

# Tecnologia de Cerâmicas Avançadas Aplicada a Revestimentos Cerâmicos

**Anselmo Ortega Boschi**

*Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos,*

*C.P. 676, 13.565-905 São Carlos - SP, Brasil*

**Resumo.** A principal diferença entre as cerâmicas avançadas e as tradicionais é o nível de conformidade e confiabilidade. Com a globalização da economia, a competitividade tornou-se condição essencial à sobrevivência de qualquer indústria, inclusive as de cerâmicas tradicionais. Dois dos principais fatores que determinam a competitividade de um produto são a qualidade e a eficiência do processo produtivo. O presente trabalho sugere que a competitividade das cerâmicas tradicionais pode ser consideravelmente aumentada pelo uso das teorias e técnicas geralmente associadas às cerâmicas avançadas. O único caminho para o domínio do processo produtivo e a garantia da qualidade é o entendimento do que ocorre em cada etapa e da interdependência entre as diversas etapas que constituem o processo.

## Comprando o mais barato

Como uma consequência da falta de opções e do estado geral de pobreza de nossa população, o fator preço tem sido decisivo para a escolha dos produtos a serem adquiridos. É o reinado dos preços mais baixos, que infelizmente, na maioria das vezes, é acompanhado da falta de qualidade. Entretanto, com a crescente entrada de produtos estrangeiros, a forçada modernização da indústria nacional e a elevação do poder aquisitivo das classes mais pobres da população, a pergunta que se faz é:

### **Até quando haverá espaço no mercado interno para produtos que não satisfazem sequer as características exigidas pelas Normas Técnicas?**

O consumidor brasileiro está aprendendo rapidamente a exigir qualidade, e a era dos preços mais baixos sem qualidade está com seus dias contados. É hora de assumir uma nova postura e investir na competitividade.

Como uma consequência da queda de considerável parte das barreiras políticas e o barateamento e melhoria das condições de transporte de longa distância, a globalização da economia tornou-se uma realidade. Dentro desse novo cenário o mercado brasileiro está cada vez mais aberto aos produtos internacionais e os produtos brasileiros competem agora, tanto no mercado interno como no externo, com um número cada vez maior de produtos originários das mais diversas regiões do globo. Para que as indústrias brasileiras possam sobreviver e prosperar nessa nova realidade, é fundamental que todo esforço seja feito no sentido de melhorar a competitividade dos nossos produtos, tanto no mercado interno como no internacional.

Mas do que depende a competitividade de um produto?

De um modo geral pode-se dizer que, dentre outras variáveis, a competitividade é função, principalmente, de três variáveis:

- qualidade,
- preço e
- inovação.

Esses conceitos, muito embora bastante populares, precisam ser melhor especificados e analisados.

### *O aspecto tecnológico da qualidade*

A chamada era da qualidade chegou ao Brasil e tem sido um dos temas mais discutidos pelos administradores. Entretanto, há um componente fundamental que parece estar ausente da maior parte dessas discussões, e principalmente das ações que visam a melhoria da qualidade: a **competência técnica**.

O fato é que sem competência técnica não há qualidade assegurada, qualidade total nem gerenciamento de qualidade que se sustente. Portanto, é preciso também priorizar este aspecto dentro das políticas para a melhoria da qualidade. Mas buscar competência técnica não se resume a comprar equipamentos. É preciso entender que os equipamentos por si só não fazem qualidade, por mais caros e sofisticados que possam ser.

Para definir melhor o conceito “competência técnica” é preciso detalhar um pouco mais o próprio conceito de qualidade.

Dois dos principais aspectos da qualidade são<sup>1</sup>:

- conformidade e
- confiabilidade.

Conformidade é a medida de como as especificações estabelecidas para o produto são cumpridas. Este conceito deve obedecer às normas técnicas vigentes mas não necessariamente se limitar às características normalizadas. Por exemplo, um fabricante pode, nas especificações de seu produto, garantir uma expansão por umidade inferior ao estabelecido pelas normas.

Confiabilidade reflete a probabilidade de mau funcionamento de um produto ou de ele falhar num determinado período de tempo, em uma aplicação para a qual suas especificações técnicas são consideradas adequadas.

Se o produto apresentar boa conformidade e confiabilidade e o usuário, que no caso dos revestimentos cerâmicos são os engenheiros civis e arquitetos, souberem escolher as características técnicas adequadas para cada aplicação, teremos as condições ideais para o sucesso.

### **Mas como garantir a conformidade e a confiabilidade de revestimentos cerâmicos?**

No setor de revestimentos cerâmicos, em termos de equipamentos de produção, pode-se dizer que, de uma forma geral, não há uma diferença significativa entre a indústria brasileira e nossos principais concorrentes.

Entretanto, quando comparamos o real domínio da tecnologia empregada e o preparo da mão-de-obra utilizada, notamos uma diferença considerável. As indústrias brasileiras, de uma forma geral, importam os equipamentos de produção mas se esquecem de importar o entendimento dos princípios científicos e tecnológicos em que seu funcionamento se baseia. É passada a hora de se entender que a estabilidade de um processo produtivo não pode ser garantida com 'receitas' (*know how*). A hora de se guardar formulações mágicas e receitas secretas a sete chaves já passou. Esta é a hora de tirar as receitas das gavetas e levá-las aos laboratórios. Neste novo cenário, sobreviverão os que tem competência técnica e portanto sabem por que a receita funciona (*know why*) e o que fazer quando ela deixa de funcionar. Esse entendimento é fundamental para a estabilidade do processo e a identificação de possíveis melhorias.

A característica mais importante de qualquer processo produtivo moderno é a constância, e esta só pode ser alcançada pelo real entendimento de cada uma das suas etapas e das inter-relações entre elas.

Pelo acima exposto, pode-se concluir que o caminho para a qualidade passa pela conformidade e confiabilidade, e que estas só podem ser conseguidas através da competência técnica.

### **Preço e eficiência**

O preço de um produto está intimamente associado aos custos de produção, à eficiência do processo produtivo e ao lucro. É importante salientar aqui que, neste contexto, eficiência não se limita ao número de peças 'aproveitáveis',

mas sim ao número de peças com o nível de qualidade especificada.

A análise do sistema, necessária à melhoria da eficiência é baseada na interrelação entre causa e efeito. Ou seja, ao se identificar as possíveis causas dos defeitos que comprometem a qualidade do produto pode-se buscar mais facilmente sua eliminação<sup>2</sup>. Portanto, a única forma de se maximizar a eficiência de um processo produtivo é o entendimento pleno de cada etapa do processo e das inter-relações entre essas etapas, ou seja, ter competência técnica.

### **Inovação**

Quando os padrões de qualidade dos diversos produtos disponíveis no mercado são semelhantes, o que faz com que o consumidor opte por um determinado produto muitas vezes é o fator inovador que ele contém. Muito embora o aspecto inovação seja de extrema relevância, ele está muito mais ligado aos aspectos design e marketing, e portanto fora do escopo deste trabalho.

### **Cerâmicas avançadas**

A principal diferença entre as cerâmicas avançadas e tradicionais é fundamentalmente a maior exigência, para as primeiras, no que diz respeito a conformidade e confiabilidade. Para se atingirem as características necessárias, sob esses dois aspectos, procura-se diminuir o número de variáveis envolvidas, ou seja, geralmente se trabalha com matérias-primas relativamente puras, processos rigorosamente controlados e sofisticadas técnicas de caracterização. Há também um considerável número de teorias que auxiliam no entendimento de cada uma das etapas de que o processo é constituído e na inter-relação entre essas etapas. De tal forma, que os efeitos resultantes da alteração de uma determinada variável podem ser previstos e entendidos.

Pode-se então perceber que o que caracteriza as cerâmicas avançadas, pelo exposto acima, é justamente o que se deseja incorporar às cerâmicas tradicionais para aumentar sua competitividade. Mas será possível aplicar a tecnologia de cerâmicas avançadas a cerâmicas tradicionais?

### **Tecnologia de cerâmicas avançadas aplicada a cerâmicas tradicionais**

Fundamentalmente, cerâmicas avançadas e tradicionais são iguais, e todas as teorias de uma são aplicáveis à outra. Entretanto, o número de variáveis e a faixa de variação de cada uma dessas variáveis no processamento de cerâmicas tradicionais é consideravelmente maior do que em cerâmicas avançadas. Isso faz com que muitas vezes os sistemas utilizados em cerâmicas tradicionais sejam tão complexos que inviabilizam a aplicação precisa das teorias de cerâmicas avançadas. Sob esse aspecto pode-se afirmar que as cerâmicas tradicionais são mais complexas que as avançadas. Como uma consequência disso, as propriedades não

são tão boas como poderiam ser e a variação das propriedades das cerâmicas tradicionais, de uma peça para outra, é consideravelmente maior. Entretanto, as aplicações a que geralmente se destinam as cerâmicas tradicionais são compatíveis com essas propriedades e admitem uma maior variação das mesmas. O fator limitante aqui é o custo de produção. Para melhorar a propriedade e diminuir a variação da mesma o custo de produção teria que aumentar. Entretanto, um processo mais controlado é mais eficiente e se adapta melhor à automação, o que implica em uma redução dos custos de produção e das dores de cabeça. Portanto, não se está sugerindo a transformação de cerâmicas tradicionais em avançadas, mas a busca de um ponto na razão custo/benefício que permita aumentar a competitividade.

Há ainda um importante fator a ser considerado, que é o custo consideravelmente elevado dos equipamentos de caracterização empregados em cerâmicas avançadas, da sua manutenção e da mão de obra especializada necessária a sua boa utilização. Este é um fator limitante que inviabilizaria a ação sugerida no título deste trabalho, não fossem os aspectos peculiares da realidade brasileira apresentados abaixo.

## Cerâmicas avançadas no Brasil

Infectado pela febre dos novos materiais que atingiu os países do primeiro mundo há algumas décadas, estando entre esses materiais as cerâmicas avançadas, o Brasil investiu consideravelmente na formação de centros que pudessem dar suporte ao desenvolvimento da indústria brasileira de cerâmicas avançadas. Esses investimentos, além das estimativas de mercado, que em 1988 previam para o ano 2000 um mercado brasileiro de US\$ 1,2 bilhão, eram justificados pelos elevados custos dos equipamentos necessários à produção e caracterização dos novos materiais. Sabia-se que as empresas de pequeno e médio porte não teriam condições de fazer os investimentos necessários. A política então era de se nuclear centros de pesquisa e desenvolvimento, financiados e sustentados pelo governo, que pudessem dar suporte a essas novas indústrias. Isso, por assim dizer, diminuiria a energia de ativação necessária à nucleação.

Como pode ser visto na Tabela 1, o esperado desenvolvimento da indústria de cerâmicas avançadas não ocorreu. As razões para isso são apresentadas em outro artigo<sup>3</sup>. Comparando-se o quadro atual com o de 1988, pode-se perceber que houve até um certo retrocesso e não um avanço no setor das cerâmicas avançadas.

Por outro lado, os resultados dos investimentos feitos pelo governo brasileiro na capacitação laboratorial e formação de recursos humanos deram bons resultados e o país dispõe hoje de condições de pesquisa e desenvolvimento em cerâmicas avançadas relativamente boas. Infelizmente, entretanto, a maior parte da produção desses centros, praticamente todos sustentados pelo dinheiro público, não encontra aplicação industrial. Não que eles não sejam importantes por causa disso, pois o conhecimento sempre

**Tabela 1.** Comparação entre os setores de cerâmica avançada e revestimentos no Brasil.

	Cerâmicas avançadas (US\$ milhões)	Revestimentos cerâmicos (US\$ milhões)
Faturamento anual*	250	1500
Fábricas*	25	118
Funcionários*	-	25000

\* valores aproximados.

é importante, mas é que a carência de suporte técnico-científico da indústria nacional de cerâmicas tradicionais é tão grande, que pelo menos uma parte considerável dessa produção intelectual deveria ter em vista uma aplicação industrial mais imediata. Caso contrário, corremos o risco de não estar presentes para desfrutar o futuro almejado.

## Conclusão

Em vista do exposto, ou seja:

- da necessidade de se aumentar a competitividade dos produtos de cerâmica tradicional,
- da necessidade de se melhorar a competência técnica,
- da possibilidade de se usar tecnologia de cerâmicas avançadas para isso,
- dos custos relativamente elevados e
- da existência de centros que já possuem esses recursos,

fica clara a necessidade de se buscar uma maior interação entre os centros criados pelo governo e as indústrias de cerâmicas tradicionais. Esse processo já teve início com as atividades atualmente desenvolvidas em Florianópolis pelo LABMAT, da Universidade Federal de Santa Catarina. e em São Carlos pelo Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos, mas isso ainda é pouco quando levamos em consideração o porte de nossa indústria de cerâmicas tradicionais. É preciso que a iniciativa parta dos dois lados e que tanto as indústrias como as universidades e centros de pesquisa busquem essa interação, principalmente em suas regiões. É por meio dessa soma de esforços direcionada para o bem comum que vamos garantir um lugar no futuro para nossas indústrias e filhos.

## Bibliografia

1. Garvin, D.A. - "Gerenciando a Qualidade" - Quality Mark Editora, Brasil, 1992.
2. Amorós, J.L. e outros - "Defectos de Fabricación de Pavimentos y Revestimentos Cerámicos" - AICE I ITCE, Espanha, 1991.
3. Boschi, A.O.; Duailibi F., J. e Bressiani, J.C. - "Advanced Ceramics in Brazil" - Anais do Congresso Cem Anos de Amizade Brasil - Japão, Campos do Jordão, 1995.