

Ações para a Diminuição da Geração de Resíduos na Indústria de Revestimentos Cerâmicos e a Reciclagem das “Raspas”. Parte I: Resultados Preliminares

**Kátia Regina Ferrari^{1*}, Cristiano Ferdinando Ferri²,
Luciano Luis da Silva³, Luiz Carlos Zanon Batista³
e Paulo Miranda de Figueiredo Filho¹**

¹ Departamento de Petrologia e Metalogenia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rua 24A, nº 1515, 13504-900 Rio Claro - SP

* e-mail: katiarf@rc.unesp.br

² Técnico de Segurança do Trabalho da Indústria e Comércio de Pisos Ltda., INCOPISOS

³ Técnicos do Laboratório de Revestimento Cerâmico, LaRC, DEMa, UFSCar

Resumo: Os resíduos sólidos gerados no processo de fabricação de revestimento cerâmico provenientes, principalmente da lavagem do piso da fábrica e das linhas de produção, também denominado “raspas”, são classificados como Classe I ou Classe II, por apresentarem, em sua grande maioria, metais tóxicos, provenientes de algumas matérias-primas sintéticas utilizadas no processo de decoração. Objetivando solucionar o problema ambiental da Indústria e Comércio de Pisos Ltda., INCOPISOS, realizou-se a avaliação ambiental do processo produtivo, seguida por ensaios cerâmicos para verificar a viabilidade do reaproveitamento das “raspas” no próprio processo. Os primeiros resultados foram promissores, pois com a implantação de medidas corretivas, observou-se a diminuição da geração de “raspas” e, com a adição deste resíduo à massa cerâmica, verificou-se que, dependendo do percentual de “raspas” adicionadas, ocorre a melhoria no teor de absorção de água da peça cerâmica sem alterar, significativamente, a retração linear de queima, além de aumentar a resistência mecânica das peças após a queima.

Palavras-chaves: processo produtivo, resíduo sólido, reaproveitamento, massa cerâmica, meio ambiente

Introdução

Adequação ambiental, melhoria contínua, desenvolvimento sustentável, especificações legais, entre outras, são palavras que começam a entrar no cotidiano do mundo empresarial, mas que para muitos, ainda são de difícil compreensão e, principalmente, aplicação. No entanto, estas ações, mais que uma exigência legal ou de mercado, são ferramentas de gestão. Com o aumento das restrições impostas pela legislação ambiental, bem como pelas exigências do mercado para processos e produtos ambientalmente corretos, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos para, entre outros, promover a redução de geração, o tratamento, a reutilização e a disposição correta de resíduos. Al-

guns destes estudos demonstraram, com sucesso, que a indústria cerâmica pode atuar como grande aliada para consumir alguns tipos de resíduos, incorporando-os na massa das peças cerâmicas. Para exemplificar, podemos citar o estudo para o uso do resíduo argiloso, gerado pela extração de areia para indústria de vidro, em substituição a parte das matérias-primas da massa cerâmica, realizado por Alves e Baldo¹ e o estudo da utilização da lama de cal, proveniente da fabricação de celulose, substituindo a calcita comercial, em massas para fabricação de peças do tipo monoporosa⁵. Nestes estudos verificaram-se benefícios mútuos, pois além de resolver o problema ambiental das empresas estudadas, contribuíram com a economia dos

recursos minerais utilizados pela indústria cerâmica.

No entanto, a indústria cerâmica também tem problemas para encontrar uma solução ambientalmente correta para os seus resíduos. A lavagem do piso da fábrica, das linhas de produção (contendo, inclusive, peças cerâmicas quebradas antes da queima), dos equipamentos de serigrafia, dos moinhos de preparação de esmaltes e demais equipamentos, gera efluentes líquidos contendo materiais sólidos em suspensão. Com a realização de um tratamento adequado, adicionando-se produtos químicos, esta água pode ser reutilizada, por exemplo, nos processos de lavagem da fábrica. No entanto, o volume de lodo resultante deste processo de lavagem, pode ultrapassar a 12 m³/mês. Estes resíduos sólidos, também denominados “raspas”, contêm metais tóxicos e são classificados como Classe I ou Classe II, requerendo uma disposição gerenciada e de custo relativamente alto².

Por ser um material composto de insumos de decoração, contendo fundentes, como fritas e vidrados, a “raspa” tem potencial para ser incorporada à massa cerâmica, pois a adição de fundentes à massa cerâmica é prática comum. Durante o processo de queima da peça cerâmica, os fundentes aceleram a formação dos materiais vítreos que recobrirão uma certa quantidade de poros, resultando num produto com qualidades melhores, como por exemplo maior estanqueidade à água, maior resistência mecânica, entre outras melhorias^{2,4,6}.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo verificar se a indústria cerâmica pode atuar como sua própria aliada para solucionar este problema ambiental, ou seja, reaproveitar seu resíduo sólido no próprio processo produtivo, utilizando a “raspa” como matéria-prima fundente em massas para revestimento cerâmico.

Metodologia

Medidas Corretivas

O processo de produção da indústria de revestimento cerâmico requer uma uniformidade dos componentes na composição da massa para garantir a manutenção da qualidade do produto final. Por este motivo, foram implantadas algumas medidas no processo, visando diminuir a geração de resíduo, bem como evitar que as “raspas” fossem misturadas com outros detritos. Tais medidas tiveram como base a avaliação das condições ambientais do processo produtivo, realizada segundo a Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais³. Foram sugeridas ações entre as quais destacam-se:

1. Abastecimento das vascas: Definição e monitoramento do nível máximo para o abastecimento das vascas, evitando o derramamento de material;
2. Aplicação do engobe: Ajuste o fluxo de aplicação e adaptação de cantoneiras para coletar o excesso
3. Lavagens das Cabines de Decoração: Instalação de

sacos de rafia “big bag” abaixo das cabines de aplicação de esmaltes durante sua lavagem, contendo os resíduos sólidos.

Ensaio Cerâmicos

As amostras de resíduo foram coletadas e quarteadas no instante de sua geração e nos lotes estocados em “big bags” em períodos de tempo distintos, denominados como A lote mais antigo; B lote intermediário e C lote mais recente.

Foram realizados testes comparativos entre uma massa padrão de revestimentos fabricados por via seca e outra desenvolvida adicionando-se teores variáveis dos lotes A, B e C de “raspa” (3%, 6% e 9%) com a massa padrão.

As duas massas foram caracterizadas comparativamente com relação às seguintes propriedades:

- absorção de água;
- retração linear;
- módulo de ruptura à flexão.

Resultados e Discussão

Medidas Corretivas

Com a implantação destas primeiras medidas corretivas, obteve-se a recuperação e reutilização de 90 Kg/dia do material aplicado na cobertura das peças cerâmicas. Constatou-se, com estas primeiras medidas implantadas, uma redução na geração de resíduos sólidos. Novas medidas corretivas estão em fase de implantação para contribuir para uma redução ainda maior, devendo ser apresentadas na segunda parte deste trabalho.

Ensaio Cerâmicos

A formação da fase líquida durante o processo de queima promoveu uma melhor densificação dos corpos de prova, devido ao preenchimento mais eficiente dos poros da peça cerâmica. Isto pode ser comprovado pela diminuição de absorção de água e pelo aumento da retração linear de queima, conforme apresentado na Tabela 1 e Figs. 1, 2 e 3.

Com relação aos resultados de módulo de ruptura à flexão em função do teor de “raspa”, apresentados na Tabela 2 e ilustrado pelo gráfico da Fig. 4, observa-se que houve um ganho de resistência mecânica para os corpos de prova queimados, característica da maior densificação a partir da maior vitrificação dos corpos proporcionada pela adição de “raspa”.

Conclusões

Com a observação racional e sistemática do processo produtivo, aplicando pequenas e simples mudanças, pode-se ter resultados positivos. As modificações apresentadas neste trabalho ainda não são suficientes para resolver o problema ambiental da indústria. No entanto, elas demonstraram que são eficientes e que o problema pode ser resol-

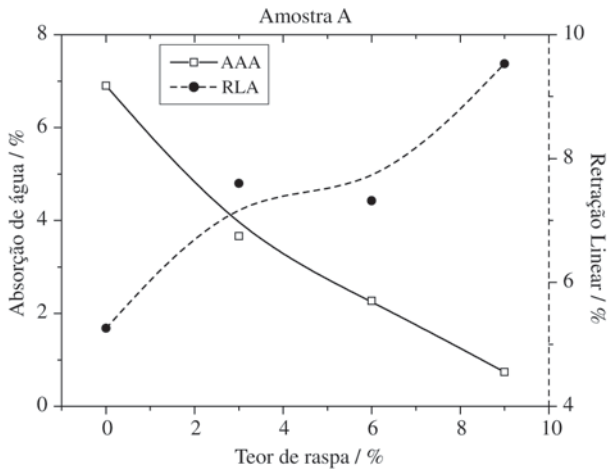


Figura 1. Gráfico relacionando os teores absorção de água e retração linear em função do teor de “raspa” adicionado à massa cerâmica (Amostra A – lote mais antigo).

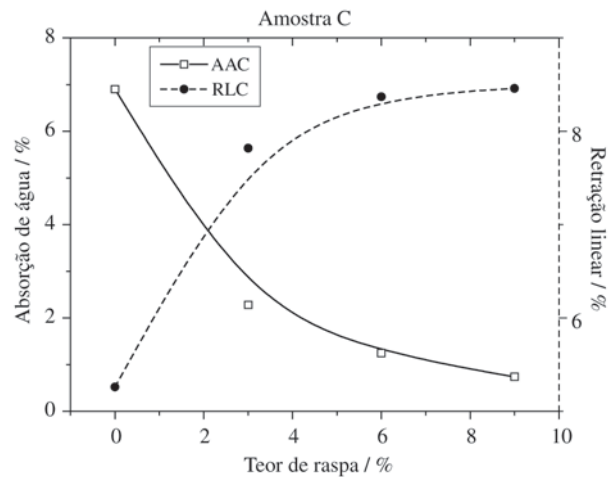


Figura 3. Gráfico relacionando os teores absorção de água e retração linear em função do teor de “raspa” adicionado à massa cerâmica (Amostra C – lote mais recente).

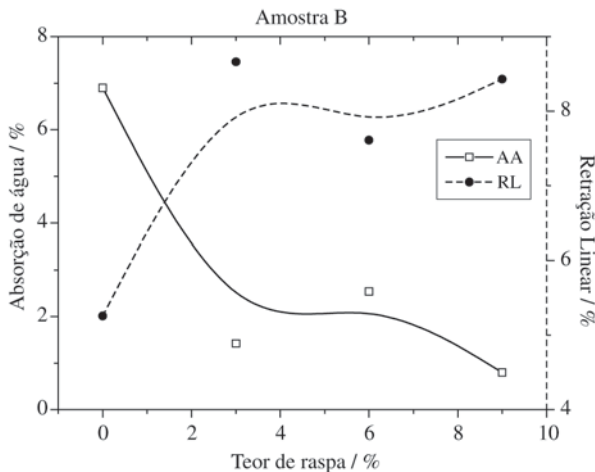


Figura 2. Gráfico relacionando os teores absorção de água e retração linear em função do teor de “raspa” adicionado à massa cerâmica (Amostra B – lote intermediário).

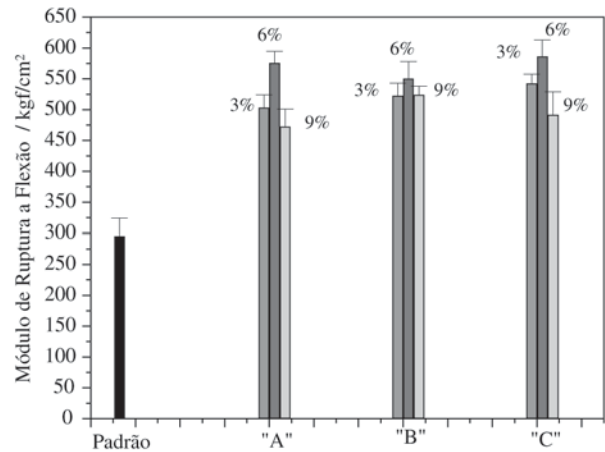


Figura 4. Gráfico relacionando os valores dos ensaios de módulo de ruptura à flexão em função do teor de “raspa” adicionado à massa cerâmica, sendo: “A” lote mais antigo; “B” lote intermediário; “C” lote mais recente.

vido com medidas simples. A continuidade deste trabalho trará resultados mais significativos, caminhando para a melhoria contínua, atendendo às especificações legais e, desta forma, realizando a adequação ambiental.

Os estudos realizados para a incorporação de resíduos na massa cerâmica devem considerar a qualidade dos produtos obtidos e, também, os benefícios ambientais decorrentes, incluindo os benefícios no campo da economia de água, matérias-primas, energia, entre outros.

Em relação aos resíduos sólidos, os resultados preliminares apresentados, indicam que é possível, para a recuperação do passível ambiental existente, a utilização das “raspas” no corpo cerâmico, contanto que sejam realizados

Tabela 1. Comparação dos valores de Absorção de Água (AA) e Retração Linear (RL) entre uma massa padrão e massas contendo teores variáveis de “raspa”, sendo: (A) lote mais antigo; (B) lote intermediário; (C) lote mais recente.

“raspas” (%)	Amostras					
	(A)		(B)		(C)	
	AA (%)	RL (%)	AA (%)	RL (%)	AA (%)	RL (%)
0	6,9	5,26	6,9	5,26	6,9	5,26
3	3,66	7,6	1,42	8,66	2,28	7,82
6	2,27	7,32	2,54	7,61	1,25	8,37
9	0,74	9,53	0,8	8,43	0,74	8,46

Tabela 2. Comparação dos valores dos resultados dos ensaios de módulo de ruptura à flexão (kgf/cm²) entre uma massa padrão e massas contendo teores variáveis de “raspa” (%), sendo: (A) lote mais antigo; (B) lote intermediário; (C) lote mais recente.

“Raspa” (%)	Padrão (kgf/cm ²)	(A) (kgf/cm ²)	(B) (kgf/cm ²)	(C) (kgf/cm ²)
0	295,51 ± 28,82			
3		503,43 ± 20,61	575,84 ± 18,88	472,42 ± 28,57
6		522,74 ± 20,06	550,3 ± 27,74	523,97 ± 14,15
9		542,42 ± 15,37	586,14 ± 26,82	491,51 ± 37,58

ensaios cerâmicos sistematicamente planejados e executados, os quais serão apresentados na segunda parte deste trabalho.

Agradecimentos

Especial agradecimento ao Prof. Dr. Anselmo Ortega Boschi do Laboratório de Revestimentos Cerâmicos (LaRC) do Departamento de Material (DEMa) da UFSCar e ao Prof. Dr. Antenor Zanardo do Departamento de Petrologia e Metalogenia da UNESP – Rio Claro, pelas valiosas discussões técnicas.

Agradecemos também, à Fundação de Amparo à Pesquisa – FAPESP Processo N^o: 00/10151-6.

À Indústria e Comércio de Pisos Ltda. INCOPIOSOS pelo apoio e incentivo, além da disponibilização de material para estudo e de pessoal, sem os quais não teria sido possível a execução deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- Alves, A.W.; Baldo, J.B. O potencial de utilização de um resíduo argiloso na fabricação de revestimento cerâmico – Parte I – Caracterização, *Cerâmica Industrial*, v. 2, n. 5/6, p. 38-40, 1997.
- Ferrari, K.R. *Aspectos ambientais do processo de fabri-*

cação de placas de revestimento cerâmico via úmida, com ênfase nos efluentes líquidos. São Paulo, SP: 2000. Tese (Doutoramento) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

- Ferrari, K.R.; Figueiredo Filho, P.M. de; Paschoal, J.O.A. Impacto ambiental em indústria de placas cerâmicas. In: *Anais V Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, novembro 17-19, 1999, Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo – (EAESP/FGV) e Universidade de São Paulo, Departamento de Administração da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo (FEA/USP), ed. Plêiade, São Paulo, 1999, p. 505-517.
- Norton, F.H. *Introdução à tecnologia cerâmica.* São Paulo, SP: USP, 1973.
- Oliveira, H.A. *Estudo para reaproveitamento do resíduo lama de cal do processo KRAFT de fabricação de celulose e papel em cerâmicas de revestimento.* São Paulo: 2000. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- Santos, P.S. *Tecnologia de Argilas, Aplicada às Argilas Brasileiras.* São Paulo, SP: USP, 1975, v. 1-2, p. 45-55, p. 242-273, p. 393-405, p. 468-500.