

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS POR INDÚSTRIAS DO VALE DO ASSÚ-RN.

Ronygledson Araújo de Lima ¹, Marília Pereira De Oliveira²

1 Graduando do Curso Bacharelado em Ciências e Tecnologia, UFRSA, Mossoró- Rio Grande do Norte, Fone (084) 99653-7666. E-mail: ronygledson@msn.com.

2- Doutora em Engenharia Mecânica. Professora Adjunta, UFRSA, Mossoró – Rio Grande do Norte, Fone (084) 99991-5798. E-mail: marilia@ufersa.edu.br

Resumo: Os blocos cerâmicos de vedação são largamente utilizados na Indústria da Construção Civil no Brasil, e tradicionalmente empregados na confecção de alvenarias, deste modo, é de fundamental importância o estudo e análise dos processos produtivos deste insumo, tendo como finalidade verificar a condição do produto que chega ao consumidor final. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade dos blocos cerâmicos de vedação de três empresas produtoras do Vale do Assú – RN, empregando-se como parâmetros a Norma Brasileira (NBR) 15270-1:2017 e a NBR 15270-2:2017. Foram verificadas as seguintes propriedades por meio de ensaios laboratoriais: identificação, características visuais, geométricas e físicas (massa seca, massa úmida e absorção d'água), além da característica mecânica (resistência à compressão). Os resultados mostraram que, apenas uma empresa, equivalente a 33,3% do objeto de estudo, atingiu o padrão estabelecido pela norma nos ensaios de identificação e de resistência a compressão. No ensaio de caracterização visual, determinação das medidas das faces, planeza das faces e determinação do índice de absorção d'água, todas as empresas estudadas estão em conformidade com a norma. Nenhuma das empresas avaliadas atingiu o padrão especificado pela NBR em vigor nos resultados referentes à desvio em relação ao esquadro. No ensaio de determinação da espessura de septos e paredes externas apenas 2 empresas aqui estudadas, atingiu o padrão estabelecido pela norma. Pode-se concluir que, os resultados obtidos por meio do estudo, ou seja, a condição inferior dos blocos cerâmicos com base nas NBR's, dá-se em função da ausência de um controle de qualidade eficaz ao tratar de matéria prima, e processo produtivo.

Palavras-chave: Tijolos. Microrregião. Compressão. Qualidade

1. INTRODUÇÃO

Em meio a uma crise econômica vivida pelo país nos últimos anos, a construção civil não cessa de edificar, como consequência disso há uma utilização do segmento da cerâmica vermelha. Segmento esse que é responsável pela produção de telhas e blocos cerâmicos, produtos base da construção civil.

O setor cerâmico aponta ainda que com sua parcela de importância para a riqueza do país, goza de enorme participação na economia informal e é integrado principalmente por fábricas de pequeno porte [1].

Embora as indústrias de cerâmica tragam inúmeros benefícios para as regiões em que esta instalada, caso não haja uma melhoria no processo de fabricação e no controle de qualidade dos produtos, procurando melhorar os produtos e seus processos, pode-se chegar a um produto final de baixa qualidade e consequentemente uma queda na comercialização.

Segundo a SEBRAE o segmento representa 4,8% da indústria da construção civil, gerando cerca de 300 mil empregos diretos e 1,5 milhão de empregos indireto, faturando por ano uma receita de R\$ 18 bilhões de reais [2]. No Brasil, a maior parte da cerâmica vermelha é produzida por empresas de pequeno e médio porte. As indústrias encontram-se distribuídas por todo o país e estão localizadas nas regiões onde há maior disponibilidade de matéria-prima e proximidade dos grandes mercados consumidores.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade dos tijolos cerâmicos produzidos na microrregião do vale de Assú empregando-se como parâmetro as normas vigentes, através de ensaios laboratoriais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1- HISTÓRIA DE CERÂMICA

A palavra cerâmica, originária do grego “KERAMEIKOS”, que quer dizer “feito da terra”, “coisa queimada”, tem, modernamente, um sentido amplo que abrange desde a arte de fabricar objetos de barro cozido até a matéria-

prima, o artefato ou a fábrica de tais produtos. A cerâmica vermelha é assim chamada, porque possui coloração avermelhada no produto final, em função do tipo de matéria-prima utilizada [3].

Assim como a humanidade, a argila caminha de mãos dadas. A argila é utilizada em todas as sociedades já existentes, das antigas as modernas. Há achados Arqueológicos datados de 5.000 a.C, na região da Anatólia (Ásia Menor). Na Grécia, eram comuns as pinturas em cerâmicas retratando cenas de batalhas e conquistas bélicas, e, na China, a produção de peças estava relacionada à tradição religiosa.[9]

No que se refere à cerâmica vermelha, as escassas e imprecisas informações referem-se à utilização no período Colonial, a partir de técnicas de produção rudimentares introduzidas pelos jesuítas, que necessitavam de tijolos para construção de colégios e conventos [2].

2.1 - SETOR CERÂMICO NO BRASIL

No Brasil existem aproximadamente 6.903 empresas de cerâmicas e olarias, distribuídas em todos os estados da federação, que gera 293 mil empregos diretos, perto de 900 mil empregos indiretos e um faturamento anual de R\$ 18 bilhões [4].

De acordo com a Associação Brasileira de Cerâmica no Brasil, o setor cerâmico, entre outros fatores, apresenta de um modo geral, uma deficiência grande em dados estatísticos e indicadores de desempenho, ferramentas indispensáveis para acompanhar o seu desenvolvimento e melhorar a competitividade. Implicando em dificuldades de se ter um panorama mais amplo dessa importante área industrial, com diversos segmentos altamente geradores de empregos, e com forte apelo social. [8]

O Brasil dispõe de uma grande quantidade de matérias prima que o setor cerâmico necessita, além de recursos técnicos necessários, o que proporciona produtos de alta qualidade e preços competitivos a nível mundial. A indústria cerâmica brasileira produz uma variedade de produtos, tais como: tijolos maciços, tijolos furados, tijolos laminados, tabelas ou lajes, blocos de vedação e estruturais, telhas de diversos tipos, etc [7].

2.1.1 – SETOR CERÂMICO DO VALE DO ASSU

A microrregião do Vale do Assu é reconhecida no contexto potiguar e nordestino por suas riquezas naturais abundantes. Os municípios que compõem sua base geográfica – Alto do Rodrigues, Assú, Carnaubais, Ipanguaçu, Itajá, Jucurutu, Pendências, Porto do Mangue e São Rafael – reúnem importantes vantagens comparativas. Isso porque eles detêm as maiores reservas de água doce do Rio Grande do Norte (RN), solos férteis de ótima qualidade, além de um estoque de minerais diversificado ainda pouco explorado.[10]

O vale do Assu é uma das 19 microrregiões do estado do Rio Grande do Norte. Em 2006 o IBGE estimou uma população de 140.584 habitantes e está dividida em nove municípios, totalizando uma área de 4.756 km². [11]

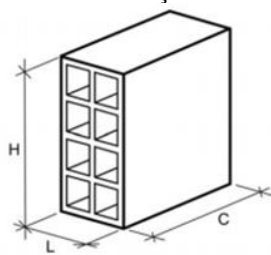
A produção do Vale do Assú, principalmente de blocos de vedação e telhas, é distribuída pelo comércio local e nas 18 cidades próximas como Mossoró, por vezes, podendo se estender a outros estados, que neste caso fica a cargo de cerâmica de médio porte [5]

As cerâmicas do Vale do Assu estão presentes em 5 (cinco) municípios, que são Assú, Itajá, Ipanguaçu, Pendências e Jucurutu, estando a maior concentração das indústrias em duas cidades, Itajá e Assú, que juntas respondem por 75% das cerâmicas dessa região. Essa foi a única região em que o número de indústrias em atividade diminuiu nos últimos onze anos. No cadastro realizado pelo SENAI em 2001 existiam 37 (trinta e sete) cerâmicas em atividade e hoje esse número foi reduzido para 34 (trinta e quatro). Os principais produtos fabricados pelas cerâmicas dessa região são as telhas e os blocos de vedação (tijolo 9x19x19), além destes outros produtos também são produzidos, como os blocos estruturais e lajotas.[10]

2.2 – BLOCOS CERÂMICO DE VEDAÇÃO

A ABNT (2017) classifica em bloco cerâmico de vedação (Figura 1) como um componente de alvenaria não participante da estrutura, que possui furos ou vazamentos prismáticos perpendiculares as faces que os conte.

Figura 1 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal



Fonte: ABNT (2017)

2.3 – NORMAS TÉCNICAS RELATIVAS AO TIJOLO CERÂMICO

Em 2017 a ABNT estabeleceu a NBR 15270, dividida em duas partes, que define termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos necessários dos blocos e tijolos a serem utilizados em obras de com ou sem função estrutural, além dos métodos para a execução dos ensaios. A parte 1 trata-se da NBR 15270-1 – Componentes cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria – Requisitos, parte 2, NBR 15270-2 – Componentes cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria – Métodos de ensaios.

2.4 – REQUISITOS GERAIS DO BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO

A NBR 15270-1 estabelece alguns parâmetros de caráter geral para caracterização dos blocos cerâmicos de vedação, que segue a abaixo: [6]

- 1- Fabricação – deve ser fabricado a partir da matéria-prima argilosa, com ou sem aditivos, e queimado a temperaturas elevadas.
- 2- Identificação – deve trazer, obrigatoriamente, a identificação do fabricante e do bloco gravada em uma de suas faces externas, em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 milímetro (mm) de altura, sem que prejudique o seu uso. Trazendo nessa inscrição no mínimo:
 - a) A identificação da empresa, (CNPJ e Razão social ou nome fantasia) e;
 - b) As dimensões de fabricação na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C) na forma (L x H x C) em centímetro, a unidade pode ser suprimida.
 - c) Indicação de rastreabilidade : Lote ou data de fabricação
 - d) Telefone do serviço de atendimento ao cliente
- 3- Unidade de comercialização – a unidade para fins de comercialização deve ser o milheiro.
- 4- Caracterização visual – não deve apresentar defeitos sistemáticos, tais como quebras, superfícies irregulares ou deformadas que impeçam seu emprego na função especificada.
- 5- Caracterização geométrica
 - a) Quanto à forma – deve possuir uma forma de um prisma reto, conforme é mostrado esquematicamente nas Figuras 2.
 - b) Quanto às dimensões do fabricante – deve seguir as indicadas no *Quadro 1*.

Quadro 1 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm		
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)
			Bloco principal 1/2 Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19 9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24 11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19 9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24 11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29 14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19 9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24 11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29 14
(1) M x (2) M x (4) M			39 19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M		11,5	24 11,5
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	11,5	14	24 11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M		19	19 9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24 11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29 14
(5/4) M x (2) M x (4) M			39 19

Fonte: ABNT NBR 15270-1 (2017)

2.4.1 – DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO

A NBR 15270-1 estabelece que as características do bloco de vedação são as características geométricas, físicas e mecânicas, descritas abaixo [6]:

- 1- Características geométricas:
 - a) Medidas das faces – dimensões efetivas;
 - b) Espessura dos septos e paredes externas dos blocos;
 - c) Desvio em relação ao esquadro (D);
 - d) Planeza das faces (F);
 - e) Área bruta
- 2- Características físicas:
 - a) Massa seca (ms);
 - b) Índice de absorção de água (AA).
- 3- Característica mecânica – resistência à compressão individual.

2.5- ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO

Designados pela NBR 15270-2 os ensaios para determinação das características geométricas, físicas e mecânicas de bloco e tijolos. Antes de iniciar os ensaios, os corpos-de-prova devem ser recebidos, identificados, limpos, retirados as rebarbas e colocado em ambiente protegido para preservar as características dos mesmos. Vale salientar que no presente estudo será da o enfoque aos parâmetros pertinentes ao bloco cerâmico de vedação, portanto, os corpos-de-prova serão conforme amostrado na ABNT NBR 15270-1.[7]

2.5.1- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Conforme a norma as determinações obrigatórias das características geométricas pertinentes ao bloco cerâmico são valores das dimensões das faces – dimensões efetivas, espessura dos septos e paredes externas do bloco desvio em relação ao esquadro e planeza das faces conforme *Quadro 2*.

Quadro 2 – Determinação das características geométricas –
Sumário dos métodos de ensaio

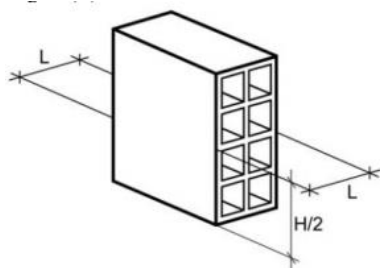
Determinações	N ^a	I ^b	Anexos	Blocos e tijolos cerâmicos
Valores das dimensões das faces – Dimensões efetivas	X		A	◊
Espessura dos septos e paredes externas do bloco e tijolo	X			◊
Desvio em relação ao esquadro	X			◊
Planeza das faces	X			◊
Área bruta	X			◊
Área líquida		X		*
^a Determinação normativa.				
^b Determinação informativa.				
Legenda				
◊ obrigatório para avaliação de conformidade				
* não obrigatório para avaliação de conformidade				

Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

2.5.1.1 – DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DAS FACES – DIMENSÕES EFETIVAS

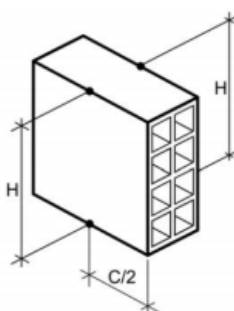
De acordo com a NBR 15270-2 para obter os valores de largura (L), altura (H) e comprimento (C) os corpos-de-prova devem ser colocados sobre uma superfície plana e indeformável e seguir com as medições nos pontos indicados nas Figuras 2, 3 e 4. [7]

Figura 2 – Locais para medições da largura (L) do bloco



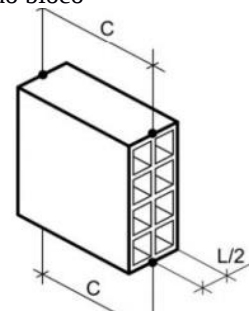
Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

Figura 3 – Locais para medições da altura (H) do bloco



Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

Figura 4 – Locais para medições do comprimento (C) do bloco



Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

A NBR 15270-1 diz que a tolerância dimensionais de blocos e tijolos de vedação relacionadas às medidas individuais são de ± 5 mm, e as tolerâncias relacionadas à média são de ± 3 mm.

2.5.1.2 – DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DOS SEPTOS E PAREDES EXTERNAS DOS BLOCOS

Segundo a NBR 15270-2 para ensaio de determinação da espessura de septos e paredes externas os corpos-de-prova devem ser colocados sobre uma superfície plana e indeformável. A espessura das paredes externas deve ser medidas nos locais indicado na Figura 5, buscando os pontos onde a espessura da parede seja a menor. [7]

Figura 5 – Posições para medir a espessura das paredes externas e septos.



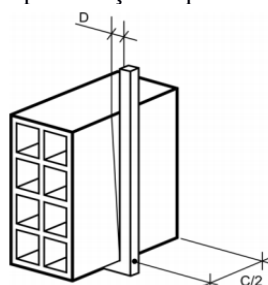
Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

A espessura mínima dos septos e das paredes externas dos blocos cerâmicos de vedação deve ser de 7 mm, com tolerância de 0,5 mm. Nos blocos e tijolos de vedação, a soma das espessuras das paredes em um mesmo corte transversal deve ser calculada a partir da dimensão real de cada parede e septo(s), devendo estar soma ser sempre maior ou igual a 20 mm, sem tolerância para o valor mínimo [6].

2.5.1.3 – DETERMINAÇÃO DO DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO

Conforme a NBR 15270-2 para determinação do desvio em relação ao esquadro, os corpos-de-prova devem ser colado em uma superfície plana e indeformável. Deve-se medir o desvio em relação ao esquadro entre as faces destinadas ao assentamento e a maior face destinada ao revestimento do reboco, conforme a figura 6. O desvio em relação ao esquadro deve ser no máximo 3 mm. [7]

Figura 6 – Desvio em relação ao esquadro – Representação esquemática

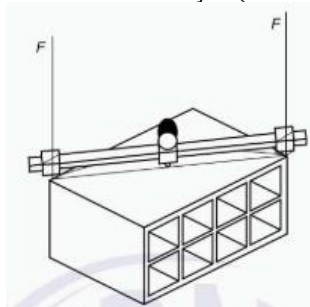


Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

2.5.1.4 – DETERMINAÇÃO DA PLANEZA DAS FACES

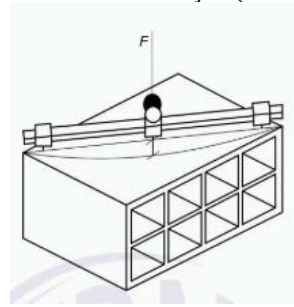
Para a execução do ensaio que determina a planeza das faces os corpos-de-prova devem ser colocados sobre uma superfície plana e indeformável. Deve-se determinar a planeza de uma das faces destinadas ao revestimento através da flecha formada na diagonal, conforme representado nas Figuras 7 e 8 e deve ser usado o defletômetro para encontrar a flecha máxima. O flecha máxima deve ser de 3 mm [6].

Figura 7 – Planeza das faces – Representação esquemática – Bloco de vedação (central)



Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

Figura 8 – Planeza das faces – Representação esquemática – Bloco de vedação (Bordas)



Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

2.5.1.5 – DETERMINAÇÃO DA ÁREA BRUTA

Área bruta é a área da seção de assentamento, delimitada pelas arestas do bloco ou tijolo, sem desconto das áreas dos furos, quando houver. Para o ensaio que determina a área bruta os corpos-de-prova devem ser colocados sobre uma superfície plana e indeformável. A área bruta de cada bloco ou tijolo com furo na horizontal é obtida pela equação $L \times H$, expressa em milímetros quadrados (mm^2).

2.5.2- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Conforme a NBR 15270-2 para a determinação das características físicas pertinentes ao bloco cerâmico, apenas o índice de absorção d'água é obrigatório, porém para se determinar o índice é necessário determinar a massa seca e a úmida, conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Determinação das características físicas
Sumário dos métodos de ensaio

Determinações	N ^a	I ^b	Anexos	Blocos e tijolos cerâmicos
Massa seca	X		B	*
Índice de absorção d'água	X			◊
Resistência à compressão dos blocos e tijolos estruturais e de vedação	X		C	◊
Índice de absorção inicial (AAI)		X	D	*
Eflorescência		X	E	*
Determinação da densidade aparente do material do bloco e tijolo		X	F	*
^a Determinação normativa. ^b Determinação informativa.				
Legenda ◊ obrigatório para avaliação de conformidade * não obrigatório para avaliação de conformidade				

Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

2.5.2.1 – DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA

Segundo a NBR 15270-2 para determinar a massa seca dos corpos-de-prova deve-se seguir os passos a seguir:

- 1- Retirar do corpo-de-prova o pó e outras partículas soltas;
- 2- Submeter os corpos-de-prova à secagem em estufa a $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- 3- Determinar a massa individual, em intervalos de 1 h, até que duas pesagens consecutivas de cada um deles difiram em no máximo 0,25%, pesando-os imediatamente após a remoção da estufa;
- 4- medir a massa seca (M_s) dos corpos-de-prova após a estabilização das pesagens, nas condições acima estabelecidas, expressando-as em gramas. [7]

2.5.2.2 – DETERMINAÇÃO DA MASSA ÚMIDA

Após a determinação da massa seca, os corpos-de-prova devem ser colocados em um recipiente completamente imersos na água a temperatura ambiente, o recipiente deve ser aquecido gradativamente até a água em seu interior entrar em ebulição. Os corpos-de-prova devem ser mantidos completamente imersos em água fervente por 2h, o volume de água evaporado deve ser repostado. Transcorrido o tempo de imersão de 2 h de fervura, deve ser interrompida a operação e os corpos-de-prova devem ser resfriados via substituição lenta da água quente do recipiente por água à temperatura ambiente. Em seguida deve retirar o excesso de água dos corpos-de-prova com auxílio de um pano limpo e úmido, observando-se que o tempo decorrido entre a remoção do excesso de água na superfície e o término das pesagens não deve ser superior a 15 minutos.

A massa úmida é encontrada pela pesagem de cada corpo-de-prova saturado, obtendo assim o resultado expresso em gramas.

2.5.2.3 – DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA

De acordo com a NBR 15270-1 o índice de absorção d'água não deve ser inferior a 8% nem superior a 22%. O índice de absorção d'água (AA) de cada corpo-de-prova é determinado pela expressão: [6]

$$AA(\%) = \frac{M_h - M_s}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

M_h = Massa úmida (g)

M_s = Massa Seca (g)

2.5.3 – CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

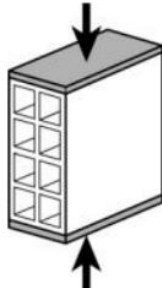
As determinações obrigatórias das características mecânicas pertinentes ao bloco cerâmico é apenas de resistência a compressão [7].

2.5.3.1- DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS

Segundo a NBR 15270-2 após obtenção das medidas das faces e estas estando em conformidade com esta norma, segue-se com o capeamento para a regularização das faces de trabalho dos corpos-de-prova, deve-se utilizar pastas de cimento ou argamassas com resistências superiores às resistências dos blocos na área bruta, este procedimento deve apresentar-se plano e uniforme no momento do ensaio, não sendo permitidos remendos e a sua espessura máxima não deve exceder 3 mm. Alternativa para regularização das faces de trabalho dos corpos-de-prova é por meio de uma retífica.

Ambas as faces do corpo-de-prova devem estar devidamente regularizadas e planas, conforme a *Figura 9*, logo em seguida, todos os corpo-de-prova devem ser ensaiados de modo que a carga seja aplicada sempre perpendicularmente ao comprimento e na face destinada ao assentamento, vale lembrar que o corpo de prova deve ser colocado na prensa de modo que o centro de gravidade esteja no eixo da carga dos pratos da prensa [7].

Figura 9- Compressão axial de bloco de vedação



Fonte: ABNT NBR 15270-2 (2017)

De acordo com a NBR 15270-1 a resistência à compressão dos blocos cerâmicos de vedação deve atender aos valores mínimos de 1,5 Mpa: [6]

Para execução deste ensaio foi utilizada uma prensa mecânica para concreto da EMIC® de modelo PC150C, provida de dispositivo que assegura a distribuição uniforme dos esforços no corpo-de-prova, porém os pratos de apoio têm dimensões menores do que os corpos-de-prova e para compensar fez-se necessário à utilização de duas placas de aço conforme especificado na NBR 15270-2.[7]

3.0 – METODOLOGIA

3.1 – CARACTERIZAÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO

Inicialmente foram selecionadas três empresas produtoras de blocos cerâmicos de vedação do vale do Assu, os blocos cerâmicos de vedação passaram por ensaios para analisar a identificação, características visuais, características geométricas, características físicas e características mecânicas dos tijolos cerâmicos de vedação conforme a NBR 15270-1 (2017) Parte 1 – Componentes cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria – Requisitos e a NBR 15270-2 (2017) Parte 2 – Componentes cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria – Métodos de ensaios. Os experimentos foram realizados, no LEMAT (Laboratório de Ensaio de Materiais) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido no campus Mossoró.

3.2 – MATERIAIS UTILIZADOS

Para os ensaios foram utilizados blocos cerâmicos de vedação de 8 furos na horizontal com dimensões 9x19x19 conforme *Figura 10*.

Figura 10 – Bloco de vedação de 8 furos na horizontal



Fonte: Autoria Própria (2018)

Para preservar a imagem das empresas de cerâmicas selecionadas, as marcas foram identificadas pelas letras A, B e C.

Quadro 4- Distribuição das amostras

MARCAS	CIDADES DE ORIGEM	AMOSTRAS
A	ITAJÁ	13
B	ASSU	13
C	IPANGUAÇU	13

FONTE: Autoria Própria (2018)

4.0 – RESULTADOS E DISCURSÕES

4.1 – IDENTIFICAÇÃO

De acordo com a norma 15270-1 o bloco de vedação deve trazer obrigatoriamente, gravado em uma das duas faces externas, a identificação do fabricante e as dimensões do bloco, na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C), CNPJ assim como a razão social ou nome fantasia. Nos blocos cerâmicos analisados apenas a empresa B apresentou as informações necessárias, entretanto as empresas A e C exibiu informações incompletas, conforme *Quadro 5*. Vale destacar que a empresa A apresentou a identificação, porém as dimensões gravadas estavam erradas. [6]

Quadro 5 – Inspeção de identificação

Requisito obrigatório	Número de amostras em conformidade com a norma		
	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Identificação	0 (0%)	13 (100%)	0 (0%)
Avaliação	Rejeitada	Aceita	Rejeitada

Fonte: Autoria própria (2018)

4.2 CARACTERÍSTICAS VISUAIS

Segundo a norma 15270-1 para o ensaio de caracterização visual a análise de aceitação e rejeição do lote de fabricação devem ser observado os limites estabelecidos segundo o *Quadro 6*. [6]

Quadro 6 – Aceitação e rejeição do ensaio de caracterização visual

Nº de blocos constituintes		Unidades não-conformes			
		1ª amostragem		2ª amostragem	
1ª amostragem	2ª amostragem	Nº de aceitação	Nº de rejeição	Nº de aceitação	Nº de rejeição
13	13	2	5	6	7

Fonte: ABNT NBR 15270-1 (2017)

A norma cita que o bloco cerâmico de vedação não deve apresentar defeitos sistemáticos que impeçam o seu emprego na função destinada. Nos blocos analisados (*Quadro 7*), todas as empresas apresentaram pequenos número de deformidades como trincas, rachaduras e deformações. As imperfeições não impedem o seu uso, por isso as empresas são aceitas na inspeção visual.

Quadro 7 – Inspeção visual

Requisito obrigatório	Número de amostras em conformidade com a norma		
	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Deformidades	13	13	13
Avaliação	Aceita	Aceita	Aceita

Fonte: Autoria própria (2018)

4.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

De acordo com a norma NBR 15270-1 a aceitação e rejeição dos ensaios (determinação das medidas das faces, determinação da espessura dos septos e das paredes externas, desvio em relação ao esquadro e planeza das faces) para características geométricas devem seguir os parâmetros do *Quadro 8* a seguir. [6]

Quadro 8 – Aceitação e rejeição na inspeção por ensaios.

Nº de blocos constituintes	Unidades não-conformes	
Amostragem simples	Nº para aceitação do lote	Nº para rejeição do lote
13	2	3

Fonte: ABNT NBR 15270-1 (2017)

4.3.1 – DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DAS FACES-DIMENSÕES EFETIVAS

Conforme a NBR 15270-1 e a NBR 15270-2 as dimensões de largura, altura e comprimento devem ser avaliadas individualmente e também pela média de cada amostra (Quadro 9).

Quadro 9 – Quantidades de tijolos que ultrapassara a tolerância das dimensões individuais e média

Parâmetros		Empresa A	Empresa B	Empresa C
Avaliação individual	Largura	0	0	1
	Comprimento	0	0	0
	Altura	0	0	0
	Avaliação	Aceita	Aceita	Aceita
Avaliação em relação à média	Largura	0	0	0
	Comprimento	0	0	0
	Altura	0	0	0
	Avaliação	Aceita	Aceita	Aceita

Fonte: Autoria própria (2018)

De acordo com os dados obtidos a partir do ensaio, todas as empresas foram aprovadas considerando tanto os blocos individualmente, quanto a média, visto que se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma. Vale destacar que apenas um bloco, que integra a amostra da empresa C, foi rejeitado na largura, visto que ultrapassa a tolerância de 5 mm, conforme quadro 3, porém enquadra-se na tolerância do lote, conforme quadro 8.

4.3.2 DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DOS SEPTOS E PAREDES EXTERNAS DOS BLOCOS

No quadro 10 encontra-se a quantidade de blocos cerâmicos que obtiveram medidas inferiores a exigida pela norma. A espessura mínima dos septos dos blocos cerâmicos de vedação deve ser 6 mm e a das paredes externas deve ser 7 mm [6].

Quadro 10 – Número de blocos cerâmicos rejeitados

Empresa A	Empresa B	Empresa C
Paredes externas	Paredes externas	Paredes externas
0	1	6
Aceita	Aceita	Rejeitado

Fonte: Autoria própria (2018)

Conforme resultados observados, constatou-se que a empresa C obteve valores individuais inferiores estabelecido pela norma, sendo assim rejeitado em ambas as análises. A empresa A e B obteve valores individuais acima do recomendado pelas normas em vigor.

4.3.3 DETERMINAÇÃO DO DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO (D)

No quadro 11 a seguir mostra quantidade de blocos que não atenderam a dimensão tolerável para desvio de esquadro. Segundo a NBR 15270-1 o desvio em relação ao esquadro deve ser no máximo 3 mm.[6]

Quadro 11 – Número de blocos cerâmicos rejeitados

Empresa A	Empresa B	Empresa C
4	6	7
Rejeitado	Rejeitado	Rejeitado

Fonte: Autoria própria (2018)

Como mostrado no Quadro 11 nenhuma das empresas atendeu ao requisito da norma NBR 15270-2. Vale destacar que alguns blocos da empresa B e C apresentaram valores muito superiores do determinado pela norma, com uma variação de duas vezes o permitido pela norma.

4.3.4 DETERMINAÇÃO DA PLANEZA DAS FACES (F)

De posse dos valores obtidos nos ensaios de determinação da planeza das faces obtivemos resultados satisfatórios, dos 39 blocos analisados, apenas 2 (quadro 12) blocos de empresas diferentes excederam o valor máximo permitido pela norma NBR 15270-1. [6]

Quadro 12 – Número de blocos cerâmicos rejeitados

Número de Blocos com Flechas excedentes		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
0	1	1
Aceita	Aceita	Aceita

Fonte: Autoria própria (2018)

4.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

4.4.1- ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA

Segundo a NBR 15270-1 são necessários fazer a análises em apenas 6 blocos conforme o quadro 13.[6]

Quadro 13 - Aceitação e rejeição na inspeção por ensaio

Nº de blocos constituintes	Unidades não-conformes	
Amostragem simples	Nº para aceitação do lote	Nº para rejeição do lote
6	1	2

Fonte: ABNT NBR 15270-1 (2017)

Conforme mostrado no Quadro 14, verificou-se que apenas uma amostra de cada empresa (empresa A e B) apresentou um índice de absorção d'água abaixo do determinado pela norma, que é de 8% a 25%. Já a empresa C obteve todas as amostras dentro do intervalo de aceitação da norma.

Quadro 14- Determinação do índice de absorção d'água individual (AA)

Parâmetros		Amostras					
		1	2	3	4	5	6
Empresa A	Massa seca (Kg)	2,542	2,438	2,490	2,512	2,518	2,522
	Massa úmida (Kg)	2,805	2,624	2,705	2,728	2,756	2,766
	Absorção d'água	10,35%	7,63%	8,63%	8,60%	9,45%	9,67%
Empresa B	Massa seca (Kg)	2,298	2,310	2,328	2,286	2,340	2,280
	Massa úmida (Kg)	2,552	2,548	2,601	2,535	2,590	2,449
	Absorção d'água	11,05%	10,30%	11,73%	10,89%	10,68%	7,41%
Empresa C	Massa seca (Kg)	2,510	2,152	2,356	2,400	2,364	2,348
	Massa úmida (Kg)	2,759	2,362	2,600	2,644	2,605	2,579
	Absorção d'água	9,92%	9,76%	10,36%	10,17%	10,19%	9,84%

Fonte: Autoria própria (2018)

Os valores médios do índice de absorção d'água das empresas avaliadas esta descrita no quadro 15.

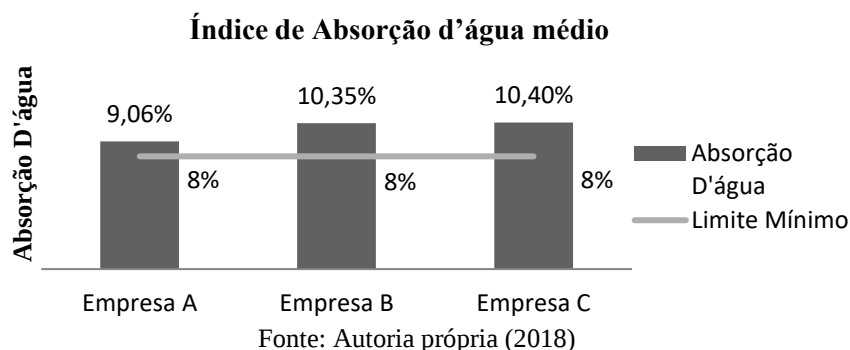
Quadro 15 - Índice de Absorção d'água médio

Parâmetro	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Absorção d'água (%)	9,06%	10,35%	10,04%
Avaliação	Aceita	Aceita	Aceita

Fonte: Autoria própria (2018)

Portanto, todas as empresas estão de conformidades com a norma apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – índice de absorção d'água



4.5 – CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

4.5.1 – ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

De acordo com o quadro 16 todas as amostras das empresas A e C ficaram abaixo do limite de resistência a compressão estabelecida pela norma NBR 15270-1 que é de 1,50 Mpa. Já a empresa B foi a única marca que atendeu aos parâmetros normativo, obtendo resultados satisfatórios no ensaio, atingindo sempre valores acima do estabelecido.

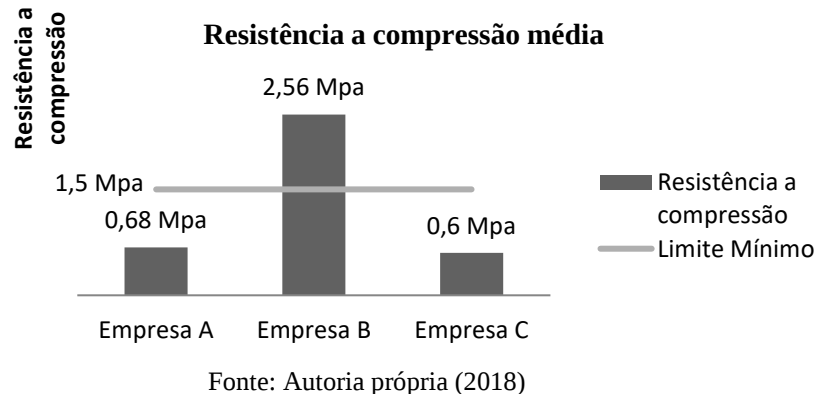
Quadro 16- Resistência a compressão

RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO			
	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Amostra	Tensão (Mpa)	Tensão (Mpa)	Tensão (Mpa)
1	0,56	1,80	0,61
2	0,52	2,64	0,59
3	0,78	2,29	0,78
4	0,55	3,21	0,71
5	0,71	2,29	0,66
6	0,96	2,54	0,35
7	0,53	1,85	0,70
8	0,73	3,16	0,67
9	0,83	2,57	0,57
10	0,62	2,60	0,56
11	0,66	3,29	0,76
12	0,58	2,30	0,48
13	0,77	2,71	0,38
MÉDIA	0,68	2,56	0,60

Fonte: Autoria própria (2018)

No gráfico 2 encontra-se o valor médio da resistência a compressão dos blocos cerâmicos em MPa.

Gráfico 2 – Resistência à compressão média



5.0 – CONCLUSÕES

Em geral, foi possível observar que, os blocos cerâmicos de vedação das empresas avaliadas, apresentaram resultados satisfatórios, porém, em alguns dos ensaios realizados, estes ficaram aquém dos padrões estabelecidos nas NBR's 15270-1:2017 e 15270-2:2017, como os de desvio em relação ao esquadro, de identificação, e do ensaio de compressão.

Nos experimentos de caracterização visual, determinação das medidas das faces, planeza das faces, e quanto ao índice de absorção d'água, todas as empresas estudadas estão em conformidade com os padrões estabelecidos nas normas utilizadas como parâmetro. Ao tratar do desvio com relação ao esquadro, pôde-se perceber que nenhuma das empresas avaliadas atingiu o padrão especificado pela norma em vigor.

Ao verificar a espessura dos septos e paredes externas, apenas as empresas A e B foram aceitas, já a empresa C foi rejeitada por não atender o mínimo exigido pela norma. Nos experimentos de resistência a compressão e identificação, apenas a empresa B atingiu o padrão mínimo exigido pela norma, as demais obtiveram valores inferiores ao limite determinado.

Conclui-se que, para que as empresas se adequem aos padrões estabelecidos nas NBR's 15270-1:2017 e 15270-2:2017, é necessário que se realize um controle de qualidade eficaz da matéria prima empregada na produção dos tijolos de cerâmica, e no seu processo de fabricação, de modo que seja possível observar as falhas que comprometem a condição do produto que é distribuído ao consumidor final.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RODRIGUES, Bruno Noronha. **Estudos das propriedades mecânicas de produtos cerâmicos da microrregião do Baixo Jaguaribe - CE**. 2013. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.
- [2] SEBRAE; ESPM. **Cerâmica vermelha: estudos de mercado**. São Paulo: SEBRAE Nacional, 2008.
- [3] BACCELLI, G. **Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Sertão - RN**. 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010
- [4] ANICER. **Associação Nacional da Indústria Cerâmica**. Disponível em: <<https://www.anicer.com.br/anicer/setor/>> Acesso em: 10 Jun 2018.
- [5] PEREIRA, Danielle Dantas. **Qualidade de uma amostra de telhas produzidas no vale do Assú conforme as normas vigentes**. 2014. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.
- [6] ABNT. **NBR 15270-1 Componentes cerâmicos – Parte 1: Componentes cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria – Requisitos**. ABNT: Rio de Janeiro, 2017.
- [7] ABNT. **NBR 15270-2 Componentes cerâmicos – Parte 2: Blocos e tijolos para alvenaria – Métodos de ensaios**. ABNT: Rio de Janeiro, 2017
- [8] ABC. **Informações Técnicas – Definição e Classificação**. 2002. Disponível em: <www.abceram.com.br>. Acesso em 26 jun. 2018.
- [9] OLIVEIRA, Fabson Emerson. **Acompanhamento da produção industrial em cerâmica da microrregião do Vale do Assu: estudo de caso**. 2011. 64 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2011.
- [10] – SEBRA/RN - **Diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha do Rio Grande do Norte: relatório final** - Natal: SEBRAE/RN, 2013 Disponível em: < <https://bit.ly/2OGetzp>>. Acesso em 17 jun. 2018.
- [11] CIDADE BRASIL. **MICROREGIÃO DO VALE DO ASSU** <<https://www.cidade-brasil.com.br/microrregiao-do-vale-do-acu.html>> Acesso em 17 ago. 2018.