

ESTUDO DAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE MASSAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO COM ADIÇÃO DE RESÍDUO DE GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL- PARTE 1*

Caio Lucas da Silva Pereira¹
Mateus Oliveira Teixeira²
Renato Dickison Frutuoso de Lima³
Mauro Froes Meyer⁴
Tércio Graciano Machadoto⁵
Flánelson Maciel Monteiro⁶

Resumo

Os resíduos sólidos são um grave problema para o meio ambiente e, logicamente, para toda humanidade. A busca por soluções viáveis para diminuir os efeitos dos impactos causados por esses materiais é constante, imprescindível e eminente, existindo diversas pesquisas para resolução de tal problemática. Neste sentido, uma das formas encontradas para diminuir a quantidade de resíduos é incorporá-los em massas cerâmicas para fabricação de diversos tipos de produtos, como por exemplo, os revestimentos. A setor industrial da construção civil é responsável por gerar inúmeros tipos de resíduos, entre os quais o resíduo de gesso. Esse resíduo é extremamente prejudicial ao meio ambiente e de difícil reutilização, especialmente pela quantidade de elementos responsáveis pela sua composição. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é analisar a adição de resíduos de gesso, gerados pelo setor da construção civil, em massas cerâmicas para fabricação de revestimentos. As massas cerâmicas produzidas são constituídas pelas seguintes matérias primas básicas: quartzo, argila caulinitica, caulim e albita. Para tanto, as massas cerâmicas receberam adição do resíduo de gesso nas proporções de 1%, 5% e 10%. Os corpos de prova foram confeccionados através da compactação uniaxial, com pressão de 21 MPa. A sinterização dos corpos de prova ocorreu nas temperaturas de 1000°C, 1100°C e 1200°C, através de ciclo de queima rápida, com taxa de aquecimento de 10°C/min e 60 minutos de isoterma na temperatura máxima. Realizaram-se os seguintes ensaios tecnológicos: absorção de água (AA%), retração linear (RL%), perda ao fogo (PF%), massa específica aparente (MEA%), porosidade aparente (PA%) e módulo de resistência flexão (MRF). Os resultados dos ensaios tecnológicos classificam os materiais produzidos como revestimentos do tipo poroso e semiporoso.

Palavras-chave: Gesso; Construção Civil; Cerâmica; Revestimento

STUDY OF THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CERAMIC MASS FOR COATING WITH ADDITION OF PLASTER RESIDUE OF CIVIL CONSTRUCTION – PART1

Abstract

The production of solid waste by society is currently a serious problem for the environment and, of course, for all humanity. The impact caused by these materials is the subject of long debates in search of viable solutions to diminish their actions against the planet. One of the ways found to reduce the amount of waste is its incorporation in ceramic masses for several types of products, one of which is the ceramic tiles. The gypsum sue in the construction industry produces waste that is

* Contribuição técnica ao 18º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, parte integrante da ABM Week, realizada de 02 a 04 de outubro de 2018, São Paulo, SP, Brasil.

extremely harmful to the environment. Its composition, after use in waste and other types of construction, is composed of several elements, complicating its reuse. In this sense, the objective of this work is to analyze the addition of gypsum residues used in civil construction in ceramic mass for ceramic tiles through the technological tests in the test specimens. The gypsum residue was added in proportions of 1%, 5% and 10% in a ceramic mass for coating. The specimens were sintered at temperatures of 1150 ° C and 1200 ° C. The following technological tests were performed: water absorption (AA%), linear retraction (RL%), fire loss (PF%), apparent porosity (PA%) and flexural strength (RF). The results of the technological tests classify the materials produced as porous and semiporous type coatings..

Keywords: Plaster; Construction; Ceramics; Flooring.

¹ *Estudante do Curso Técnico em Mineração, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.*

² *Graduando em Geologia-UFRN, Estudante do Curso Técnico em Mineração no IFRN, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.*

³ *Técnico em Mineração. Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.*

⁴ *Engenheiro de Minas, Mestre em Engenharia de Minas - UFOP. Professor do Curso de Mineração do IFRN – Campus Central Natal, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.*

⁵ *Engenheiro de Mecânica. Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais - UFRN, Professor do IFBA – Campus Jacobina, Bahia, Brasil.*

⁶ *Tecnólogo em Fabricação Mecânica, Doutor em Engenharia Mecânica - UFRN, Professor do IFBA - Campus Irecê, Cooperação Técnica no IFRN - Campus Central, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil..*

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial trouxe incontáveis vantagens para vida humana, inclusive aumentando sua expectativa de vida para, nos países desenvolvidos, chegar em mais de 80 anos. Por outro lado, setores estratégicos de diversos ramos industriais são responsáveis por gerar resíduos que, ao serem descartados no meio ambiente, causam impactos devastadores que podem durar por décadas e, em casos específicos, deixarem consequências irreparáveis. Entre os ramos industriais, a construção civil é responsável gerar resíduos sólidos em toda cadeia produtiva. Esses resíduos são provenientes dos materiais utilizando nas etapas de construção das obras (residências, pontes, edifícios, etc), sendo, majoritariamente, prejudiciais ao meio ambiente quando não tratados adequadamente. De acordo com as normas vigentes [1], há quatro tipos de resíduos, sendo A, B, C e D. Os resíduos que se enquadram na categoria C, são assim classificados, pois ainda não há técnicas para reutilizá-los, um exemplo destes é o resíduo de gesso da construção civil.

Neste sentido, atualmente uma das possíveis opções usadas para reutilizar os resíduos sólidos da produção industrial, é inseri-los em massas cerâmicas para fabricação de peças dos diversos segmentos ceramistas, sem prejuízo nas propriedades técnicas dos produtos. É possível adicionar esses materiais em formulações para produção de cerâmica estrutural (tijolos, telhas e lajotas), de revestimentos (porcelanatos, grés, semigrés, etc), entre outros segmentos.

Os revestimentos cerâmicos são formados por três camadas distintas, sendo: suporte técnico, engobe e esmalte [2]. Esses produtos cerâmicos são vistos como estratégicos para receber resíduos sólidos nas suas formulações. Existem duas normas técnicas que classificam os revestimentos cerâmicos, sendo as NBR'S 13817 e 13818[3] [4]. Os principais parâmetros usados nessas normas para classificar as peças são a absorção de água (AA%) e o módulo de resistência à flexão (MRF). A Tabela 1 mostra os parâmetros usados para classificar os revestimentos.

PRODUTO	Classe	Absorção (%)	MRF (MPa)
Porcelanato	Bla	0 a 0,5	35
Grés	B1b	0,5 a 3,0	30
SemiGrés	B11a	3,0 a 6,0	22
Semiporoso	B11b	6,0 a 10,0	18
Poroso	B111	10,0 a 20,0	15

Tabela 1. Variáveis para classificação dos revestimentos cerâmicos

Fonte: Autores (2018), adaptado da NBR 13817[4].

Além do mais, há diversas pesquisas acadêmicas que apontam a inclusão dos resíduos na composição das massas cerâmicas e obtendo viabilidade técnica de produção. Entre os resíduos que já foram estudados, têm-se: pó de vidro, resíduos da cadeia produtiva do petróleo, resíduo de borracha, concha marinha, casca de castanha de caju, bagaço de cana calcinado, chorume, entre outros. Além desses, os resíduos da exploração e processamento mineral, também são largamente pesquisados e usados na composição massas cerâmicas, entre os quais: resíduos minerais de granito, mármore, quartzito, pegmatito, entre outros.

Outro fator importante na possibilidade da utilização de resíduos para fabricar peças cerâmicas, é a constante busca por novas matérias primas para suprir a demanda atual por materiais cerâmicos, justificando-se pela limitação natural das matérias primas minerais convencionais. Por conseguinte, o uso da reutilização dos resíduos remete-se a possibilidade da descoberta de novos materiais, com propriedades similares aos usados convencionalmente ou, até mesmo, o desenvolvimento de novas propriedades e utilizações.

No entanto, há uma alta quantidade de resíduos gerados pela construção civil, entre os quais o resíduo de gesso. Esse material não é puro, pois ao ser descartado pelas empresas (construtoras) e profissionais do setor, mistura-se com outros produtos usados descartados, por exemplo, argamassa, tintas, resíduos da ferragem e materiais cerâmicos diversos.

Por definição, o gesso é constituído de sulfatos, mais ou menos hidratados e anidros de cálcio. A obtenção desse material se dá através da calcinação à 160°C da gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que vem a ser composta por sulfatos bi hidratos e impurezas [5]. Na construção civil, esse material possui várias finalidades, sendo usado principalmente para confecção de forros e preenchimentos de paredes. Após a formação do resíduo, esse material é, geralmente, descartado em conjunto com outros resíduos da construção civil, entre os quais: pedaços de tijolos e telhas, madeiras, ferragens, resíduos de tintas, argamassas, entre outros. Dessa forma, o resíduo de gesso não é formado apenas pela gipsita, mas por inúmeros elementos, derivados dessa mistura de resíduos. Portanto, como esse material é de categoria C, as empresas não conseguem reutilizá-lo, levando esse resíduo para os aterros sanitários.

Atualmente, existem empresas especializadas em beneficiar e reutilizar os resíduos da construção civil. No caso do resíduo de gesso da construção civil, a principal alternativa dessas empresas é estocá-lo em pátios, visando possíveis soluções para reutilizá-lo. Esse fato resulta em altos custos para os empresários, além acarretar em possíveis impactos ambientais ocasionados pelas intempéries da natureza.

Contudo, ao observar a quantidade de resíduos de gesso da construção que encontram-se armazenados sem uma alternativa viável para reutilizá-los, construiu-se a ideia deste trabalho. Para tanto, objetivo deste trabalho é analisar a adição de resíduos de gesso, gerados pelo setor da construção civil, em massas cerâmicas para fabricação de revestimentos. Pretende-se, com a inserção dos resíduos, produzir peças com qualidade técnica e, ao mesmo tempo, com a maior quantidade possível desses materiais.

2 METODOLOGIA

A realização deste trabalho seguiu três etapas, sendo: escolha das matérias primas, confecção e sinterização dos corpos de prova e, por fim, realização dos ensaios tecnológicos para averiguação das propriedades tecnológicas.

A composição das massas cerâmicas são mostradas na Tabela 1. As matérias primas básicas para confecção das formulações (quartzo, albita e caulim), são provenientes da empresa ARMIL LTDA, tendo todos granulometria de 200 mesh. Portanto, não sendo necessária realização de processos de cominuição. A argila de queima branca usada no trabalho é coletada de uma jazida da cidade de São Gonçalo do Amarante, região metropolitana da cidade do Natal-RN. O processo de beneficiamento da argila começa logo após a coleta, onde o material é destorroado e colocado no moinho de bolas por 24 horas. Logo após é realizado o processo de peneiramento com uma peneira de 200 mesh (0,074mm). O resíduo de gesso foi disponibilizado pela empresa GRUPO DUARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL, sendo derivado das coletas realizadas nas construções da zona urbana da grande Natal-RN. Inicialmente, o resíduo é cominuído pela empresa e estocado, sem qualquer aproveitamento. No laboratório, esse material foi peneirado para obtenção de granulometria com 200 mesh em peneiras com abertura de 0,074mm.

Tabela 1. Formulações das Massas Cerâmicas.

Formulação	Argila	Albita	Caulim	Resíduo	Total (g)	Total Corpos de Prova
F1	49%	30%	20%	1%	360g	30
F2	45%	30%	20%	5%	360g	30
F3	40%	30%	20%	10%	360g	30

Fonte: Autores (2018).

Após o processo de mistura das matérias primas, nas proporções apresentadas na Tabela 1, o material é umedecido com 10% de água e colocado para descansar por 24 horas. Esse período de descanso intensifica a umidificação das massas cerâmicas. Em seguida as formulações são divididas em 12 gramas por corpo de prova que possuem as dimensões de 60 x 20 x 5 mm. A compactação das amostras é realizada em uma pressão hidráulica de marca Marcon. A pressão destinada a compactação foi de 21 MPa. Os corpos de prova permanecem por 24 horas em uma estufa com temperatura média de 100°C, tendo como objetivo retirar a umidade das amostras. O processo de sinterização ocorreu utilizando uma muflado tipo JUNG – modelo 2814, nas temperaturas de 1000°C, 1100°C e 1200°C, sendo utilizado o ciclo de queima rápida com taxa de aquecimento de 10°C/min e isoterma de 60 minutos. A sinterização aconteceu sem atmosfera protetora. Na Figura 1 mostra o fluxograma do procedimento experimento deste trabalho.

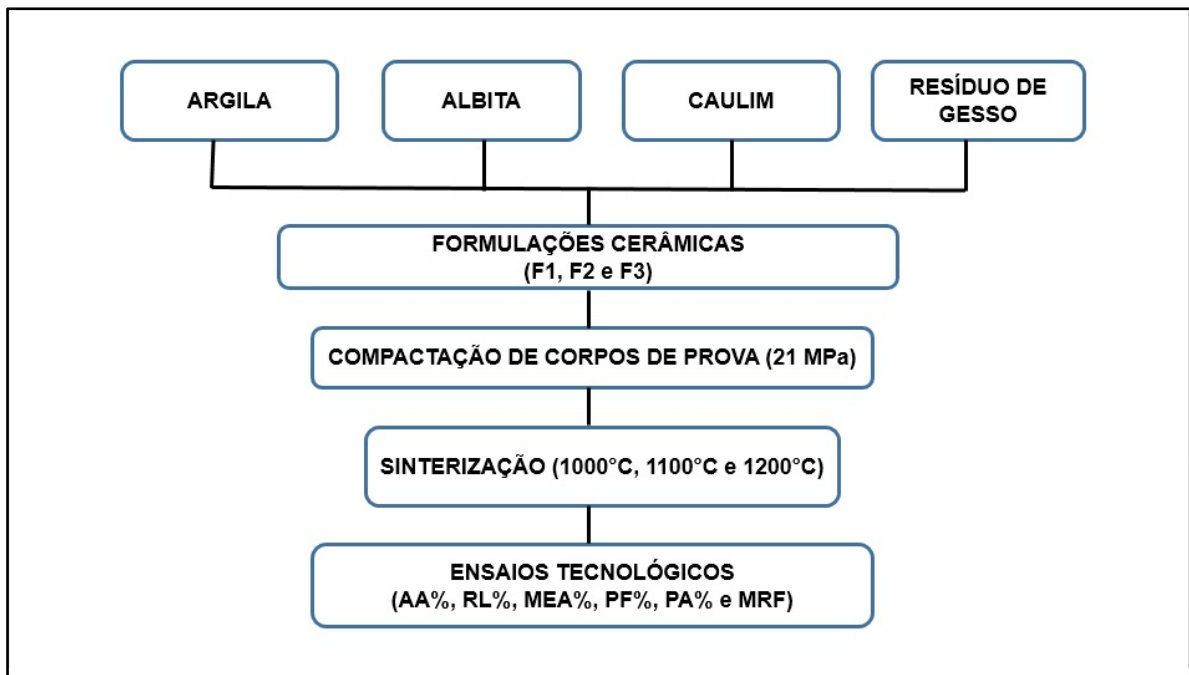


Figura 1- Fluxograma do Procedimento Experimental do Trabalho. (Autores, 2018)

Os ensaios tecnológicos dos corpos de prova são os seguintes: absorção de água (AA%), retração linear (RL%), massa específica aparente (MEA%), perda ao fogo (PF%), porosidade aparente (PA%) e módulo de resistência à flexão (MRF). Na Tabela 2, encontra-se todas os ensaios, fórmulas e descrições das variáveis.

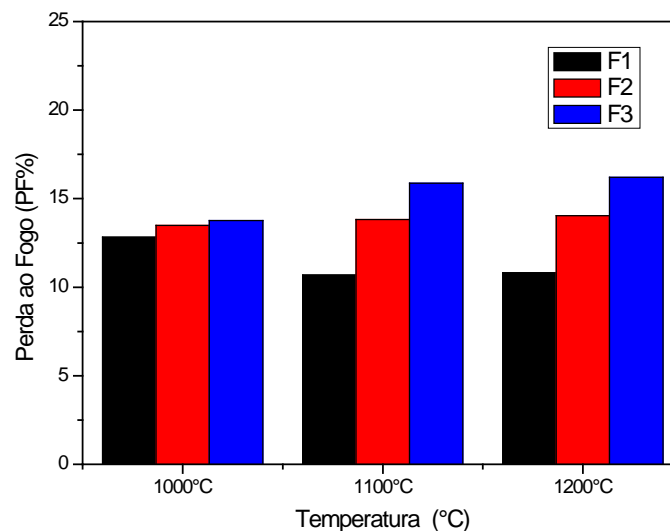
Tabela 2 – Ensaios Tecnológicos e descrições de Variáveis.

NOME DO ENSAIO	FÓRMULA	DISCRICÃO DAS VARIÁVEIS
Absorção de Água (AA%)	$AA\% = \frac{Pu - Ps}{Ps} \times 100$	Pu= peso úmido, Ps= peso seco.
Retração Linear (RL%)	$RL\% = \frac{L0 - Lf}{Lf} \times 100$	L0 = largura inicial, Lf=largura final.
Massa Específica Aparente (MEA%)	$MEA\% = \frac{Ms}{Mu - Mi} \times 100$	Ms= massa seca, Mu= massa úmida, Mi = massa imersa.
Perda Ao Fogo (PF%)	$PF\% = \frac{Pv - Ps}{Ps} \times 100$	Pv= peso não sinterizado, PS= peso sinterizado.
Porosidade Aparente (PA%)	$PA\% = \frac{Mu - Ms}{Mu - Mi} \times 100$	Mu= massa úmida, Ms= massa seca e Mi = massa imersa
Módulo De Resistência à Flexão (MRF)	$MFR (MPa) = \frac{3PL}{2bh^2}$	P = Carga obtida na ruptura (Kgf/cm ²); L = Distância de apoio entre os corpos de Prova (Kgf/cm ²); b = Largura do corpo de prova no local da ruptura (cm); h = Altura do corpo de prova no local da ruptura (cm).

Fonte: Autores (2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

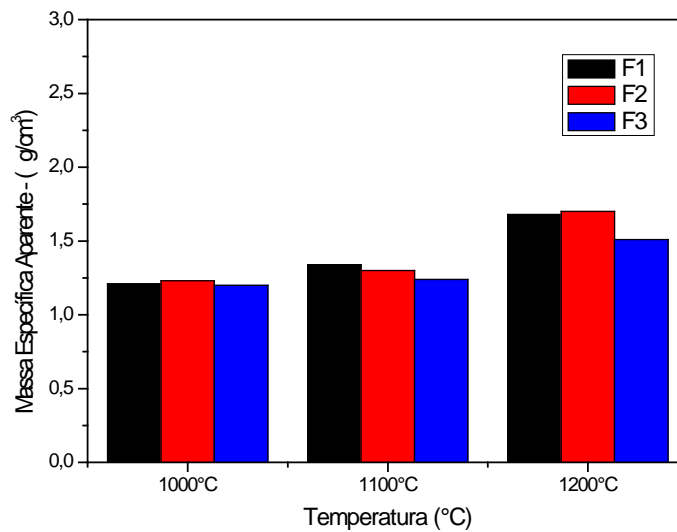
Os resultados dos ensaios tecnológicos se encontram nas Figuras 2, 3 e 4, respectivamente. Em relação ao ensaio de perda ao fogo (PF), espera-se que os corpos de prova percam maior quantidade de massa ao aumentar a temperatura de sinterização. Dessa forma, ao analisar os resultados, percebe-se que a formulação F1 (adição de 1% de resíduo de gesso) perdeu mais massa na temperatura de 1000°C, por outro lado, obteve os menores índices de perdas de massa nas demais temperaturas. A formulação F2, com 5% de resíduo de gesso na formulação, apesar de pequenas variações, se manteve estável em todas as temperaturas. Os maiores valores de perda de massa ao fogo (PF) são encontrados na formulação F3, esta formulação possui 10% de resíduo de gesso, em todas as temperaturas de sinterização. Portanto, ao se analisar todos os dados, pode-se afirmar que existe uma inclinação para as formulações com maior quantidade de resíduo de gesso, perderem valores maiores de massadurante o processo de sinterização. O resultado do ensaio de perda ao fogo (PF), se encontra na Figura 2.



Fonte: Autores (2018).

Figura 2 - Análise Tecnológica de Perda ao Fogo (PF).

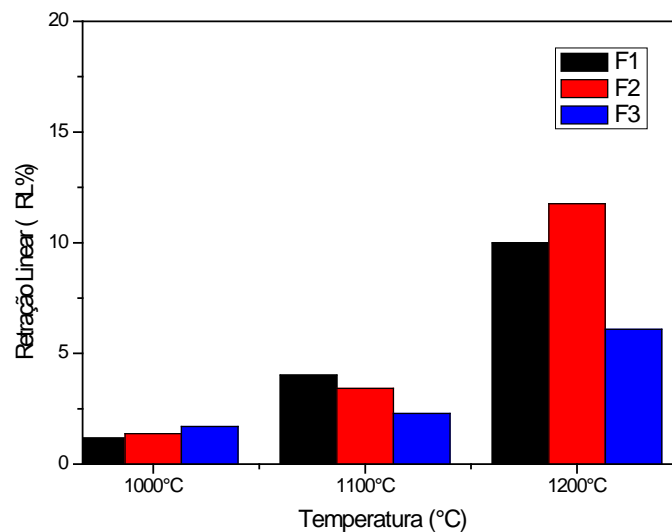
Na Figura 3, encontra-se o resultado do ensaio de massa específica aparente (MEA) dos corpos de prova. Os dados apresentados mostram que os corpos de prova tiveram os maiores índices de massa específica aparente na temperatura de 1200°C. A formulação F2, individualmente, obteve os maiores valores de MEA, especificamente nas temperaturas de 1000°C e 1200°C. De maneira geral, na temperatura de 1200°C, as amostras obtiveram os maiores índices de massa específica aparente, sendo que, na formulação F3 alcançou os menores valores em todas as temperaturas. Dessa forma, com adição de resíduo de gesso nas massas para revestimentos cerâmicos, os corpos de prova tendem a diminuir os índices de MEA, proporcionalmente com o aumento da temperatura de sinterização.



Fonte: Autores (2018).

Figura 3 - Análise de Massa Específica Aparente (MEA).

A retração linear (RL%) dos corpos de prova, sinterizados nas três temperaturas escolhidas se encontram na Figura 4.

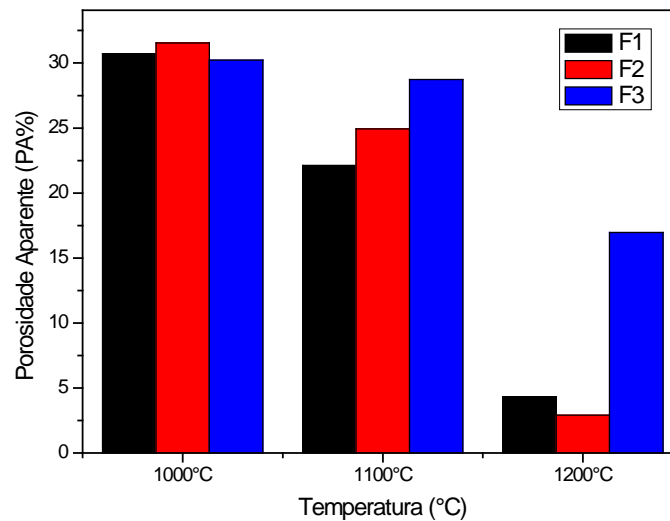


Fonte: Autores (2018).

Figura 4 - Análise de Retração Linear (RL%).

Inicialmente, se observa que os corpos de prova retrariam proporcionalmente com o aumento da temperatura de sinterização. Além disso, é perceptível que a formulação F1, com 1% de resíduo de gesso, teve a menor retração linear na temperatura de 1000°C, posteriormente, na temperatura de 1100°C obteve o maior índice. A formulação F3, com adição de 10% de resíduo, teve a maior retração linear, entre as massas cerâmicas, na temperatura de 1000°C. Por outro lado, essa formulação nas demais temperaturas, atingiu os menores índices de retração linear. A formulação F2, com 5% de resíduo, atingiu a maior retração linear em 1200°C. Esse comportamento

físico, pode ser ocasionado por erro estatístico ou por uma formação ou transformação de fases mineralógica.



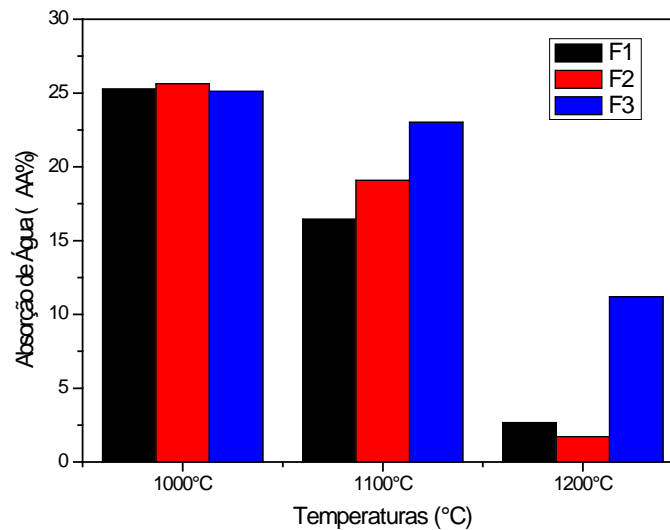
Fonte: Autores (2018).

Figura 5 - Análise de Porosidade Aparente (PA%).

Outra propriedade extremamente importante na caracterização dos materiais cerâmicos é a porosidade aparente (PA%), seu resultado influencia nas propriedades de absorção de água e resistência mecânica das amostras. No caso das formulações estudadas neste trabalho, os resultados desse ensaio se encontram na Figura 5. Neste ensaio, todos os corpos de prova alcançaram os maiores índices de PA na temperatura de 1000°C, sendo que, apesar da aproximação entre os valores do ensaio, a formulação F2 obteve os maiores índices de porosidade. Nas temperaturas de 1100°C e 1200°C, a formulação F3 (com 10% de resíduo) atingiu os maiores valores. Além disso, foi na temperatura de 1200°C que os corpos de prova obtiveram a menor porosidade entre todas as formulações. A porosidade dos corpos de prova, especialmente nas temperaturas iniciais, vai ter como consequência uma interferência nas propriedades de absorção de água e resistência à flexão.

O ensaio de absorção de água (AA%) é um dos parâmetros para classificação dos produtos cerâmicos, especialmente na produção de revestimentos. Para tanto, a Figura 6 mostra os dados da absorção de água nos corpos de prova produzidos. É perceptível que os dados apresentados do ensaio, se encontra em coerência com o ensaio de porosidade aparente (PA%). Todas as formulações alcançaram os maiores valores na temperatura de 1000°C, obtendo variações mínimas entre si. Na temperatura de 1000°C, a média de absorção de água é de 25%, considerado um índice elevado para produção de revestimentos cerâmicos e que não se enquadram como revestimentos (NBR 13817 e 13818). Entre as massas cerâmicas produzidas, a F1 atingiu os menores índices de absorção nas temperaturas de 1000°C e 1100°C, apesar de ainda serem consideradas elevados. Individualmente, a F3 (10% de resíduo na massa) absorveu mais água nas temperaturas de 1100°C e 1200°C. A formulação F2 teve um desempenho incongruente no ensaio de absorção de água, variando sua posição em todas as temperaturas de sinterização. O resultado da absorção de água, mostra que os corpos de prova sinterizados, obtiveram os

melhores valores na temperatura mais alta, 1200°C. Pelos valores atingidos, de uma forma geral, os materiais produzidos se classificam em porosos, grés e semigrés.

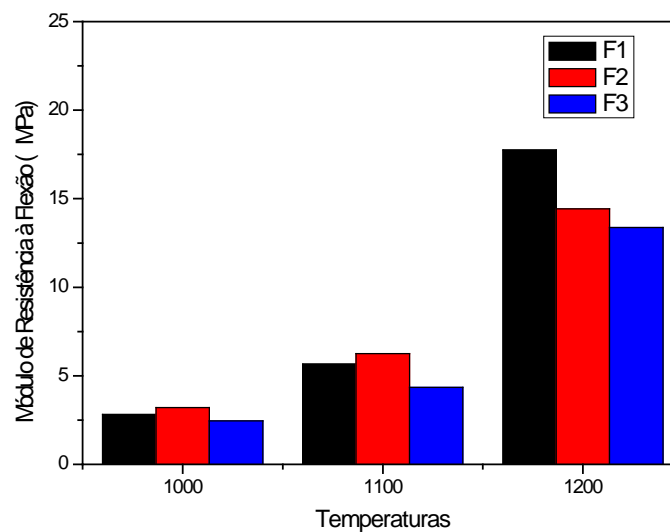


Fonte: Autores (2018).

Figura 6 - Análise de Absorção de Água (AA%).

É no processo de análise do ensaio de resistência à flexão que se nota como todas as propriedades, caracterizadas anteriormente, se apresentam na construção final dos produtos finais. Na Figura 7 encontra-se os resultados do módulo de resistência à flexão dos corpos de prova. Todas as formulações obtiveram os melhores resultados na temperatura de 1200°C, enquanto os piores se encontram na mais baixa, 1000°C. Além disso, os dados apresentados demonstram que a formulação F2, com 5% de resíduo de gesso, apresentou os melhores índices de resistência mecânica nas temperaturas de 1000°C e 1100°C. Por outro lado, ao comparar os dados dos ensaios tecnológicos desta formulação, nota-se que existe um conflito entre as propriedades de absorção de água, porosidade aparente com a resistência à flexão. Neste caso, os corpos de prova da F2 absorvem mais água e possuem porosidade elevada, justamente nas temperaturas onde possui maior resistência mecânica. Esse fato, provavelmente, pode ser causado pela formação em conjunto da porosidade fechada e aberta na microestrutura dos corpos de prova. Essas amostras absorvem mais água, porém mantém uma estrutura interna que suporta um esforço mecânico. Na temperatura de 1200°C, a formulação F1, composta com 1% de resíduo de gesso, alcançou o melhor resultado. Entre as três formulações, a F3 (com 10% de resíduo de gesso na massa cerâmica) atingiu os menores valores de resistência à flexão, considerado como insuficiente para fabricação de revestimentos.

É importante compreender esses ensaios tecnológicos para definir quais tipos de revestimentos são formados, usando os parâmetros das NBR's 13817 e 13818. Os dados e seus respectivos erros das análises de absorção de água (AA%) e do módulo de resistência à flexão encontra-se na Tabela 3. Além disso, foi classificado quais tipos de revestimentos foram confeccionados, a partir dos parâmetros normatizados.



Fonte: Autores (2018).

Figura 7 - Módulo de Resistência à Flexão (MRF).

Os resultados dos ensaios tecnológicos, especialmente aqueles parâmetros usados para classificação dos revestimentos (AA e MRF), de maneira geral apresentam os seguintes tipos de peças produzidas: grés, semiporoso e poroso. O desempenho final das formulações produzidas, com adição de resíduo de gesso nas massas, demonstrou que esse material pode ser incorporado, porém com propriedades recomendáveis com até 5% desse material.

Tabela 3. Formulações das Massas Cerâmicas.

Temperatura/Formulação	AA%	Revestimento	MRF	Revestimento
F1 - 1000°C	25,27±0,40	-	3,20±0,68	-
F1 - 1100°C	16,44±0,30	Poroso	6,26±0,83	-
F1 - 1200°C	2,67±2,40	Grés	14,43±1,80	Poroso
F2 - 1000°C	25,64±0,27	-	2,81±0,82	-
F2 - 1100°C	19,09±0,52	Poroso	5,66±0,48	-
F2 - 1200°C	1,71±0,30	Grés	17,75±5,33	Poroso
F3 - 1000°C	25,12±0,54	-	2,45±0,44	-
F3 - 1100°C	23,02±0,35	-	4,35±0,45	-
F3 - 1200°C	11,20±0,68	Semiporoso	13,37±1,75	Poroso

Fonte: Autores (2018).

Neste trabalho, o principal objetivo é analisar as propriedades tecnológicas. Contudo, é interessante avaliar os aspectos mineralógicos, morfológicos e químicos das amostras. Sendo necessário outros ensaios específicos para tais finalidades.

4 CONCLUSÃO

Usando os dados dos ensaios tecnológicos, conclui-se que a adição de resíduo de gesso em massas cerâmicas para revestimentos é viável, especificamente para produção de materiais porosos. Contudo, as formulações com 1% e 5% obtiveram os melhores resultados. A massa cerâmica com 5% de resíduo de gesso, individualmente, pode ser mais promissora para produção industrial, especialmente

por usar mais resíduo (retirando esse material do meio ambiente em maior quantidade) e obter resultados considerados entre os melhores neste trabalho.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Ensaio Mecânicos do Departamento de Materiais – DEMAT da UFRN. Este trabalho não seria possível sem o apoio do Laboratório De Tratamentos e Beneficiamento de Resíduos do IFRN-CNAT, pelo qual agradecemos.

REFERÊNCIAS

¹ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

² BÓ, M. dal et al. **Efeito das propriedades dos esmaltes e engobes sobre a curvatura de revestimentos cerâmicos.** Revista Cerâmica, São Paulo, v. 58, n. 345, p.118-125, jan/mar. 2012.

³ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13818: **Placas Cerâmicas para Revestimento - Especificação e Métodos de Ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

⁴ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13817: Placas Cerâmicas para Revestimento – Classificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 1997

⁵NASCIMENTO, Felipe José de Farias; PIMENTEL, Lia Lorena. **Reaproveitamento De Resíduo De Gesso. In: Encontro Nacional De Tecnologia Do Meio Ambiente Construído**, 13., 2010, Canela. **Anais..** . Canela: Entac,2010.p.1-10.Disponívelem: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/287.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2018.