratados.

As amostras devem ser separadas do lote em temperatura ambiente e levadas para a estufa, com calibração de 105^{0}C, ±1durante 24 horas, após este período o os tijolos são pesados e sua massa anotada, posteriormente são levados para o tanque com água destilada onde permaneceram pelo período também de 24 horas em temperatura de 25°C, ±1°C.

Decorrido este tempo os tijolos são pesados novamente e seu peso anotado, a diferença entre o peso seco e úmido determina a capacidade de absorção os tijolos maciços.

3.3.3. Verificação da resistência à compressão

A resistência a compressão dos tijolos deve ser verificada através da normativa NBR 6460/ 1983 que prescreve os métodos a serem seguidos e seus resultados mínimos.

A máquina com a qual se executa o ensaio deve satisfazer as seguintes condições:

a) Ser provida de dispositivo que assegure a distribuição uniforme dos esforços ao corpo-de-prova;
b) Permitir o aumento das cargas progressivamente e sem golpes;
c) Permitir a leituras das cargas aplicadas, com aproximação de ±2%;
d) Ter o dispositivo de medida de carga com um mínimo de inércia, de modo que tais fatores não influam sensivelmente nas indicações da maquina.

Execução do ensaio:

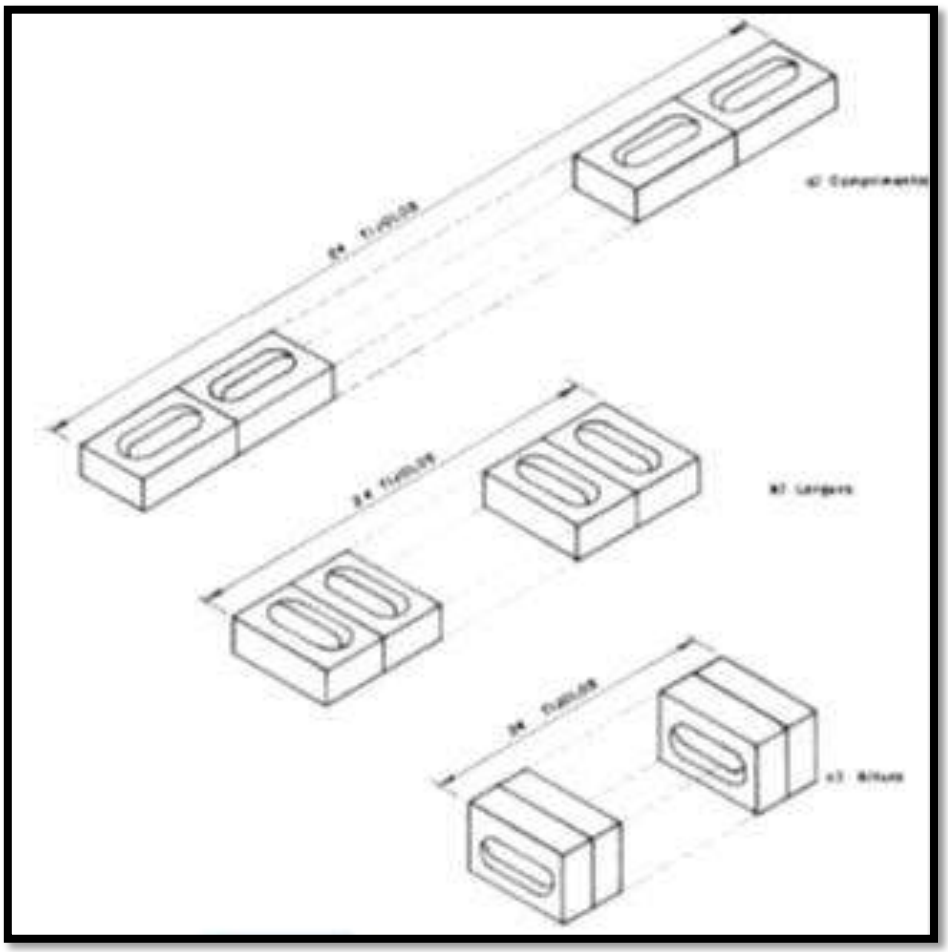
a) Os corpos de prova devem ser separados conforme suas amostras e posterior a isso devem ser medidos com aproximação de ±1 mm, o comprimento, largura e altura dos tijolos a serrem preparados.

Após os tijolos serem submetidos a medição de suas dimensões e rompidos a compressão na maquina anteriormente citada, seus valores devem ser anotados e analisados de maneira a garantir que se enquadram ou não nas referidas normativas que estão sendo seguidas.

4. RESULTADOS

Neste capitulo serão apresentados os resultados encontrados ao longo do presente trabalho, depois de se seguir todas as especificações em especial da norma NBR 7170 – Tijolo maciço para alvenaria e terem sido realizados todos os ensaios pertinentes. O lote dos materiais coletados seguiram especificações e foram recebidos de maneira correta, com identificação e com suas faces planas, apresentando boa aparência.

Figura 13: Disposição dos tijolos para exemplo de suas dimensões



Fonte: NBR 7170

4.1. Forma e dimensões

O tijolo maciço cerâmico é fabricado com argila, conformado por extrusão ou prensagem, queimado à temperatura que permita ao produto final atender às condições determinadas pela NBR 7170. As condições especificas dos tijolos foram verificadas por dupla de amostragem para que seus resultados garantissem confiabilidade.

4.1.1. Comprimento

Para análise de amostragem, os 24 tijolos foram coletados e separados em 2 grupos, no laboratório de engenharia civil a mesa onde a análise deveria ser realizada não possuía capacidade para que o grupo todo de tijolos pudesse ser medido então dividiu-se este grupo em duas partes, cada uma com 12 tijolos. A Figura 14 apresenta a maneira como os tijolos foram medidos conforme seu comprimento.

Figura 14: Determinação do comprimento

Fonte: Autoria própria (2014)

4.1.2. Largura

Para obtenção das dimensões de largura do conjunto de tijolos maciços o grupo de 24 unidades também foi dividido em duas partes, os 12 tijolos foram acomodados conforme exemplifica a Figura 15, suas medidas foram anotadas e suas médias registradas.

Figura 15: Determinação da Largura

Fonte: Autoria própria (2014)

4.1.3. Altura

A altura dos tijolos também foi determinada através de amostragem, os tijolos foram acomodados na bancada conforme representa a Figura 16, e suas dimensões anotadas.

Figura 16: Determinação da altura dos tijolos

Fonte: Autoria própria (2014)

Após as medições tererem sido realizadas, conclui-se os resultados com sua apresentação através de tabelas. A Tabela 3 apresenta a verificação das dimensões (comprimento, largura e altura) para os tijolos maciços.

Tabela 3- Dimensão dos tijolos maciços

Comprimento (mm)	**Média (mm)**	Largura (mm)	**Média (mm)**	Altura (mm)	**Média (mm)**
242,63	**243,06**	118,90	**118,85**	54,27	**53,93**
243,5		118,81		53,58	

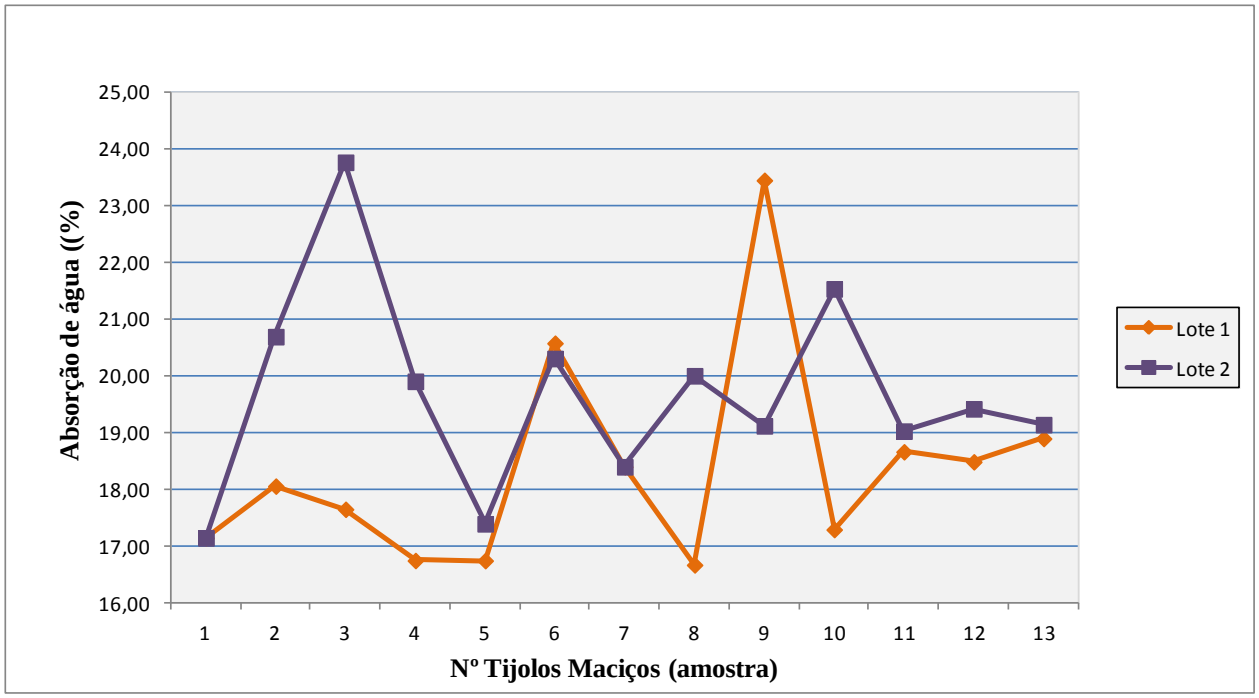
Fonte: Autoria própria (2014)

A NBR 7170 e NBR 8041, conforme já citada a cima, recomenda que as dimensões dos tijolos maciços sejam de: Comprimento = 190 mm; Largura = 90 mm; Altura = 57 ou 90 mm, ou seja, a amostra analisada não está em conformidade com a referida norma.

4.2. Absorção

Para a realização do ensaio de absorção foram analisados 2 lotes, com 13 tijolos maciços para cada um deles, conforme preconiza a NBR 8947. A Figura 17, apresenta o resultado obtido para o ensaio de absorção das amostras.

Figura 17: Absorção dos tijolos



Fonte: Autoria própria (2014)

De acordo com a NBR 8947 o limite máximo admissível para o ensaio de absorção é de 20%, deste modo, analisando a Figura 21, se obteve uma grande variação, não tendo nenhuma regularidade nas duas amostras analisadas. Conforme a Figura o Lote 2 teve os tijolos 2, 3, 6 e 10, que ultrapassaram o limite permitido perante norma, já o Lote 1, somente os tijolos 6 e 9 excederam este limite. Realizando a média aritmética através do número de amostragem o Lote 1 obteve uma absorção de 18,36% e o Lote 2 resultou em uma absorção de 19,68%, estando de acordo com a norma estabelecida.

4.3. Resistência à compressão

NBR 6460 – Tijolo Maciço Cerâmico para Alvenaria – Verificação da resistência à compressão: Esta norma prescreve o método para verificação da resistência à compressão em tijolos maciços cerâmicos para alvenaria, necessitando consulta a NBR 7170 para complemento.

A inspeção por ensaio foi realizada por dupla de amostragem. A quantidade de amostras para o ensaio foi de 13 peças para a primeira amostragem, e mais 13 peças para a segunda.

Cada corpo-de-prova foi preparado da seguinte forma:

- Foram medidos, com aproximação de 1 mm, o comprimento e largura dos tijolos a serem preparados, fazendo a marcação central para o corte de cada um dos lotes;
- Execução de um corte ao meio, perpendicularmente à sua maior dimensão conforme indicado na Figura 18.

Figura 18: Corte e demarcação das amostras

Fonte: Autoria própria (2014)

- A pasta de cimento foi feita com areia passante pela peneira 16mm, cimento CP II – Z Vottoran de 32 MPa e água até obter a liga desejada conforme Figura 19.

Figura 19: Preparação da pasta de cimento

Fonte: Autoria própria (2014)

- Com a pasta de cimento, foi coberta uma placa de metal previamente revestida com uma leve camada de óleo demostrado na Figura 20.

Figura 20: Pasta de cimento previamente preparada

Fonte: Autoria própria (2014)

- Os tijolos foram umedecidos previamente a realização do capeamento;

- Através das faces lisas maiores, foram sobrepostas as duas metades obtidas, ligando-as com uma camada fina de pasta de cimento, e aguardando o endurecimento da mesma, conforme a Figura 21.

Figura 21: Tijolos umedecidos previamente

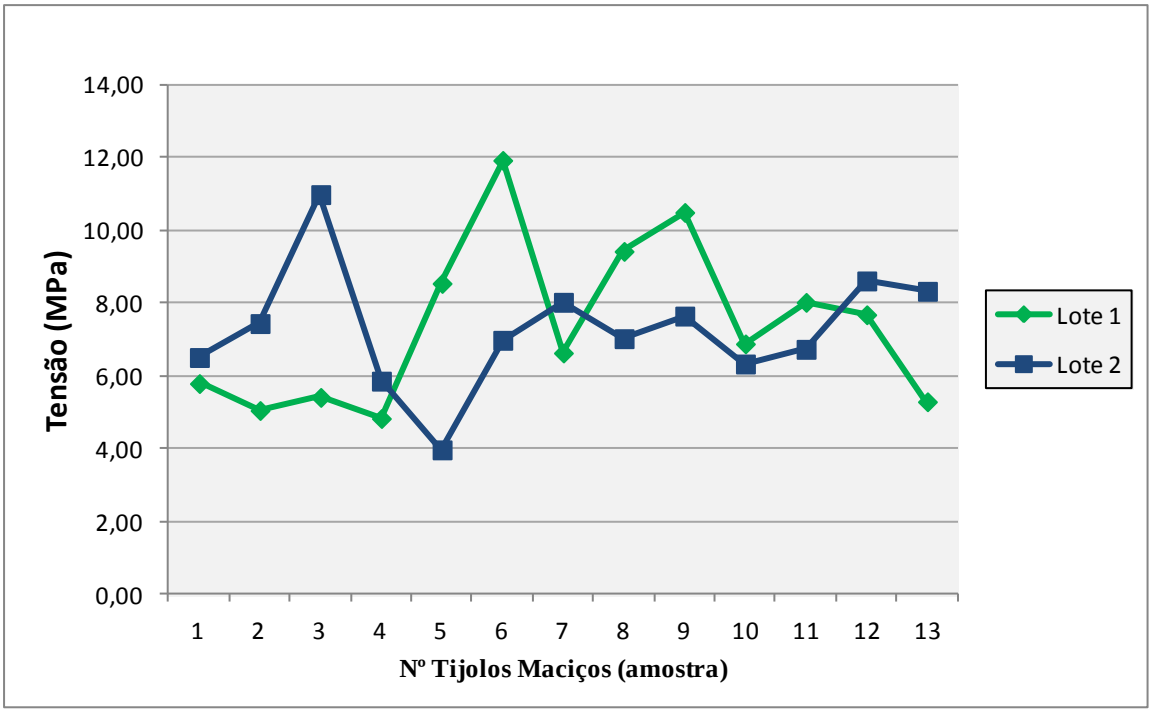
Fonte: Autoria própria (2014)

- Quando os tijolos apresentarem rebaixo, devem ser superpostas suas duas metades de modo que as depressões fiquem localizadas nas faces de trabalho do corpo-de-prova. As depressões devem ser preenchidas com pasta de cimento e aguardado 24 horas antes de proceder a etapa seguinte. Este procedimento não foi necessário neste estudo, visto que, os tijolos apresentavam ambas as faces regulares.
- Foi aplicada a face de maior área do tijolo sobre essa pasta, exercendo sobre o bloco uma pressão manual suficiente para deixar a espessura desta camada a cerca de 2 a 3 mm. Logo após o endurecimento da pasta, retirou-se as rebarbas existentes com auxílio de uma espátula;

- Regularização da face oposta, seguindo descrição do item anterior. Desta forma, deve-se obter um corpo-de-prova com as duas faces de trabalho devidamente regularizadas e tanto quanto possível paralelas.

Para o ensaio de resistência também foram analisados 2 lotes, com 13 tijolos maciços para cada um deles, de acordo com a NBR 6460. A Figura 22 apresenta o resultado obtido para o ensaio de resistência à compressão.

Figura 22- Resistência à compressão para os tijolos maciços



Fonte: Autoria própria (2014)

Conforme a NBR 6460, a resistência mínima para os tijolos maciços, Categoria C é de 4,0 MPa, deste modo, avaliando a Figura 22, observa-se que todas as amostras obtiveram um valor maior do que o que estabelece a referida norma. A maior resistência obtida no Lote 1 foi de 11,92 MPa para o Tijolo 6 e a menor 4,38 MPa para o Tijolo 4. Já para o Lote 2 obteve uma resistência maior o tijolo 2 com 10,38 MPa e uma menor resistência o Tijolo 5 com 4,0 MPa.

5 CONCLUSÕES

O estudo apresentado buscou evidenciar qualidade dos tijolos produzidos de forma artesanal, adotando como referência as técnicas e as exigências mínimas contidas na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As amostras utilizadas neste trabalho provem de uma olaria localizada na cidade de Augusto Pestana/RS.

A análise dos resultados e observações dos ensaios realizados, no presente trabalho, conduz as seguintes observações:

A resistência mecânica na totalidade das amostras dos tijolos maciços, se enquadram na categoria C (4,0 MPa), segundo a NBR 7170.

A resistência média mais elevada (11,92 MPa) foi atingida por uma amostra do lote 1, entre as 13 amostras avaliadas e variação de 33,56% na resistência.

Das 24 amostras de tijolos maciços estudadas, separadas em dois lotes de 12 amostras cada, nenhuma delas atende as Normas Brasileiras quanto às dimensões, todas apresentaram dimensões maiores que o especificado na NBR 7170.

Quanto a absorção foi estudado dois lotes de 13 amostras cada e os resultados apresentados para o lote 1 expõe que 2 amostras apresentam se com variação acima de 20% permitidos, não ultrapassando as 2 amostra permitidas por norma, para um lote produzido entre 3001 e 35000 tijolos, assim estando de acordo com a NBR 8947. Já para o lote 2 somado ao lote 1, 6 amostras se apresentaram em desconformidade assim estando dentro dos padrões estabelecidos.

Na análise visual das amostras, verifica-se que há falta de mão-de-obra especializada implicando na falta de cuidados com procedimentos na indústria cerâmica. O sazonamento, a caracterização da matéria-prima, o controle da unidade de extrusão e pressão, a temperatura e umidade residual das peças, ao sair do secador e queima, resultam em produtos com qualidade inferior, se não controlado. Problemas que seriam resolvidos se houvesse um acompanhamento

técnico para garantir a normatização ou padronização dos produtos. As empresas produtoras estando inseridas num mercado cada vez mais competitivo e, na falta de utilização de padrões e controle, tendem a comprometer o produto oferecido.

Este tipo de controle não tem sido utilizado corretamente e construções têm sido erguidas, utilizando a parede em alvenaria como único elemento de sustentação da estrutura, com níveis de segurança contestados.

Antes da aquisição dos produtos cerâmicos, em decorrência da desinformação de qualificação destes, deve-se exigir do fabricante ou do fornecedor um certificado de ensaio comprovando a conformidade do produto às Normas Brasileiras (ABNT) no que diz respeito à resistência a compressão - a mais importante -, dimensões e absorção de água.

Limites de absorção permitem uma aderência adequada entre os tijolos, e a argamassa. Superfícies irregulares e porosas retiram rapidamente grande parte da água de amassamento da mistura fresca aumentando a retração da argamassa de assentamento e revestimento.

Não sendo atendido a qualidade dos tijolos, deve-se rejeitar o lote quando os mesmos apresentarem defeitos sistemáticos visuais como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e não uniformidade de cor.

A norma vigente determina que sejam gravados nos blocos o nome da indústria cerâmica, suas dimensões; devendo atender também o esquadro e a planeza das faces. Neste trabalho, a empresa pesquisada não atendeu a normativa.

É importante que os responsáveis técnicos da construção civil mobilizem-se no sentido de exigir das empresas fornecedoras, materiais de qualidade comprovada, reduzindo assim futuras patologias. O controle tecnológico é válido para a produção de edifícios de qualquer tipologia estrutural. Da mesma forma que uma dosagem inadequada de concreto entregue numa obra poderá apresentar futuramente riscos para um edifício em estrutura reticulada , uma partida de tijolos ou blocos não conformados pode também comprometer a segurança estrutural de um edifício em alvenaria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, Edward; IANO, Joseph. **Fundamentos da engenharia de edificações**: Materiais e métodos. 5. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Disponível em: <http://www.abceram.org.br>. Acesso em: 13 abr. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6460**: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria – Verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: 1983.

_____. **NBR 7170**: Tijolo Maciço Cerâmico para Alvenaria. Rio de Janeiro: 1983.

_____. **NBR 8041**: Tijolo Maciço Cerâmico para Alvenaria – Forma e dimensão. Rio de Janeiro: 1992.

_____. **NBR 8947**: Telha Cerâmica – Determinação da massa e da absorção de água. Rio de Janeiro: 1985.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de construção**. 5. ed. ver. – Rio de Janeiro: LTC, 2012. 5 v.

CERÂMICA Santa Terezinha. **Isoladores Santa Terezinha**. Disponível em: <http://www.cst-isoladores.com.br/>. Acesso em 21 abr. 2014.

CRISTÃO, Mundo. **Nova Bíblia Viva**. 1. ed. – São Paulo: Mundo Cristão, 2010.

LOPES, Diorges. **Notas de aula – Materiais de construção civil I**: Materiais cerâmicos. Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, 2013.

MÜLLER, L.E.; SOARES, J.M.D.; PINTO, C.A.M. et al. **Curso básico de cerâmica vermelha estrutural**. Santa Maria: UFSM, 1990. 135 p.

PRETRUCCI, Eladio Gerardo Requião (Coord.). **Materiais de construção**. 4. ed. – Porto Alegre: Globo, 1979.

SEGURADO, João Emilio dos Santos. **Materiais de construção**. 6. Ed. – Rio de Janeiro: Ed. Paulo de Azevedo, [19--?].

SEBRAE. **Cerâmica vermelha**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/setor/ceramica-vermelha>. Acesso em 19 abr. 2014.

ANEXOS

		LEC - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL					
		MATERIAIS CERÂMICOS					
		RELATÓRIO DE ENSAIO A COMPRESSÃO					
Nº CP	CARACTERÍSTICA DOS CORPOS DE PROVA	MEDIDAS (mm)		ÁREA (mm^2)	FORÇA (N)	FORÇA (kgf)	TENSÃO (MPa)
		Largura	Compr.				
1	Tijolo Maciço	12310	12102	14898	96920	9692	6,51
2	Tijolo Maciço	11985	11846	14197	105600	10560	7,44
3	Tijolo Maciço	12065	11776	14208	156000	15600	10,98
4	Tijolo Maciço	11819	11896	14060	82350	8235	5,86
5	Tijolo Maciço	12042	11837	14254	56580	5658	3,97
6	Tijolo Maciço	11643	11593	13498	94190	9419	6,98
7	Tijolo Maciço	11638	11964	13924	111700	11170	8,02
8	Tijolo Maciço	11860	11961	14186	99630	9963	7,02
9	Tijolo Maciço	11743	11976	14063	107500	10750	7,64
10	Tijolo Maciço	11836	12004	14208	89900	8990	6,33
11	Tijolo Maciço	11737	11672	13699	92210	9221	6,73
12	Tijolo Maciço	12099	11770	14241	122600	12260	8,61
13	Tijolo Maciço	11680	11602	13551	112800	11280	8,32
Ensaio realizado segundo a NBR 6461.					**MÉDIA (MPa)**		**7,26**
					MÍNIMO (MPa)		**3,97**
LOTE 01					**MÁXIMO (MPa)**		**10,98**

		LEC - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL					
		MATERIAIS CERÂMICOS					
		RELATÓRIO DE ENSAIO A COMPRESSÃO					
Nº CP	CARACTERÍSTICAS DOS CORPOS DE PROVA	MEDIDAS (mm)		ÁREA (mm^2)	FORÇA (N)	FORÇA (kgf)	TENSÃO (MPa)
		Largura	Compr.				
1	Tijolo Maciço	12374	11803	14605	84620	8462	5,79
2	Tijolo Maciço	11867	12212	14492	73150	7315	5,05
3	Tijolo Maciço	11929	12171	14519	79640	7964	5,41
4	Tijolo Maciço	11746	11530	13543	665400	66540	4,83
5	Tijolo Maciço	12055	12020	14490	123700	12370	8,54
6	Tijolo Maciço	11945	11959	14285	170200	17020	11,92
7	Tijolo Maciço	11835	12170	14403	95500	9550	6,63
8	Tijolo Maciço	11835	12170	14403	135600	13560	9,42
9	Tijolo Maciço	11750	11905	13988	146800	14680	10,49
10	Tijolo Maciço	12004	11743	14096	97810	9781	6,88
11	Tijolo Maciço	11762	11524	13555	108700	10870	8,02
12	Tijolo Maciço	12255	11595	14210	109200	10920	7,68
13	Tijolo Maciço	11901	12300	14638	77420	7742	5,29
Ensaio realizado segundo a NBR 6461.					**MÉDIA (MPa)**		**7,38**
					MÍNIMO (MPa)		**4,83**
LOTE 02					**MÁXIMO (MPa)**		**11,92**

	LEC - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL		
	MATERIAIS CERÂMICOS		
	RELATÓRIO DE ENSAIO A ABSORÇÃO		
Nº CP	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	A A (%)
1	2100	2460	17,14
2	2160	2550	18,06
3	2210	2600	17,65
4	2150	2510	16,74
5	2210	2580	16,74
6	2090	2520	20,57
7	2120	2510	18,40
8	2160	2520	16,67
9	2090	2580	23,44
10	2140	2510	17,29
11	2090	2480	18,66
12	2110	2500	18,48
13	2170	2580	18,89
Ensaio realizado segundo NBR 8947.		**MÉDIA (%)**	**18,36**
		MÍNIMO (%)	**16,67**
LOTE 01		**MÁXIMO (%)**	**23,44**

	LEC - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL		
	MATERIAIS CERÂMICOS		
	RELATÓRIO DE ENSAIO A ABSORÇÃO		
Nº CP	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	A A (%)
1	2100	2460	17,14
2	2030	2450	20,69
3	2020	2500	23,76
4	2060	2470	19,90
5	2070	2430	17,39
6	1970	2370	20,30
7	2120	2510	18,40
8	2100	2520	20,00
9	2040	2430	19,12
10	2090	2540	21,53
11	2050	2440	19,02
12	2060	2460	19,42
13	2090	2490	19,14
Ensaio realizado segundo NBR 8947.		**MÉDIA (%)**	**19,68**
		MÍNIMO (%)	**17,14**
LOTE 02		**MÁXIMO (%)**	**23,76**

		LEC - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL			
		MATERIAIS CERÂMICOS			
		RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DAS DIMENSÕES			
AMOSTRA 1					
Comprimento (mm)	Média (mm)	Largura (mm)	Média (mm)	Altura (mm)	Média (mm)
2907	2909,5	1429	1427,5	645	651,5
2912		1426		658	
2909	2913,5	1427	1426	649	651
2918		1425		653	
Média (mm)	**242,63**		**118,90**		**54,27**
AMOSTRA 2					
Comprimento (mm)	Média (mm)	Largura (mm)	Média (mm)	Altura (mm)	Média (mm)
2918	2921	1424	1425,5	641	642,5
2924		1427		644	
2920	2923	1423	1426	641	643,5
2926		1429		646	
Média (mm)	**243,5**		**118,81**		**53,58**
VERIFICAÇÃO DAS DIMENSÕES - 24 Tijolos					
Comprimento (mm)	**Média (mm)**	Largura (mm)	**Média (mm)**	Altura (mm)	**Média (mm)**
242,63	**243,06**	118,90	**118,85**	54,27	**53,93**
243,5		118,81		53,58	