

## **ENSAIOS FÍSICOS DE CORPOS CERÂMICOS COM ADIÇÃO DE ARENITO AÇU**

LUIZ FELIPE PEREIRA DE MEDEIROS NÓBREGA<sup>1\*</sup>, MARCONDES MENDES DE SOUZA<sup>2</sup>; YURI SOUZA GOMES<sup>3</sup>; DANTE DE LIMA FERNANDES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudante do curso técnico em mineração, IFRN, Natal-RN, junior.luiz09@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor Dr. do IFRN-Campus Natal Central, IFRN, Natal/RN, mmsouza2003@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Estudante do curso técnico em mineração, IFRN, Natal-RN, ysgomes98@gmail.com

<sup>4</sup> Estudante do curso técnico em mineração, IFRN, Natal-RN, dantedelimafernandes@hotmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** O arenito é uma rocha sedimentar formada principalmente por grãos de quartzo. No Rio Grande do Norte, tem-se a Bacia Potiguar com as Formações Jandaíra e Açú. Esta última é constituída por camadas espessas de arenitos de cor esbranquiçada. Ela tem destaque como armazenador de água no estado, porém também é usada para agregados para a construção civil. Este artigo objetivou o uso do arenito dessa formação na massa cerâmica para revestimento. Inicialmente, foi feita a amostragem do material. Ele passou pelo processo de cominuição para alcançar a granulometria necessária. Após isso foram feitas três formulações para incorporar esse novo material aos tradicionais. Os métodos foram realizados de acordo com a ISO 13816. Depois da sinterização a 1200°C, os corpos-de-prova foram submetidos aos ensaios físicos. Foi obtido um resultado positivo para a utilização do arenito Açú em baixas concentrações. É claro, portanto, o seu uso na cerâmica para revestimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arenito, cerâmica, revestimento.

## **PHYSICAL TESTING OF CERAMIC BODIES WITH SANDSTONE AÇU**

**ABSTRACT:** Sandstone is a sedimentary rock composed mainly of quartz grains. In Rio Grande do Norte, has the Potiguar Basin with Jandaíra and Açú formations. The last one consists of thick layers of whitish sandstones. It has featured as water storer in the state, but it is also used for aggregates for the construction industry. This article aimed to the use of this sandstone formation in the ceramic body coating. Initially, the sample material was taken. He passed the comminution process to achieve the required particle size. After this, were done three formulations to incorporate this new material to traditional ones. Methods were done according to ISO 13816. After sintering at 1200 ° C the specimens test pieces were subjected to physical tests. A positive result was obtained for the use of Açú sandstone in low concentrations. It is clear, therefore, it using in the ceramic body coating.

**KEYWORDS:** Sandstone, ceramic, coating.

## **INTRODUÇÃO**

As rochas sedimentares da Bacia Potiguar são responsáveis pela atividade petrolífera do estado, tendo em vista serem geradoras e armazenadoras de hidrocarbonetos. Também se destacam as rochas carbonáticas da Formação Jandaíra – de onde são exploradas matérias-primas para fabricação de cimento, cal, ração animal – e a Formação Açú como o principal armazenador de água na região centro-norte do estado (PFALTZGRAFF & TORRES, 2010).

A Formação Açú, é constituída por sedimentos siliciclásticos, com predominância de arenitos e lamitos, que formam uma sequência estratigráfica da ordem de centenas de metros de espessura. Esta deposição está relacionada a um evento transgressivo que culmina com os carbonatos de plataforma da Formação Jandaíra (MENEZES, 2002).

A Formação Açú é rica em quartzo (SiO<sub>2</sub>) e esse componente tem função primária na produção do revestimento cerâmico, mais especificamente o grés-porcelanato. Nesta massa cerâmica o quartzo é usado como componente refratário e durante a fase de queima ele é parcialmente dissolvido e forma

uma nova fase cristalina, a mulita, em conjunto com os minerais alcalinos fundentes, geralmente feldspatos sódicos e potássicos (SANCHEZ et al, 2001).

Objetiva-se a utilização do arenito da formação Açu para ser um componente da massa cerâmica para revestimento, substituindo assim o quartzo, completamente ou parcialmente. Desta forma, este estudo leva em consideração a região que a Bacia Potiguar abrange e seu potencial para uma possível indústria ceramista, devido aos depósitos/jazidas dos materiais necessários para compor o revestimento cerâmico.

Tendo a região da Bacia Potiguar (Formação Açu e Jandaíra) rica em calcário (calcítico e dolomítico) e arenito, respectivamente. O potencial de empregos, diretos e indiretos, e desenvolvimento e investimento, privado e público, na região poderiam tornar o centro-norte potiguar num destaque na produção de cerâmica e/ou cimento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi feita a amostragem das matérias-primas para a confecção e análise dos corpos de prova e a análise química dos componentes da massa cerâmica.

Para a composição da massa cerâmica foram escolhidos quatro componentes, partindo da premissa de se obter o revestimento cerâmico. São eles: argila plástica, de queima clara, feldspato potássico (ortoclásio), quartzo e arenito Açu.

Os primeiros três componentes (argila plástica, feldspato potássico e quartzo) já são tradicionalmente usados na massa. O desempenho do arenito que está sendo avaliado neste artigo.

Os três primeiros materiais (argila plástica, feldspato potássico e quartzo) foram coletados em Parelhas/RN na empresa Armil Mineração do Nordeste Ltda. Já o arenito foi amostrado na cidade de Mossoró/RN num afloramento rochoso próximo a BR-304. Os materiais foram acondicionados em sacos práticos.

O processamento dos materiais, conformação da massa cerâmica, secagem, sinterização e os ensaios tecnológicos foram realizados no Laboratório de Processamento Mineral e Resíduo do IFRN e a análise química (FRX) do arenito no Laboratório de Caracterização de Minerais/Materiais do IFRN. Para a confecção dos corpos-de-prova, as matérias deveriam estar numa granulometria abaixo de 200# (mesh), ou seja, as partículas deveriam estar com o diâmetro médio de 0,074mm. A argila, o quartzo e o feldspato já estavam na granulometria desejada quando foram coletadas na empresa. Já o arenito não estava na granulometria adequada.

Devido à rocha ser friável, foi feita uma descompactação inicial com o almofariz e pistilo de laboratório. Para a fragmentação desejada o material passou pelo processo de moagem via seca num moinho de bolas de laboratório. Foram utilizadas bolas de alumina de 40 mm, 30 mm e 12 mm. Numa proporção de 1:3:3. Os moinhos foram utilizados com cerca de 45% de carga (material acrescido de bolas). Após ciclos de moagem de 4 horas o material foi retirado e foi classificado por meio de peneiramento. O material passou pelo processo de peneiramento até obter 100% de material passante na malha de 200# (mesh), de abertura de 0,074mm.

Com os materiais na granulometria adequada iniciou-se a homogeneização e quarteamento de cada amostra (LUZ & FRANÇA, 2010). Nessa etapa, o material foi colocado em uma lona, na qual o material era espalhado aos poucos de forma gradual e lenta formando uma pilha cônica. Em seguida, o material foi dividido em 4 partes duas delas, de lados opostos, foram retiradas e as outras duas permaneceram para serem novamente homogeneizadas e quarteadas, esse processo foi repetido até a obtenção de alíquotas de 5g. Estas foram submetidas aos ensaios de fluorescência de raios X para a análise química do arenito. Após os materiais estarem nas condições adequadas, foram propostas 3 formulações, X1, X2 e X3. (Tabela 1)

Tabela 1. Porcentagem dos materiais em peso por formulação

<b>Formulação/Matéria-prima</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>
Argila	37%	37%	37%
K-Feldspato	53%	53%	53%
Arenito	10%	5%	7%
Quartzo	0%	5%	3%

No processo de preparação da massa cerâmica, os materiais são pesados numa balança analítica de precisão e homogêneos manualmente atingindo um peso final de 12 g de massa seca. Depois de finalizada a homogeneização a seco, a massa é umedecida com água destilada (10% em relação à massa seca). Finalizado o processo de mistura das matérias-primas, os produtos são ensacados e passam por um período de 24 horas de repouso.

Para a compactação dos corpos-de-prova, colocou-se a massa em uma matriz com dimensões de 60 x 20 mm, sendo confeccionados dez corpos-de-prova para cada formulação. Esta etapa consiste de prensagem em matriz uniaxial à pressão de 2,5 ton. (Marca: Marcon), com manutenção da pressão máxima por um período de um minuto para estabilização e homogeneização das partículas.

A secagem dos corpos-de-prova foi realizada em uma estufa a 110°C por 24 horas, para eliminação da maior parte da umidade. A etapa de sinterização dos corpos-de-prova foi realizada em forno mufla, marca JUNG em atmosfera ambiente, sob patamar de 60 min. e taxa de aquecimento de 10°C/min. A temperatura de sinterização foi de 1200°C e o resfriamento foi feito de forma natural, com o forno desligado e fechado até atingir a temperatura ambiente. Após a sinterização, foi feita a caracterização tecnológica dos corpos de prova com os ensaios de: absorção d'água e retração linear de queima.

A absorção de água mede o percentual em peso de água absorvida pelo corpo-de-prova seco. Este fator foi determinado de acordo com a norma NBR 13818/97 (ABNT, 1997).

A retração linear de queima é a medida da variação dimensional linear do corpo-de-prova após sinterização dos parâmetros de temperatura e patamar de sinterização especificado e espelha o grau de densificação da mistura (massa) nestas condições (MELO, 2006). Para a medição das dimensões do corpo-de-prova foi usado um paquímetro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fluorescência de raios X apresentou um bom resultado com relação ao Arenito já que apresentou o maior teor de silício (Si) e teores médios de cálcio (Ca), alumínio (Al), e ferro (Fe) e em teores menores magnésio (Mg), potássio (K) e titânio (Ti), apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado da fluorescência de raios X do arenito açu

Elemento	Si	Al	K	Fe	Ca	Mg	Ti
% massa	72.6	12.6	9.9	1.7	1.2	0.73	0.45

O teor majoritário de silício (Si) já era esperado, pois o arenito é uma rocha feita principalmente de quartzo que tem em sua composição química o silício (SiO<sub>2</sub>) e os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são possivelmente resultado de uma intercalação dos carbonatos da formação Jandaíra (calcário e dolomito) com a Formação Açú já que estas estão sobrepostas.

As porcentagens de alumínio (Al) de potássio (K) são advindas da rocha que precedeu esse arenito, podendo ser um granito e/ou pegmatito (rochas silicatadas) e que poderiam ter na sua composição mineralógica feldspatos que são alumino-silicatos de potássio (K) de sódio (Na) ou de cálcio (Ca). No caso da rocha que formou este arenito, possivelmente seria o K-feldspato devido aos teores apresentados de potássio (K). O ensaio de difração de raios-x seria essencial para a determinação precisa do mineral em questão. Os teores de alumínio são advindos, também, da contaminação devido ao desgaste dos corpos moedores durante a moagem. Estes são feitos de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), assim influenciando no teor de alumínio no material que foi feita a fluorescência.

O teor de ferro deve ser levado em consideração, pois, interfere nas propriedades de coloração e flexão dos corpos cerâmicos, porém como o teor de ferro (Fe) está relativamente baixo, a influência provavelmente será mínima.

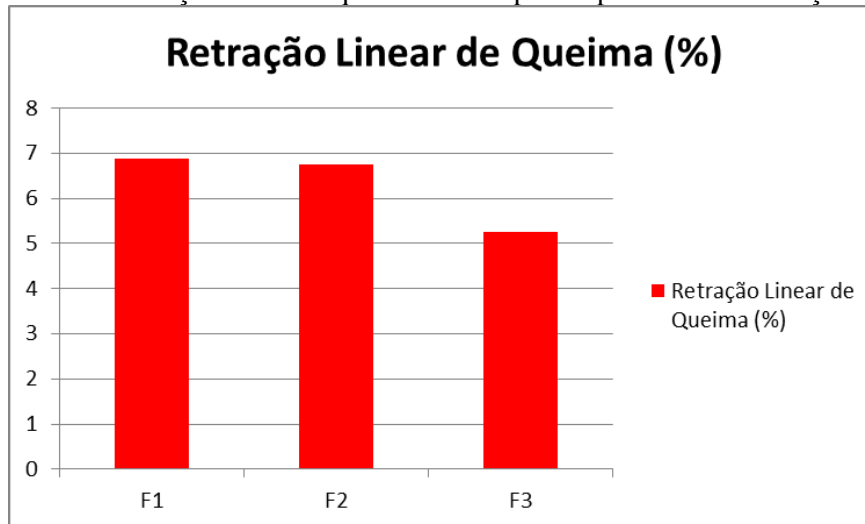
A Figura 1 apresenta os resultados da retração linear de queima das três formulações quando sinterizadas a 1200°C. A X1 foi a que teve o melhor resultado (6,87%) seguida da X2 (6,76%) e da X3 (5,25%).

Constatou-se uma queda da retração linear de queima diretamente proporcional à queda do percentual de arenito nos corpos-de-prova devido ao arenito possuir componentes fundentes, como o Cálcio, Ferro e Magnésio e eles são essenciais para a densificação da massa, assim aumentando a

retração linear de queima (CARGNIN et al, 2012). Todavia o quartzo é constituído majoritariamente de sílica ( $\text{SiO}_2$ ), componente este que é considerado refratário.

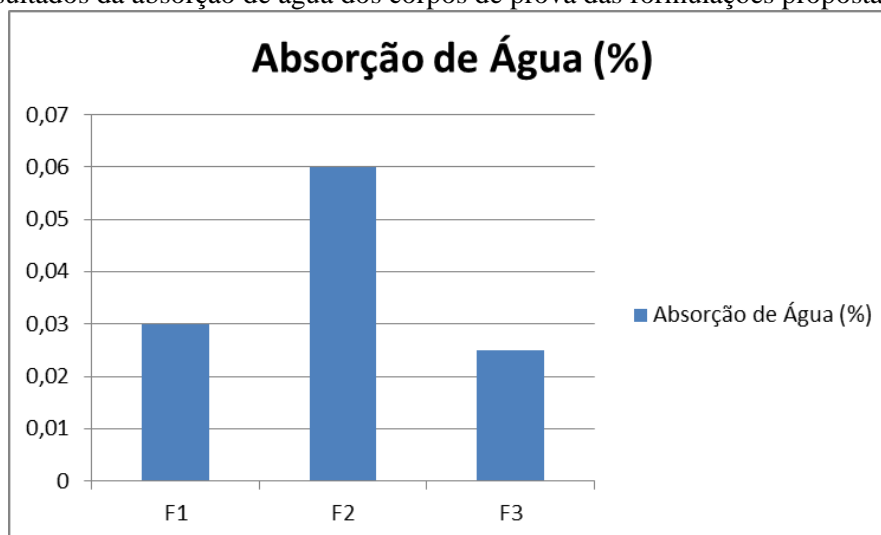
Logo, a adição de arenito açu na massa cerâmica trouxe uma melhoria técnica em relação a retração linear de queima para o produto final em relação ao quartzo.

Figura 1. Resultados da retração linear de queima dos corpos de prova das formulações propostas.



A Figura 2 apresenta os resultados da absorção de água dos corpos-de-prova das três formulações quando sinterizadas a  $1200^\circ\text{C}$ . A X3 foi a que teve melhor desempenho (0,02%) seguido da X1 (0,03%) e da X2 (0,06%). De acordo com a norma NBR 13818/97, os resultados apontam que a peça cerâmica obtida se encontra no grupo de absorção B1a (placas cerâmicas com absorção de água menor que 0,5%).

Figura 2. Resultados da absorção de água dos corpos de prova das formulações propostas.



As peças se encontram no grupo denominado, pela absorção de água de porcelanatos, que são caracterizados por sua baixa absorção e pela alta resistência mecânica. (INMETRO, 2016)

Os corpos-de-prova apresentaram uma coloração um pouco fora do padrão estabelecido pelo mercado, o mais próximo do branco possível. A coloração foi embranquecendo conforme o teor de arenito diminuía e o teor de quartzo aumentava isso devido à presença do ferro (Fe), que é considerado um contaminante e causa o escurecimento da peça cerâmica, no arenito açu (1,7%). Assim para a melhor aceitação no mercado, é uma alternativa possível e recomendada adicionar o caulim nesta formulação para a massa cerâmica para aumentar a alvura da mesma e assim aumentar a receptividade do mercado

para este produto. Pois o caulim é um material usado na massa cerâmica para aumentar a alvura da peça cerâmica.

## CONCLUSÃO

Verificou-se por meio de ensaios tecnológicos de absorção de água e de retração linear de queima que as três formulações foram bem-sucedidas para a obtenção do porcelanato, sendo elas com 10%, 5% e 3% de arenito açu na massa cerâmica, pois, os corpos de prova atingiram a especificação de absorção de água da NBR 13818/97, se encaixando no grupo de absorção BIa.

O acrescentamento de caulim nesta massa poderá ter uma influência positiva para o revestimento cerâmico com a adição de arenito açu, pois, o caulim aumenta a alvura do corpo cerâmico, característica essa que melhorará o fator mercadológico e técnico deste produto.

O estabelecimento de uma indústria ceramista na região norte do estado do Rio Grande do Norte torna-se possível devido ao mercado consumidor e a possibilidade de se produzir o grês-porcelanato, revestimento nobre, com matérias-primas locais e de beneficiamento relativamente simples, aumentando assim a relação custo-benefício.

O arenito, assim como aponta a literatura, possui em sua maior parte composição quartzosa, porém com alguns contaminantes como alumínio (Al), potássio (K) e ferro (Fe), e apresenta um grande potencial para ser utilizado na massa cerâmica, comprovado pelos ensaios tecnológicos realizados neste artigo.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 13818–Informações técnicas: Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br>>. Acesso em: 16 nov. 2013.
- CARGNIN, Maykon et al. COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA RETRAÇÃO LINEAR DE PLACAS CERÂMICAS. Revista Técnico Científica do IFSC, v. 1, n. 2, p. 242-251, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/viewFile/623/442>>. Acesso em: 23 fev. 2016.
- INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Revestimentos cerâmicos (pisos e azulejos). Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp>>. Acesso em: 23 fev. 2016.
- LUZ, Adão Benvindo da; SAMPAIO, João Alves; FRANÇA, Silvia Cristina Alves. Tratamento de minérios. 2010.
- MELO, M. M. Formulação e caracterização de massa de grês porcelanato preparadas a partir de matérias-primas naturais do Rio Grande do Norte e com adição de chamote de telhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 136p. 2006.
- MENEZES, L. Caracterização Faciológica e Parametrização de Análogos a Reservatórios Petrolíferos Fluviais da Formação Açú (Unidade Açú-3) – Bacia Potiguar. 2002. 54f. Relatório (Graduação em Geologia) – Departamento de Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Rio Grande do Norte.
- PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M. Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2010.
- SANCHEZ E., ORTS M. J., GARCÍA-TEM J., CANTAVELLA V. Efeito da Composição das Matérias-Primas Empregadas na Fabricação de Grês Porcelanato Sobre as Fases Formadas Durante a Queima e as Propriedades do Produto Final. Cerâmica Industrial. São Paulo. v.5 . n.6. p.15-22. 2001.
- SOUZA, M. M. Estudo da adição de resíduos de quartzitos para obtenção de grês porcelanato. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 60-61p. 2015.