

Aplicabilidade do resíduo industrial de rochas ornamentais na indústria cerâmica

Farah Diba da Silva¹; Felisbela Maria da Costa Oliveira; Júlio César de Souza

RESUMO

O corte e polimento de rochas ornamentais geram resíduos que causam problemas ambientais. A lama oriunda do polimento da superfície de chapas para fins ornamentais é composta de pó de rocha, abrasivo do rebolo de polimento e água, doravante denominada pó fino do polimento (PFP). Neste trabalho foram determinados e analisados parâmetros físicos e mecânicos de corpos de prova produzidos a partir de massas compostas de PFP e argila (10%PFP/90% argila e 40%PFP/60% argila), visando à fabricação de produtos de cerâmica vermelha. A finura do rejeito é determinante para a economia de energia de cominuição. A adição de 40% de PFP à argila proporciona valores de plasticidade favorecendo a extrusão das peças e absorção d'água abaixo de 20%, valor limite requerido para as telhas.

ABSTRACT

The cutting and polishing stones generate waste that cause environmental problems. The sludge coming from the polishing surface plate for ornamental purposes is composed of rock powder, abrasive polishing and water, referred to as fine powder polishing (PFP). In this study we determined and analyzed the physical and mechanical test specimens made from mass composed of clay and PFP (10% PFP/90% clay and 40% PFP/60% clay), aiming at manufacturing of clay products. The fineness of waste is crucial to saving energy comminution. The addition of 40% of PFP clay plasticity provides values favoring the extrusion of parts and water absorption below 20% threshold required for the tiles.

INTRODUÇÃO

Considera-se como rocha ornamental a que é produzida pela extração em forma de blocos e que, na maioria dos casos, é serrada em placas, visando aplicações na construção civil, decorações e urbanismo. Comercialmente as rochas são classificadas em dois grupos: mármore, que são rochas carbonáticas, e granitos, rochas silicáticas ígneas, de textura granular, contendo minerais essenciais como quartzo, feldspato e mica, segundo Almeida e Chaves (2002).

Estima-se que existam no País, aproximadamente, 1.900 teares em atividade, os quais possuem capacidade de desdobramento variável de acordo com o modelo de cada equipamento. Tais capacidades têm evoluído bastante nos últimos anos, existindo aqueles de menor porte, com capacidade de desdobramento equivalente a 35 m³/mês, até os de maior porte, de 120m³/mês (jumbo), todos utilizando sistemas de corte baseado no atrito a úmido de barras de ferro e granalha com o bloco. Nos últimos dois anos surgiram no mercado, teares tecnologicamente mais avançados, utilizando fios diamantados para o corte de chapas, usando o mesmo princípio de corte realizado nas frentes de lavra, Balanço Mineral Brasileiro (2001).

¹ Pós-Graduação Engenharia Mineral (UFPE). faradiba@ufpe.br/ felisbela.oliveira@ufpe.br/jcsouza@ufpe.br

De acordo com SEBRAE Minas, (2005-2007), cerca de 70% da produção mundial de mármore e granitos são transformados em chapas processadas para revestimento em edificações e produtos beneficiados, com ladrilhos para pisos, escadas e halls. O seu uso em edificações, principalmente na forma de chapas, ladrilhos e colunas, decorre de propriedades como resistência, durabilidade, baixo custo de manutenção, beleza e facilidade de aplicação; 15% é desdobrada em peças para arte funerária, 10% para obras estruturais e 5% para outros campos de aplicações. O consumo de rochas é estimado em 600 milhões de m²/ano, sendo os produtos cerâmicos, com um consumo de 3,8 bilhões de m²/ano, seus principais concorrentes na construção. A demanda por esses materiais é determinada em função da cor, homogeneidade, movimentação e beleza, entre outras características.

A indústria das rochas ornamentais gera uma enorme quantidade de efluentes de resíduos sólidos por ano. Equacionar o contínuo desenvolvimento do setor, sem que haja um impacto sobre o meio ambiente, é uma prioridade. Dessa forma a reciclagem do rejeito é uma alternativa que possibilita agregar-lhe valor, gerar novos empregos e ajudar a minimizar o problema ambiental, Filho *et al.* (2005).

Material cerâmico é um termo que se estende aos produtos obtidos a partir de substâncias minerais não-metálicas que primeiramente são moldados e em seguida, através de um tratamento térmico em temperaturas elevadas, tornam-se mecanicamente resistentes, Grandi e Renó (1989). Segundo Gonsalves e Vanderline (2003), cerâmica é o material obtido por moldagem, secagem e queima do composto de matérias-primas inorgânicas (minerais ou sintéticas), que através da queima o transforma em um objeto sólido de estrutura parcialmente cristalina e vítrea.

Na indústria cerâmica, resíduos de mármore e granitos são compatíveis com as composições químicas e físicas pré-requisitadas para uma massa cerâmica. A lama apresenta-se de compatível potencial granulométrico a ser incorporado em massas argilosas usadas para a fabricação de produtos cerâmicos. A aplicação na indústria cerâmica se deve também a seu comportamento não plástico, característico de material cerâmico. Teores de ferro, contidos no resíduo, são aceitáveis na composição química da cerâmica vermelha tradicional utilizada para fabricação de telhas, tijolos maciços, blocos estruturais, blocos de vedação, lajotas, elementos vazados, agregados leves, etc. A cerâmica vermelha inclui utensílios de uso doméstico como painéis, travessas e talhas, incluem objetos de adornos como vasos, floreiras e etc. A indústria cerâmica faz parte do conjunto de cadeias produtivas do complexo da construção civil.

METODOLOGIA

Foram verificados valores referentes à granulometria do PFP e da argila de acordo com a NBR 7181 (1984) da ABNT, realizado no Laboratório de Solos e Geotecnia da UFPE. . A composição química do PFP sob a forma de óxidos foi determinada pela fluorescência de raios X, no laboratório NEG-LABISE da UFPE.

As matérias-primas argila e PFP foram elaboradas em percentuais de peso. As massas foram submetidas a etapas de homogeneização. A conformação dos corpos-de-prova dos diversos tipos de massas cerâmicas com dimensão padrão de 6,0cm x 2,0cm x 0,5cm, sob uma pressão de 200 kgf/cm² (19,6 MPa), (figura 1(D)) foi realizada através de prensa hidráulica, de marca Testop Ronald-topcom capacidade de 10 toneladas (figura 1(A)). Os corpos de prova ficaram em temperatura ambiente por 24 horas para secar e, em seguida, para a retirada do excesso da umidade, permaneceram em estufa a 110°C, durante 24h. As temperaturas de queima adotadas foram de 700°C, 800°C, 850°C, 900°C, 950°C e 1.000°C, em forno elétrico Tipo Mufla, da Heraeus Instruments, modelo M104, 1000°C, (figura 1(B) e (C)), com taxa de aquecimento de 5°C/min e patamar de queima de 3 horas e resfriamento lento dentro da mufla. A formulação

das massas cerâmicas de argila misturadas ao PFP em peso foram de argila(100%); argila (90%)/PFP (10%); argila (60%)/PFP (40%).

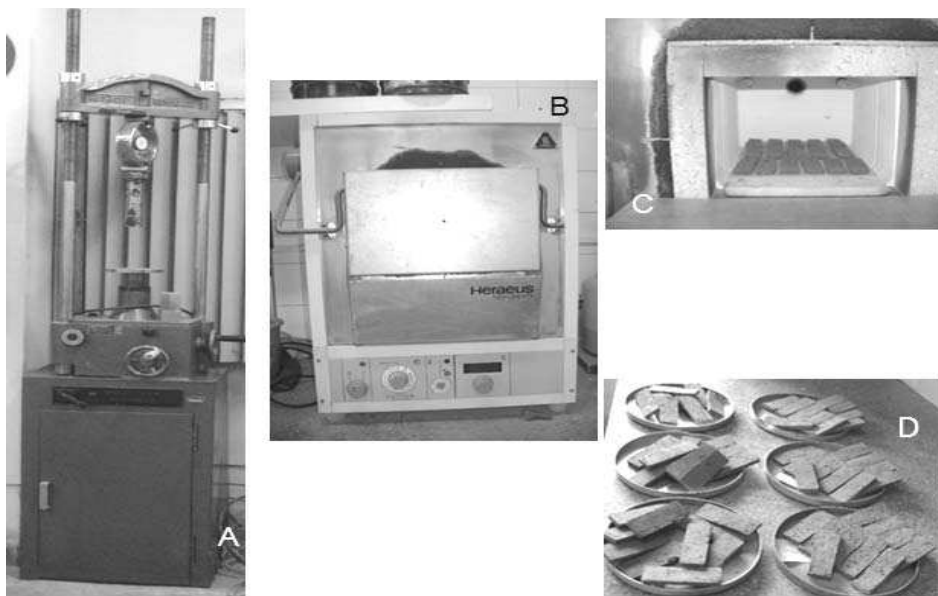


Figura 1 - (A) Prensa de compressão; (B) Mufla Heraeus Instruments modelo M104; (C) Detalhe no interior da mufla; (D) Diferentes massas cerâmicas.

Ensaio tecnológicos cerâmicos

Os ensaios cerâmicos visam verificar e definir a aplicação industrial de acordo com o desempenho tecnológico das propriedades físicas da matéria prima.

Limites de Atterberg

A determinação do limite de liquidez (LL), teor de umidade que separa o estado de consistência líquido do estado plástico, e no qual o solo apresenta pequena resistência ao cisalhamento, foi idealizada por Arthur Casagrande. O limite de liquidez (LL) de todas as massas cerâmicas formuladas foi obtido com o uso do aparelho de Casagrande, através da NBR 6459 (1984) da ABNT. O limite de plasticidade (LP) é determinado pelo cálculo da umidade para a qual o solo começa a se fraturar quando se tenta moldar, com ele, um cilindro de 3 mm de diâmetro a cerca de 10 cm de comprimento. A determinação dos Limites de Plasticidade baseou-se na norma NBR 7180 (1984) da ABNT.

D0 da cor de secagem e de queima

Para uma eficiente determinação de cor de queima dos corpos de prova às várias temperaturas, apenas a visão não é eficiente: foi utilizado, então, o catálogo de cores de Munsell. Foram avaliadas as cores dos diferentes tipos de massas cerâmicas depois da queima às temperaturas de 700°C, 800°C, 850°C, 900°C, 950°C e 1.000°C.

Perda ao fogo (PF)

A avaliação da perda ao fogo objetiva a determinação do percentual de material volátil como a água e matéria orgânica, perdida durante a queima de material cerâmico. É feita através da pesagem (g) dos corpos-de-prova secos em estufa, a 100°C (M_s) e após a queima (M_q), nas várias temperaturas. Os resultados são obtidos aplicando-se a equação:

$$PF = [(M_s - M_q) / M_q] \times 100 \quad (a)$$

Absorção de água (AA)

Este parâmetro foi determinado conforme a NBR 13818 (1997). Os corpos de prova, de massa M_1 , são imersos em água destilada, sem estarem em contato entre si, de maneira que o nível da água esteja 5cm acima das placas. A água é aquecida até fervura e mantida em ebulição durante 2 horas; o nível de água deve ser mantido constante durante todo o ensaio. Os corpos-de-prova são colocados sob circulação de água à temperatura ambiente para que entrem em equilíbrio. São suavemente enxutos com uma flanela ligeiramente úmida e, imediatamente após esse processo, são pesados, sendo obtido a massa úmida (M_2) do material. A absorção de água (AA) é obtida pela equação abaixo:

$$AA (\%) = [(M_2 - M_1) / M_1] \times 100 \quad (b)$$

Porosidade aparente (PA)

A determinação da porosidade aparente dos corpos de prova após a queima às várias temperaturas é obtida a partir de diferentes pesagens: ao ar, do corpo de prova seco (M_s) e saturado (M_u); e M_i , do corpo de prova submerso. O valor da porosidade aparente é obtido por meio da equação (c):

$$PA (\%) = [(M_u - M_s) / (M_u - M_i)] \times 100 \quad (c)$$

Massa específica aparente dos corpos-de-prova (MEA)

A massa específica aparente (MEA) é obtida a partir da razão entre a massa do corpo-de-prova seco e seu volume ou ainda a razão entre a massa seca (M_q) e a diferença entre a massa saturada (M_u) e a massa do corpo-de-prova imerso em água (M_i) as massas são expressas em gramas e os valores de MEA são obtidos em g/cm^3 e aplicou-se a equação:

$$MEA = M_q / (M_u - M_i) \quad (d)$$

Módulo de Ruptura a Flexão (MRF)

Para a determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão (MRF), é necessário a remoção de quaisquer partículas soltas aderidas ao corpo-de-prova. As amostras são secas em estufa a temperatura de $110^\circ C$ ($\pm 5^\circ C$) até atingir massa constante, deixando esfriar dentro da estufa ou no dessecador até a temperatura ambiente.

Os corpos-de-prova devem ser ensaiados até 26 horas depois do início do aquecimento, desde que estejam com a massa constante o que foi feito conforme a NBR 13818 (1997) ABNT, anexo C, com o uso de um deflectômetro. A ruptura à flexão foi realizada na velocidade de 0,5mm/min em uma máquina de ensaio Emic DL munida de uma célula de medida de carga com capacidade de 1.000 KN. e com 2,00mm de distância entre os pontos de apoio (L). O cálculo da tensão de ruptura (σ_R) foi calculada a partir da equação

$$\sigma_R = (3F_f L) / (2b \cdot d^2) \quad (e)$$

Onde:

F_f - é a carga no momento da ruptura;

L - é a distância entre os pontos de suporte; b - base do corpo-de-prova e

d - é a altura do corpo-de-prova.

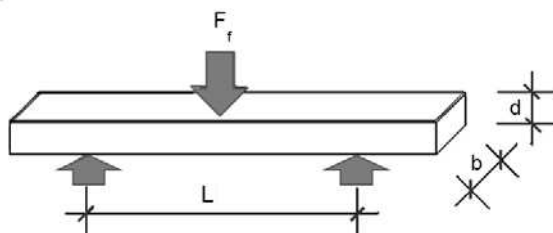


Figura 2 - Esquema do corpo-de-prova para a ruptura a flexão em três pontos

RESULTADOS

Os Materiais

Os materiais foram analisados para determinação da compatibilidade granulométrica do PFP com a da argila, matéria-prima doada por indústria de cerâmica vermelha, localizada no Município de Pau'dalho – PE. A curva do PFP, nas frações areia fina e silte, é mais fina que a argila. O silte é a fração granulométrica mais representativa do PFP. No que concerne à fração granulométrica argila, o pó fino é mais grosso que o material argílico. A determinação do diâmetro efetivo d_{ef} é por isso importante. O diâmetro efetivo é o diâmetro correspondente a 10% em peso total das partículas menores que ele, segundo Caputo. Ele denota o grau de finura do material. O d_{ef} do pó fino de polimento é 0,0012 mm (1,2 μ m), valor que indica que o material é muito fino. Para a argila, entretanto, a determinação deste parâmetro foi prejudicada por problemas operacionais: sendo este um material muito fino, 30% de suas partículas apresentando diâmetro equivalente menor que 1,2 μ m. Portanto, considerando a tendência da curva da argila, acredita-se que o d_{ef} seria menor que o μ m. Isto mostra a extrema finura desta argila. Registra-se também o valor de 8,92, para o coeficiente de não uniformidade (CNU, d_{60}/d_{10}) para a curva do PFP, que indica uniformidade média para os grãos, ou seja, existem grãos de vários diâmetros distribuídos nas diferentes frações granulométricas dos pós. O CNU das argilas não foi definido por conta da indeterminação do d_{ef} .

A análise química indica que a composição do PFP tem elevado teores de SiO_2 oriundo de rochas silicáticas (tabela 1). Valores percentuais dos óxidos do PFP são semelhantes ao da argila. O óxido de alumínio tem propriedades refratárias e ajuda na não deformação de peças cerâmicas moldadas. O óxido de potássio é fundente igual ao MgO e ao CaO. Teores de silicato de Ca e de Mg contribuem com o controle de retração do produto cerâmico. Outros metais fundentes mostram-se em menores teores nas amostras como BaO e SrO. Óxido de ferro torna a cerâmica vermelha após a queima. O TiO, conferi a cor vermelha à massa depois da queima e apresenta propriedades vitrificantes.

T 1 - Composição química do pó fino de polimento (PFP) e da argila.

Composto Químico	PFP %	Argila %	Composto Químico	PFP %	Argila %
SiO_2	65,30	69,00	TiO_2	0,67	1,02
Al_2O_3	16,00	15,60	P_2O_5	0,15	0,04
K_2O	5,60	2,21	MnO	0,08	1,13
Fe_2O_3T	4,38	5,56	Rb_2O	0,03	0,01
Na_2O	2,79	3,89	SrO	0,06	0,04
MgO	2,53	0,85	BaO	0,15	0,11
CaO	2,26	1,45			
p.f.	0,28	0,09			
Total	100,30				

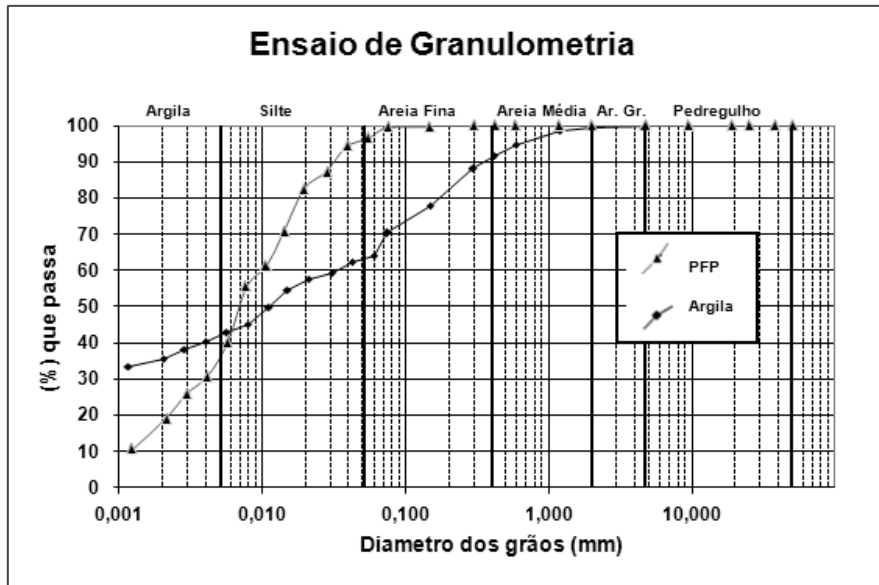


Figura 3 - Curva granulométrica da argila e do rejeito industrial PFP.

DISCUSSÃO

Conforme a classificação de Jenkins, a argila e as massas cerâmicas compostas de 10% e 40% de PFP são de alta plasticidade. O PFP não registra capacidade para ser moldado, entretanto sua introdução é fundamental para a diminuição da retração linear de queima e de secagem das peças conformadas, além de aumentar a plasticidade da massa cerâmica uma propriedade requerida para a etapa de conformação de peças cerâmicas. O PFP não tem capacidade de reter água, portando não pode fornecer dados de limites de liquidez. A densidade das massas compostas de argila e PFP nos percentuais de 10% e 40% foram determinadas com o uso do picnômetro e se caracterizam por registrar valores crescentes conforme o aumento de PFP nas massas cerâmicas. As cores de secagem da argila e das massas cerâmicas se caracterizam por apresentar uma variedade de cinza, sendo a cor cinza mais clara para a massa composta de argila/40%PFP sob a análise óptica. A adição de 40%PFP combinado a cerâmica resulta em uma menor retração linear dos corpos cerâmico a seco.

Tabela 2 - Determinação de parâmetros físicos dos materiais e das massas cerâmicas.

Análises	Argila	PFP	Massa (10% PFP)	Massa (40% PFP)
Densidade Média (g/cm^3)	2,66	2,59	2,64	2,70
Limite de Liquidez (LL) (%)	42,01	NL	38,48	40,29
Limite de Plasticidade (LP) (%)	17,62	NP	17,26	21,91

(NP)*Não para plasticidade; (NL)* Não para liquidez; (nd)* não determinado.

A argila registrou, após a queima em temperatura de 700°C, sua maior massa específica aparente justificando porosidade e absorção de água (AA) elevadas, em temperatura de 700°C. A massa específica aparente (MEA) da argila decresce conforme o aumento de temperatura de queima. A massa cerâmica composta de argila/10%PFP registrou massa específica aparente menor em temperaturas acima de 700°C, um fato verificado também com o aumento de PFP em massas cerâmica composta de argila/40%PFP.

Tabela 3 - Análises das cores de cerâmica vermelha em variadas temperaturas.

Material	Análises	Verde	700°C	800°C	850°C	900°C	950°C	1.000°C
Argila	cor de queima	5Y 4/1	5YR 4/4	5YR 4/4	5YR 5/6	10R 4/6	10R 4/6	10R 6/6
Argila/10% PFP	cor de queima	10YR 4/2	5YR 4/4	5YR 4/4	5YR 5/6	10 R 4/6	5YR 5/6	10R 4/6
Argila/40% PFP	cor de queima	5Y 6/1	10YR 5/4	5YR 5/6	5YR 5/6	5YR 5/6	5YR 5/6	10YR 5/4

Legenda: Pale yellowish Brown 10YR 6/2; Dark Yellowish Brown 10YR 4/2; Moderate Yellowish brown 10YR 5/4; Moderate Reddish orange 10R 6/6; Moderate reddish brown 10R 4/6; Pale reddish brown 10R 5/4; Light Brown 5YR 6/4; Light Brown 5YR 5/6; Yellowish Gray 5YR 8/1; Moderate Brown 5YR 4/4; Light olive Gray 5Y 6/1; Olive Gray 5Y 4/1.

A cor de queima da argila se caracteriza por apresentar a cor vermelha. Conforme o aumento de temperatura, o fato é verificado com tonalidades de vermelho mais intenso. A variação de cor também é observada nas massas cerâmicas compostas de 10% PFP e 40% PFP. Esta última massa registra variações da cor vermelha mais clara do que a argila e devido à influência da maior percentual de PFP combinado à argila.

A queima da argila a 1.000°C elevou a absorção de água (AA), devido ao fissuramento do corpo-de-prova quando submetidos às altas temperaturas. Em temperatura de 850°C a massa cerâmica composta de argila/10% PFP tem sua capacidade de absorção de água (AA) elevada superando a absorção de água da mesma massa em outras temperaturas, justificada pela presença de fissuramento da massa resultando em uma diferença de 2,02 entre a porosidade registrada em temperatura de 700°C e 850°C

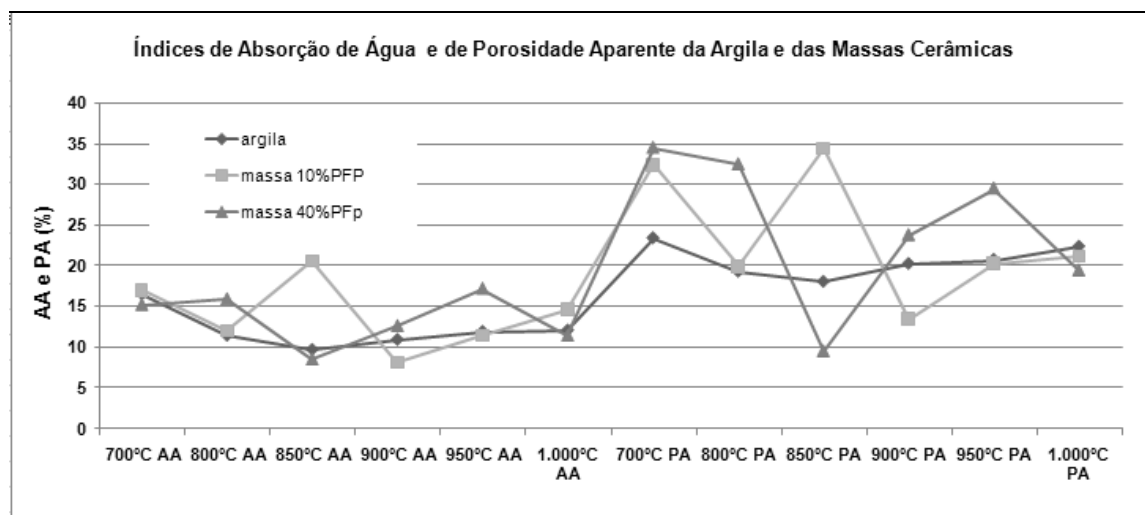


Figura 4 - Índices físicos da argila e das massas cerâmicas em diversas temperaturas.

A argila e as massas cerâmicas compostas de argila/10%PFP e argila/40%PFP caracterizam-se por apresentarem propriedades de AA dentro do limite admissível de 20,2%, conforme Souza Santos (1975). A massa composta de 10%PFP se caracteriza por apresentar significativa redução de absorção de água (AA) entre as temperaturas de 700°C e 800°C, enquanto, que o aumento de PFP resultou em baixa absorção de água, embora registre uma alta porosidade, mas estes poros não se apresentam interligados.

Quando submetido a esforço mecânico, a argila e as massas cerâmicas registraram um significativo aumento de resistência mecânica de ruptura à flexão (MRF) em três pontos, conforme o aumento de temperatura. A temperatura de 700°C não é considerada de queima para cerâmica

vermelha, sua determinação, entretanto, objetivou a análise de resultados a serem comparados com aqueles fornecidos pelos corpos-de-prova submetidos em temperatura de cerâmica vermelha (800°C e 900°C).

A argila quando composta com PFP na condição de massa cerâmica registra módulo de resistência a flexão menor do que a resistência da argila sem adições, (figura 5). O aumento de PFP compondo a massa argila/40%PFP e argila/10%PFP registrou resistência estabilizada entre as temperaturas de 900°C a 1.000°C, sendo, a resistência registrada pela massa cerâmica composta de menos percentual de PFP. A massa composta de 40%PFP registra um maior ganho de resistência significativa entre as temperaturas de 700°C a 850°C para a massa composta de

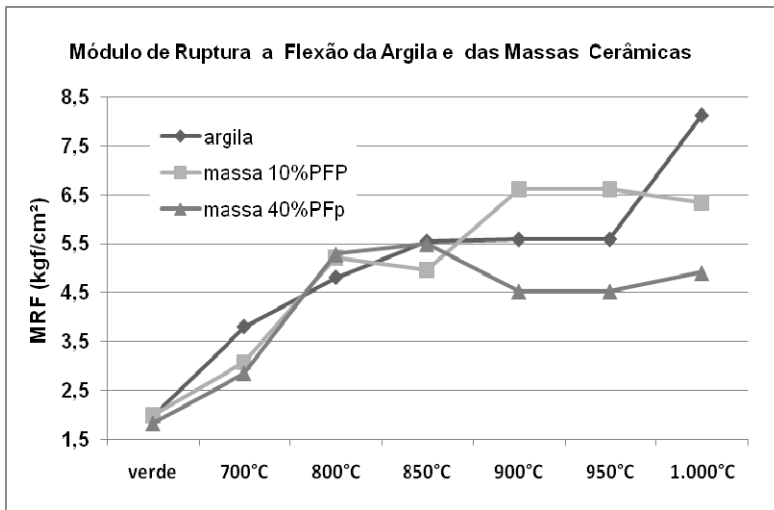


Figura 5 - Resistência à flexão em tres pontos da argila e das massas cerâmicas.

Não é recomendada a queima de material cerâmico vermelho como telhas, ladrilhos de piso, tijolos furados e tijolos de alvenaria em temperatura de 950°C quando estes corpos cerâmicos são conformados por pressão, Souza Santos (1975). As temperaturas de 950°C e de 1.000°C foram efetuadas para a verificação de comparação dos resultados tecnológicos obtidos com as temperaturas de cerâmica vermelha. A massa cerâmica argila/10%PFP registrou um aumento de resistência mecânica.

A perda ao fogo das massas cerâmicas registraram uma maior perda ao fogo entre as temperaturas de 800°C e 950°C devido a influencia de minerais compostos de OH contido no pó de rocha, (figura 6). O PFP é um rejeito fino sólido composto de minerais de rochas silicáticas e carbonáticas. A argila e as massas cerâmicas tendem a diminuir a perda ao fogo em temperatura de 1.000°C.

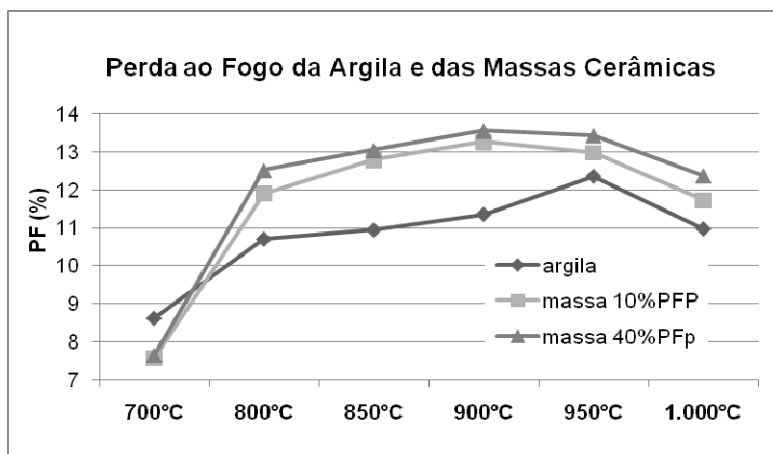


Figura 6 - Perda ao fogo da argila e das massas cerâmicas em várias temperaturas de queima.

CONCLUSÃO

O PFP é um rejeito sólido industrial de uniformidade média para os grãos, ou seja, existem grãos de vários diâmetros distribuídos nas diferentes frações granulométricas. A argila mostra-se mais fina do que o PFP. A adição de PFP combinado a uma argila plástica não causa dano ao LP da argila, melhorando a trabalhabilidade da massa cerâmica a ser extrudada para a conformação das peças cerâmicas. A composição química do PFP é compatível com a da argila. Valores de MEA da argila diminui com o aumento de temperatura. A adição de PFP compoendo as massas cerâmicas não caracteriza a diminuição de MEA conforme ocorra o aumento de temperatura.

Os valores de absorção de água da argila e das massas cerâmicas compostas se caracterizam por registrarem percentuais menores de 20,2% em temperatura abaixo de 950°C, conforme o valor admitido para queima em temperaturas de 950°C, segundo Souza (1975).

O aumento de percentual de PFP (40%), na massa cerâmica, não se traduz por aumento na resistência a ruptura à flexão, quando os corpos de prova são submetidos a altas temperaturas. O PFP pode conter, na sua composição, carbeto de silício, oriundo dos cabeçotes de polimento, que começa a expandir quando ocorre aumento de temperatura. À temperatura de 1.000°C, a expansão do carbeto de silício, com conseqüente aumento de porosidade, é verificada pela diminuição da resistência de ruptura à flexão em três pontos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO Mineral Brasileiro (2003/2004). DNPN/MM, Brasília.

ALMEIDA, S. L.M & SAMPAIO, J. A. (2002) Obtenção de areia artificial com base em finos de pedreira. Revista Areia & Brita, Out./Dez.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS – ABIROCHAS. Rochas Ornamentais no século XXI – Bases para uma política de desenvolvimento sustentado das exportações brasileiras. Coordenador: Peiter *et. al.* Rio de Janeiro/ABIROCHAS. 2001, 160p.

_____. - Balanço das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais no 1º quadrimestre de 2006 b. Disponível em: <www.abirochas.com.br> Acesso em 08/08/06.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984). NBR 6459.. Solos – Determinação do limete de liquides, Rio de Janeiro, 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984). NBR 7180.. Solos - Determinação do limete da plasticidade, Rio de Janeiro 3p.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984). NBR 7181.. Solos – Análise granulométrica.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997). NBR 13818 Placas cerâmicas para revestimento . Especificação e Métodos de Ensaios – Módulo de Resistência à Flexão – (Anexo C).
- SOUZA SANTOS, P.; SANTINI, P. Análises térmicas diferenciais de bauxitos, argilas aluminosas e lateritos. *Cerâmica*, v.9, n.323, p. 3-32, 1963.
- SEBRAE Minas, (2005-2007),
- SUMÁRIO Mineral (2004). DNP/MME, Brasília.
- SILVA, J. B, HOTZA, D., SEGADÃES, A. M. e ACCHAR, W. , Incorporação de lama de mármore e granito em massas argilosas. *Cerâmica*, oct./ dec. Vol. 51, no.320, p.325 – 330. ISSN 0366-6913, 2005
- SOUZA, Júlio César de. Cadeia produtiva do setor de rochas ornamentais. In: Anais Vº Simpósio de Rochas Ornamentais no Nordeste. 13 a 15 de novembro., Recife, 2005 p. 193-203.
- SANTOS, P. S. Ciência e tecnologia de argilas. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. v. 1, p. 3-4, 157-67.
- GONÇALVES . P. S. ; VANDERLINE . F. V. F. ; Tecnologia cerâmica. Apostila SENAI Mário Amato- Núcleo Cerâmica. 2003.
- GRANDI. A..RENÓ. R. Revestimento de Cerâmica . In: XXXIII Congresso Brasileiro de Cerâmica. maio 1989. Serra Negra .