

## Formulação de Massa de Revestimento Cerâmico com Argilas Plásticas de Campos dos Goytacazes (RJ) e Taguá (SP)

**Carlos Maurício Fontes Vieira<sup>1</sup>, Sérgio Neves Monteiro<sup>1</sup>  
e Jamil Duailibi Filho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)

Laboratório de Materiais Avançados (LAMAV),

Av. Alberto Lamego, 2000, 28015-620 Campos dos Goytacazes - RJ

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Avenida Venezuela, 82

22030-010 Rio de Janeiro - RJ - e-mail: duailibi@int.gov.br

**Resumo:** O objetivo do presente trabalho é o de apresentar os resultados relativos à formulação de massas para revestimento cerâmico constituídas de argilas plásticas utilizadas no segmento Cerâmica Vermelha no norte do Estado do Rio de Janeiro e taguá proveniente do Estado de São Paulo. Foram utilizados como ferramentas de auxílio de formulação de massa, parâmetros tecnológicos de massa cerâmica industrial utilizada por um grupo de indústrias de revestimento do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes-SP. Foram preparadas massas cerâmicas por via seca com adição de taguá em 20, 40 e 60% em peso às argilas de Campos dos Goytacazes. As amostras foram conformadas por prensagem uniaxial e queimadas em forno industrial. Os resultados demonstraram que a massa cerâmica composta por 40% de argilas plásticas da Região de Campos dos Goytacazes e 60% de taguá apresentou parâmetros tecnológicos compatíveis para uso industrial.

**Palavras-chaves:** revestimento cerâmico, formulação de massa, argilas plásticas, taguá

### Introdução

O Brasil ocupa lugar de destaque no Segmento de Revestimento Cerâmico, sendo o quarto maior produtor mundial<sup>1</sup>. Utiliza-se o processo de preparação de massa via seca para cerca de 40% dos revestimentos produzidos no país, o qual se caracteriza por um menor custo de processamento em relação ao processo via úmida<sup>2</sup>. No Brasil, aproximadamente 70% dos revestimentos cerâmicos produzidos por via seca são provenientes do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes-SP, que abrange os municípios de Santa Gertrudes, Rio Claro, Cordeirópolis, Araras e Limeira localizados no interior do Estado de São Paulo. A massa cerâmica utilizada pelas indústrias do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes é constituída por uma mistura de argilas fundentes que são rochas sedimentares antigas como siltitos e argilitos e denominadas de taguá<sup>3-6</sup>. O principal produto obtido é o revestimento semi-poroso classificado pela nor-

ma ISO 13006 como BIIb, e que deve apresentar, dentre outros fatores, absorção de água compreendida entre 6-10% e resistência mecânica superior a 18 MPa.

Uma massa cerâmica deve possuir características necessárias para possibilitar uma adequada trabalhabilidade durante o processamento e para a obtenção das propriedades finais requeridas. No caso de revestimento cerâmico de base vermelha produzido por via seca, a massa cerâmica é normalmente composta por uma mistura de argilas predominantemente ilitico-caoliníticas, acompanhadas de elevado percentual de quartzo. Esta composição mineralógica deve possibilitar uma adequada relação de materiais plásticos/não plásticos, elevado percentual de óxidos alcalinos ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ), baixo teor de óxidos alcalino-terrosos ( $\text{CaO} + \text{MgO}$ ), baixa perda ao fogo e teor de matéria orgânica e valor de plasticidade intermediários<sup>7-10</sup>.

O município de Campos dos Goytacazes com cerca de 400.000 habitantes e área de 4469 km<sup>2</sup>, está localizado no

norte do Estado do Rio de Janeiro, sendo que mais da metade de sua área apresenta uma planície constituída por sedimentos quaternários recentes dos tipos aluvionares e com abundância em material argiloso<sup>11</sup>. Esta característica regional juntamente com o declínio da indústria açucareira, motivou o desenvolvimento de um pólo de cerâmica vermelha há cerca de 40 anos. Considerando que o Município de Campos dos Goytacazes apresenta alguns fatores favoráveis para a implantação de indústrias de revestimento como disponibilidade de gás natural, proximidade do segundo maior mercado consumidor do país, facilidade de escoamento da produção, inclusive para o exterior, além de grande interesse do empresariado local de fabricar produtos de maior valor agregado que os de cerâmica vermelha, a Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF e o Instituto Nacional de Tecnologia - INT estão empenhados na busca de alternativas que possibilita a produção de revestimento de baixo custo, utilizando o processo via seca.

Até recentemente existia na Região de Campo dos Goytacazes uma crença quase que generalizada que, a exemplo de Santa Gertrudes, o Município poderia se transformar em um pólo produtor de revestimento cerâmico, utilizando apenas argilas encontradas em abundância na região. Entretanto, estudos recentes mostraram que se as argilas da região apresentam características bastante adequadas para cerâmica vermelha<sup>12-14</sup>, as mesmas não podem ser utilizadas como únicos componentes de massa cerâmica para a produção de revestimento por via seca, pois apresentam elevado percentual de fração argila de predominância caulínica, elevada perda ao fogo e baixo percentual de fundentes.

Considerando a hipótese de ser economicamente viável o transporte de argilas ílticas da Região de Santa Gertrudes-SP para o Norte Fluminense, a exemplo do que ocorre para a produção de pisos em indústria localizada no Estado do Espírito Santo, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados relativos à formulação de massa cerâmica utilizando mistura de argilas da Região de Campos dos Goytacazes com taguá proveniente do Estado de São Paulo. São apresentadas também algumas características de massa cerâmica industrial de revestimento semiporoso produzido por via seca que auxiliaram na formulação das massas cerâmicas.

## Materiais e Métodos

Para formulação das massas cerâmicas foram utilizadas dois tipos de argilas da região de Campos dos Goytacazes denominadas de argila amarela (A) e argila amarela-acinzentada (AA) e uma argila fundente fornecida pela Jazida Calcáreo Cruzeiro localizada no Município de Limeira-SP, denominada de taguá-SP. A massa cerâmica industrial (MI) foi fornecida pela UNICER (União dos Ceramistas) localizada no município de Cordeirópolis-SP.

Esta massa cerâmica é atualmente utilizada por cerca de 10 indústrias do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes para produção, em sua maior parte, de revestimentos semi-porosos, tipo BIIB.

As massas cerâmicas foram moídas e homogeneizadas a seco em moinho de bolas por 1 hora e passadas em peneira de 40 mesh. Em seguida foram umedecidas com cerca de 8,5% de água e peneiradas em 20 mesh. Os corpos-de-prova foram compactados por prensagem uniaxial em matriz de aço com dimensões 200 x 100 mm<sup>2</sup>, no Laboratório Cerâmico de Santa Gertrudes. A pressão de compactação utilizada foi de 14 MPa, com a finalidade de obtenção de densidade compatível com peças industriais. A etapa de queima foi realizada em forno industrial com ciclo de queima de 35 minutos e temperatura de patamar de 1100 °C. Nas amostras queimadas foram determinadas as seguintes propriedades tecnológicas: retração linear, absorção de água, densidade aparente, tensão de ruptura à flexão em três pontos e perda ao fogo.

Para auxiliar na formulação de massa cerâmica, foram construídos diagramas ternários a partir dos dados da composição química e distribuição de tamanho de partículas, conforme utilizados por Fiori *et al.*<sup>15</sup> para estudo de massas empregadas na indústria de revestimento Italiana, conforme mostrados a seguir:

- 1) SiO<sub>2</sub> - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + CaO + MgO + Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O);
- 2) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - (CaO + MgO) - (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O);
- 3) fração < 2µm - fração 2-20 µm - fração > 20 µm.

O diagrama do sistema SiO<sub>2</sub> - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + CaO + MgO + Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) considera quase todos os dados da composição química de materiais argilosos. Constituem-se vértices do diagrama ternário a sílica (SiO<sub>2</sub>) e alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), pois são os componentes majoritários da estrutura dos argilominerais e são os constituintes principais das fases formadas durante a queima. O outro vértice é constituído pela soma dos óxidos fundentes (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + CaO + MgO + Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O), necessários para possibilitar uma microestrutura compatível com as propriedades finais desejadas.

Outro diagrama empregado para a formulação de massas cerâmicas é constituído do sistema Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - (CaO + MgO) - (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O), cujos constituintes respondem pelas seguintes características: i) o Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> é o principal óxido responsável pela coloração do suporte e seu comportamento como fundente vai depender da forma original que ele esteja nas matérias-primas e de sua interação com outros óxidos durante a queima; ii) os óxidos alcalinos terrosos (CaO + MgO) estão normalmente na forma de carbonatos e, portanto, não são desejáveis em grandes quantidades para processamento de pavimentos gresificados. A fase líquida formada a partir destes óxidos em reação com a sílica é de baixa viscosidade e ocorre de forma brusca, podendo ori-

ginar defeitos na peça queimada; e iii) os óxidos alcalinos ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) são os principais responsáveis pela formação de fase líquida. Em temperaturas superiores à  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  ocorre uma reação destes óxidos com a  $\text{SiO}_2$  proveniente da decomposição dos argilominerais formando fase líquida que promove, por ação de força de capilaridade, a densificação do material.

O diagrama do sistema: fração  $< 2\text{ }\mu\text{m}$  - fração  $2\text{-}20\text{ }\mu\text{m}$  - fração  $> 20\text{ }\mu\text{m}$  é uma outra ferramenta de grande importância para caracterização de matérias-primas e formulação de massa cerâmica. Por meio do referido diagrama pode-se inferir a fração “argila” presente nas matérias-primas a partir do teor de partículas  $< 2\text{ }\mu\text{m}$ , e, portanto, com importantes propriedades tecnológicas como a plasticidade e resistência mecânica à verde e a seco.

## Resultados e discussão

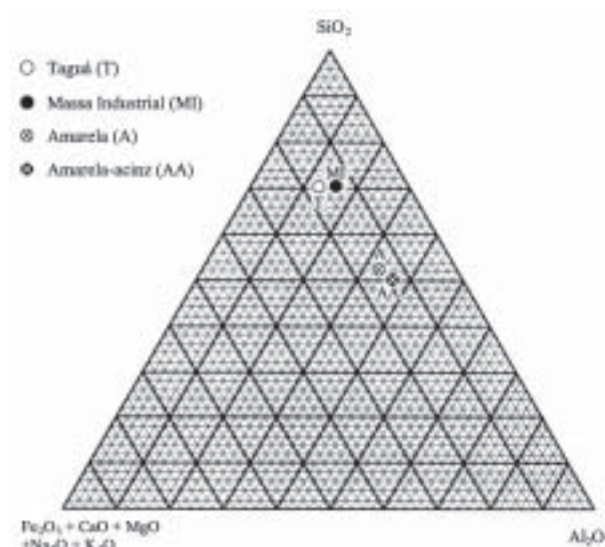
A Tabela 1 mostra a composição química das matérias-primas e da massa cerâmica industrial utilizadas. Observa-se que as argilas de Campos dos Goytacazes apresentam um menor teor de sílica associado a um elevado teor de alumina e maior perda ao fogo em relação à massa industrial e à argila taguá-SP. Isto indica um maior percentual de argilominerais ou fração “argila” presente nas argilas da Região de Campos. Outra diferença significativa consiste no menor percentual de óxidos alcalinos  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{Na}_2\text{O}$  e alcalinos-terrosos, além do elevado teor de carbono orgânico. Estas diferenças são explicadas pelas características mineralógicas das argilas. As argilas da Região de Campos são de caráter caulínítico com baixo percentual de quartzo e as argilas da Região de Santa Gertrudes e são de caráter íltico com elevado percentual de quartzo.

No diagrama ternário  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  encontram-se indicados os pontos relativos às matérias-primas utilizadas para formulação de massa cerâmica e a massa cerâmica industrial (MI). Observa-se que as argilas de Campos dos Goytacazes apre-

sentam teores de fundentes próximos aos da massa cerâmica industrial. Entretanto, observa-se um elevado percentual de alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) que tende a aumentar a refratariedade das argilas de Campos. Observa-se também que o taguá apresenta um maior percentual de óxidos fundentes e menor percentual de alumina em relação à massa industrial.

Apesar das argilas de Campos apresentarem percentual de óxidos fundentes similar à massa industrial (MI) e argila taguá, fato este devido ao elevado percentual de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (9,15%), suas propriedades tecnológicas de queima são inferiores, conforme mostra Tabela 2.

Observa-se que para uma mesma densidade a seco de  $1,90\text{ g/cm}^3$  e mesmas condições de queima ( $1080\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $10\text{ }^\circ\text{C/min}$ , 2 minutos de patamar e resfriamento natural), o taguá apresenta uma maior densificação e melhores valores de absorção de água e resistência mecânica, acompanhada de



**Figura 1.** Diagrama ternário do sistema  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ .

**Tabela 1.** Composição química das matérias-primas e massa cerâmica padrão.

Determinações	Matérias-primas		Massa Cerâmica	
	Argila Amarela Acinzentada	Argila Amarela	Argila Taguá SP	Massa Industrial MI
$\text{SiO}_2$	44,70	44,07	66,47	66,40
$\text{Al}_2\text{O}_3$	29,03	29,97	12,76	15,50
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	9,15	9,15	4,57	5,92
$\text{TiO}_2$	1,34	1,36	0,55	0,55
CaO	0,28	0,22	2,87	0,35
MgO	1,09	1,04	2,31	1,80
$\text{Na}_2\text{O}$	0,40	0,47	3,24	1,07
$\text{K}_2\text{O}$	1,55	1,44	3,01	3,48
PF	12,11	12,03	4,21	4,50
Carbono orgânico	0,44	0,33	0,23	0,16

uma menor retração linear em relação à argila amarela.

A Figura 2 mostra o diagrama ternário  $Fe_2O_3$  - (CaO + MgO) - ( $Na_2O + K_2O$ ). Observa-se que as argilas de Campos apresentam um maior percentual de óxido de ferro e menor percentual de óxidos alcalinos e alcalinos-terrosos em relação às massa cerâmica industrial e ao taguá. Estas características das argilas de Campos explica a menor densificação em relação à massa industrial e ao taguá. A argila taguá apresenta menor percentual de  $Fe_2O_3$  que a massa industrial, maior percentual de óxidos alcalinos-terrosos e praticamente igual teor de óxidos alcalinos. O maior percentual de óxidos alcalinos-terrosos provoca um comportamento de elevada fundência desta argila em relação até mesmo à massa industrial. Os óxidos alcalinos terrosos (CaO e MgO) em temperaturas em torno dos 1100 °C agem como fundentes muito energéticos, pois a fase líquida ocorre de forma brusca, apresentando baixa viscosidade. Com isso se reduz o intervalo de queima e pode ocorrer deformações nas peças.

A Figura 3 mostra o diagrama ternário: fração < 2µm - fração 2-20 µm - fração > 20 µm. Observa-se que as argi-

las de Campos apresentam um elevado percentual de partículas com diâmetro esférico equivalente < 2 µm (fração “argila”). Já a massa industrial e o taguá apresentam um baixo percentual de fração “argila” e maior percentual de fração granulométrica concentrado acima de 20 µm.

De acordo com as características e propriedades tecnológicas apresentadas anteriormente, fica evidente a necessidade de se adicionar às argilas de Campos uma matéria-prima com maior quantidade de óxidos alcalinos ( $Na_2O + K_2O$ ) e sílica livre, como o taguá.

Com base nos dados observados anteriormente, foram formuladas três massas cerâmicas, conforme mostra a Tabela 3. As argilas Amarela e Amarela-acinzentada foram misturadas em proporções iguais, pelo fato que apresentam características e propriedades tecnológicas similares. A argila taguá-SP foi adicionada às massas cerâmicas em proporções de 20, 40 e 60% em peso para possibilitar uma avaliação de propriedades tecnológicas em uma ampla faixa de composição.

A Tabela 4 mostra alguns parâmetros tecnológicos de interesse em composição estudadas. Na medida que a quan-

**Tabela 2.** Propriedades tecnológicas da argila taguá e argila amarela e queimadas à 1080 °C.

Propriedades	Matérias-primas	
	Argila Amarela	Taguá-SP
Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2,04	2,18
Absorção de água (%)	12,3	7,0
Resistência mecânica*(MPa)	17,3	23,2
Retração linear(%)	7,8	5,1

\*flexão a 3 pontos.

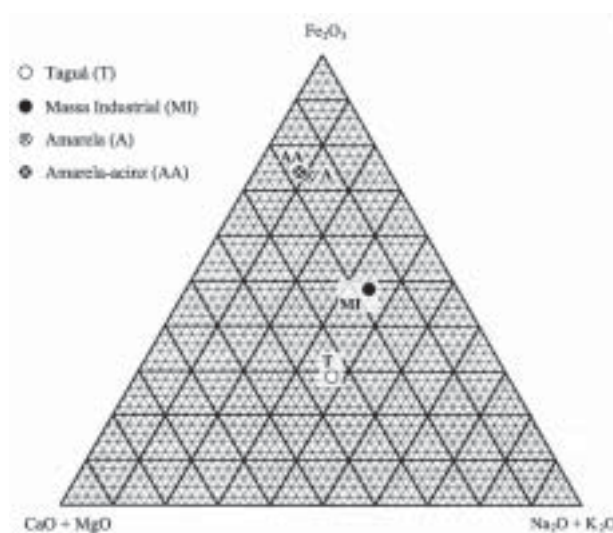
**Tabela 3.** Massas cerâmicas elaboradas.

Massas cerâmicas	Composição (% em peso)		
	Argila Amarela	Argila Amarela Acinzentada	Argila Taguá SP
M20T	40	40	20
M40T	30	30	40
M60T	20	20	60

**Tabela 4.** Parâmetros tecnológicos das massas cerâmicas elaboradas.

Massas Cerâmicas	Parâmetros Tecnológicos							
	$Na_2O + K_2O$ (%)	CaO + MgO (%)	Partículas < 2 µm (%)	Partículas > 44 µm (%)	razão $SiO_2/Al_2O_3$	PF* (%)	C* (%)	IP* (%)
M20T	2,79	2,09	46,8	17	2,25	10,5	0,35	31
M40T	3,66	2,86	40,6	22	2,99	8,9	0,31	26
M60T	4,52	3,63	34,4	27	3,73	7,4	0,29	21
MI	4,55	2,14	35,0	31	4,28	4,5	0,16	20

\*PF = perda ao fogo a 1000 °C; C = carbono orgânico; IP = índice de plasticidade.

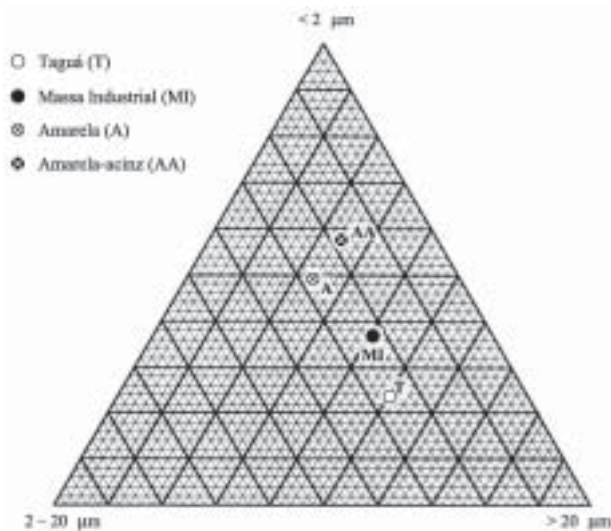


**Figura 2.** Diagrama ternário do sistema  $Fe_2O_3$  - (CaO + MgO) - ( $Na_2O + K_2O$ ).



tidade de argila taguá é aumentada, há uma maior aproximação dos teores de  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  e  $\text{CaO} + \text{MgO}$  das massas elaboradas em relação à massa industrial MI. Sendo que com 60% de taguá (M60T) já observa-se um maior percentual de  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  e  $\text{CaO} + \text{MgO}$  em relação à massa industrial. Em relação a fração “argila” ( $< 2\mu\text{m}$ ) observa-se que a massa M60T apresenta um percentual um pouco menor que a massa industrial. Observa-se que com o aumento do teor de taguá, aumenta-se a relação  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  e a fração  $> 44\mu\text{m}$ , diminuindo a refratariedade das massas. Apesar da massa M60T apresentar um percentual de fração argila praticamente igual à massa industrial, possui um percentual de perda ao fogo cerca de 63% maior. Isto é atribuído ao elevado percentual de matéria orgânica e a presença de hidróxidos nas argilas de Campos<sup>14</sup>. O teor de carbono orgânico das massas cerâmicas elaboradas apresentam valores bem superiores ao da massa industrial, estando em uma faixa crítica para ciclos de queima rápido<sup>9</sup>, favorecendo o aparecimento do “coração negro”. Em relação à plasticidade, observa-se que a massa M60 apresenta valor praticamente igual ao da massa industrial, sendo considerado satisfatório para uso industrial<sup>10</sup>.

A Tabela 5 apresenta os resultados das propriedades



**Figura 3.** Localização das argilas e massa cerâmica industrial no Diagrama de Winkler.

**Tabela 5.** Propriedades tecnológicas das massas cerâmicas.

Propriedades tecnológicas	Massas Cerâmicas			
	M20T	M40T	M60T	MI
Densidade a seco ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1,70	1,71	1,77	1,79
Densidade após queima ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1,79	1,81	1,97	2,03
Retração linear (%)	6,1	6,4	6,7	6,8
Absorção de água (%)	13,8	8,9	8,2	4,7
Resistência mecânica (MPa)	-	13,0	16,0	18,5
Perda ao fogo (%)	12,6	10,7	8,7	6,4

tecnológicas das massas cerâmicas elaboradas. Observa-se que a massa M60T apresentou uma densidade aparente a seco muito próxima da massa industrial. Isto é explicado pela similaridade na relação material plástico/material não plástico, conforme observado na Tabela 4 com a relação  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  e fração  $< 2\mu\text{m}$ . Já as massas cerâmicas M20T e M40T apresentaram uma menor densidade a seco devido a um elevado percentual de fração argila. Foi observado que as massas M20 e M40, respectivamente, necessitaram de 39% e 34% menos material para preencher a cavidade da matriz, sendo de apenas 14% a menos para a massa M60T, quando comparadas à massa industrial MI. Este comportamento está diretamente relacionado com o teor do argilo mineral caulinita, presente em abundância nas argilas de Campos, cuja forma das partículas dificulta o escoamento e, conseqüentemente, o preenchimento dos moldes. Além disso, após a queima foram observadas trincas de laminação na massa M20T e M40T.

Em relação à densidade aparente após queima, observa-se que a massa M60T apresentou uma densificação menor que a massa industrial, apesar de apresentar um maior percentual de óxidos fundentes em sua composição. Este comportamento pode ser explicado em função da densidade do prensado da massa cerâmica industrial ser levemente superior à densidade da composição M60T. As massas M60T e MI apresentaram valores de retração linear similares. As massas M20T e M40T apresentaram uma menor retração linear devido ao menor percentual de óxidos fundentes em sua composição. Em relação ao parâmetro de absorção de água, as massas M40T e M60T apresentaram valores dentro das especificações para revestimentos porosos tipo BIIb. Já a massa M20T apresentou um elevado valor de absorção de água, comprovando a sua baixa fundência.

O valor da resistência mecânica (flexão a três pontos) observado para a massa M60T está um pouco abaixo do valor exigido por norma técnica ( $> 18\text{MPa}$ ). Para a massa M40T, o valor de resistência mecânica obtido foi muito baixo. Já as amostras provenientes da massa M20T não foram submetidas ao ensaio de resistência mecânica por apresentarem excessivas trincas. Observa-se também na Tabela 5 que a massa cerâmica industrial apresentou valores de absorção de água e resistência mecânica compatí-

veis com a classe de revestimento BIIb, indicando que sua composição química-mineralógica está adequada às condições de queima industrial. A massa cerâmica industrial apresentou uma perda ao fogo a 1100 °C de 6,4%, que representa cerca de 40% acima do valor apresentado na Tabela 4. Já para as massas M20T, M40T e M60T estes valores foram somente cerca de 20% superiores aos valores observados na Tabela 4. Isto indica que na massa cerâmica industrial ocorrem o dobro de perda de massa em relação às outras massas cerâmicas nas temperaturas de 1000 °C à 1100 °C. Esta maior perda de massa pode estar associada principalmente às reações de redução de compostos de ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

## Conclusões

Com base nos resultados apresentados pôde-se observar que argilas plásticas caulínicas de uso comum na fabricação de produtos de cerâmica vermelha estrutural, apresentam características bastante diferenciadas de argila fundente denominada de taguá. Massas cerâmicas compostas predominantemente por argilas plásticas apresentam problemas de compactação como dificuldade de preenchimento do molde da matriz, trincas de laminação e baixa densificação. Durante a queima apresentam empenos, curvaturas e trincas e não atingiram as propriedades tecnológicas requeridas. Observou-se também que a massa cerâmica elaborada com 60% de taguá e 40% de argilas plásticas do município de Campos dos Goytacazes apresentou características similares a uma massa cerâmica industrial de revestimento cerâmico semi-poroso produzido por via seca, entretanto, com uma maior perda ao fogo e maior teor de carbono orgânico. Já para as propriedades tecnológicas analisadas, foram observados valores de absorção de água e retração linear satisfatórios e resistência mecânica um pouco abaixo do valor requerido por norma. Entretanto, isto pode ser facilmente resolvido com processamento adequado, por meio de uma moagem mais eficiente, granulagem da massa, pequeno aumento da pressão de compactação e/ou ajuste do ciclo de queima. Com isso, os resultados sinalizam para a continuidade de testes industriais mais aprofundados, com a utilização de grande volume de material, ajuste das condições de queima, escolha adequada do esmalte e análise de outras propriedades importantes como dilatação térmica das massas e expansão por umidade, dentre outras. Além disso, recomenda-se a realização de um estudo de viabilidade técnico-econômica para verificar a possibilidade de implantação de indústrias de revestimento cerâmico por via seca na Região de Campos dos Goytacazes-RJ, utilizando matérias primas argilosas tipo taguá transportadas de distâncias da ordem de 1000 km, como é o caso das argilas da Região de Santa Gertrudes-SP.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à equipe técnica do Laboratório Cerâmico de Santa Gertrudes-CCB pela compactação das amostras e colaboração na queima industrial, à Jazida Calcáreo Cruzeiro pelo fornecimento da argila fundente.

## Bibliografia

1. ANFACER Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos - Panorama da indústria cerâmica brasileira, (1998).
2. Lolli, L.; Nasseti, G.; Marino, L.F.B. "A preparação a seco de massas cerâmicas" - Cerâmica Industrial, vol.5, nº2, 23-27, (2000).
3. Souza, P.E.C.; Motta, J.F.M.; Cabral Junior, M.; Moreno, M.M.T. - "Pólos Cerâmicos de Mogi-Guaçu e Santa Gertrudes: Características das Indústrias de Revestimentos e das Matérias-primas Locais Utilizadas" - 41º Congresso Brasileiro de Cerâmica. São Paulo-SP, Anais ABC, vol.2, 700-703, (1997).
4. Fernandes, A.C.; Souza, P.E.C.; Santana, P.R.; Carvalho, S.G. - "A Variação das Propriedades da Massa Cerâmica em Função das Características Físico-Químicas, Mineralógicas e Texturais de Argilas da Região de Santa Gertrudes-SP" - Cerâmica Industrial, vol.3, nº4-6, 24-29, (1998).
5. Motta, J.F.M.; Cabral Junior, M.; Tanno, L.C. - "Panorama das Matérias-primas Utilizadas na Indústria de Revestimentos Cerâmicos: Desafios ao Setor Produtivo" - Cerâmica Industrial, vol.3, nº4-6, 30-38, (1998).
6. Santos, C.V.; Chagas, A.A.P.; Castral Jr., J. - "Estudo da Influência da Proporção dos Argilominerais Ilita/Caulinita nas Propriedades Físicas de Argilas da Região de Santa Gertrudes (SP)" - 43º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Florianópolis-SC, Anais ABC, 7701-7711, (2001).
7. Navarro, J.E.E.; Albaro, A. - "Materias Primas para la Fabricacion de Pavimentos y Revestimientos Ceramicos" - Técnica Cerâmica, nº 91, 119-130, (1981).
8. Beltrán, V.; Bagan, V.; Sanchez, E.; Negre, F. - "Características técnicas de las arcillas utilizadas para la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos en pasta roja" - Tecnica Ceramica, nº164, 280-287, (1988).
9. Sánchez, E.; Garcia, J.; Sanz, V.; Ochandio, E. - "Raw Material Selection Criteria for the Production of Floor and Wall Tiles" - Tile & Brick Int. vol.6, nº4, 15-21, (1990).
10. Sánchez, E.; Garcia, J.; Ginés, F.; Negre, F. - "Aspectos a serem melhorados nas características e homogeneidades de argilas vermelhas empregadas na fabricação de placas cerâmicas" - Cerâmica Industrial, vol.1, nº3, 13-22, (1996)
11. Pinto, J.R.P - "Um Pedaco de Terra Chamado Cam-

- pos” - Almeida Artes-gráficas Editora, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, (1987).0
12. Vieira, C.M F.; Holanda, J.N.F.; Pinatti, D.G. – “Caracterização de massa cerâmica vermelha utilizada na fabricação de tijolos na região de Campos dos Goytacazes-RJ” -Cerâmica, vol. 46, nº297, 14-17, (2000).
  13. Vieira, C.M F.; Gaidzinski, R.; Monteiro, S.N.; Duailibi Filho, J. - “Ensaios tecnológicos em argilas do município de Campos dos Goytacazes-RJ” - 55º Congresso da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. Rio de Janeiro, Anais ABM, 1708-1716, (2000).
  14. Vieira, C.M F.; Monteiro, S.N.; Duailibi Filho, J. - “Estudo da Variabilidade de Características de Argila Sedimentar” - 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Florianópolis-SC, Anais ABC, 206301-206313, (2001).
  15. Fiori, C.; Fabri, B.; Donati, G.; Venturi, I. – “Mineralogical Composition of Clay Bodies Used in the Italian Tile Industry” – Applied Clay Science, vol.4, 461-473, (1989).