

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS DE BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO PRODUZIDOS NO RECÔNCAVO DA BAHIA

Letícia da Silva Jesus, Fernanda Nepomuceno Costa.

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Rua Rui Barbosa, 710, Centro – 44380-000 – Cruz das Almas-BA, Brasil, leticiasilva@aluno.ufrb.edu.br, fernandacosta@ufrb.edu.br.

Resumo

A qualidade final das obras realizadas na construção civil está relacionada com a qualidade dos materiais utilizados. Visto que a alvenaria é uma das etapas mais importantes da construção, é de suma importância a utilização de blocos que atendam aos requisitos técnicos. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar as características físicas e mecânicas de blocos cerâmicos de vedação produzidos no Recôncavo da Bahia e identificar as possíveis causas de não conformidades. Assim, foi analisado o processo produtivo das fábricas estudadas e realizados ensaios em amostras de blocos produzidos pelas mesmas, para avaliar suas características físicas e mecânicas, seguindo as recomendações e requisitos estabelecidos pela NBR 15270:2017, tais como resistência mínima e índice de absorção d'água. Pela análise dos blocos coletados, o lote das duas empresas foi aprovado nos ensaios de características físicas e reprovados nos ensaios de resistência mecânica, apresentado a empresa A uma resistência média de 1,66MPa e a empresa B uma média de 1,74MPa. Destaca-se a grande variabilidade dos resultados das duas fábricas, o que indica uma falta de controle na produção.

Palavras-chave: Bloco cerâmico. Qualidade. Processo produtivo. Conformidade.

Área do Conhecimento: Engenharias – Engenharia Civil.

Introdução

Atualmente, o setor cerâmico é responsável por uma grande diversidade de produtos nos seguintes segmentos: cerâmica vermelha, louça sanitária, refratários, materiais de revestimento, louça de mesa e cerâmica artística, contemplando boa parte dos materiais empregados na construção civil, como telhas, tijolos e blocos cerâmicos. A cerâmica vermelha compreende materiais de coloração avermelhada, dotados de uma grande durabilidade, além de ser um ótimo isolante térmico. Os materiais do setor cerâmico são derivados a partir da argila, que em contato com água torna-se plástica e fácil de moldar. Após moldados, os produtos são submetidos inicialmente à secagem para retirar o excesso da água, com posterior queima a elevadas temperaturas, onde adquirem rigidez e resistência por conta da fusão de alguns componentes da massa (ANFACER, 2022).

De acordo com os dados da Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílio (PNAD, 2018), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), 80% das casas brasileiras são erguidas com blocos cerâmicos, seja ele de vedação ou estrutural, isto é, cerca de 62,6 milhões das 71 milhões de casas tem sua alvenaria feita de blocos cerâmicos e, tendo em vista que a alvenaria é uma das etapas mais importantes de uma construção, é de suma importância a utilização de blocos de qualidade. Contudo, conforme a portaria n.º 658 do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), a fabricação de blocos cerâmicos no Brasil não tem obrigatoriedade de certificação, sendo produzidos muitas vezes em olarias que não apresentam controle de qualidade da matéria-prima, muito menos do processo produtivo. Por este fato, muitos produtos comercializados apresentam problemas quanto às propriedades geométricas, físicas e mecânicas, devido ao não cumprimento dos requisitos normativos e a falta de fiscalização.

Muitos dos problemas verificados nos blocos cerâmicos são decorrentes da má escolha da matéria-prima argilosa e do descuido nas dosagens das massas cerâmicas. A utilização de argilas de alta porosidade podem produzir peças que, após a queima, apresentam porosidade residual que influencia negativamente na absorção de água e na resistência mecânica. Ademais, o teor de umidade pode influenciar na estabilidade dimensional dos blocos, os quais são conformados por extrusão, causando um aumento da quantidade de água e consequentemente uma maior retração e variações

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

dimensionais, além de problemas de trincas e empenamentos. Tais circunstâncias, geram problemas nas peças produzidas, tais como, volume excessivo de quebras, baixa resistência mecânica e alta absorção de água, o que dificulta a padronização do produto final e aumenta o uso de argamassa de assentamento e revestimento dos blocos, gerando desperdício dos materiais e aumento do custo da obra (SAVAZZINI-REIS e SILVA, 2017).

Dessa forma, o estudo aqui proposto tem como objetivo contribuir na verificação da qualidade dos blocos cerâmicos de vedação de 6 furos, na dimensão $L \times H \times C$ de $9 \times 14 \times 24$ cm, que estão sendo produzidos em cidades do Recôncavo da Bahia. O estudo buscou verificar se há a efetivação dos requisitos propostos pela NBR 15270:2017, almejando agregar informações para seus produtores, consumidores e comerciantes da região.

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida, inicialmente, realizando-se uma revisão bibliográfica, com enfoque no processo produtivo do bloco cerâmico, assim como nas normas técnicas que regem tal componente, NBR 15270-1:2017 e NBR 15270-2:2017. Posteriormente, mediante um levantamento de mercado, foi definido qual tipo de bloco cerâmico seria estudado e localizados seus produtores na região do Recôncavo da Bahia para visita de campo e coleta das amostras para realização dos experimentos, determinando as características físicas e mecânicas dos blocos. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB.

a) Determinação das características físicas:

Para a determinação das características físicas foi necessário utilizar balança com resolução de até 5g, estufa com temperatura ajustável a $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$, tanque com água e panos limpos.

Conforme a NBR 15270-2:2017, as características físicas dos blocos correspondem a massa seca (m_s) e ao índice de absorção de água (AA). Para a determinação da massa seca, foram selecionados de modo aleatório 6 blocos de cada produtor para serem colocados em estufa com a temperatura de $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ durante 24h para atingir constância de massa, pesando-se imediatamente após retirados da estufa e pesados 1h depois para confirmação de constância de massa. A Figura 1A e a Figura 1 B **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam a disposição dos blocos no interior da estufa e a pesagem para determinação da massa seca, respectivamente.

Determinada a massa seca, os blocos foram colocados em um tanque, preenchido com água à temperatura ambiente e volume suficiente para mantê-los totalmente imersos, por 24h, como ilustrado na Figura 1C.

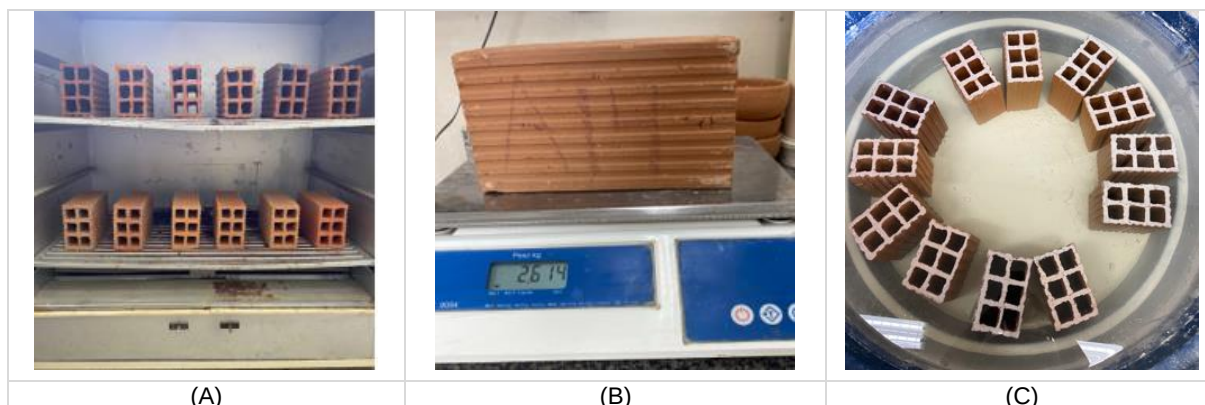
Após as 24h, os blocos foram retirados da água e removendo-se o excesso de água e pesados, para determinação da massa saturada (m_u), para o cálculo do índice de absorção de água. Tal índice deve variar de 8 a 25%, sendo permitido apenas 1 bloco não conforme, caso contrário o lote será rejeitado (NBR 15270-1, 2017).

O índice de absorção d'água (AA) de cada corpo de prova é determinado pela Equação 1.

$$AA(\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100 \quad (1)$$

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 1 - Secagem dos blocos (A) para determinação da massa seca (m_s) (B) e imersos em água para que fiquem saturados (C).



Fonte: Autoras.

b) Determinação das características mecânicas:

Para a determinação da característica mecânica, foram realizados os ensaios de resistência à compressão, sendo necessária a utilização de uma prensa que permita a leitura das cargas com aproximação de $\pm 2\%$ da carga de ruptura e transfira a carga de modo progressivo e sem choques.

Inicialmente, realizou a regularização das faces de assentamento do bloco, por meio de capeamento, conforme a Figura 2 (A). Para a realização do capeamento foi utilizado uma pasta cimentícia de água e cimento com um traço de 1:0,5, utilizando-se 0,190kg de cimento CP-V ARI e 0,095ml de água destilada para cada face de assentamento. Distribuiu-se em superfície plana, lona untada com desmoldante, para aplicação da pasta cimentícia com espessura máxima de 3mm e assentamento dos blocos, com o auxílio do nível e martelo de borracha para nivelá. Após o nivelamento, esperaram-se 24h para o capeamento endurecer e poder repetir o processo nas outras faces.

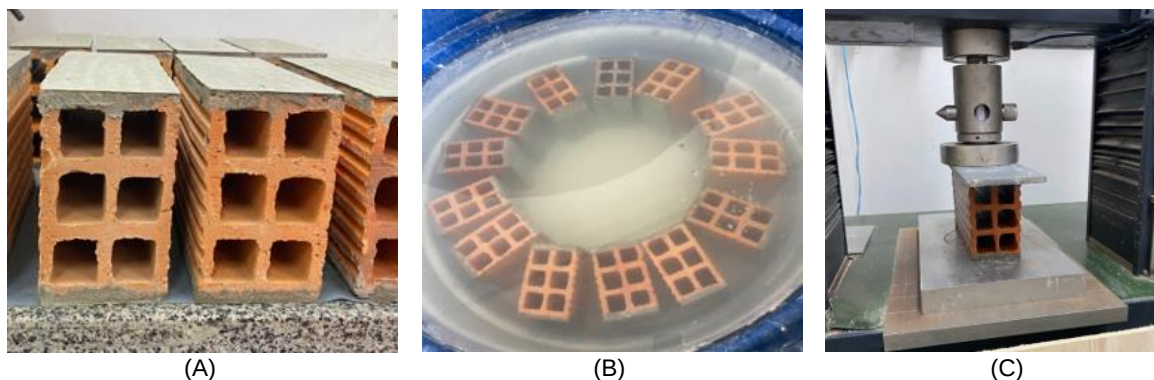
Finalizado o capeamento dos 13 blocos de cada fábrica, os mesmos foram imersos em água, por no mínimo 6h, os quais foram retirados após 8h, conforme a Figura 2B, obtendo-se a situação mais desfavorável para o rompimento, como solicitado pela NBR 15270-2:2017.

Após a saturação, os blocos foram colocados um de cada vez na máquina universal de ensaios de 20 toneladas, modelo WDW200E, sendo posicionados de forma centralizada com os pratos da prensa, como ilustrado na Figura 2C, para aplicação de carga na direção do esforço que o bloco deve suportar durante sua utilização, com uma velocidade progressiva de $0,05 \pm 0,01$ MPa/s, conforme a NBR 15270-2: 2017.

A resistência à compressão dos blocos foi determinada pela média das áreas brutas das duas faces de assentamento de cada bloco e a carga máxima aplicada que o bloco suportou na prensa, dividindo-se a carga máxima (N) pela média das áreas brutas (mm^2). A resistência individual deve atender no mínimo o valor 1,5 MPa, sendo aceito até 2 unidades não conformes, caso contrário o lote será rejeitado (NBR 15270-1, 2017).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 2 - Blocos capeados (A), imersos em água para saturação (B) e posteriormente determinação de suas resistências (C).



Fonte: Autoras.

Resultados

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados das características físicas, sendo elas massa seca e índice de absorção de d'água. A NBR 15270:2017 não estabelece parâmetros para massa seca, mas estabelece para o índice de absorção d'água, sendo aceito apenas uma unidade não conforme.

Tabela 1 - Resultados das características físicas dos blocos da empresa A e empresa B.

EMPRESA A				
CP	Massa inicial (g)	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	AA (%)
A14	2708,0	2614,0	3022,0	15,61%
A15	2660,0	2584,0	2970,0	14,94%
A16	2630,0	2590,0	2986,0	15,29%
A17	2712,0	2638,0	3040,0	15,24%
A18	2680,0	2632,0	3032,0	15,20%
A19	2634,0	2572,0	2964,0	15,24%
MÉDIA	2670,67	2605,00	3002,33	15,25%
DESVIO	35,50	27,03	33,07	0,26%
EMPRESA B				
CP	Massa inicial (g)	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	AA (%)
B14	2368,0	2216,0	2530,0	14,57%
B15	2424,0	2252,0	2548,0	13,14%
B16	2266,0	2154,0	2372,0	10,12%
B17	2238,0	2168,0	2454,0	13,19%
B18	2474,0	2350,0	2680,0	14,04%
B19	2324,0	2182,0	2484,0	13,84%
MÉDIA	2346,0	2199,00	2507,0	13,52%
DESVIO	91,05	72,72	103,53	1,51%

Fonte: Autoras.

Na Tabela 2 tem-se os resultados de resistência à compressão dos blocos da empresa A e da empresa B, com os resultados não conformes destacados em vermelho, sendo permitidos até duas unidades não conformes para a aceitação do lote de acordo com a NBR 15270-1:2017. Observa-se

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

que há uma grande variabilidade nos valores de resistência à compressão nos blocos cerâmicos de ambas as fábricas, com resultados individuais que variam de 0,87 a 2,53 MPa e de 0,49 a 3,42 MPa, respectivamente na empresa A e na empresa B.

Tabela 2 - Resultados do ensaio de resistência à compressão nos blocos das empresas A e B.

EMPRESA A			EMPRESA B		
CP	Força (N)	f_b (MPa)	CP	Força (N)	f_b (MPa)
A1	53.614,26	2,53	B1	38.935,58	1,86
A2	18.643,26	0,87	B2	26.206,96	1,20
A3	28.409,08	1,33	B3	23.335,20	1,13
A4	50.185,94	2,34	B4	61.154,66	2,92
A5	47.777,46	2,25	B5	41.804,40	1,96
A6	28.123,22	1,31	B6	71.438,18	3,42
A7	23.980,31	1,12	B7	52.333,54	2,43
A8	42.952,56	2,05	B8	10.548,38	0,49
A9	30.881,62	1,44	B9	19.658,84	0,92
A10	39.711,81	1,88	B10	49.055,58	2,37
A11	41.931,86	1,96	B11	27.573,26	1,34
A12	23.560,48	1,09	B12	30.312,94	1,45
A13	29.743,68	1,39	B13	23.180,36	1,11
MÉDIA	-	1,66	MÉDIA	-	1,74
DESVIO	-	0,54	DESVIO	-	0,82

Fonte: Autoras.

Discussão

Conforme os resultados apresentados na Tabela 1, as duas empresas tiveram seus lotes aprovados no requisito índice de absorção d'água. Analisando os resultados, pode-se observar que os blocos da empresa A apresentam maior índice de absorção em relação aos blocos da empresa B, característica esta que foi possível notar-se visualmente, pois as amostras da empresa A tinham um aspecto mais seco em comparação com a empresa B, sendo perceptível visualmente e por meio de contato direto com o bloco que desagregava partículas em contato com mão ou apenas friccionando os dedos sobre os blocos. Tal diferenciação pode ser justificada pela temperatura de queima, assim como o teor de umidade da massa cerâmica e as características das jazidas de cada empresa.

Além do mais, pode-se analisar que a empresa A apresentou maior uniformidade em seus resultados. Enquanto a empresa B apresentou maior variabilidade, que pode ser em decorrência a não uniformidade de temperatura na queima, assim como a mistura da massa cerâmica.

Entretanto, a partir dos resultados apresentados na Tabela 2, tanto a empresa A como a empresa B tiveram seus lotes rejeitados no quesito resistência à compressão. Apesar de ambos terem sido rejeitados, os blocos da empresa B mostraram-se mais resistentes que a empresa A, suportando cargas mais elevadas mesmo estando empenados.

A não conformidade na resistência mecânica dos blocos pode ser proveniente da matéria-prima utilizada devido aos argilominerais presentes. Além disso, a etapa da queima é de grande influência, pois é onde as peças adquirem resistência. Dessa forma, analisando a variação das resistências, pode-se julgar que não há uniformidade de calor dentro do forno, tendo peças recebendo mais calor que outras, e do posicionamento das peças dentro do mesmo.

Conclusão

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Na presente pesquisa foi possível compreender o processo produtivo dos blocos cerâmicos e a importância de cada etapa para a qualidade final do produto e avaliar as características físicas e mecânicas dos blocos produzidos conforme a NBR 15270:2017.

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Ambas as empresas analisadas não atenderam completamente as exigências da NBR 15270:2017, sendo rejeitadas no critério de resistência à compressão e aprovadas nas características físicas;
- Dada a importância da alvenaria, que consequentemente terá sua qualidade diretamente ligada aos blocos utilizados, ou seja, sua resistência inferior ao estipulado pela norma pode afetar a segurança dos seus consumidores, pois os mesmos são fabricados para suportar o seu peso próprio e de peças de utilização, como armários, pias e lavatórios;
- Apesar das reprovações dos blocos produzidos pela empresa A e pela empresa B, é necessária a realização de novos ensaios, para a comprovação e precisão dos resultados. Destaca-se a importância da fiscalização das etapas de produção, como garantia de qualidade dos produtos fabricados, bem como o estabelecimento de procedimentos padronizados e com as devidas técnicas.

Referências

ANFACER. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. **História da cerâmica**. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/setor-ceramico/historia-da-ceramica>>. Acesso em: 4 jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-1**: componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-2**: componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BRASIL. Portaria n.º 658, de 17 de dezembro de 2012. **Materiais e equipamentos da construção civil** – Anexo A a D. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Rio de Janeiro, RJ

SAVAZZINI-REAIS, A.; SILVA, M. S. **Análise do desempenho de blocos cerâmicos produzidos na região de Colatina-ES**. Cerâmica Industrial, vol.22, n3, p.39-46, 2017. Disponível em: <<https://ceramicaindustrial.org.br/article/doi/10.4322/cerind.2017.018>>. Acesso em: 4 jul. 2022.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pelo apoio nas visitas, coletas e transportes dos blocos, e às empresas pela disponibilização dos materiais e das informações.