

Incorporação de resíduo de quartzito da região de Queimada Nova-PI em massa cerâmica para produção de blocos estruturais

(Incorporation of quartzite residue of the region of Queimada Nova-PI in ceramic mass for the production of structural blocks)

H.S.R. Araújo¹; J.L. Fonseca¹; T. Gentil¹; T. G. Machado¹; N. Pontes²

¹Instituto Federal da Bahia – IFBA/Campus Jacobina
Avenida Centenário, 500. Nazaré. Jacobina-BA. CEP: 44700-000.

²Instituto Federal do Piauí – IFPI/Campus Paulistana
Rodovia BR 407, S/N, Centro - CEP: 64.750-000
e-mail: mirandanones@gmail.com

Resumo

A proposta deste trabalho foi estudar os efeitos da adição de resíduos de quartzito da região de Queimada Nova – PI, como substituição ao quartzo, em formulações cerâmicas para a fabricação de blocos cerâmicos. Foram preparadas massas cerâmicas, num total de quatro formulações, com 10, 15, 20 e 25 de resíduo de quartzito. As matérias primas utilizadas foram caracterizadas quanto à composição química, através de difração e fluorescência de raios X; além da goniometria. No caso da argila, foi analisado seu índice de plasticidade. Os corpos de prova foram compactados em prensa hidráulica com pressão de 3 toneladas, secos em estufa a 57°C, e sinterizados a 850°C, 900°C e 1000°C. A caracterização dos corpos de prova foi realizada através de ensaios tecnológicos, apontando que essas massas cerâmicas podem ser utilizadas em amplas aplicações.

Palavras chave: Quartzito, Blocos cerâmicos, Resíduo Mineral

Abstract

The purpose of this work did to study the effects of the addition of quartzite residues from the Queimada Nova - PI region, as a substitution to quartz, in ceramic formulations for the manufacture of ceramic blocks. Clay masses were prepared in a total of four formulations with 10, 15, 20 and 25 quartzite residue. The raw materials used were characterized in terms of chemical composition, through diffraction and X-ray fluorescence; besides goniometry. In the case of clay, its plasticity index was analyzed. The sample were compacted in hydraulic presses with pressure of 3 tons, dried in an oven at 57°C, and sintered at 850°C, 900°C and 1000°C. The characterization of the samples was carried out through technological tests, pointing out that these ceramic masses can be used in wide applications.

Keywords: Quartzite, Ceramic blocks, Mineral Residue

INTRODUÇÃO

As matérias primas usadas na produção dos materiais cerâmicos são recursos naturais limitados. Diante da demanda mundial por materiais cerâmicos e, por outro lado, a preocupação com o impacto causado pela exploração mineral e a escassez de matéria prima; a utilização dos resíduos minerais para produção de revestimentos, em substituição das matérias primas convencionais, é uma opção que vem sendo estudada e, em alguns casos, considerada viável.

O município de Queimada Nova, responde pela maior parte da produção mineral de quartzito ornamental do Estado do Piauí. O contexto geológico do município de Queimada Nova está inserido na Faixa Riacho do Pontal, Domínio Sul da Província Borborema. Sua mineralogia é relativamente simples, sendo constituída essencialmente por quartzo (85-90%) e muscovita (5-10%). Outros minerais acessórios correspondentes são: biotita e zircão, magnetita, os quais perfazem menos de 1% da composição modal da rocha. [1]

A extração do quartzito é feita de maneira manual e rudimentar, não há uso de explosivos, e o esquadrejamento também é feito de forma manual, não havendo máquinas de serragem na comunidade. Todo o processo é realizado sem os necessários estudos técnicos econômicos, o que têm gerado diversos impactos ambientais e resíduos que prejudicam o desenvolvimento sustentável na região. Ao longo dos anos a exploração de quartzito acumulou um grande passivo ambiental devido à falta de aprimoramento técnico da atividade, não acompanhando adequadamente o desenvolvimento de lavra para estes fins no restante do país. [2]

A questão da reciclagem dos resíduos e a sua possível utilização, bem como a questão ambiental global como um todo passou a ser um fator decisivo de tomada de decisão. Por outro lado, a cerâmica, a nível mundial, teve forte desenvolvimento tecnológico nos últimos 30 anos, onde o avanço dos materiais especiais, da tecnologia de combustão, da decoração, dos esmaltes e, em especial, do conhecimento da ciência dos materiais permitiu, através da combinação desses diferentes conhecimentos, o forte desenvolvimento da tecnologia e, conseqüentemente, o incremento da produção dos materiais cerâmicos, oferecendo ao mercado produtos com melhores características, produzidos por uma tecnologia limpa. [3,4]

A proposta deste trabalho foi estudar os efeitos da adição de resíduos de quartzito da região de Queimada Nova – PI, como substituição ao quartzo, em formulações cerâmicas para a fabricação de blocos cerâmicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Figura 1 mostra o fluxograma simplificado da sequência adotada para obtenção e análise da influência do resíduo de quartzito da região de Queimada Nova – PI em massa cerâmica para a produção de blocos estruturais.

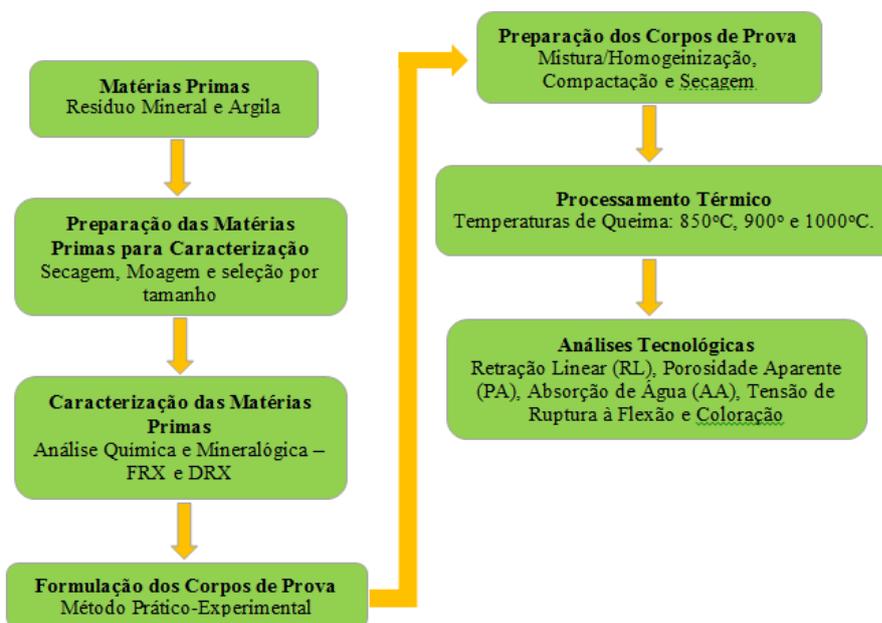


Figura 1 – Fluxograma para a produção de blocos estruturais cerâmicos com resíduo de Quartzito.

Matérias Primas

Neste trabalho foram utilizadas uma argila, obtida numa jazida no município de Miguel Calmon – BA, e o resíduo da exploração de quartzito obtido na região de Queimada Nova - PI. Os mesmos foram inicialmente colocados em estufa por 24 horas com temperatura de 57°C, eliminando-se a água superficial presente. Posteriormente foram processados em almofariz com pistilo para desaglomeração do material formado e peneirados numa peneira com malha de 200 mesh, equivalendo a peneira ABNT nº 200. Em seguida foram encaminhados amostras para análise de fluorescência e difração de raios – X.

Formulação dos Corpos de Prova

A formulação dos corpos de prova foi realizada via procedimento experimental prático, determinando-se um total de 04 (quatro) formulações distintas. A escolha deste procedimento se deu devido às características das matérias primas utilizadas, bem como da aplicação das mesmas. Uma análise preliminar foi realizada com o intuito de se reduzir o número de experimentos necessários, procedendo-se um estudo estatístico prévio e uma

revisão bibliográfica mais aprofundada sobre a utilização de resíduos minerais em massa cerâmica.

O Quadro I mostra a nomenclatura e composição das formulações adotadas nesse trabalho.

Quadro I – Composição e nomenclatura das formulações.

NOMENCLATURA DAS AMOSTRAS	ARGILA %	RESÍDUO MINERAL DE QUARTZITO %
H	90	10
E	85	15
I	80	20
T	75	25

Fonte: Elaborado pelo autor.

Preparação dos Corpos de Prova

Neste trabalho foi confeccionado um total de 36 (trinta e seis) amostras no total, sendo três por formulação e temperatura de queima.

As amostras foram pesadas (12 g cada), umedecidas e misturadas com água destilada (percentual próximo de 10% em peso), adquirindo consistência plástica para o processo de conformação. Em seguida foram colocadas em sacos plásticos, preservando sua umidade, pelo período de descanso de 24 horas.

Após o processo de maturação os corpos de prova foram compactados numa prensa uniaxial com capacidade para 15 toneladas, utilizando uma matriz metálica com dimensões 60 mm x 20 mm x 2 mm. A carga de compactação utilizada foi de 3 kgf/cm², durante 30 segundos.

Após a compactação os corpos de prova foram identificados e colocados para secagem numa estufa elétrica por um período de 24 horas, numa temperatura de 110°C.

Processamento Térmico

Os corpos de prova foram queimados nas temperaturas de 850°, 900° e 1000°C, com isoterma de 1 hora e taxa de aquecimento de 10°C/min.

Caracterização Estrutural

As propriedades tecnológicas dos corpos de prova foram determinadas através das análises dos resultados dos ensaios de Absorção de Água (AA%), Porosidade Aparente

(PA%), Retração Linear de Queima (RLQ%) e Tensão de Ruptura em Três Pontos (TRF); além da análise visual da coloração obtida.

Na análise da coloração dos corpos de prova, os mesmos foram agrupados de acordo com a temperatura de queima, perfazendo três grupos e, em seguida, sendo fotografados; percebendo-se a variação de tonalidade das peças com o aumento na temperatura de queima e teor de resíduo mineral utilizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização das Matérias Primas

A argila utilizada neste trabalho (Miguel Calmon – BA) apresenta um $9 < IP < 15$, sendo considerada medianamente plástica. O resíduo mineral, por sua vez, é um material não plástico.

As matérias primas utilizadas neste trabalho passaram pelo processo de peneiramento mecânico, sendo utilizado material particulado com granulometria passante na peneira de 200 mesh.

A Tabela I mostra o resultado de fluorescência de raios – X realizado na argila de Miguel Calmon – BA e a Tabela II no resíduo mineral do quartzito de Queimada Nova – PI.

Tabela I – Análise semi-quantitativa da argila de Miguel Calmon – BA – FRX.

ÓXIDOS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	SO ₃	MgO	Cl	P ₂ O ₅	Outros
%	56,14	32,33	1,76	6,41	0,96	0,38	0,22	1,40	0,07	0,07	0,26

Tabela II – Análise semi-quantitativa do resíduo de quartzito de Queimada Nova - PI.

ÓXIDOS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Cl	MgO	Outros
%	95,39	3,22	0,55	0,14	0,11	0,07	0,05	0,47

Na argila observa-se que o principal óxido presente é o SiO₂ (sílica), com teor de 56,14%, indicando a presença de silicatos (argilominerais, micas e feldspato) e sílica livre, na forma de quartzo, propiciando redução na plasticidade da argila. O outro óxido em maior proporção é o Al₂O₃ com 32,33%, geralmente combinado formando os argilominerais. O feldspato com teor de 1,76% é considerado um fundente e confere resistência mecânica quando queimado entre 950° e 1000°C. O óxido de ferro – Fe₂O₃ possui teor de 6,41%,

propiciando uma tonalidade escura na massa cerâmica após a queima. O teor de 1,40% de MgO está associado a presença de dolomita.

No resíduo de quartzito o óxido presente em maior quantidade é óxido de silício – SiO₂, com 95,39%, indicando a presença de silicatos (mica, feldspato), propiciando redução na plasticidade da massa cerâmica, seguido pelo óxido de alumínio – Al₂O₃, indicando a presença de argilominerais. Os demais óxidos com teores inferiores a 1% são considerados impurezas.

A Figura 2 mostra o difratograma da argila de Miguel Calmon – BA utilizada neste trabalho.

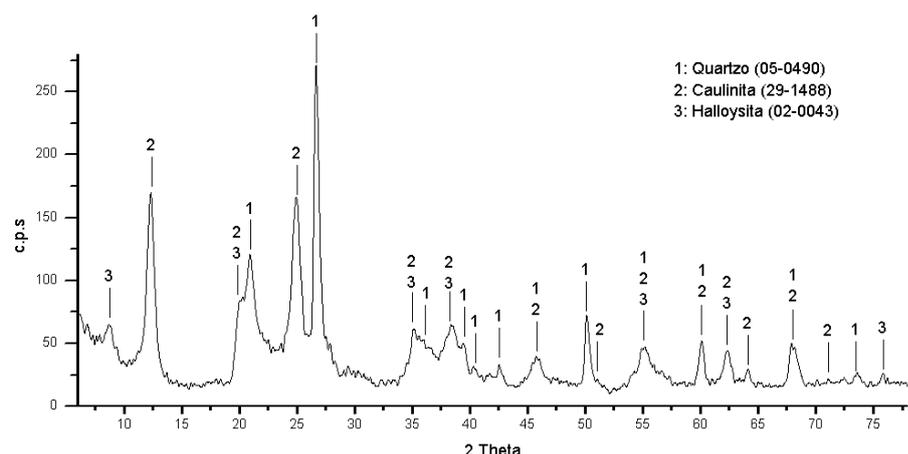


Figura 2 – Difratoograma da argila de Miguel Calmon-BA.

No difratograma percebe-se a presença de quartzo (SiO₂), caulinita [Al₂Si₂O₅(OH)₄], estando em conformidade com os resultados obtidos na análise por fluorescência de raios-X. A haloisita presente indica a presença de dolomita.

A Figura 3 mostra o difratograma do resíduo mineral de quartzito de Queimada Nova - PI, apresentando a análise mineralógica dessa matéria prima.

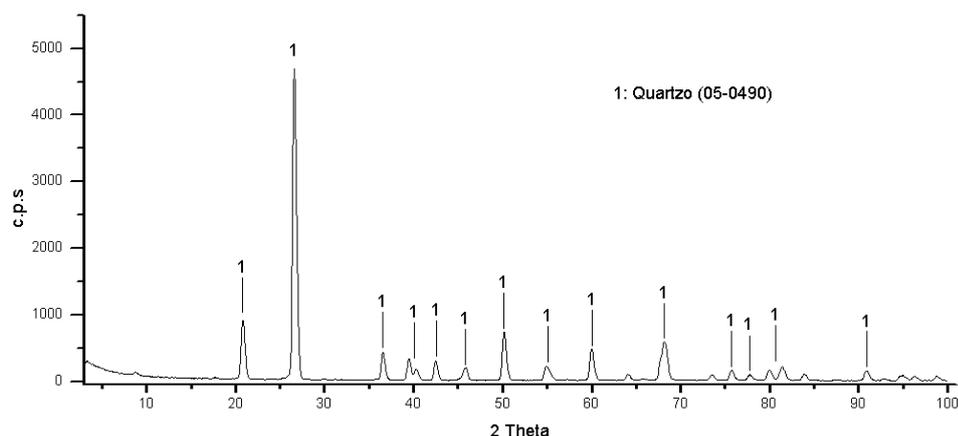


Figura 3 – Difratoograma do resíduo mineral de quartzito de Queimada Nova - PI.

No difratograma realizado no resíduo percebe-se a presença da sílica - SiO₂, estando de acordo com a análise por fluorescência de raios-X.

Ensaio Tecnológicos

A Figura 4 mostra o resultado do ensaio de Retração Linear, com desvio padrão de no máximo 0,3%, realizado nas formulações nas diferentes temperaturas de queima.

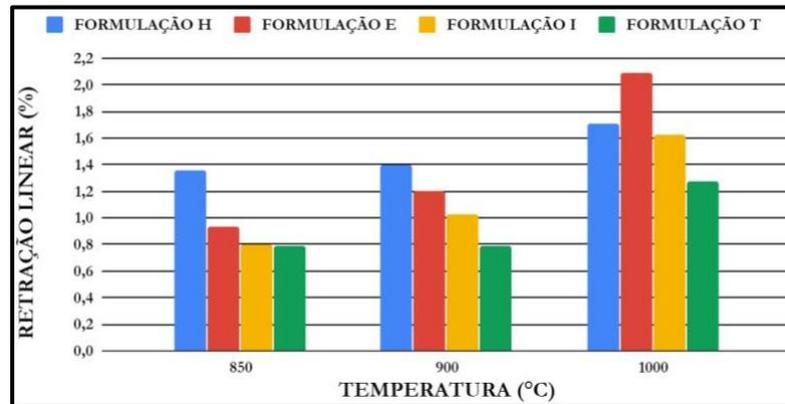


Figura 4 – Gráfico de retração linear nas formulações.

Os corpos de prova nas formulações estudadas apresentaram um aumento crescente na retração linear com o aumento de temperatura de queima, apresentando os menores valores a 850°C e os maiores a 1000°C.

É perceptível que entre 850° e 900° as maiores retrações acontecem na formulação com menor percentual de resíduo (formulação H). Na temperatura de 1000°C a retração tende a acontecer nas formulações com maior quantidade de resíduo.

A Figura 5 mostra o resultado do ensaio de absorção de água (AA) nas formulações estudadas, com desvio padrão de no máximo 1%.

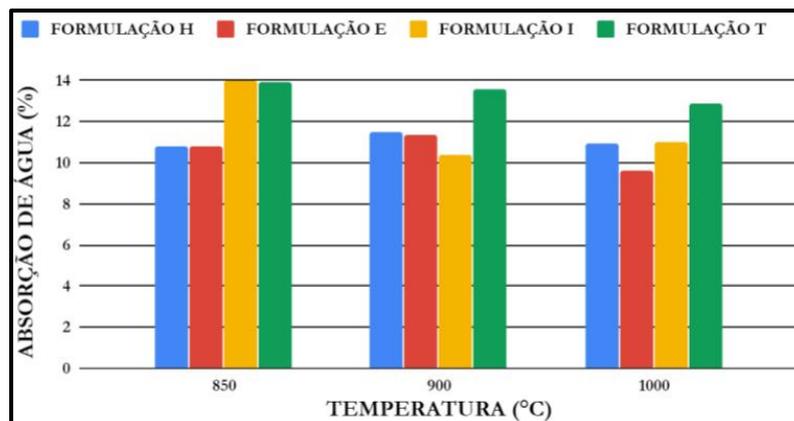


Figura 5 – Gráfico de absorção de água nas formulações.

O resultado de absorção de água nas formulações está coerente com os resultados obtidos no ensaio de retração linear apresentados na Figura 4. Há uma redução na absorção de água com o aumento crescente na temperatura de queima dos corpos cerâmicos, nas formulações estudadas. A maior absorção de água foi verificado nas formulações com 20 e 25% de resíduo na temperatura de 850°C, ficando em torno de 14%, enquanto a menor absorção, em torno de 10%, foi verificado na formulação E na temperatura de 1000°C. Ficou evidenciado que quanto maior o percentual de resíduo mineral, em temperaturas abaixo de 900°C, maior será o teor de absorção de água.

A Figura 6 mostra o resultado do ensaio de porosidade aparente (PA) nas formulações estudadas, com desvio padrão não superior a 1,4%.

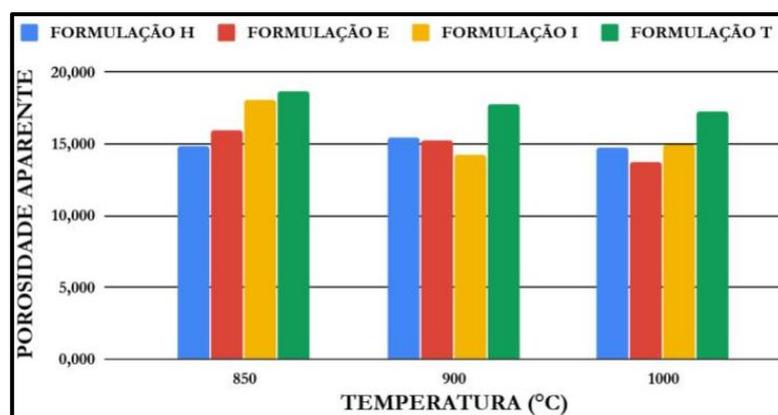


Figura 6 – Gráfico da porosidade aparente nas formulações.

Os resultados do ensaio de porosidade aparente nos corpos de prova das formulações estudadas estão em conformidade com os resultados de absorção de água e retração linear de queima. Notadamente há uma diminuição na porosidade aparente com o aumento na temperatura de queima, possivelmente pela formação de fase líquida. Na faixa entre 900°C e 1000°C, a redução maior na porosidade ocorre na formulação com maior teor de resíduo de quartzito (formulação T).

A Figura 7 mostra o resultado do ensaio de resistência à flexão em três pontos realizada nos corpos de prova das formulações estudadas.

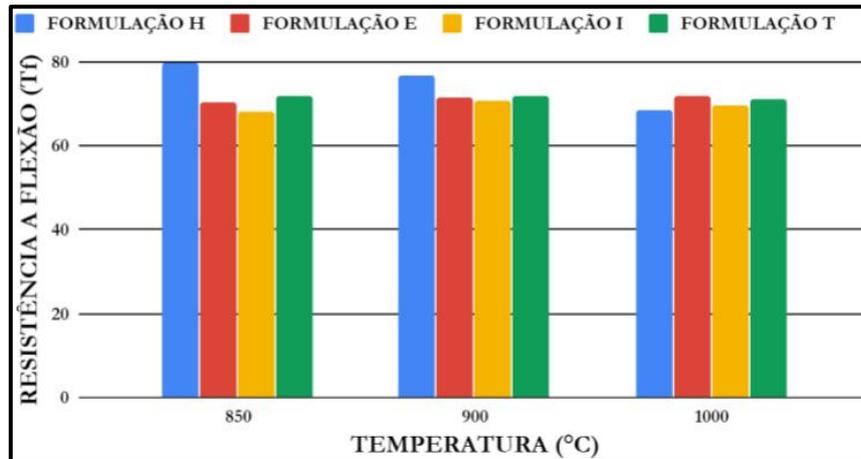


Figura 7 – Gráfico de resistência à flexão das formulações.

Os maiores valores de resistência à flexão são percebidos nas formulações com menor quantidade de resíduo, estando em conformidade com os resultados tecnológicos anteriores.

Coloração dos corpos de prova após a queima

As Figuras de 8 a 10 mostram as fotos dos corpos de provas das formulações estudadas nas diferentes temperaturas de queima.

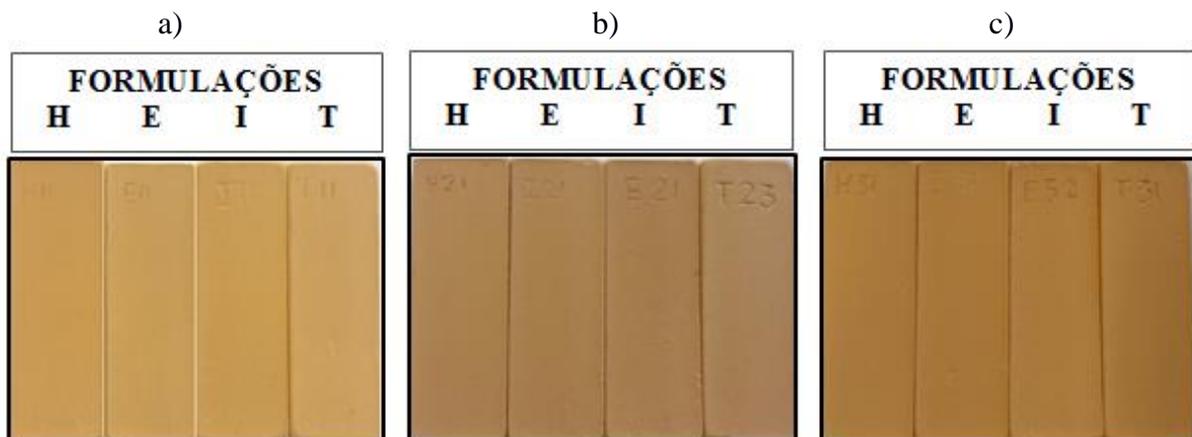


Figura 8 – Fotos dos corpos de prova das formulações estudadas na temperatura de a) 850°C, b) 900°C e c) 1000°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min, no tempo de 1 hora.

Percebe-se que nas temperaturas de queima estudadas que quanto maior a temperatura de queima mais intenso fica a tonalidade das amostras. Praticamente a coloração das amostras é devido à presença do óxido de ferro (em torno de 6%) da argila utilizada; não havendo interferência na tonalidade com o aumento do teor do resíduo de quartzito visto que o mesmo apresenta basicamente óxido de silício.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam ser interessante a utilização do resíduo de quartzito em massa cerâmica para a produção de blocos estruturais; em substituição ao feldspato. Comparativamente, as formulações com 10 e 15% de resíduo apresentaram os melhores resultados, embora as formulações com 20 e 25% apresentaram resultados satisfatórios; atendendo as especificações técnicas, indicando a possibilidade de aplicações diversas em corpos cerâmicos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao grupo de pesquisa Automação, Eficiência Energética e Produção do IFBA – Campus Jacobina pelo apoio e suporte técnico no desenvolvimento deste projeto, a PRPGI/IFBA pelo aporte financeiro na apresentação do trabalho e ao Laboratório de Caracterização de Materiais – LCM do IFBA/Campus Salvador pelas análises químicas realizadas.

REFERÊNCIAS

- [1] A. M. M. Araújo *et al.*. Análise da Atividade Minerária do Quartzito na Comunidade Quilombola Sumidouro, Queimada Nova – PI. *Geonomos*, 25(1), 50-57, 2017.
- [2] A. M. M. Araújo *et al.*. Avaliação dos Principais Impactos Ambientais Cuasados da Exploração de Quartzitos na Região de Queimada Nova – PI, Faixa Riacho do Pontal da Província Borborema. 27º Simpósio de Geologia do Nordeste. João Pessoa – PB, Nov. De 2017.
- [3] T. G. Machado. Estudo da adição de residuo de scheelita em matriz cerâmica: formulação, propriedades físicas e microestrutura. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. PPGCEM – UFRN, Natal-RN, 2012.
- [4] B. Braga *et al.*. Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável. Pearson Education do Brasil. São Paulo, 2ª Edição, 2005.