



IDENTIFICAÇÃO das fontes e formas de eliminação ou minimização de elementos contaminantes responsáveis por defeitos superficiais de produtos cerâmicos “via seca”

VALTIERE ALBUQUERQUE DA SILVA

MARCIO GEREMIAS¹

Resumo: Este trabalho apresenta os principais defeitos identificados em placas cerâmicas produzidas pelo processo “via seca”, as fontes geradoras e as formas de evitá-los ou minimizá-los. O trabalho foi desenvolvido na empresa Angelgres Revestimentos Cerâmicos Ltda na cidade de Criciúma, sul do Estado de Santa Catarina. As fontes geradoras foram identificadas a partir do mapeamento de todo o processo produtivo e controle individual das matérias-primas. As formas de evitá-los apresentadas foram baseadas em trabalhos desenvolvidos na referida indústria e experiências adquiridas ao longo dos anos. Para a obtenção dos resultados foram estudadas peças cerâmicas contaminadas com ferro, borracha, graxa, óleo, madeira, plástico, tecido e partículas com dimensões maiores que a malha adotada no processo de peneiramento do moinho. O estudo foi baseado na simulação de defeitos a partir da contaminação de corpos de prova em laboratório com as substâncias citadas acima. De acordo com o estudo realizado é possível afirmar que a grande maioria dos defeitos superficiais encontrados em placas cerâmicas são possíveis de evitá-los com controles relativamente simples como domínio do processo produtivo e controle de matérias-primas.

Palavras Chave: Via seca, Processo produtivo, placas cerâmicas, Defeitos superficiais.

1. Introdução

No Brasil existem muitas indústrias que produzem pisos cerâmicos pelo processo “via seca”, no Estado de São Paulo (principalmente) e Santa Catarina, com grande crescimento na região do Nordeste; 69% do total desta produção é fabricado pelo processo “via seca”. (ANFACER, 2010). A produção brasileira pelo processo “via

¹ professor orientador

seca” tem uma capacidade instalada em torno de 52.880.000 m²/ano e com ampliações e novas unidades vai chegar a 68.130.000 m². (VOLTOLINI, 2011).

Os defeitos superficiais em placas cerâmicas pelo processo via seca são muito comuns tanto no sul de Santa Catarina como no Estado de São Paulo. Sabe-se que a eliminação dos principais defeitos superficiais resulta em ganhos de qualidade do produto e por conseqüência a melhoria nos resultados econômicos.

Além do mesmo processo de fabricação, a grande maioria destas indústrias utiliza na composição de suas massas cerâmicas siltitos e argilitos fundentes com elevados percentuais de elementos alcalinos e ferro, na maioria das vezes pertencentes a mesma formação geológica. As rochas pertencentes a determinadas formações geológicas podem apresentar, também, elevado percentual de carbonato. Essas rochas são geralmente muito coesas causando desgaste excessivo dos elementos de moagem (GEREMIAS, KAHN, GOUVEIA, 2005). Além da seleção de matérias-primas, o controle de processo é fundamental para a solução dos problemas relacionados a defeitos superficiais.

O estudo foi desenvolvido a partir da simulação de defeitos com a contaminação de corpos de prova em laboratório com ferro, borracha, graxa, óleo, madeira, plástico, tecido e partículas com dimensões maiores que a malha adotada no processo de peneiramento do moinho.

Por este motivo, este trabalho apresenta os principais defeitos identificados em placas cerâmicas produzidas pelo processo “via seca”, as fontes geradoras e alguns cuidados e ações para minimizá-los ou evitá-los.

Este trabalho pode ser justificado pela busca da melhoria da qualidade dos produtos cerâmicos a partir da eliminação dos principais defeitos de superfície e por conseqüência pelos ganhos econômicos advindos deste resultado.

2. Materiais e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório da empresa Angelgres Revestimentos Cerâmicos Ltda a partir da simulação de defeitos com contaminação, onde foram

confeccionados oito corpos de prova e contaminados com os seguintes elementos: o ferro, borracha, graxa, óleo, madeira, plástico, tecido e partículas com dimensões maiores que a malha adotada no processo de peneiramento do moinho.

Os contaminantes foram obtidos nas peças, utensílios, máquinas e equipamentos que sofrem desgastes ao longo do processo produtivo de revestimentos cerâmicos; a borracha foi retirado do pneu da máquina carregadeira e correias transportadoras, o plástico dos roletes internos dos “reder” e do revestimento interno do granulador, tecido de mascaras descartáveis e luvas, ferro do desgaste dos moinhos pendular e martelo, graxas do granulador e pá carregadeira, óleos do moinho pendular e prensa, partícula grosseira do peneiramento da moagem e madeira proveniente das raízes do solo encontradas nas jazidas de matérias-primas. As amostras de borracha, plástico, tecido e madeira foram cortadas em pedaços minúsculos e passadas em malha (# 50 mesh) e posteriormente diluídas na massa padrão da fábrica; já as de graxa, óleo, partícula grosseira, ferro foram misturadas diretamente na massa.

O Quadro 1 apresenta as informações referentes aos corpos de prova utilizados nos ensaios.

Quadro 1 – Informações sobre a confecção dos corpos de prova para a realização dos ensaios de simulação de defeitos

Dimensões (mm)	Espessura (mm)	Carregamento (g)	Contaminante (g)	Pressão de compactação (kgf/cm ²)
45 x 130	5,5	60,0	0,1	250

Fonte: Autor, 2011.

Após a conformação dos corpos de prova, os mesmos foram secados em estufa de laboratório a 250 °C por 15 minutos e depois queimados sobre placa refratária em forno industrial contínuo a rolo de 130 m de comprimento com ciclo de queima de 26 min na temperatura máxima de 1123 °C.

3. Resultados e Discussões

De acordo com Boschi, Melchiades e Teixeira (1997), para defeitos superficiais como verrugas (principalmente), pode-se especular que as mesmas são causadas por liberações gasosas, provenientes do interior do corpo cerâmico (massa), podendo ser originadas por uma série de elementos através da decomposição de fases minerais (carbonatos, sulfatos, sulfetos ou mesmo argilominerais) e a oxidação de compostos orgânicos como a borracha, vegetais, óleos e graxas.

Estão aqui apresentados os principais defeitos identificados na produção de pisos cerâmicos pelo processo “via seca” e, também, as fontes geradoras e as principais formas de controle.

Os Quadros 2, 3 e 4 apresentam um resumo das fontes de contaminantes da massa cerâmica observadas em parte do processo produtivo.

Quadro 2 – Fontes de contaminantes relacionadas à jazida e pátio operacional

JAZIDA E PÁTIO OPERACIONAL				
Ferro e metais	Desgaste concha e dentes da escavadeira e pá carregadeira; parafusos; arruelas; ferramentas.	Dentes da escavadeira e pá carregadeira que se desprendem durante a operação.	Filtro de óleo	Pratos descartáveis metálicos
Borracha	Desgaste pneus pá carregadeira e caminhões.			
Graxa e óleo	Lubrificação de máquinas.	Vazamentos de óleo nas máquinas.		
Madeira	Raízes e madeiras trazidas para a frente de lavra e pátio operacional.			
Plástico	Embalagens de alimentos e explosivos.			

Fonte: Autor, 2011.

Quadro 3 – Fontes de contaminantes relacionadas ao setor de preparação de massa

PREPARAÇÃO DE MASSA				
Ferro e metais	Desgaste concha e dentes da pá carregadeira	Peças que desprendem da máquinas durante a operação	Soldas	Desgaste de equipamento e tubulações de moagem
Borracha	Desgaste dos pneus da pá carregadeira.	Desgaste das correias transportadoras.		
Graxa e óleo	Lubrificação de máquinas.	Vazamentos de óleo nas máquinas.		
Madeira	Madeiras trazidas para o depósito de matérias-primas			
Plástico	Embalagens de alimentos	Rolete de “reder”	Revestimento da parede do granulador.	
Partículas grosseiras	Malha da peneira irregular	Insuficiente moagem	Vazamento na peneira	
Tecido	Material trazido do processo e depositado nas matéria- primas			

Fonte: Autor, 2011.

Quadro 4 – Fontes de contaminantes relacionadas ao setores de prensas e silos

SILOS E PRENSAS				
Ferro e metais	Desgaste interno dos silos.	Desgaste do elevador de canecos.	Desgaste de válvulas	
Graxa e óleo	Lubrificação das prensas.	Vazamentos de óleo nas prensas.		
Partículas grosseiras	Peneira da prensa furada			

Fonte: Autor, 2011.

3.1. Principais contaminantes

Abaixo estão descritos os principais defeitos superficiais identificados nos pisos cerâmicos fabricados pelo processo “via seca”.

3.1.1. Defeitos relacionados à presença de ferro e metais

O defeito superficial relacionado à presença de ferro ocorre principalmente pela presença de ferro de processo, devido ao desgaste de peças e equipamentos, como por exemplo, os dentes e conchas das máquinas de extração e preparação de massa; desgastes das peças do moinho pendular como o braço, pista, raspadeira, estrela e rolos; desgaste das peças que fazem parte do moinho de martelos, como a grelha, martelos, barra de apoio dos martelos, rotor e revestimento internos; desgaste das pás do granulador; desgaste interno dos silos, desgaste da rosca alimentadora e elementos estranhos como peças metálicas vindas de outros locais e resíduos de soldas geradas na recuperação de peças e equipamentos de processo, por exemplo.

A Figura 1 apresenta o defeito característico causado pela presença de ferro metálico.



Figura 1 – Defeito resultante da contaminação com ferro metálico - apresentação do defeito na superfície e corte do corpo de prova, respectivamente.

Fonte: Autor, 2011.

O defeito resultante da presença do ferro metálico apresenta como característica física uma saliência ou protuberância na superfície e quando cortada no ponto de contaminação, apresenta pontuações de coloração preta e forma achatada. Segundo

Damiani (2001) apud Boschi e Cabrelon (2005), as características apresentadas neste tipo de defeito são resultante da redução do ferro que apresenta coloração mais escura e é também mais fundente do que no estado oxidado. De acordo com Amorós et al. (1991) este tipo de defeito é causado principalmente pelo desgaste dos moinhos no processo “via seca” e silos em mal estado de conservação.

3.1.2. Defeitos relacionados à presença de borracha

O defeito superficial relacionado à contaminação da massa cerâmica com borracha tem varias fontes, sendo as principais o desgaste dos pneus de pás carregadeiras (principalmente) e caminhões e das correias transportadoras na jazida e no setor de preparação de massas.

O defeito característico causado pela presença de borracha está apresentado nas Figura 2.

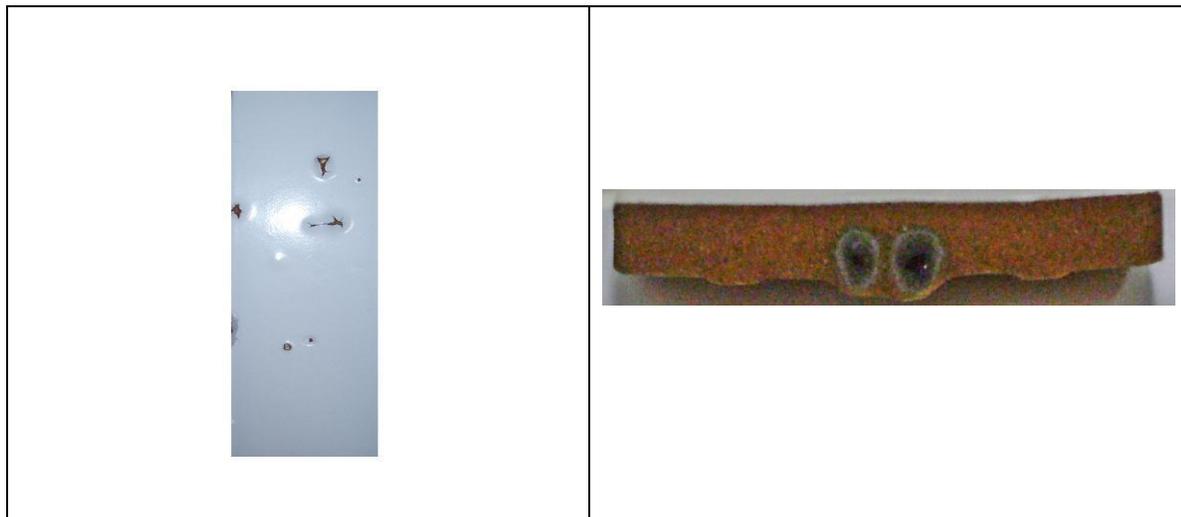


Figura 2 – Defeito resultante da contaminação da massa cerâmica com borracha - apresentação do defeito na superfície e corte do corpo de prova, respectivamente.

Fonte: Autor, 2011.

O defeito resultante da presença de borracha apresenta como característica física uma saliência ou protuberância na forma de verrugas na superfície, quando cortada no ponto de contaminação, apresenta cavidades com a existência de uma região porosa de coloração preta no centro com contorno acinzentado e formato arredondado. De acordo com Melchiades (1197) apud Boschi & Cabrelon (2005) as

fontes de matéria orgânica são provenientes de pneus, luvas, correias transportadoras, calçados, etc., que com o aumento da temperatura liberam gases (CO e CO₂) que dão origem à região porosa.

3.1.3. Defeitos relacionados à contaminação por graxas e óleos

A contaminação da massa cerâmica com óleo e graxas, responsável por defeitos superficiais de produtos cerâmicos pode ter várias fontes, podendo iniciar nas jazidas durante a produção de argilas com vazamento de óleo e falta de cuidados durante a lubrificação das máquinas; vazamento de óleo e falta de cuidados durante a lubrificação da pá carregadeira no setor de preparação de massas e o vazamento de óleo e graxas dos equipamentos que fazem parte dos setores de preparação de massa, silos e prensas.

O defeito característico causado pela contaminação da massa cerâmica com óleos está apresentado nas Figura 3.



Figura 3 – Defeito resultante da contaminação da massa cerâmica com óleos – apresentação do defeito na superfície e corte do corpo de prova, respectivamente.

Fonte: Autor, 2011.

O defeito característico causado pela contaminação da massa cerâmica com graxas está apresentado nas Figura 4.



Figura 4 – Defeito resultante da contaminação da massa cerâmica com graxas – apresentação do defeito na superfície e corte do corpo de prova, respectivamente.

Fonte: Autor, 2011.

O defeito resultante da presença de óleo e graxas apresenta como características físicas saliências arredondadas na superfície do produto na forma de verrugas e quando cortada no ponto de contaminação, apresenta uma superfície porosa de coloração cinza e formato arredondado. De acordo com os resultados, foi possível determinar que, dependendo da quantidade de óleo na massa cerâmica, o defeito pode disseminar por todo o corpo.

Pequenas quantidades de graxa em meio à massa são suficientes para causar o desenvolvimento de “verrugas”, por sua vez, apenas os pedaços de borracha de dimensões consideráveis são capazes de originar o defeito (BOSCHI, MELCHIADES e TEIXEIRA, 1997).

3.1.4. Defeitos relacionados à contaminação com madeiras

As fontes de contaminações com madeira na massa cerâmica podem ser de raízes presentes na camada superficial das argilas e de pedaços de madeira colocada de forma indevida nas pilhas ou no depósito de argilas junto ao setor de massas.

O defeito característico causado pela contaminação da massa cerâmica com madeira está apresentado na Figura 5.



Figura 5 – Defeito resultante da contaminação da massa cerâmica com madeira - apresentação do defeito na superfície e corte do corpo de prova, respectivamente.

Fonte: Autor, 2011.

O defeito resultante quando da presença de madeira na massa cerâmica apresenta como característica saliências em superfície e internamente no corpo cerâmico cavidades de formato alongado (oval) de coloração preta com contornos acinzentados.

3.1.5. Defeitos relacionados à contaminação com plástico

A contaminação da massa cerâmica com plástico pode vir basicamente de três fontes: desgaste do rolete do (reder), revestimento da parede do granulador e embalagens colocadas indevidamente junto às matérias-primas.

O defeito causado pela contaminação com plástico na massa cerâmica está demonstrado nas Figura 6.



Figura 6 – Defeito causado pela contaminação da massa cerâmica com plástico - apresentação do defeito na superfície e corte do corpo de prova, respectivamente.

Fonte: Autor, 2011.

O defeito que tem como responsável a contaminação com plástico na massa cerâmica, apresenta como características saliências em superfície e quando cortada no ponto da contaminação apresenta formato achatadas de coloração preta no centro e contornos de cor cinza.

3.1.6. Defeitos relacionados à presença de partículas grosseiras

As partículas grosseiras apresentam-se como um corpo estranho no meio da massa finamente moída causando defeitos na superfície no produto cerâmico. A principal fonte está relacionada a perfurações nas malhas de seleção dos tamanhos de partículas instaladas junto aos moinhos (pendular e de martelos) que possibilitam a passagem além da abertura das mesmas de grânulos maiores que os padronizados.

O defeito causado pela presença na massa cerâmica de partículas grosseiras está demonstrado nas Figura 7.



Figura 7 – Defeito causado pela presença na massa cerâmica de partículas grosseiras - apresentação do defeito na superfície e corte do corpo de prova, respectivamente.
Fonte: Autor, 2011.

O defeito que tem como responsável à presença de partículas grosseiras na massa cerâmica, apresenta como características pequenos pontos escuros de coloração preta e formato irregular.

A partícula grosseira apresenta-se como um elemento estranho em relação às partículas finas presentes no restante do corpo, resultando numa pequena saliência na superfície da peça, descaracterizando o produto.

3.1.6. Defeitos relacionados à presença de tecido

A contaminação da massa cerâmica com tecido pode vir basicamente de luvas, mascaras e estopas que são trazido do processo e depositado na matéria - primas.

O defeito causado pela contaminação com tecido na massa cerâmica está demonstrado nas Figura 8.



Figura 8 – Defeito causado pela contaminação da massa cerâmica com tecido - apresentação do defeito na superfície e corte do corpo de prova, respectivamente.
Fonte: Autor, 2011.

O defeito que tem como responsável à contaminação com tecido na massa cerâmica, apresenta como características saliências em superfície e quando cortada no ponto da contaminação apresenta formato achatado de coloração preta no centro e contornos de cor cinza.

O Quadro 5 apresenta os procedimentos adotados para evitar ou minimizar os defeitos relacionados aos contaminantes envolvidos no processo de fabricação de pisos cerâmicos.

Quadro 5 - Procedimentos para evitar ou minimizar os contaminantes

Ferro e metais	Utilizar imas	Redução da partícula ferrosa ou metálica, através da moagem	Utilizar componentes mais resistentes a atrito	Manter o setor limpo
Borracha	Utilizar correntes nos pneus da pá carregadeira	Manter sempre as correias bem centralizadas	Manter o setor limpo	
Graxa e óleo	Revisão nas máquinas e equipamentos de extração e processo em locais adequados	Revisão em todos os redutores com possibilidades de contato com massa	Manter o setor limpo	
Madeira	Retirar todo o solo orgânico que está depositado sobre argila	Manter o setor limpo		
Plástico	Procurar não utilizar revestimento de plásticos onde tenha contato com a massa, sem que tenha um peneiramento antes.	Manter o setor limpo.		
Partículas grosseiras	Revisão constantemente nas peneiras da moagem e prensa	Procurar trabalhar com malhas de peneiras de moagem adequadas	Implantar controle da massa após o peneiramento	
Tecido	Manter o setor limpo.			

Fonte: Autor, 2011.

4. Considerações Finais

As exigências quanto á qualidade do produto cerâmico fabricado pelo processo “via seca” através da busca incessante pela redução de defeitos superficiais causado por contaminações de ferro, borracha, óleo e graxas, carbonatos, madeira, plástico e partículas grosseiras foram as constatações que evidenciaram a importância da realização deste estudo.

Este estudo foi desenvolvido na empresa Angelgres Revestimentos Cerâmicos Ltda instalada na cidade de Criciúma, sul do Estado de Santa Catarina, a partir da simulação de defeitos com a contaminação de corpos de prova em laboratório e a queima realizada em forno industrial.

Dentre os defeitos superficiais mais comuns identificados nos produtos cerâmicos produzidos pela “via seca” podem destacar os derivados pela contaminação por matéria orgânica (borracha, óleo, graxa), carbonatos e ferro.

Através do desenvolvimento deste trabalho foi possível alcançar de forma satisfatória os resultados, por isso está sendo implantado com sucesso na empresa angelgrês revestimentos cerâmicos ltda.

Através desse estudo, pode-se concluir que simples cuidados desde a seleção e produção de matérias-primas nas jazidas, domínio e controles do processo produtivo, principalmente nos setores de preparação de massas, silos e prensas, é possível reduzir sensivelmente os defeitos superficiais dos produtos cerâmicos, aumentando o nível de qualidade e por conseqüência a margem de contribuição.

5.Sugestão

Para trabalhos futuros sobre contaminação no processo “via seca” fica como sugestão associar a técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV) para identificação e caracterização dos defeitos.

Sugere-se também trabalhar os contaminantes em diferentes granulometrias com o objetivo de se conhecer as tolerâncias do processo produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORÓS, A. J. L et al. **Defectos de fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos**. Instituto de Tecnologia Cerâmica, Valencia, 1991.

ANFACER – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (São Paulo). Revestimentos cerâmicos do Brasil. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/>. Acesso em 25 maio. 2011.

CABRELON, M.D; BOSCHI, A.O. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) acoplada a espectroscopia por dispersão de elétrons (EDS): uma ferramenta poderosa para a eliminação efetiva de defeitos em produtos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v.10, n. 5-6, p.23-27, setembro/dezembro, 2005.

GEREMIAS, M; KAHN, H; GOUVEIA, D. Matéria-prima argilito. *Brasil Cerâmica*. v.1,n.5, p.5- 10, outubro/novembro, 2005.

MELCHIADES, F. G; TEIXEIRA, R. A; BOSCHI, A. O. Estudo do defeito denominado verruga em revestimento cerâmico. **Cerâmica Industrial**, v. 2, n. 5-6, p. 29-33, setembro/dezembro, 1997.

VOLTOLINI, A, R. Produção Brasileira de Pisos e Revestimentos Cerâmicos na Última Década. **Cerâmica Industrial**, v. 16, n. 1, p. 12-14, janeiro/fevereiro, 2011.