

Adição de Chamota em uma Massa Cerâmica à Base de Argila Vermelha: Efeito na Secagem Pré-Queima

Juliane Vicenzi, Carlos Pérez Bergmann*

*Departamento de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS,
Av. Osvaldo Aranha, 99, sala 705B, 90035-190 Porto Alegre - RS, Brasil
e-mail: jvicenzi@ufrgs.br

Resumo: Este trabalho investigou o efeito na secagem pré-queima da adição de chamota de diferentes tamanhos de partículas em uma massa cerâmica de argila vermelha. Foi utilizada a massa cerâmica proveniente de uma indústria situada em Gravataí - RS, e como chamota, o sub-produto da produção de lajotas a partir da mesma massa cerâmica queimada a 950 °C. A chamota foi adicionada à massa cerâmica em teores de 2, 5 e 10% em peso, variando a granulometria de 0,043 a 1,7 mm. Os corpos de prova conformados por prensagem foram submetidos à secagem inicialmente ao ar livre e em seguida em estufa. Os resultados foram quantificados através da perda de água de conformação, retração linear e resistência mecânica após secagem, e avaliados visualmente e por microscopia óptica e eletrônica de varredura quanto à existência de trincas. Os resultados obtidos indicaram que a adição de chamota influencia a secagem de maneira significativa na razão direta da granulometria e da quantidade adicionada à massa cerâmica.

Palavras-chave: *chamota, argila vermelha, granulometria e secagem.*

1. Introdução

As propriedades da massa cerâmica determinam seu comportamento durante as etapas do processo de fabricação, e, dependendo dos parâmetros processuais praticados, definem as propriedades finais do produto. O controle das características de cada massa cerâmica é feito através da formulação, onde é possível então, através de blendagem de diferentes matérias-primas, corrigir determinada característica dos seus constituintes básicos que, embora sejam indispensáveis para o processamento cerâmico, não devem ser maximizados, sob pena de haver perda de economicidade e/ou qualidade no processo produtivo. Por exemplo, a mesma hidroplasticidade, que permite a conformação de peças cerâmicas na forma final através de processos como prensagem e extrusão, tem influência decisiva na secagem e na repercussão desta na geração de defeitos no corpo cerâmico.

A chamota é um material que pode ser produzido industrialmente para ser utilizado como matéria-prima no processamento cerâmico em geral, ou resultar do refugo da própria produção de materiais cerâmicos. Para sua obtenção é necessária a queima de uma argila até a perda de sua água estrutural. O estudo da incorporação de chamotas a massas cerâmicas de argila vermelha tem por base três aspectos relevantes: a composição química, a inércia térmica e caracter não-plástico.

A secagem, etapa de grande importância para a obtenção da qualidade do produto final no processamento cerâmico, é bastante susceptível às características da matéria-prima adotada. A literatura técnica não é farta no tema chamota na secagem de massas cerâmicas argilosas. Pesquisadores como de Campelo et al.¹, Alves e Baldo² e Menezes³ investigaram o aproveitamento de rejeitos do processamento cerâmico de indústrias de revestimento e sua implicação nas características das massas cerâmicas e dos produtos após queima. Trabalhos como de Morais^{4,5} procuram definir limites de utilização de resíduos cerâmicos queimados, porém não exatamente como uma chamota da mesma argila utilizada como matéria-prima.

Devido a sua estrutura porosa, a chamota pode ter significativa importância para a melhoria da secagem de produtos cerâmicos, sendo um facilitador da retirada da água durante a secagem. Porém, o teor

de sua adição, bem como a sua granulometria, apresentam-se como fatores determinantes da eficiência da adição deste inerte à massa cerâmica para a obtenção de uma secagem otimizada. O escopo deste trabalho visa assim contribuir para o entendimento do efeito na secagem da adição de chamota na massa cerâmica.

2. Procedimento Experimental

2.1. Matérias-primas

As matérias-primas utilizadas neste trabalho foram denominadas de formulação industrial (massa cerâmica composta de três diferentes argilas vermelhas sem adição de chamota) e chamota (formulação industrial após queima).

2.1.1. Argila da formulação industrial

A massa cerâmica utilizada foi coletada após sua passagem pela maromba, na forma de blocos de lajotas cerâmicas extrudadas. Após, a secagem, os blocos foram desagregados por moagem e peneiramento, obtendo-se a matéria-prima plástica para os ensaios (passante na peneira 180 µm).

Composição química

Foi efetuada por fluorescência de raios X e os resultados são apresentados na Tabela 1.

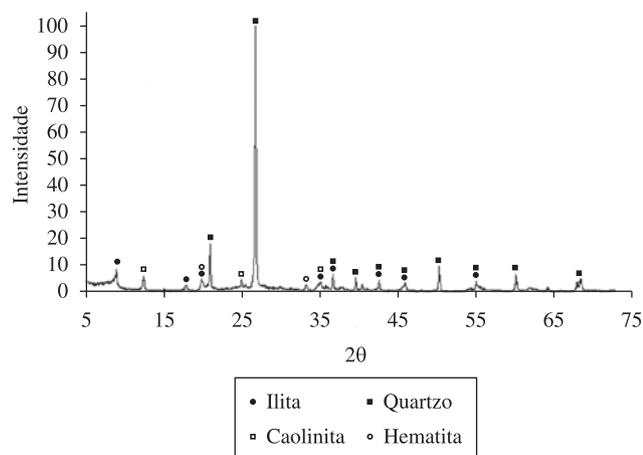
O teor de Fe₂O₃ de 5,75% é suficiente para garantir a cor vermelha, podendo indicar também a presença de hematita na massa cerâmica. A perda ao fogo se deve, provavelmente, à decomposição de minerais argilosos, assim como a combustão de matéria orgânica.

Composição mineralógica

Foi efetuada por difração de raios X pelo método da amostra não orientada. A Figura 1 apresenta o difratograma da formulação industrial, sendo possível constatar a presença de caolinita e illita, além de quartzo e hematita.

Tabela 1. Composição química da formulação industrial.

Composto	(%) em peso
SiO ₂	69,86
Al ₂ O ₃	13,94
Fe ₂ O ₃	5,75
K ₂ O	2,60
MgO	1,09
TiO ₂	0,63
P ₂ O ₅	0,21
CaO	0,12
Na ₂ O	0,12
MnO	0,08
PF	6,31
Total	100,64

**Figura 1.** Difratograma da formulação industrial obtido pelo método da amostra não orientada.

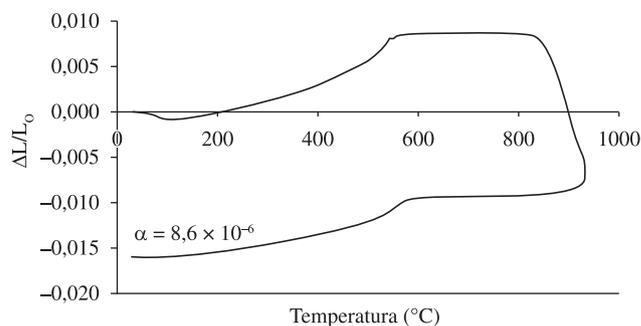
Propriedades físicas

- Resíduo retido na peneira #325 (44 μm). A fração retida da massa cerâmica foi calculada em relação à massa total, obtendo-se 12,48% fração esta provavelmente relacionada ao quartzo grosseiro presente na amostra.
- Limite de plasticidade. O limite de plasticidade foi determinado pela norma ABNT/NBR 7180. Obteve-se 33,65%, valor este que se enquadra aos esperados para um material ílitico-caolínico, que varia de 30 a 46%⁶.
- Análise granulométrica. Foi efetuada a partir do ensaio de distribuição de tamanho de partícula, pela difração a laser. A Tabela 2 apresenta a análise granulométrica da formulação industrial.
- Dilatação térmica linear. A Figura 2 apresenta a curva de dilatação térmica da formulação industrial para temperaturas de até 950 °C, com taxa de aquecimento e resfriamento de 150 °C/h. A partir da curva dilatométrica, são obtidas algumas informações importantes. Até aproximadamente 200 °C, ocorre a eliminação da água livre do material argiloso. A expansão observada entre 200 e 450 °C deve-se à oxidação da matéria orgânica presente na formulação industrial. Em aproximadamente 550 °C, ocorre inflexão na curva dilatométrica, devido à eliminação da água estrutural proveniente dos argilominerais ilita e caolinita. Próximo a essa

Tabela 2. Análise granulométrica da formulação industrial.

Amostra	D ₁₀ (μm)	D ₅₀ (μm)	D ₉₀ (μm)
Formulação industrial	0,71	2,93	12,63

D₁₀, D₅₀ e D₉₀ são percentagens (10, 50 e 90%) nas quais as partículas encontram-se abaixo do diâmetro especificado.

**Figura 2.** Curva termodilatométrica da formulação industrial à temperatura máxima de 950 °C e taxas de aquecimento e resfriamento de 150 °C/h.

temperatura, ocorre a transformação alotrópica do quartzo-α em quartzo-β. Após aproximadamente 700 °C, inicia-se a sinterização, já que há uma diminuição da dilatação térmica linear absoluta (dilatação térmica descontada a retração que acompanha a sinterização). A intensificação da sinterização com o aumento da temperatura é caracterizada pela significativa retração do corpo de prova acima de 820 °C.

2.1.2. Chamota

A chamota utilizada tem como origem os filetes entre as partes superior e inferior do bloco extrudado (Figura 3). No processo industrial, os filetes são descartados, constituindo-se em uma perda aproximada de 15% da produção. Os filetes foram cominuídos e a chamota, assim constituída, foi separada por granulometria para posterior adição na massa cerâmica.

Composição mineralógica

A Figura 4 apresenta o difratograma da chamota, constatando-se a presença do quartzo e da hematita.

Propriedades físicas

- Análise granulométrica: Foi efetuada por peneiramento segundo a norma brasileira NBR 7181. Classificou-se a chamota em faixas de granulométricas, conforme especificado na Tabela 3. A determinação deste intervalo de granulometria foi baseada em dados de referência bibliográfica (Pracidelli⁸ e Facincani⁹), e extrapolados para verificar a tendência do comportamento de suas propriedades.
- Dilatação térmica linear. A Figura 5 apresenta a curva de dilatação térmica da chamota para temperaturas de até 900 °C, com taxa de aquecimento de 150 °C/h. A partir da curva dilatométrica da chamota, observa-se que uma inflexão a cerca de 570 °C correspondente à transformação de quartzo-α para quartzo-β. Os coeficientes de dilatação térmica calculado foram de $1,15 \times 10^{-5}/K$ e $2,15 \times 10^{-6}/K$.

2.2. Preparo dos corpos de prova

A chamota foi adicionada à formulação industrial nas diferentes granulometrias, já definidas (CEF, CF, CM, CG e CEG), em proporções de 2, 5 e 10 % em peso. A mistura foi realizada a seco

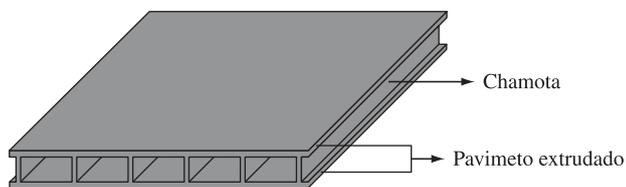


Figura 3. Bloco de pavimento extrudado na indústria cerâmica, resultando filetes de chamota e dois pisos.

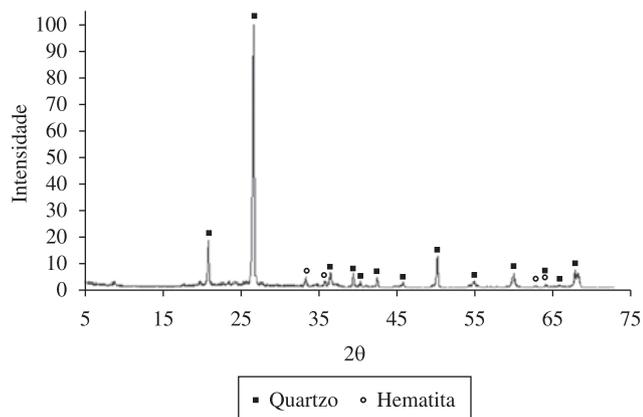


Figura 4. Difratograma da formulação industrial obtido pelo método da amostra não orientada.

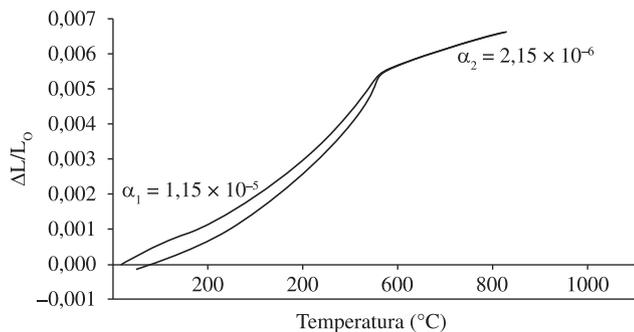


Figura 5. Curva termodilatométrica da formulação industrial a temperatura máxima de 900 °C e taxas de aquecimento e resfriamento de 150 °C/h.

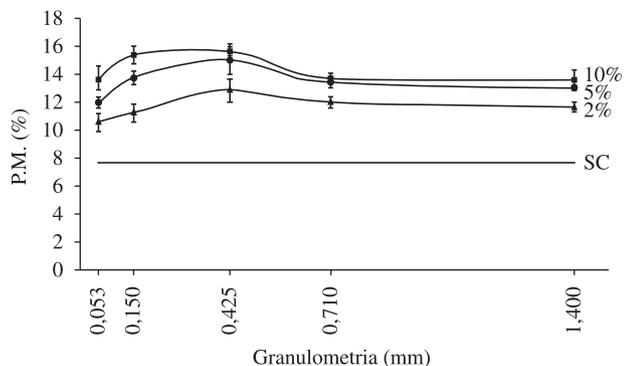


Figura 6. Perda de massa após a secagem ao ar da formulação sem chamota (SC), e das formulações aditivadas com 2, 5 e 10% em peso de chamota em função da granulometria do tamanho médio da chamota.

Tabela 3. Granulometria da chamota e sua denominação.

Amostra	Tamanho médio de partícula (µm)
Chamota extra fina (CEF)	53
Chamota fina (CF)	150
Chamota média (CM)	425
Chamota grossa (CG)	710
Chamota extra grossa (CEG)	1,4

em moinho periquito, obtendo-se uma massa homogênea, que foi umidificada (pulverizando-se 16% em peso de água) e granulada para posterior conformação (corpos de prova com área da base de $60 \times 20 \text{ mm}^2$ e espessura média de 7 mm, em uma prensa hidráulica uniaxial com pressão de 20 MPa).

A secagem foi efetuada em duas etapas distintas e consecutivas: secagem livre ao ar e secagem em estufa (com aquecimento). A secagem livre foi realizada expondo as peças conformadas ao ar, sem o controle da umidade relativa do ambiente, por no mínimo 72 horas. A secagem em estufa foi realizada a temperatura de 110 °C por no mínimo 24 horas. Fez-se ainda o levantamento das curvas de Bigot das formulações intermediárias, para melhor avaliação da secagem.

3. Resultados e Discussão

Na análise do efeito da adição de chamota na massa cerâmica após a secagem, foram avaliadas perda de massa e retração linear, após a secagem ao ar e em estufa, além disso, analisou-se a resistência mecânica a verde, após a secagem total, bem como o limite de plasticidade das formulações.

3.1. Perda de massa

3.1.1. Perda de massa na secagem ao ar

A Figura 6 apresenta a perda de massa após secagem ao ar das massas cerâmicas em função da quantidade e granulometria da chamota na formulação. Os resultados indicam que o aumento da quantidade de chamota incrementa a perda de massa após secagem. Esta tendência é constatada independentemente do tamanho das partículas adicionadas à massa cerâmica. Além disso, observa-se que o tamanho da partícula também influencia a perda de massa na secagem ao ar, mais nitidamente para as frações granulométricas menores. O tamanho médio (CM) apresenta uma maior perda de massa na secagem, e a partir deste o aumento do tamanho da partícula diminui a perda de massa. Provavelmente, porque ocorra para a CM um melhor empacotamento das partículas.

Barba⁶ cita que a variação da compactabilidade é diretamente influenciada pela quantidade de partículas de tamanho grande e pequeno adicionados à massa. Porém, ao adicionar-se um tamanho único de partículas, deve-se então utilizar o tamanho médio para otimizar o empacotamento da massa cerâmica.

A formulação efetuada com a adição de CEF é a que apresenta menor perda de massa em relação às demais. Deve-se isso provavelmente à baixa eficiência que esse tamanho de partícula apresenta em formar um livre caminho para a extração da água. A formulação CF apresenta comportamento similar, porém com valores mais acentuados de perda de massa com a adição de maiores teores de chamota. Observa-se que neste caso a compactação diminui, por outro lado, à medida que a granulometria aumenta, aumenta a capacidade da partícula de chamota de absorver água dentro da massa cerâmica. Constata-se assim, que quanto maior a quantidade de chamota na massa, mais facilitada é a saída da água, assim como menor é a plasticidade da formulação, conforme a Figura 7.

A massa cerâmica sem chamota absorve muito facilmente água, adquirindo plasticidade (hidroplasticidade), o que concorre para uma maior compactação na conformação. Isto se deve ao fato da chamota agir como um separador entre as partículas de massa argilosa e as moléculas de água que tendem a se manter aderidas por forças eletrostáticas. Ao se adicionar partículas de chamota, estas tendem a diminuir a força eletrostática entre a água e a argila, fazendo com que após um simples esforço de cisalhamento a massa não volte à sua forma original. Desta forma, a mistura de argila e chamota requer menos água para desenvolver a plasticidade, e seu limite de plasticidade tende a diminuir. Ao adicionar-se CG e CEG, a perda de massa decai significativamente em relação à adição de CM, e quanto maior é o tamanho da partícula, mais esta tendência aumenta. Isto pode estar associado ao fato de que nestas formulações a quantidade de partículas adicionadas à massa não permite sua ação como facilitador da migração da água de conformação.

3.1.2. Perda de massa na secagem em estufa

A perda de massa após secagem em estufa (como continuação à secagem ao ar) das massas cerâmicas é apresentada no gráfico da Figura 8. Por esse gráfico é possível observar que a perda de massa, em função da perda de água, é proporcional à quantidade de chamota adicionada. Maior quantidade de chamota representa menor teor de água retida na massa cerâmica durante seu processamento. Com o aumento da granulometria da chamota utilizada, há uma nítida tendência de aumentar a quantidade de água retida na massa cerâmica, em função de uma menor relação entre área e volume da partícula, para as partículas mais grosseiras.

3.2. Retração linear

3.2.1. Retração linear na secagem ao ar

A Figura 9 apresenta a retração linear das formulações em relação à adição de chamotas de diferentes granulometrias. Através do gráfico desta figura observa-se que a chamota reduz a retração linear do corpo de prova, já que, como inerte, esta não retrai na secagem. Assim, quanto maior a quantidade de chamota adicionada à massa cerâmica, menor a retração linear na secagem.

Em relação ao tamanho das partículas das chamotas adicionadas, observa-se na secagem ao ar a tendência de que quanto maior for o tamanho das partículas, menor é a retração linear apresentada pelos corpos de prova. Este comportamento pode ser explicado, pois quanto maior a partícula, menor a compactação na prensagem, conforme cita Barba⁶.

3.2.2. Retração linear na secagem em estufa

A variação da retração linear após secagem ao ar e em estufa é apresentada na Figura 10. A massa cerâmica sem chamota após secagem em estufa apresentou uma retração linear maior que as formulações aditivadas com chamota. Essa tendência é similar à secagem ao ar, porém com comportamento variado, conforme o tamanho de partícula de chamota adicionado à massa cerâmica.

A retração linear após secagem em estufa apresentou uma variação muito pequena, de forma não significativa. A razão para isso deve-se ao fato de que a secagem ao ar promove a retirada quase que total da água de contração da massa cerâmica, cuja extração promove a contração da mesma. Verduch e Solana¹⁰ destacam tal comportamento em massas cerâmicas, pois as partículas argilosas, originalmente separadas por grossas camadas de água vão se aproximando entre si até ocorrer o contato mútuo. Até o final desta etapa de secagem (realizada ao ar), a massa argilosa se contrai proporcionalmente à quantidade de água eliminada, que corresponde essencialmente aos vazios da rede capilar, e durante esta etapa a água não evapora na superfície da peça, e sim no interior dos poros, chegando à superfície em forma de vapor.

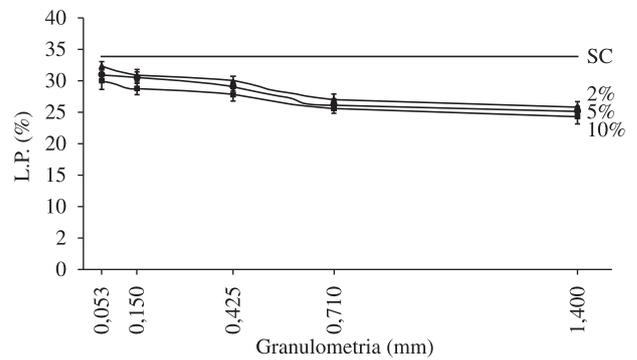


Figura 7. Limite de plasticidade (L.P.) da formulação sem chamota (SC), bem como das formulações aditivadas com 2, 5 e 10% em peso de chamota em função da granulometria do tamanho médio da chamota.

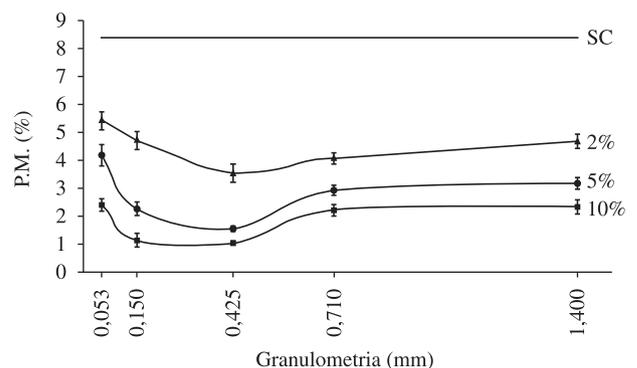


Figura 8. Perda de massa após a secagem em estufa da formulação sem chamota (SC), e das formulações aditivadas com 2, 5 e 10% em peso de chamota em função da granulometria do tamanho médio da chamota.

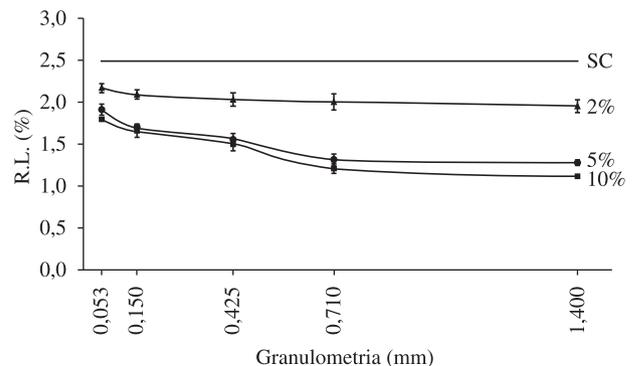


Figura 9. Retração linear após a secagem ao ar da formulação sem chamota (SC), e das formulações aditivadas com 2, 5 e 10% em peso de chamota em função da granulometria do tamanho médio da chamota.

3.2.3. Retração linear total

A variação da retração linear após secagem ao ar e em estufa em função da granulometria da chamota introduzida na massa cerâmica é apresentada na Figura 11 onde se observa a mesma tendência da secagem apenas ao ar. Analisando-se a retração linear das formulações, observa-se que em média 98% da água de contração é extraída na secagem ao ar, enquanto que apenas 2% ocorre na secagem em estufa. Portanto, a secagem em estufa não altera de forma significativa a retração linear dos corpos de prova.

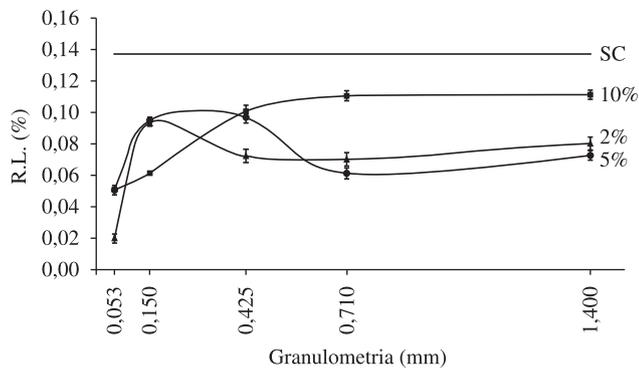


Figura 10. Retração linear após a secagem em estufa da formulação sem chamota (SC), e das formulações aditivadas com 2, 5 e 10% em peso de chamota em função da granulometria do tamanho médio da chamota.

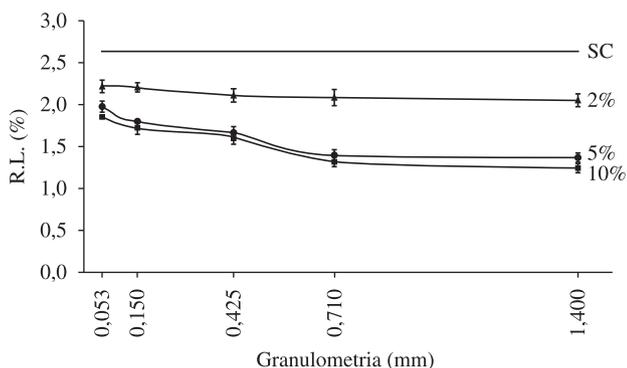


Figura 11. Retração linear após a secagem total da formulação sem chamota (SC), e das formulações aditivadas com 2, 5 e 10% em peso de chamota em função da granulometria do tamanho médio da chamota.

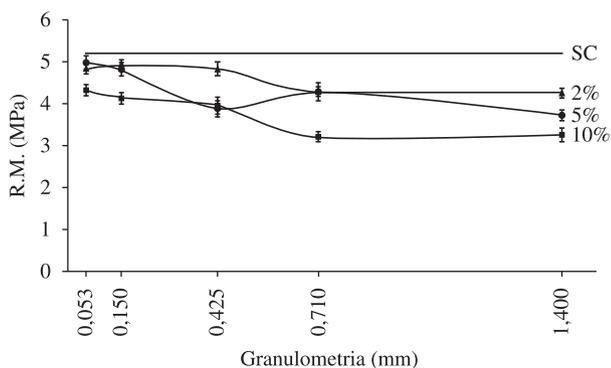


Figura 12. Resistência mecânica após a secagem total da formulação sem chamota (SC), e das formulações aditivadas com 2, 5 e 10% em peso de chamota em função da granulometria do tamanho médio da chamota.

3.3. Resistência mecânica

A Figura 12 apresenta a variação da resistência mecânica dos corpos de prova após secagem em função da adição de chamota à massa cerâmica. Pelo gráfico obtido, constata-se que o comportamento da resistência mecânica é bastante influenciado pelo tamanho de partícula e pela quantidade de chamota adicionada à massa cerâmica. Nas adições de CEF e CF, o comportamento apresenta-se similar: o aumento da quantidade de chamota tende a diminuir ou não influenciar

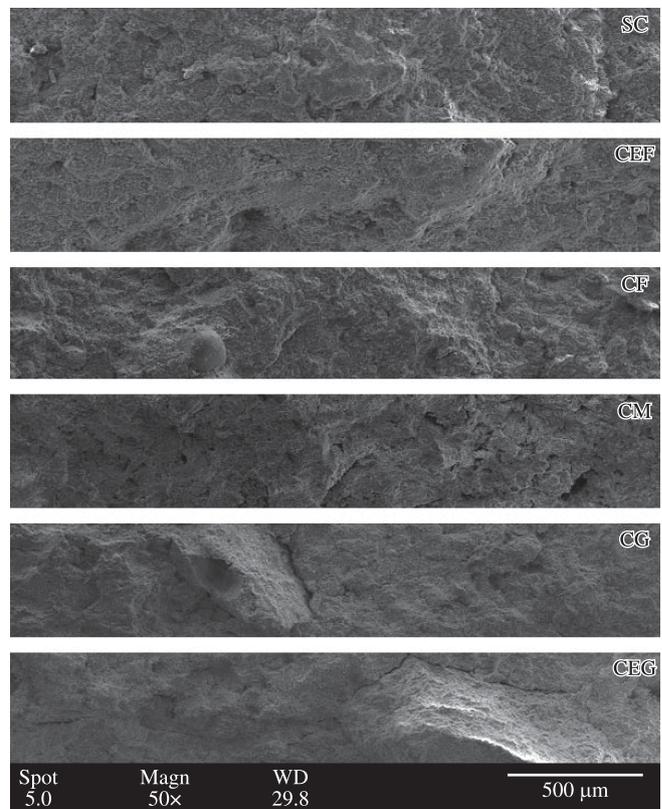


Figura 13. Micrografias das formulações efetuadas após a secagem total dos corpos de prova não sinterizados (FI: formulação industrial; CF: chamota fina; CM: chamota média; CG: chamota grossa e CEG: chamota extra-grossa).

a resistência mecânica. Já a adição de CM, CG e CEG apresentam comportamentos diferenciados entre si e das demais, mas observa-se que o aumento do tamanho de partícula, bem como de sua proporção na massa, diminui gradualmente a resistência mecânica, comparada com o valor obtido para a massa cerâmica sem adição de chamota (SC, indicada na Figura 12).

A Figura 13 apresenta comparativamente micrografias das faces de ruptura dos corpos de prova ensaiados, conforme a granulometria da chamota utilizada na formulação da massa cerâmica. Pelas imagens obtidas, pode-se observar que as faces de ruptura tendem a ser menos descontínuas à medida que aumenta a granulometria da chamota utilizada (na Figura 13: de cima para baixo). Em consequência, as trincas das faces dos corpos de prova com granulometrias de chamota maiores aparecem mais destacadamente.

Mesmo na verificação dos corpos de prova a olho nu, observa-se a formação de pequenas trincas interligando as partículas de chamota, mais evidenciada nos corpos de prova formulados com 10% de chamota CG. Comparando a massa cerâmica sem chamota com a massa cerâmica com 10% de CG, evidencia-se a mudança do defeito controlador da resistência mecânica: no primeiro caso, as trincas de secagem; no segundo, a formação de trincas interligadas às chamotas. Provavelmente, o estado de tensão existente no entorno da partícula de chamota, associado ao próprio tamanho de partícula, comprometem a resistência mecânica da massa cerâmica seca.

A Figura 14 oferece um testemunho que reforça essa suposição, apresentando a microestrutura da formulação 10 CG, visualizada por microscopia óptica, onde se verifica trincas formadas após a secagem total. Observa-se que as trincas preponderantemente interligam partículas de chamota. Uma explicação para o surgimento das trincas poderia estar baseada em:

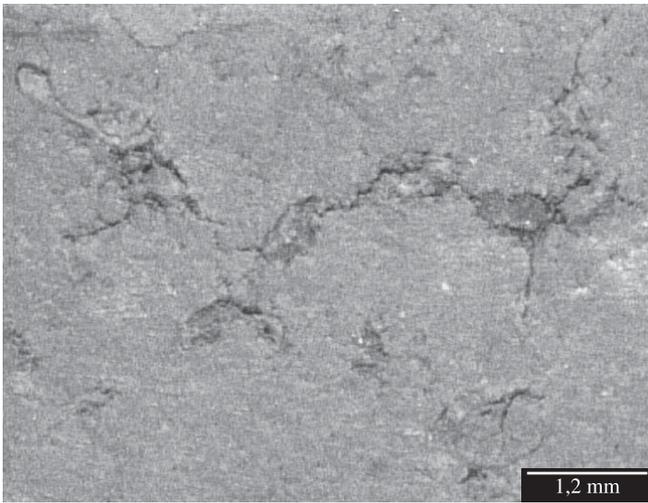


Figura 14. Microestrutura por microscopia óptica da massa 10 CG: trincas ocorridas na secagem do corpo de prova.

- A dilatação térmica absoluta das partículas maiores de chamota é maior, ocasionando tensões que a massa cerâmica como um todo não absorve. A chamota apresenta a dilatação térmica superior à massa cerâmica. Deste modo, cria tensões internas de acordo com seu teor e sua granulometria que ocasionam maiores tensões que são aliviadas pela formação das trincas; e
- Menor compactação da massa com chamota de granulometria mais grosseira. Como consequência, a água estaria ocupando poros maiores. A movimentação da água do interior ao exterior da massa cerâmica seria mais traumática devido a sua maior dilatação térmica.

É de se supor que a superfície onde estas trincas foram mais evidentes confere uma menor resistência às tensões originadas pelos fatores acima. Além de não excludentes, os fatores citados podem se sobrepor para o surgimento das trincas observadas. Na secagem ao ar, a temperatura é a ambiente, bem menor que a da secagem na estufa, não promovendo gradientes térmicos que venham a gerar tensões pela diferença de dilatação térmica, tanto da água como da chamota, em relação à massa cerâmica que forma a matriz do corpo de prova.

4. Conclusões

A adição de chamota tem consequências diretas no comportamento da massa cerâmica durante seu processamento. A plasticidade, a compactabilidade na conformação, a eficiência e qualidade da secagem, manifestada pelo surgimento ou não de trincas, com reflexos na resistência mecânica do produto final são aspectos influenciados diretamente pela introdução da chamota na massa. Com os resultados aqui obtidos, foi ainda possível inferir as seguintes conclusões:

- A plasticidade da massa cerâmica varia de acordo com a adição de diferentes granulometrias e percentuais de chamota, diminuindo de acordo com sua adição e o aumento do tamanho das partículas;
- A adição de chamota à massa cerâmica faz com que menos água tenha que ser removida da massa cerâmica (medida através da perda de massa) na razão direta de sua adição, bem como do tamanho de partículas. Com a presença de chamota, há a tendência de maior extração de água na secagem ao ar do que na secagem em estufa. Da mesma forma, a chamota adicionada na massa cerâmica tende a diminuir a retração linear das formulações após a secagem; e
- A adição de chamotas de granulometria grosseira em teores elevados ocasiona trincas interligando suas partículas do inerte, visíveis a olho nu, após a secagem em estufa. Em função disso, a resistência mecânica a verde (que tende a diminuir com a adição de chamota na massa cerâmica) decresce ainda mais com o aumento da granulometria da chamota.

Referências

1. CAMPELO, N. S. et al. Ensaios tecnológicos em cerâmica vermelha do pólo oleiro dos municípios de Iranduba e Manacapuru, AM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 48, 2004, Curitiba. **Anais...** São Paulo: ABC, 2004. 1-12 p.
2. ALVES, W. A.; BALDO, J. B. O potencial de utilização de um resíduo argiloso na fabricação de revestimentos cerâmico. Parte I – Caracterização. **Revista Cerâmica Industrial**, v. 2, n. 5/6, p. 38-40, set./dez. 1997.
3. MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 303-313, maio/ago. 2002.
4. MORAIS, M. R. et al. Estudo da Utilização de Resíduo Cerâmico Queimado (“Chamota”) Oriundo do Pólo Oleiro dos Municípios de Iranduba e Manacapuru - AM, como Aditivo na Fabricação de Telhas. **Revista Cerâmica Industrial**, v. 11, n. 1, p. 44-46, jan/fev, 2006.
5. MORAIS, M. R. **Reciclagem de resíduos sólidos de indústria de placas cerâmicas: um estudo de caso**. São Carlos, 2002. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Escola de Engenharia de São Carlos.
6. BARBA, A. et al. **Materias Primas para la Fabricacion de Soportes de Baldosas Cerámicas ITC**. Castellón, Espanha: [s.n], 1997.
7. VICENZI, J.; BERGMANN, C. P. Comportamento de uma Massa Cerâmica devido à Adição de Chamota. In: JORNADAS SAM 98 e IBEROMET V, 1998...
8. PRACIDELLI, S.; MELCHIADES F, G. Importância da Composição Granulométrica de Massas para a Cerâmica Vermelha. **Cerâmica Industrial**, p. 31-35, jan/abril 1997.
9. FACINCANI, E. **Tecnología Cerámica - Los Ladrillos**. 2 ed. [S.L]: Grupo Editoriale Faenza Editrice Ibérica S.L., 1993. p. 23-88, 95-213.
10. VERDUCH, A. G.; SOLANA, V. S. **Velos, Florescencias y Manchas en Obras de Ladrillo**. Castellón, Espanha: ITC, Faenza Editrice Ibérica, 1999. p. 27-29.