

NOVO TIPO DE BLOCO CERÂMICO HÍBRIDO PARA EDIFICAÇÕES EM ALVENARIAS ESTRUTURAIS

CÁSSIO FREIRE CÂMARA¹, UÍLAME UMBELINO GOMES².

¹Dr. em Ciências e Engenharia dos Materiais, UFRN, Natal-RN, cfcamara@infra.ufrn.br;

²Dr. Prof. Do PPGCEM, UFRN, Natal-RN, umbelino@dfte.ufrn.br.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019.

RESUMO: Este estudo apresenta um bloco cerâmico híbrido cuja utilização reside nas edificações executadas com alvenarias estruturais. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa sobre as exigências e/ou normatizações vigentes no Brasil a cerca de blocos cerâmicos estruturais, fazendo uso das experiências nos outros países. Este trabalho busca novos materiais e/ou produtos com a finalidade de manter ou elevar a resistência à compressão dos blocos cerâmicos, sem desprezar as demais propriedades. Após a sinterização dos corpos-de-prova a temperaturas de 900°C, 1000°C e 1100°C com taxa de aquecimento de 5°C/minuto e patamar de 1 hora, as amostras foram encaminhadas para a realização dos ensaios (resistência a compressão e absorção de água) e calculado as respectivas retrações, que posteriormente foram realizados as análises dos resultados de acordo com os critérios e parâmetros exigidos pelas Normas e Legislação brasileira vigente.

PALAVRAS-CHAVE: Bloco; cerâmico; híbrido; argila; pó de brita; resistência à compressão; absorção de água; reciclagem industrial; meio ambiente alvenaria e estrutural.

NEW TYPE OF HYBRID CERAMIC BLOCK FOR BUILDINGS IN STRUCTURAL STRUCTURES

ABSTRACT: This study presents a hybrid ceramic block the use of which is performed in buildings with structural walls. Initially, we conducted a survey about the requirements and / or norms in force in Brazil about structural ceramics blocks, using the experiences of other countries. This work seeks new materials and / or products in order to maintain or increase the compressive strength of ceramic blocks, without neglecting the remaining properties. After sintering the specimens used in the test temperatures of 900°C, 1000°C and 1100°C with a heating rate of 5°C/minute and soak 1 hour, samples were sent for the tests (compressive strength and water absorption) and calculated their retractions, which were later carried out the analysis of the results according to the criteria and parameters required by Brazilian law and rules in force.

KEYWORDS: Block; Ceramic; hybrid; clay; gravel dust; compressive strength; water absorption; industrial recycling; environment and structural masonry.

INTRODUÇÃO

O aumento da competitividade impõe às indústrias do setor cerâmico a necessidade de elevar a qualidade de seus produtos. Por outro lado, cada vez mais o tratamento adequado da questão ambiental relacionada aos processos de produção é um fator diferencial, que pode ser decisivo na escolha de um determinado produto pelo mercado cada vez mais exigente.

Diversos países, inclusive o Brasil, já utilizam a reciclagem (resíduo industrial), seja como matéria-prima para fabricação de um novo produto ou através da incorporação junto a outros materiais (caso desta dissertação).

O bloco cerâmico híbrido é um produto constituído basicamente por agregados miúdos, dispersos em uma matriz formada pelas reações químicas durante a hidratação da argila e do pó de brita pela água.

Este produto apresenta grande relevância prática na atualidade, pois a cada dia a modalidade de execução das edificações em alvenaria estrutural cresce em maior escala que as edificações em estrutura de concreto armado convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

A argila utilizada na confecção dos corpos-de-prova desta dissertação foi coletada na região do município de Assu/RN, pois nesta região concentra-se a maior quantidade de olarias do estado.

O pó de brita utilizado é de origem granítica e foi coletado na jazida localizadas no município de Caicó/RN.

Inicialmente os materiais (argila e pó de brita) foram colocados em um moinho de bolas, cujo equipamento é uma ferramenta eficaz para moagem fina de pós. Após os materiais serem moídos foi realizado o seu peneiramento. Essa classificação por tamanho, portanto, é feita por barreira mecânica, ou seja, um processo do tipo "passa/não passa" e as barreiras são constituídas pelos fios da malha.

Em seguida os materiais foram misturados manualmente sobre superfície limpa através da utilização de ferramentas manuais (pás e enxadas) conforme os percentuais (100% de argila e 0% de pó de brita, 95% de argila e 5% de pó de brita, 90% de argila e 10% de pó de brita e 85% de argila e 15% de pó de brita) propostos inicialmente na pesquisa e umedecidos com um percentual de aproximadamente 18% de água, sendo esta "pasta", posteriormente, inserida na extrusora. Este procedimento foi realizado para moldagem dos corpos de prova com dimensões de aproximadamente 7,2 x 3,5 x 6,5 centímetros e como a geometria da matriz permanece inalterada, os produtos extrudados obtiveram seção transversal constante.

Após a moldagem dos corpos de prova utilizando formulações diferentes, ou seja, F1, F2, F3 e F4 (0%, 5%, 10% e 15% de pó de brita respectivamente), foram realizados a identificação, a numeração (01 a 42), a pesagem e a medição das dimensões dos mesmos (após a extrusão – úmido e após a sinterização - seco) com a utilização de uma balança e um paquímetro digital. A Sinterização foi realizada num forno tipo MUFLA, cujas temperaturas utilizadas nos corpos de prova foram 900oC, 1000oC e 1100oC, com uma taxa de aquecimento de 5oC/minuto e um patamar de 01 (uma) hora.

A Tabela 1 abaixo apresenta um resumo da simbologia adotada para identificação das amostras.

Tabela 1 - Simbologia usada na identificação dos corpos-de-prova.

Formulações	Teores de argila	Teores de pó de brita
F1 (de 1 a 42)	100%	0%
F2 (de 1 a 42)	95%	5%
F3 (de 1 a 42)	90%	10%
F4 (de 1 a 42)	85%	15%

Posteriormente foi analisada a capacidade que os corpos-de-prova têm de absorver individualmente as tensões verticais impostas aos mesmos. Para o ensaio de Resistência à Compressão eles foram recebidos, identificados, limpos, retiradas as rebarbas e colocados em ambiente protegido que preservou suas características originais. Cada corpo-de-prova é constituído por um bloco cerâmico híbrido, íntegro e isento de defeitos, amostrado de acordo com as ABNT NBR 15270-1 e ABNT NBR 15270-2.

Os corpos-de-prova foram colocados na prensa de modo que o seu centro de gravidade esteja no eixo de carga dos pratos da prensa; o ensaio de compressão foi procedido regulando os comandos da prensa, de forma que a tensão aplicada e calculada em relação à área bruta se eleve progressivamente à razão de $0,05 \pm 0,01$ MPa/s.

Em seguida foi analisada a quantidade de água em relação aos demais materiais que cada corpo-de-prova adquiriu, através do preenchimento de seus poros, após ser realizado o ensaio. Os corpos-de-prova foram submetidos novamente à estufa durante 24 horas antes de ser realizado o ensaio – isto justifica a redução dos seus respectivos pesos secos. Eles foram recebidos, identificados, limpos, as rebarbas retiradas, determinado a suas respectivas massas secas (ms) e colocados em ambiente protegido que preserve suas características originais.

Após a determinação das massas secas (ms), os corpos-de-prova foram colocados em um recipiente de dimensões apropriadas, preenchido com água à temperatura ambiente, em volume suficiente para mantê-los totalmente imersos. O recipiente foi gradativamente aquecido até a água no seu interior entrar em ebulição, os corpos-de-prova foram mantidos completamente imersos em água fervente por 2 h e em seguida determinadas as respectivas massas úmidas (mu).

Partindo do pressuposto de que a retração linear consiste na variação das dimensões lineares em porcentagem e seu valor será positivo quando houver retração e negativo quando houver expansão, foram realizadas duas aferições das dimensões (comprimento, largura e altura) dos corpos-de-prova, ou seja, a primeira antes da sinterização e a segunda após a queima dos mesmos.

O índice de retração (RT) de cada corpo-de-prova é determinado pela equação “A”:

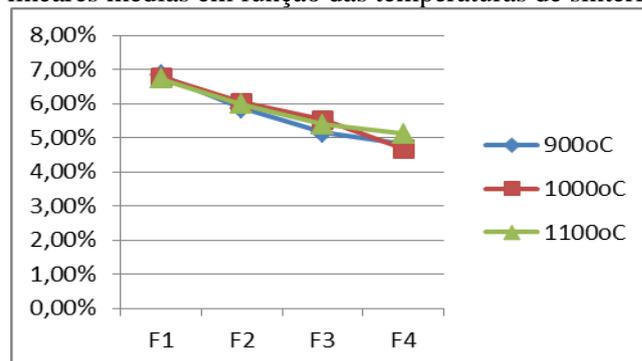
$$RT (\%) = \frac{C_u - C_s}{C_u} \times 100$$

onde Cu e Cs representam o comprimento úmido e o comprimento seco de cada corpo-de-prova, respectivamente, expressas em centímetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

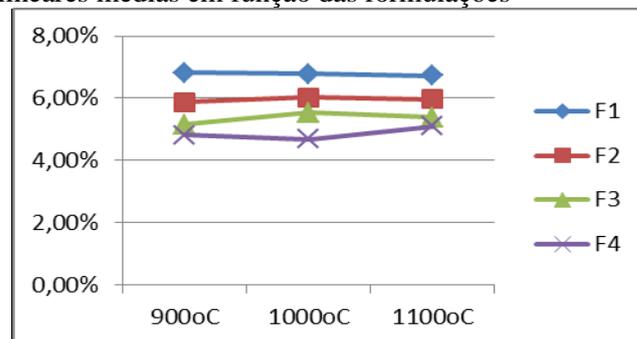
Após uma análise dos resultados obtidos através da relação entre as medidas dos corpos-de-prova secos e úmidos, observa-se que em todas as amostras estudadas a retração linear de queima ficou na faixa de 4,31% e 7,52%, ou seja, na formulação F1 estes percentuais variaram entre 6,09% e 7,52%, na formulação F2 entre 4,75% e 6,69%, na formulação F3 entre 4,50% e 6,34% e na formulação F4 a variação se deu entre 4,31% e 6,06%. Após observar os resultados, pode-se constatar que quanto mais se acrescenta pó de brita ocorre um decréscimo da retração linear, conforme percentuais médios ilustrados no gráfico da Figura 1 abaixo:

Figura 1 - Retrações lineares médias em função das temperaturas de sinterização.



Analisando as retrações lineares dos corpos-de-prova, levando em consideração as respectivas temperaturas de sinterizações dos blocos, constata-se que a 900°C estes percentuais variaram entre 4,31% e 7,34%, a 1000°C estes percentuais variaram entre 4,41% e 7,52% e a 1100°C estes percentuais variaram entre 4,45% e 7,37%, ou seja, com a elevação da temperatura de sinterização, a retração linear dos corpos-de-prova se mantém constante (com relativa redução provocada pela liberação de gases no processo de sinterização) sem apresentar alterações relevantes, conforme percentuais médios ilustrado no gráfico da Figura 2 a seguir:

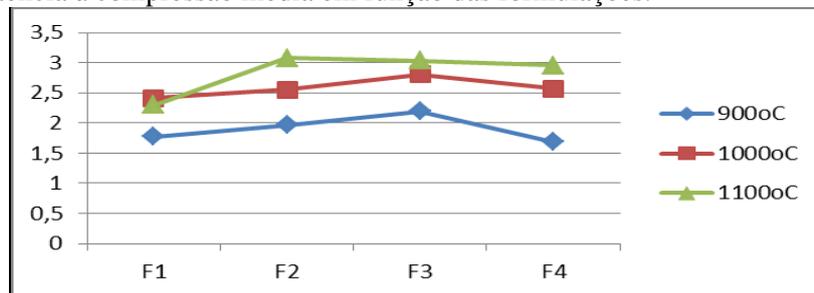
Figura 2 - Retrações lineares médias em função das formulações



Após a análise acerca dos resultados obtidos através do ensaio de compressão destaca-se que: a adição 5% de pó de brita na argila eleva a resistência à compressão em média 7%, a adição 10% de

pó de brita na argila eleva a resistência à compressão em média 16% e a adição 15% de pó de brita na argila eleva a resistência à compressão em média 3%, mostrando uma tendência de diminuição da resistência à compressão, caso continue sendo elevado o percentual de pó de brita, conforme gráfico ilustrado na Figura 3 abaixo:

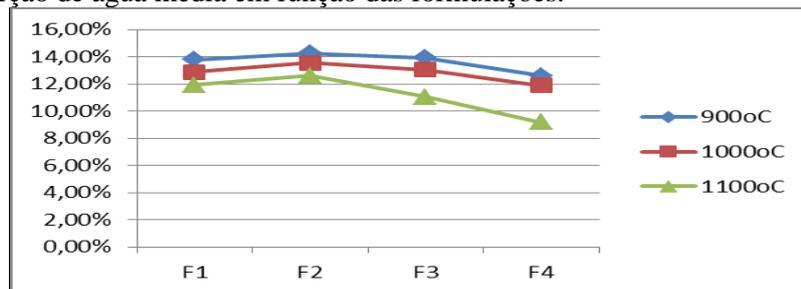
Figura 3 - Resistência à compressão média em função das formulações.



No tocante ao ensaio de absorção de água, viu-se que as quatro formulações (F1, F2, F3 e F4) utilizadas encontram-se dentro do intervalo exigido pela Norma ABNT NBR 15270-2, ou seja, entre 8% e 22%.

Após comparar os resultados obtidos, observou-se que o percentual de absorção de água dos corpos-de-prova eleva-se inicialmente se comparado com a formulação F1 e em seguida diminui com a adição de pó de brita, ou seja, sem a adição do pó de brita na argila o percentual de absorção médio é de 12,68%, com a adição de 5% de pó de brita na argila o percentual de absorção médio é de 13,06%, com a adição 10% de pó de brita na argila o percentual de absorção médio é de 12,66% e, finalmente, com a adição 15% de pó de brita na argila o percentual de absorção média é de 11,22%, conforme gráfico ilustrado na Figura 4 a seguir:

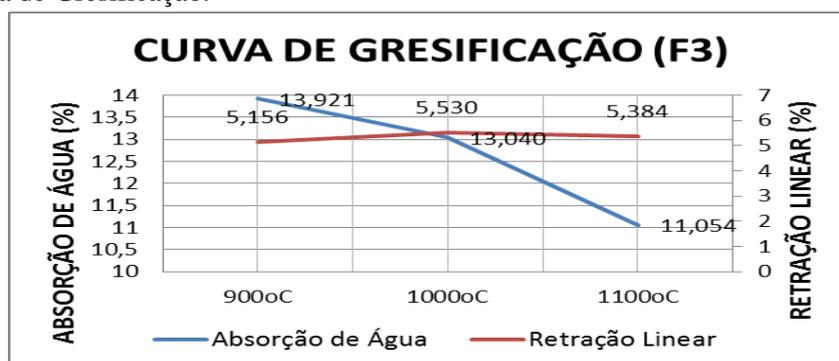
Figura 4 - Absorção de água média em função das formulações.



A menor absorção de água conseguida neste trabalho foi de 8,00% para a amostra da formulação F4 (85% de argila e 15% de pó de brita) sinterizado a 1100°C e apresentaram os menores valores de absorção de água. A maior absorção de água conseguida neste trabalho foi de 14,50% para a amostra da formulação F2 (95% de argila e 5% de pó de brita) sinterizado a 900°C e apresentaram os maiores valores de absorção de água.

Após a obtenção dos resultados, foi elaborada a curva de gresificação (representação gráfica simultânea das variações da absorção de água e retração linear das peças) do material utilizando a formulação mais satisfatória (F3) para os trabalhos, com o objetivo de determinar a temperatura de sinterização ideal do ponto de vista de aproveitamento das massas, ou seja, indicando o ponto ótimo de queima do material, conforme gráfico demonstrado na Figura 5 abaixo:

Figura 5 - Curva de Gresificação.



Após a elaboração da curva de gresificação, constatou-se que a temperatura de queima mais indicada para a Formulação F3 é de aproximadamente 990°C, devido aos melhores índices de absorção e retração linear.

CONCLUSÃO

Após compilação dos resultados obtidos experimentalmente constata-se que, levando em consideração a retração linear, percentual de absorção de água e resistência a compressão, os blocos cerâmicos híbridos com a adição de 10% de pó de brita (F3) e sinterizados a 1100°C obtiveram os resultados mais satisfatórios.

Considerando o resultado da curva de gresificação a partir dos dados dos ensaios de absorção de água e retração linear dos corpos-de-prova referentes à formulação F3, foi identificada a temperatura de sinterização ideal ou temperatura de gresificação (aproximadamente 990°C) para que a relação entre o percentual de absorção e o percentual de retração seja a mais favorável possível do ponto de vista de aproveitamento de matéria-prima na confecção dos blocos cerâmicos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, ao Professor Dr. Uílame Umbelino Gomes, pela imprescindível orientação neste trabalho, ao coordenador do Laboratório de Materiais Cerâmicos da UFRN, Sr. Jean Carlos Silva de Andrade, ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da UFRN, à UFRN pela disponibilização de todos os equipamentos dos seus laboratórios e agradeço também, em especial, a toda minha família pelo apoio dado.

REFERÊNCIAS

- DUARTE, R. B. Recomendações para o Projeto e Execução de Edifícios de Alvenaria Estrutural. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Porto Alegre, p.79, 1999.
- SANTOS, P.S. Ciência e Tecnologia de Argilas, 2 ed. São Paulo, Edgard Blucher, c1989. 2v.II. A ed. Anterior tem o título “Tecnologia das Argilas, Aplicadas as Argilas Brasileiras”.
- RAMALHO, Marcio A. e CORRÊA, Márcio R. S. Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural. São Paulo/SP, Brasil: Editora Pini – 1ª edição e 1ª tiragem, 2003.
- GUY, A. G. Ciência dos Materiais. São Paulo/SP, Brasil: Editora da Universidade de São Paulo – 1ª edição, 1980.
- MANNHEIMER, Walter A. Microscopia dos Materiais. Rio de Janeiro/RJ, Brasil: E-papers Serviços Editoriais – 1ª edição, 2002.
- GOMES, Uílame Umbelino. Tecnologia dos pós – Fundamentos e Aplicações. Rio Natal/RN, Editora UFRN – 1ª edição, 1995.
- ACCHAR, Wilson. Estrutura e Propriedades de Materiais Cerâmicos. Natal/RN, EDUFRN - Editora da UFRN – 1ª edição, 2010.
- Anais do 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Estudo da Alteração de Peças Cerâmicas Incorporadas com Resíduos de Granito através do ensaio de Ciclos de Umidade – Parte II, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7171: Bloco Cerâmico para alvenaria. Especificação. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8042: Bloco Cerâmico para alvenaria. Formas e dimensões. Padronização. Rio de Janeiro, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-6461: Bloco Cerâmico para alvenaria. Verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, ABNT, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-7217: Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-7126: Amostragem de Agregados. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-15270-2: Componentes Cerâmicos Parte 1: Blocos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural – Terminologia e Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-15270-3: Componentes Cerâmicos Parte 1: Blocos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural e de Vedação – Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2005.