

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
CENTRO UNIVERSITÁRIO DOCTUM DE TEÓFILO OTONI**

**GLEYSON ALVES PEREIRA
GUSTAVO LORENTZ FREIRE
SAULO ALISSON COELHO**

**ESTUDO SOBRE A QUALIDADE DOS BLOCOS DE CONCRETO DE VEDAÇÃO
DA FAMÍLIA 39 FABRICADOS EM TEÓFILO OTONI - MG**

**TEÓFILO OTONI
2019**

**GLEYSON ALVES PEREIRA
GUSTAVO LORENTZ FREIRE
SAULO ALISSON COELHO
CENTRO UNIVERSITÁRIO DOCTUM DE TEÓFILO OTONI**

**ESTUDO SOBRE A QUALIDADE DOS BLOCOS DE CONCRETO DE VEDAÇÃO
DA FAMÍLIA 39 FABRICADOS EM TEÓFILO OTONI – MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Doctum de Teófilo
Otoni, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.**

**Área de Concentração: Materiais de
Construção.**

**Orientador: Prof. MSc Jouséberon Miguel
da Silva.**

TEÓFILO OTONI

2019

ESTUDO SOBRE A QUALIDADE DOS BLOCOS DE CONCRETO DE VEDAÇÃO DA FAMÍLIA 39 FABRICADOS EM TEÓFILO OTONI - MG

Gleyson Alves Pereira

Instituto Ensinar Brasil - Centro Universitário Doctum de Teófilo Otoni - MG, Brasil - gleysonalvesmalak@hotmail.com

Gustavo Lorentz Freire

Instituto Ensinar Brasil - Centro Universitário Doctum de Teófilo Otoni - MG, Brasil - glorentz20@gmail.com

Saulo Alisson Coelho Silva

Instituto Ensinar Brasil - Centro Universitário Doctum de Teófilo Otoni - MG, Brasil - sauloacoelho@gmail.com

RESUMO

As técnicas de construção e os materiais construtivos tem evoluído na mesma proporção da humanidade à medida que novas necessidades são confrontadas. O surgimento do cimento e a formulação do concreto propiciou grandes mudanças na construção civil e foram bases para o desenvolvimento do bloco de concreto que foi patenteado no Reino Unido e depois se popularizou, sendo empregado em muitos países e tipos de construções. Diante desta importância, o presente trabalho visou testar os blocos de concreto de vedação da família 39 fabricados em Teófilo Otoni – MG, de acordo com os testes descritos na NBR 7184 (ABNT, 1992) - Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria, Determinação da Resistência à Compressão, NBR 6136 (ABNT, 2014) - Bloco Vazado de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural e NBR 12118 (ABNT, 2011) - Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria, Métodos de Ensaio. O estudo foi desenvolvido utilizando o método de pesquisa de campo com análise experimental, sendo considerado quantitativo quanto à abordagem do problema e explicativo quanto aos objetivos de estudo. Todos os blocos analisados neste trabalho apresentaram características perceptíveis a olho nu que induzem a uma boa qualidade do material comercializado porém, após a análise dos resultados é possível verificar que os blocos apresentaram resultados insatisfatórios, tais como: dimensões acima da tolerância permitida, absorção de água excessiva e resistência à compressão abaixo do mínimo exigido, pela norma, para blocos de vedação. Por fim, é possível concluir que as diferenças existentes entre as amostras de um mesmo tipo de bloco, e conseqüentemente as diferenças de qualidade destas, poderiam ser minimizadas, e até mesmo evitadas, caso houvesse maior controle das etapas do processo construtivo e da obediência às normas técnicas vigentes.

PALAVRAS-CHAVE: Blocos de Concreto, Vedação, NBR 7184, NBR 6136, NBR 12118.

ABSTRACT

The evolution of construction techniques and materials has evolved to the same extent as humanity as new needs are met. The emergence of cement and the formulation of concrete led to major changes in construction and were the basis for the development of the concrete block that was patented in the United Kingdom and then popularized, being used in many countries and types of constructions. Given this importance, the present work aimed to test the sealing concrete blocks of family 39 manufactured in Teófilo Otoni - MG according to the tests described in NBR 7184 (ABNT, 1992) - Hollow Simple Concrete Blocks for Masonry, Determination of Strength to Compression, NBR 6136 (ABNT, 2014) - Simple Concrete Hollow Block for Structural Masonry and NBR 12118 (ABNT, 2011) - Simple Concrete Hollow Block for Masonry, Testing Methods. The present work was developed using the field research method with experimental analysis, being considered quantitative regarding the approach of the problem and explanatory about the study objectives. All blocks studied in this work showed noticeable characteristics that induce a good quality of the material sold, but after analyzing the results it is possible to verify that the blocks presented unsatisfactory results, such as: dimensions above the allowed tolerance, absorption of excessive water and compressive strength below the minimum normally required for sealing blocks.

KEYWORDS: Concrete Blocks, Fence, NBR 7184, NBR 6136, NBR 12118.

1 INTRODUÇÃO

A mensuração da evolução de uma Nação é feita ao longo do tempo através de suas riquezas culturais que torneiam as suas construções. A Arquitetura e a Engenharia Civil caracterizam o nível de sofisticação tecnológica e os avanços adquiridos uma vez que, o patrimônio arquitetônico de um determinado lugar compõe a sua identidade cultural (TÉSIO, 2007).

Desde os primeiros anos onde a construção civil começou a se destacar como um ramo promissor, o concreto é utilizado como o seu material principal, justificando assim a sua importância e principalmente a busca incessante pela sua qualidade. O concreto se popularizou através da sua alta versatilidade, facilidade de produção e manuseio, a sua durabilidade, economia, pois trata-se de um dos materiais com melhor custo/benefício e fáceis de serem encontrados em qualquer lugar do mundo, possui uma elevada resistência à água, o que o torna ideal para qualquer tipo de construção (SALVADOR FILHO, 2007).

O método de construção utilizando a repetição do uso do concreto perdurou por séculos, passando pela Idade Média, empregado também na construção de fabulosos castelos e catedrais até o século XIX onde pesquisadores aperfeiçoam o cálculo estrutural de alvenaria estrutural e executam em Chicago o Edifício Monadnock com 16 pavimentos e 65 metros de altura, possuindo algumas destas paredes até 1,65 metros de espessura (MARTINS, 2013).

No Brasil existem grandes e modernas fábricas de blocos, porém a maioria da produção ocorre ainda em pequenas fábricas, assim como na década de 1940, o que confere ao material no mercado características bastante variadas.

Objetivou-se com este estudo analisar a qualidade dos blocos de concreto com função de vedação fabricados na cidade de Teófilo Otoni - MG, com o intuito de verificar o cumprimento da NBR 6136 (Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT, 2014) pelos fabricantes, por intermédio de um levantamento amostral do número de fabricantes de blocos de concreto na cidade, buscando atingir os seguintes objetivos específicos: examinar por meio de teste a absorção de água dos blocos estudados, realizar procedimentos de análise dimensional, além de executar ensaios de resistência à compressão simples.

A importância deste trabalho está por servir como referência para toda a comunidade, uma vez que, é possível a existência de blocos fabricados de maneira empírica, ainda que se tenham normas regulamentadoras, os clientes não solicitam um laudo que demonstre as qualidades físicas dos blocos, efetuando apenas verificação visual quanto às dimensões e acabamento final, confiando apenas no processo do fabricante, colocando em risco o desempenho final dos blocos.

1.1 O bloco de concreto

Os primeiros blocos de cimento foram desenvolvidos nos Estados Unidos e Inglaterra, porém foram patenteados por Gibbs na Inglaterra em 1850 e tiveram sua produção em massa em 1904 no estado da Virgínia-EUA por J. Bresser. Inicialmente, eram grandes e maciços o que os tornava pesados e de difícil manuseio. Em meados da década de 1880 começou-se a moldar os primeiros blocos vazados ainda manualmente. A partir do século XX o adensamento manual foi substituído pelo mecânico e com o desenvolvimento da primeira máquina “strip tease” que usava forma fixa para moldar o bloco e liberava-o numa parte embaixo desta forma, houve então, um grande avanço na eficiência, padronização e resistência dos blocos (SALVADOR FILHO, 2007).

Na década de 1940, surgem as primeiras máquinas vibroprensantes que melhoraram ainda mais a resistência e acabamento do produto e que são utilizadas até os dias de hoje em maior ou menor grau de avanço tecnológico e rendimento de unidades por dia. No Brasil, existem grandes e modernas fábricas de blocos, porém a maioria da produção ocorre ainda em pequenas fábricas assim como na década de 1940, o que confere ao material no mercado características bastante variadas (SALVADOR FILHO, 2007.)

Com a evolução da construção civil foi-se necessário também adequar a forma e características dos blocos de cimento de acordo com sua aplicação, desta maneira pode-se encontrar no mercado variados tipos de bloco. Há no mercado dois tipos de blocos de cimento, o tipo de vedação e o estrutural. Os blocos de vedação, como o próprio nome sugere, são utilizados para fechamento dos ambientes da construção, já os blocos estruturais são capazes de receber e transmitir as cargas da estrutura para a fundação, além de poderem exercer, ao mesmo tempo, a função de vedação (SILVA, 2016).

Embora, fabricados dos mesmos tipos de materiais, sua diferença reside na espessura das paredes internas e externas, bem como, o traço adotado para a sua fabricação. Seu emprego na construção civil tem se elevado nas últimas décadas pelo fato da busca constante pela eficiência na aplicação dos recursos, maior disseminação do uso do produto e o apelo ambiental, entre outros motivos. Um fator que vem sendo quebrado é o preconceito do uso, uma vez que, por ser comumente utilizado em conjuntos habitacionais de programas de moradia popular, formou-se um preconceito acerca deste e muitos engenheiros e arquitetos se voltavam para o sistema de concreto armado com vedação em alvenaria de cerâmica em detrimento dos blocos de cimento (FIORITI, 2010).

A ABIBC - Associação Brasileira das Indústrias de Blocos de Concreto enumera algumas vantagens e desvantagens do uso do bloco de concreto, expondo como vantagem a economia de material, uma vez que a parede de blocos é mais plana que o bloco cerâmico; a dispensa do chapisco e revestimento de argamassa em alguns casos; a possibilidade de se pintar diretamente sobre o bloco ou deixá-lo aparente; a redução do tempo de duração da obra, assim com redução de 15 a 20% do valor da obra; a utilização de menos blocos por m², cerca de 12,5 blocos por m² ante 25 tijolos (MARTINS, 2014).

Outra vantagem é a possibilidade de passagem de tubulações dentro dos blocos, evitando retrabalho de recortes para passagem dos tubos; o menor índice de desperdício de material; a menor exigência de argamassa para assentamento e metade de argamassa para

reboco em comparação com tijolo cerâmico; a maior agilidade no assentamento uma vez que, eles possuem maiores dimensões que o tijolo cerâmico convencional; a redução de mão de obra, visto que, o rendimento de m² com o uso do bloco é maior; a possibilidade de fabricação no próprio canteiro reduzindo despesas de transporte e descarga, além de evitar ociosidade de mão de obra caso ocorra atrasos de entregas. Como desvantagem apresenta um menor conforto térmico; uma maior absorção de água; um aumento do peso da estrutura e a necessidade de mão de obra especializada (MARTINS, 2014).

1.2 Qualidade dos blocos de concreto

No seu significado mais abrangente, o termo qualidade foi definido por Holanda em 1980 como “propriedade, atributos ou condição das coisas ou das pessoas, capaz de distingui-las das outras e de lhes determinar a natureza”. Sendo assim, é possível afirmar que qualidade está diretamente relacionado a atributos, características que as coisas ou pessoas podem ter. Vale frisar, que qualidade é um termo muito utilizado para designar “coisas boas”. (ALMEIDA; TOLEDO, 1991).

Logo, tomando por referência a qualidade de produtos, pode-se dizer que ela é observada por duas óticas, a do mercado consumidor e a do produtor. Para o mercado consumidor avaliar a qualidade de um determinado produto é preciso avaliar vários pontos, como por exemplo, custo benefício, durabilidade, entre outros. Já do ponto de vista do produtor, qualidade está estritamente relacionada com as vontades do mercado, visando sempre atender os desejos dos clientes. Porém, nem sempre foi assim, antigamente, a qualidade era mais tratada pelos fabricantes como uma consequência, uma oferta adicional, quase um artigo de luxo dentro do próprio produto (ROTH, 2011).

Inicialmente, a qualidade era voltada para uma conferência do produto ao final da produção, e assim verificar a existência de possíveis defeitos. Porém, a revolução industrial instituiu o que hoje é chamado de controle de qualidade, na qual cada etapa do processo era analisada visando-se, ainda, identificar defeitos nos materiais produzidos. Contudo, isso não foi o suficiente para tornar as empresas competitivas o bastante, assim, elas passaram a adotar o modelo chamado de Gestão da Qualidade, e passou-se a escolher melhor a matéria prima, se instituiu dentro das empresas uma espécie de propagação de controladores de qualidade, todos eram responsáveis pelo controle da qualidade do que estavam fazendo (ROTH, 2011).

Assim, o mercado avançou tanto em desenvolvimento de qualidade e de competitividade, que a qualidade passou a ser tomada desde as primeiras concepções dos produtos, abrangendo a idealização do produto, o desenvolvimento do processo de produção, a produção propriamente dita e por fim a colocação do produto no mercado, sua venda e as atividades pós-venda. Realizado todo este processo é possível chegar, finalmente, na qualidade do produto propriamente dito. Para medir tal qualidade foi criado um índice, o QTP, Qualidade Total de Produto (ALMEIDA; TOLEDO, 1991).

Os blocos de concreto não poderiam estar fora dessa análise de qualidade, há anos eles são utilizados na construção civil, sendo apenas fechamento, ou tendo funções estruturais, eles têm presença em quase todas as obras de construção atualmente. Assim sendo, é de suma importância que suas qualidades técnicas sejam postas a prova, a fim de resguardar os usuários quanto a possíveis problemas (SOUZA, 2001; MEDEIROS, 1994).

Além disso, há fatores no processo produtivo dos blocos de concreto, que estão diretamente ligados ao seu melhor desempenho, fatores que caso sejam mal executados podem acarretar em perda de função do produto. Tais fatores são: processo de cura, adensamento da massa, consistência da massa no momento da modelagem, granulometria dos agregados empregados na fabricação, teor água/cimento, formas de manejo dos materiais

utilizados na fabricação e a inserção de aditivos na massa (SOUZA, 2001; MEDEIROS, 1994).

1.3 Normatizações relacionadas à qualidade dos blocos de concreto

Há um tempo, apenas o reconhecimento do trabalho realizado pelos fabricantes e comerciantes de um determinado produto definia a qualidade do mesmo, porém esse tipo de processo acabava gerando monopólios regionais e dificultando a criação de novas marcas e quando surgiam enfrentavam dificuldades no seu crescimento, mesmo apresentando qualidade superior em relação às marcas mais antigas no mercado (BASTOS, 2006).

Com o surgimento das normas regulamentadoras a qualidade dos produtos deixou de ser avaliada apenas pelo conhecimento cultural de um determinado mercado, reduzindo a desigualdade entre as empresas e possibilitando uma concorrência mais leal, além de forçar que todas as fabricantes tenham um padrão para o seu controle de qualidade (BASTOS, 2006).

A normalização varia de acordo com o país, onde cada um adota métodos viáveis de acordo com suas necessidades e disponibilidade de um determinado material, assim como, buscam atender os critérios exigidos pelos consumidores e/ou produtores independente de sua fase de produção tendo em vista que, as normas podem regulamentar a maneira como o produto será armazenado, suas propriedades físicas e mecânicas e suas características no emprego, por exemplo. (BEER, 2015).

No Brasil, a entidade responsável pelas normas técnicas vigentes é ABNT, essa entidade está localizada no Rio de Janeiro, sendo mantida sem fins lucrativos, seus associados são empresas e sócios individuais. A ABNT possui como função a elaboração, divulgação e incentivo das normas, embora isso não seja empecilho para que em áreas específicas outras entidades auxiliem nesse processo. Desse modo, as normas relacionadas à qualidade, características e funcionalidades dos blocos vazados de concreto são elaboradas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) sendo estas utilizadas como referência para a aplicação e estudos com esse tipo de material (BEER, 2015).

A NBR 6136 (ABNT, 2014) tem como finalidade identificar os parâmetros necessários para caracterizar os blocos vazados de concreto simples, fabricados com o uso de cimento Portland, água, agregados graúdos e miúdos, com finalidade estrutural. A NBR 6136 define que blocos vazados são itens de alvenaria cuja sua área é equivalente ou menor que 75% de sua área bruta total (NBR 6136, ABNT 2014).

A presente norma classifica os blocos de concreto perante seu uso, onde classe A são os blocos utilizados com finalidade estrutural em construções de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo, os de classe B com a finalidade estrutural utilizado acima do solo, os de classe C são blocos com fins estruturais utilizados acima do solo que suas dimensões podem variar de acordo com o tipo de estrutura, por fim, têm-se os de classe D, blocos que não possuem função estrutural e são utilizados como itens de alvenaria acima do nível do solo. (NBR 6136, ABNT 2014).

Durante a sua fabricação, os blocos devem passar por um processo de cura que proporcione um material uniforme e encorpado. Esta norma ainda determina que o fabricante seja obrigado a identificar os lotes dos blocos produzidos por ele, contendo a sua origem, os materiais empregados, os meios de transporte, a fim de assegurar a qualidade do material. . (NBR 6136, ABNT 2014).

Como características físicas visíveis e perceptíveis a olho nu os blocos devem conter arestas definidas, não podem ter fissuras, fraturas ou trincas, tendo em vista que, qualquer tipo de irregularidade presente nos blocos é prejudicial no assentamento, na resistência e eficácia

da construção, descartando a viabilidade de reparos que escondam os possíveis danos existentes (NBR 6136, ABNT 2014).

É de responsabilidade do comprador a realização do pedido de levantamento de valores, assim como, a identificação do local de entrega do produto, a classe do bloco, a sua resistência a compressão simples, suas dimensões, além das características especificadas no projeto. Para os vendedores, a venda dos blocos de concreto deve ocorrer de modo que a unidade de compra seja o bloco e não a metragem quadrada que este ocupa, por exemplo. (NBR 6136, ABNT 2014).

2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi desenvolvido utilizando o método de pesquisa de campo com análise experimental, sendo considerado quantitativo quanto à abordagem do problema e explicativo quanto aos objetivos de estudo.

Teófilo Otoni é uma cidade com uma população estimada para 2019 de 140.592 habitantes, possuindo um território de 3.242,270 Km², com uma densidade demográfica de 41,56 hab/Km², no que diz respeito a sua economia o seu PIB per capita em 2016 foi de R\$ 16.582,17 (IBGE, 2019).

Em relação ao setor de construção civil, existem na cidade 975 empresas ativas, o que demonstra a força e importância que essa área possui para o desenvolvimento desse município, não sendo diferente do restante das cidades brasileiras. (TEÓFILO OTONI, 2019).

Para se iniciar todo o procedimento metodológico, realizaram-se consultas a artigos, a livros, a normas vigentes, com o intuito de se levantar informações fundamentais para o melhor desempenho possível deste estudo.

Desse modo, para o levantamento da literatura utilizada foram verificadas obras publicadas em formato físico e também eletrônico indexada em bases de dados como o SciELO, através do mecanismo de busca do Google Acadêmico. Optou-se por esta base de dados por ela ser uma das principais fontes de publicações científicas, considerando tal procedimento como critério inicial para seleção. Como critério de exclusão, foram eliminados aqueles trabalhos que não tinham teóricos para fundamentar esta obra e por isso não possuíam base acadêmica suficiente para embasar uma pesquisa.

Após a revisão literária, foi essencial a realização do levantamento das fábricas que produziam os blocos de vedação da família 39, uma vez que, essa definição de família se dá pela caracterização de sua maior dimensão em cm, que nesse caso o bloco em análise tem as seguintes medidas 39x14x19, onde ainda é classificado pela NBR6136 (ABNT, 2014) de acordo com a classe a qual pertence, onde a classe pode variar entre A e D, nesse estudo como o bloco é de vedação ele pertence a classe D, outro ponto de classificação que é atribuído aos blocos de concreto é ao que diz respeito a seu módulo, que de acordo as suas dimensões o bloco em estudo pertence ao módulo M-15.

Para o desenvolvimento desse estudo, foram escolhidas a fábricas mais populares da cidade, obtendo-se um total de 6 fábricas, sendo essas catalogadas em ordem alfabética de A-F. Para a realização dos testes, foram adquiridos 7 blocos de cada empresa. O passo seguinte foi a realização dos ensaios, que foram efetivados no Laboratório de Materiais de Construção do Centro Universitário Doctum, localizado na cidade de Teófilo Otoni-MG. Como meio de instrução teórica e norteamto deste estudo seguiram-se as seguintes normas:

- NBR 7184 (ABNT, 1992) - Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria, Determinação da Resistência à Compressão.
- NBR 6136 (ABNT, 2014) - Bloco Vazado de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural.

• NBR 12118 (ABNT, 2011) - Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria, Métodos de Ensaio.

Fez-se o uso da NBR 6136 (ABNT, 2014), uma vez que, nela contém a classificação de cada modelo existente, bem como, fundamenta quais as características físicas de qualidade percebidas. A NBR 6136 (ABNT, 2014) auxiliou também, na interpretação dos resultados obtidos nos testes de dimensionamento, absorção e resistência a compressão simples.

Inicialmente para a determinação da análise dimensional, foram medidas todas as dimensões dos blocos, sendo que esse procedimento foi indispensável em todas as peças, pois buscou verificar a uniformidade das peças produzidas por uma mesma fábrica. O ensaio foi executado de acordo a NBR 12118 (ABNT 2011), que estabelece a necessidade do uso de um paquímetro metálico com precisão de 0,05mm, com tamanho equivalente ao do bloco de concreto. Para caracterizar a largura, altura e comprimento a norma determina que a precisão seja de pelo menos 1 mm.

As dimensões foram retiradas respeitando a identificação dos furos obtendo as suas medidas da seguinte maneira: na primeira medição verificou-se o lado de maior espessura na direção longitudinal e transversal, também obedecendo ao mesmo critério a segunda verificação ocorreu na direção longitudinal e transversal desta vez no lado de menor espessura, sendo que ambas as medições foram realizadas no centro de cada furo, como se observa na figura 1.



Figura 1 – Dimensionamento dos Blocos de Concreto (Autores, 2019).

Para verificar a absorção de água nos blocos, foram feitos testes seguindo os procedimentos previstos na NBR 12118 (ABNT, 2011), que determinou ser fundamental a utilização de uma balança de precisão com o mínimo equivalente a 10g e capacidade de pesagem mínima de 20 kg. Para a realização do ensaio foi necessário manter os blocos por um período de 24 horas na estufa sob uma temperatura de 110°C, onde após esse tempo se pesou o corpo de prova, voltando-os pra a estufa por mais 2 horas e os pesando novamente.

Para executar o teste de resistência a compressão simples, seguiu-se as orientações descritas na NBR 7184 (ABNT, 1992), que determina a seguinte informação: a prensa deve conter dois pratos para o apoio do material em estudo, observando que caso as dimensões do bloco sejam superiores às dimensões dos pratos faz-se necessária a utilização de uma placa de aço entre o material e as bases. Desse modo, fez-se o uso de duas placas para a realização desse teste e para a verificação dos resultados consultou-se a NBR 6136 (ABNT, 2014), assim como, realizou-se o teste com três blocos de cada empresa, como é possível observar na figura 3.



Figura 3 – Teste de Resistência à Compressão Simples (Autores, 2019).

Após a coleta dos dados, esses foram tabulados de acordo com o seu nível de relevância objetivando-se, portanto, em delimitar critérios através de uma demonstração gráfica criada no software Excel.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os blocos em estudo neste trabalho apresentaram características perceptíveis a olho nu que induzem a uma boa qualidade do material comercializado. Nesse contexto, os blocos possuíam as arestas vivas e não apresentavam trincas, fraturas ou outros defeitos que pudessem prejudicar o seu assentamento ou afetar a resistência e a durabilidade da construção.

3.1 Absorção de água e área líquida dos blocos de concreto

O Quadro 1 aborda o peso dos blocos em kg, secos em estufa, secos ao ar, assim como, o seu peso saturado com superfície seca e seu peso submerso, onde foram analisados nessa etapa 3 blocos de cada empresa, recebendo a denominação de B1, B2 e B3.

Por intermédio desse quadro é possível averiguar que existe uma tendência à padronização de valores dos pesos da empresa A, B, C e D, principalmente na empresa C, o que mostra que a empresa faz uso dos mesmos agregados e sempre na mesma medida. As empresas F e E apesar de apresentarem valores próximos, não se observa em nenhum dos processos realizados a padronização dos pesos o que não afeta consideravelmente na qualidade dos blocos desta empresa.

Através dos resultados obtidos é analisado que os blocos deveriam apresentar o mínimo possível em relação a seus pesos no seu estado seco ao ar, isso ocorre e nas empresas D e F com uma variação em todo de 0,1 mm, já nas demais empresas a taxa de variação fica em torno de 0,3 a 0,9 mm entre os blocos de uma mesma fábrica.

A falta de organização dos fabricantes com os seus pesos, ocorre provavelmente porque durante a fabricação dos blocos, falta a utilização de uma dosagem padronizada no momento em o concreto é colocado nas formas. Outra possibilidade é a falta de compactação correta do concreto no momento da modelagem do bloco, que deve ser adensado corretamente. É possível analisar ainda que outro fator resultante desse comportamento

inadequado é o uso de agregados com dimensões diferentes, que além de aumentar o índice de vazios e absorção de água, altera no peso final dos blocos.

| Empresas | Peso seco ao ar (KG) | | | Peso Seco em Estufa (KG) | | | Peso Saturado (KG) | | | Peso Submerso (KG) | | |
|----------|----------------------|------|------|--------------------------|------|------|--------------------|------|------|--------------------|-----|-----|
| | B1 | B2 | B3 | B1 | B2 | B3 | B1 | B2 | B3 | B1 | B2 | B2 |
| A | 10,1 | 10,0 | 11,0 | 9,3 | 9,6 | 10,0 | 10,8 | 11,0 | 11,0 | 9,4 | 9,7 | 9,4 |
| B | 8,9 | 9,2 | 8,8 | 8,7 | 9,1 | 8,7 | 9,4 | 9,7 | 9,4 | 5,3 | 5,3 | 5,1 |
| C | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,6 | 9,6 | 9,5 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 5,6 | 5,7 | 5,6 |
| D | 8,3 | 8,3 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,1 | 8,9 | 8,9 | 8,9 | 4,8 | 4,9 | 4,8 |
| E | 9,4 | 9,8 | 10,0 | 9,3 | 10,0 | 9,7 | 10,0 | 11,0 | 10,0 | 5,5 | 5,2 | 5,7 |
| F | 8,4 | 8,5 | 8,4 | 8,3 | 8,2 | 7,9 | 9,1 | 8,8 | 9,5 | 4,7 | 4,9 | 4,5 |

Quadro 1 – Pesos dos blocos saturados, submerso, secos ao ar e secos em estufa das empresas A,B, C, D, E e F em kg (Autores, 2019).

O Quadro 2 demonstra a absorção de água em porcentagem (%) de cada bloco analisado, de acordo a NBR 6136 (ABNT,2014) o índice de absorção máximo não deve ultrapassar o valor equivalente a 10%, logo ao observar o Quadro 3 verifica-se que a empresa A em todos os blocos os valores foram superiores ao limite máximo permitido, logo, já foi possível descartar a verificação da média dos valores.

| | Empresa A | Empresa B | Empresa C | Empresa D | Empresa E | Empresa F |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bloco 1 | 16,34% | 7,93% | 9,47% | 8,20% | 12,18% | 9,84% |
| Bloco 2 | 15,73% | 6,70% | 8,12% | 8,84% | 7,14% | 7,20% |
| Bloco 3 | 11,83% | 8,55% | 9,47% | 9,80% | 4,15% | 9,37% |

Quadro 2 – Absorção dos blocos do concreto em porcentagem das empresas A, B, C, D, E e F (Autores, 2019).

Ao contrário da empresa A, as empresas B, C, D e F apresentaram em todos os blocos um índice de absorção menor que 10 %, logo, é visível que esses blocos atendem a NBR 6136 (ABNT, 2006), descartando a necessidade de determinação de suas médias. Para a empresa E que apresentou blocos com índices variados, onde os seus blocos continham valores superiores e inferiores a 10%, quando se calcula a média dos valores demonstrados no Quadro 3, obtém-se um resultado igual a 7,82% de absorção da água, classificando essa empresa dentre as que atendem a NBR 6136 (ABNT,2014).

O Quadro 3 representa a área líquida de cada bloco em estudo determinada em mm², nesse quesito é notório a existência de uma variação entre essas áreas de vários blocos de uma mesma empresa, no entanto é possível destacar a empresa D, onde todos os blocos estudados apresentaram a mesma área.

| | Empresa A | Empresa B | Empresa C | Empresa D | Empresa E | Empresa F |
|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Bloco 1 | 0,022 mm ² | 0,021 mm ² | 0,023 mm ² | 0,022 mm ² | 0,026 mm ² | 0,021 mm ² |
| Bloco 2 | 0,024 mm ² | 0,023 mm ² | 0,023 mm ² | 0,022 mm ² | 0,030 mm ² | 0,019 mm ² |
| Bloco 3 | 0,025 mm ² | 0,022 mm ² | 0,024 mm ² | 0,022 mm ² | 0,023 mm ² | 0,024 mm ² |

Quadro 3 – Área líquida dos blocos de concreto (Autores, 2019).

3.2 Análise dimensional dos blocos de concreto

A Figura 5 demonstrada abaixo aborda as famílias dos blocos de concreto e as dimensões ideais para cada uma, como é possível observar o Bloco M-15, da classe D, que é o bloco em estudo nesse trabalho. Pela Figura verifica-se que a parede longitudinal deve conter 15mm, assim como, a média das paredes do ponto mais estreito deve conter 15 mm e a espessura equivalente, que dever ser igual a 113mm.

De acordo a NBR 6136 (ABNT, 2014) a tolerância permitida para a espessura mínima nas paredes longitudinais e transversais dos blocos deve ser de 1,00 mm, onde a espessura ideal é 15 mm. A mesma regra vale para a espessura equivalente, colocando como espessura ideal é a de 113 mm e a tolerância permitida é de 1 mm.

| Classe | Designação | Paredes longitudinais ¹⁾ mm | Paredes transversais | |
|--------|------------|---|-----------------------------|---|
| | | | Paredes ¹⁾ mm | Espessura equivalente ²⁾ mm/m |
| A | M-15 | 25 | 25 | 188 |
| | M-20 | 32 | 25 | 188 |
| B | M-15 | 25 | 25 | 188 |
| | M-20 | 32 | 25 | 188 |
| C | M-10 | 18 | 18 | 135 |
| | M-12,5 | 18 | 18 | 135 |
| | M-15 | 18 | 18 | 135 |
| | M-20 | 18 | 18 | 135 |
| D | M-7,5 | 15 | 15 | 113 |
| | M-10 | 15 | 15 | 113 |
| | M-12,5 | 15 | 15 | 113 |
| | M-15 | 15 | 15 | 113 |
| | M-20 | 15 | 15 | 113 |

¹⁾ Média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito.
²⁾ Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).

Figura 5 - Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos classificados pela NBR 6136 (ABNT, 2014).

No que diz respeito às paredes longitudinais, transversais e espessura equivalente dos blocos em estudo, estes dados podem ser observadas no Quadro 4, a modo de verificar que as empresas não apresentam uma padronização em sua fabricação. É possível observar que nenhuma das empresas segue o padrão exigido pela norma e nem o seu limite de tolerância,

demonstrando que suas dimensões estão sempre superior as da NBR 6136 (ABNT, 2014).

Verifica-se a existência de uma tendência das empresas de projetarem os seus blocos para terem aproximadamente 19 mm em suas paredes, uma vez que, todas as empresas em estudo, se mantiveram mais próximo desse valor do que 15 mm que é o estipulado, que pela sua classe é o que deveria ser respeitado e seguido.

Nessa conjectura, por intermédio da tendência existente nas fábricas de moldarem os seus blocos com paredes longitudinais e transversais com o sua medida próxima dos 19 cm, é possível destacar que essas empresas em relação a sua análise dimensional seguem suas dimensões baseadas nas da classe C, uma vez que, como pode ser observado, na Figura 5 blocos de classe C devem obedecer as medidas de 18 mm para as suas paredes transversais e longitudinais, com uma tolerância de 1 mm.

Desse modo, no Quadro 4 observa-se que existem alguns blocos que respeitam os limites que seriam necessários caso pertencessem aos blocos de classe C, como ocorre nas paredes transversais dos blocos de todas as empresas, que a cada 4 blocos pelo menos metade respeitam o exigido pela norma. As paredes longitudinais não ficam fora desse parâmetro, tendo em vista que caso os blocos pertencessem a classe C a cada 4 blocos pelo menos 1 estaria dentro do mínimo exigido, excluindo a empresa E que nenhum bloco respeitou a medida ideal e nem a sua tolerância.

No que diz respeito à espessura equivalente nenhuma empresa demonstrou seguir as exigências feitas pela NBR 6136 (2014) que teria como espessura equivalente ideal a de 113 mm. Apesar se estarem fora do padrão exigido as empresas B e D apresentam uma tendência a padronização de suas espessuras, haja vista que, 75% dos blocos verificados possuem a mesma espessura equivalente.

Através dos resultados obtidos pela análise dimensional é possível afirmar que os blocos são confeccionados de maneira empírica pela falta de padronização de suas dimensões entre os blocos de uma mesma empresa, assim como, constata-se que existe um gasto maior que o necessário para a fabricação dos blocos, por estes sempre apresentarem dimensões maiores do que o necessário.

| Empresas | Parede Longitudinal (mm) | | | | Parede Transversal (mm) | | | | Espessura Equivalente (mm) | | | |
|----------|-----------------------------|------|------|------|----------------------------|------|------|------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| | B1 | B2 | B3 | B4 | B1 | B2 | B3 | B4 | B1 | B2 | B3 | B4 |
| A | 19,5 | 18,8 | 19,3 | 19,5 | 18,8 | 19,3 | 20,0 | 18,8 | 188,8 | 193,0 | 200,0 | 188,4 |
| B | 19,5 | 19,3 | 19,0 | 19,3 | 19,0 | 18,8 | 19,0 | 19,0 | 194,9 | 192,3 | 194,9 | 194,9 |
| C | 19,5 | 18,5 | 18,5 | 20,0 | 18,5 | 18,8 | 19,0 | 19,5 | 189,7 | 192,3 | 194,9 | 200,0 |
| D | 16,3 | 17,0 | 17,3 | 17,5 | 17,0 | 17,5 | 18,0 | 18,0 | 184,6 | 179,5 | 184,6 | 184,6 |
| E | 21,0 | 19,8 | 19,8 | 20,0 | 19,0 | 18,8 | 19,5 | 19,5 | 197,4 | 192,3 | 200,0 | 200,0 |
| F | 20,5 | 19,0 | 19,5 | 19,8 | 18,5 | 18,8 | 19,0 | 19,0 | 189,7 | 192,3 | 194,9 | 194,9 |

Quadro 4 – Discriminação das paredes longitudinais, transversais e espessura equivalente das empresas A, B, C, D, E e F (Autores, 2019).

3.3 Resistência à compressão simples

A Figura 6 mostra os requisitos necessários que os blocos precisam ter para cada família, no que tange a sua resistência à compressão, absorção e retração. Para a família em estudo nesse trabalho deve-se ter uma resistência igual ou superior a 3,0 Mpa.

| Classe | Resistência característica f_{bk} MPa | Absorção média em % | | Retração ⁽¹⁾ % |
|----------------------------|---|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | Agregado normal | Agregado leve | |
| A | $\geq 6,0$ | $\leq 10,0\%$ | $\leq 13,0\%$ (média) | $\leq 0,065\%$ |
| B | $\geq 4,0$ | | $\leq 16,0\%$ (individua) | |
| C | $\geq 3,0$ | | | |
| D | $\geq 2,0$ | | | |
| ¹⁾ Facultativo. | | | | |

Figura 6 - Requisitos para Resistência característica à compressão, absorção e retração NBR6136 (ABNT, 2014).

No Quadros 5 contém as resistências de cada bloco em Mpa, após o ensaio de resistência à compressão simples. É possível notar que existe uma variação dos resultados das empresas e entre os blocos fabricados por uma mesma empresa. Percebe-se que somente o material fabricado na empresa D não atende o requisito mínimo de 2,00 Mpa, sendo esta a empresa que apresenta os blocos mais inferiores diante o teste, onde estes tiveram sua resistência em torno de 1,75 Mpa chegando próximo do mínimo exigido, porém, não sendo o suficiente para mantê-la dentro dos padrões.

Ainda em relação ao Quadros 5 observa-se que ao atingir o mínimo necessário a empresa A mostra uma tendência a padronização dos seus blocos, onde tiveram resultados superiores a 2,78 Mpa e próximos de 3,0 Mpa. As empresas B, C e E, tiveram resultados com um comportamento bem variado, onde nota-se que em todos os blocos dessas empresas tem uma resistência acima do mínimo adotado pela NBR 6136 (ABNT, 2014).

Na empresa F, observa-se que todos os seus blocos tem uma resistência bem acima do necessário para blocos de vedação, apresentando sempre resultados superiores a 3,0 Mpa, onde tais resultados são tão satisfatórios que nesse quesito os blocos das empresas possuem uma resistência equivalente aos de classe C, que de acordo com a Figura 6 devem ter uma resistência igual ou superior a 3,00 Mpa.

Os resultados nesse quesito são de modo geral satisfatórios, uma vez que, todas as empresas, exceto a empresa D, apresentaram resultados superiores ao determinado pela NBR 6136 (2014), onde esses resultados conquistados pela possível adoção de um traço adequado, porém, não padronizado devido às diferenças existentes entre as resistências dos blocos de uma mesma empresa.

| Empresa | Resistência à Compressão Simples (MPa) | | | |
|---------|--|------|------|------|
| | B1 | B2 | B3 | B4 |
| A | 2,88 | 2,87 | 2,78 | 2,86 |
| B | 3,35 | 2,36 | 2,96 | 2,44 |
| C | 2,28 | 4,75 | 2,39 | 1,6 |
| D | 1,73 | 1,67 | 1,87 | 1,76 |
| E | 3,04 | 2,32 | 2,65 | 2,15 |
| F | 3,46 | 3,79 | 3,5 | 3,2 |

Quadro 5 – Resistência à compressão simples dos blocos das empresas A,B, C, D, E e F em Mpa (Autores, 2019).

No Quadro 8, nota-se os dados referentes à média da resistência característica dos blocos em Mpa. É possível observar que quando se analisa os blocos em conjunto, calculando a média das resistências dos blocos, apenas a empresa D consegue atender o requisito mínimo. As demais empresas quando se calculou a média das resistências conseguiram ultrapassar os valores mínimos, haja vista que, os valores individuais já foram superiores ao mínimo exigido.

| | Empresa A | Empresa B | Empresa C | Empresa D | Empresa E | Empresa F |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Resistência Característica (Mpa) | 4,250 | 4,910 | 5,750 | 2,930 | 4,630 | 6,110 |

Quadro 8 – Resistência característica dos blocos de concreto em Mpa (Autores, 2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda na produção de blocos de concreto não estrutural vem aumentando no decorrer do tempo, pois o uso deste, como material de construção, está cada vez se tornando mais comum devido a sua confiabilidade para obras em geral, afinal, o setor de construção civil é de grande importância para o mercado econômico.

Constata-se que as exigências em torno da qualidade do produto devem ser iminentes, utilizando ensaios de conformidade para atestar que todas as características do bloco estejam de acordo com a norma técnica específica, tendo em vista que, as edificações sejam utilizadas de forma eficiente, ou seja, sem apresentar patologias e sem obter nenhum comportamento estranho na estrutura, fazendo com que afete a segurança do usuário.

Após a análise dos resultados é possível confirmar que os blocos apresentaram resultados diversificados, tais como: dimensões acima da tolerância permitida em todos os blocos analisados, absorção de água excessiva em blocos de algumas empresas e identificação da resistência à compressão abaixo do mínimo exigido nos blocos da empresa D. Nessa conjectura, afirma-se que os blocos das empresas necessitam de uma adequação em sua fabricação a modo de buscar uma padronização nesses materiais.

É importante ressaltar que mesmo com a existência de normas que determinam as características necessárias que um bloco de concreto para alvenaria deve possuir, nem todas as empresas produtoras deste tipo de material obedecem efetivamente a essas normas,

acarretando em diferenças facilmente perceptíveis, através dos testes realizados, além de possíveis prejuízos para a execução e duração de uma obra que utilize este produto.

Por fim, é possível concluir que as diferenças existentes entre as amostras de um mesmo tipo de bloco, e conseqüentemente as diferenças de qualidade destas, poderiam ser minimizadas, e até mesmo evitadas, caso houvesse maior controle das etapas do processo construtivo e da obediência às normas técnicas vigentes.

Desta forma, espera-se que esse trabalho tenha demonstrado as características mais relevantes a serem reconhecidas em um bloco de concreto adequado para alvenaria, e assim, apresentar testes básicos que possam fornecer resultados que esclareçam acerca da qualidade deste material, a fim de que se atentem cada vez mais para a utilização de materiais de boa qualidade.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: BLOCO VAZADO DE CONCRETO SIMPLES PARA ALVENARIA - REQUISITOS. RIO DE JANEIRO, 2014.
- _____. NBR 7184: BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO SIMPLES PARA ALVENARIA - DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO. RIO DE JANEIRO, 1992.
- _____. NBR 12118: BLOCO VAZADO DE CONCRETO SIMPLES PARA ALVENARIA – MÉTODOS DE ENSAIO. RIO DE JANEIRO, 2013.
- BASTOS, PAULO SÉRGIO DOS SANTOS. FUNDAMENTOS DO CONCRETO ARMADO. BAURU: UNESP, 2006
- BEER, F.P. ET AL. MECÂNICA DOS MATERIAIS -7ª EDIÇÃO. AMGH EDITORA, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. POPULAÇÃO DA CIDADE DE TEÓFILO OTONI. 2019. DISPONÍVEL EM: <<HTTPS://CIDADES.IBGE.GOV.BR/BRASIL/MG/TEOFILOTONI/PANORAMA>> ACESSO EM: 29. OUT. 2019.
- FIORITI, CESAR FABIANO; INO, AKEMI; AKASAKI, JORGE LUÍS. ANÁLISE EXPERIMENTAL DE BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DO PROCESSO DE RECAUCHUTAGEM DE PNEUS. ACTA SCIENTIARUM. TECHNOLOGY, V. 32, N. 3, P. 237-244, 2010.
- MARTINS, JULIANA FURTADO ARROBAS ET AL. RECONHECENDO UM BOM BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA: ANÁLISE DA QUALIDADE DO MATERIAL ADQUIRIDO. REVISTA TÓPOS, V. 7, N. 2, P. 41-65, 2013.
- MARTINS, VITOR WILLIAM BATISTA ET AL. ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE UMA INDÚSTRIA DE BLOCOS PRÉ-MOLDADOS UTILIZANDO O ESTUDO DE TEMPOS CRONOMETRADOS. IBEROAMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING, V. 6, N. 11, P. 311-327, 2014.
- MEDEIROS, J. S. BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL: AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS BÁSICOS DE PRODUÇÃO. IN: 5TH INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES. FLORIANOPOLIS, AGO 1994.
- NASH, W. A. POTTER, M.C. RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS- 5ª EDIÇÃO. BOOKMAN EDITORA, 2014.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE TEÓFILO OTONI. RELAÇÃO DAS EMPRESAS DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL CADASTRADAS NA CIDADE. 2019. DISPONÍVEL EM: <<HTTPS://WWW.TEOFILOTONI.MG.GOV.BR/ALVARÁ/CADASTROS>> ACESSO EM: 30. OUT. 2019.

ROTH, CLÁUDIO WEISSHEIMER. QUALIDADE E PRODUTIVIDADE. 2011.

SALVADOR FILHO, JOSÉ AMÉRICO ALVES. BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA EM CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS. SÃO CARLOS, 2007.

SILVA, JOSÉ BEZERRA DA ET AL. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL DOSADOS COM POLITEREFTALATO DE ETILENO (PET) MICRONIZADO. 2016.

SOUZA, J. G. G. CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES E PROPORCIONAMENTO DE BLOCOS DE CONCRETO – APLICAÇÃO AO USO DE ENTULHO COMO AGREGADO RECICLADO. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2001.

TÉSIO, P. R. A EVOLUÇÃO DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL NOS ÚLTIMOS 100 ANOS, NA CONSTRUÇÃO E RESTAURAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS: O CASO DA ESTAÇÃO DA LUZ. UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI – SÃO PAULO – SP. 2007.