



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**  
**ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS**

**JOSÉ MÁRIO COELHO**

**A IMPORTÂNCIA DAS MATÉRIAS-PRIMAS  
MINERAIS NA COMPETITIVIDADE DO  
SEGMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Geociências.

**Orientador:** Professor Doutor Celso Pinto Ferraz

**CAMPINAS - SÃO PAULO**

**DEZEMBRO - 1996**



**UNICAMP**

UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS**

**JOSÉ MÁRIO COELHO**

**A IMPORTÂNCIA DAS MATÉRIAS-PRIMAS  
MINERAIS NA COMPETITIVIDADE DO  
SEGMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências,  
como requisitos parcial para obtenção do título de  
Mestre em Geociências, Área de Concentração em  
Administração e Política de Recursos Minerais.

**Orientador:** Professor Doutor Celso Pinto Ferraz

**CAMPINAS - SÃO PAULO**

DEZEMBRO - 1996

Coelho, José Mário

C65i

A importância das matérias-primas minerais na competitividade do segmento de revestimentos cerâmicos / José Mário Coelho.- Campinas, SP.: [s.n.], 1996.

Orientador: Celso Pinto Ferraz

Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências

1. Cerâmica - Indústria - Brasil. 2. Cerâmica (revestimentos). 3. Minerais não-metálicos. I. Ferraz, Celso Pinto. II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.



**UNICAMP**

UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS**

**AUTOR: JOSÉ MÁRIO COELHO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: A IMPORTÂNCIA DAS MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS NA COMPETITIVIDADE DO SEGMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

**ORIENTADOR: PROFESSOR DOUTOR CELSO PINTO FERRAZ**

Aprovada em: 02 / 12 / 96

**PRESIDENTE: PROFESSOR DOUTOR CELSO PINTO FERRAZ**

**EXAMINADORES:**

**Prof. Dr. Celso Pinto Ferraz - Orientador**

**Prof. Dr. Luiz Augusto Milani Martins**

**Prof. Dr. Vitor Antonio Ducatti**

Campinas, 03 de Dezembro de 1996

Ao Eng. de Minas Ruy Soares Frazão e ao meu cunhado Fernando Augusto de Santa Cruz Oliveira, que morreram lutando por um Mundo melhor e mais justo.

Aos meus pais, Basílio e Mariana, *In Memoriam*, que sempre apoiaram e não pouparam esforços para a minha formação.

À minha esposa, aos filhos e netos, pela paciência, principalmente na elaboração da etapa final deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

À Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, pela minha liberação para a realização do Curso de Mestrado e pela concessão de ajuda de custos.

Aos geólogos Juarez Milman Martins, Diretor de Recursos Minerais da CPRM, e Artur Schulz Júnior, Chefe do Departamento de Pesquisa Mineral, pelo apoio e entusiasmo demonstrados para que fizesse esse Mestrado.

Ao meu orientador Professor Dr. Celso Pinto Ferraz, pelas sugestões, apoio, interesse, colaborações e o reconhecimento pelo acompanhamento e processo de elaboração desta dissertação.

Ao Professor Dr. Luiz Augusto Milani Martins, pelas orientações iniciais para realização deste trabalho e pelo programa de visitas técnicas realizadas, que muito contribuíram na ampliação dos meus conhecimentos e na escolha do tema.

Ao Professor Dr. Saul B. Suslick, pela colaboração e o apoio prestados nas pesquisas e preparação de publicações científicas, que muito enriqueceram esta dissertação.

Aos Professores Dr. Iran F. Machado, Dr. Hildebrando Herrman e Dra. Rachel Negrão Cavalcanti pelas oportunidades de debates e discussões sobre Política Mineral.

Aos colegas e amigos da CPRM, que me apoiaram para realização deste curso, que foi postergado em mais de uma década.

Aos colegas e amigos deste Instituto que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

Às secretárias Cristina e Tânia, pelo apoio e presteza nos serviços de secretaria e aos demais funcionários deste Instituto.

À Márcia, Cássia e Dora do IG/UNICAMP, e Regina e Tânia da CPRM, pela paciência e atenção dispensadas nas pesquisas bibliográficas e outras informações.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RESUMO

**A IMPORTÂNCIA DAS MATÉRIAS-PRIMAS NA  
COMPETITIVIDADE DO SEGMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

**José Mário Coelho**

Este trabalho analisa o segmento de revestimentos produzidos pela indústria cerâmica no mundo e a inserção do Brasil nesse mercado, mostrando sua evolução tecnológica, o aumento da produção e as novas qualificações (especificações e controle de qualidade) das matérias-primas minerais. O desenvolvimento da tecnologia de queima rápida proporcionou o crescimento extraordinário do consumo, devido à diminuição dos custos e melhoria da qualidade dos produtos. É apresentada a estrutura do suprimento das principais matérias-primas minerais na fabricação dos revestimentos cerâmicos nos principais países produtores, com destaque especial para a competitividade brasileira desses bens minerais, dos quais são avaliados a qualidade e os preços. Com relação aos produtores de matérias-primas do Brasil os seguintes pontos chamam a atenção: a falta de melhor infra-estrutura, a ausência de formação de mão-de-obra, o acesso limitado ao crédito e à tecnologia para as pequenas e médias empresas; esses são alguns obstáculos sistêmicos identificados. Os mecanismos de comunicação entre todos os membros da cadeia produtiva, visando ao estabelecimento de critérios e necessidades gerais das matérias-primas é apontado como um dos principais entraves estruturais. Com relação aos fatores empresariais constata-se a necessidade de uma urgente reestruturação das empresas de mineração, em particular, das de pequeno e médio porte, visando ao desenvolvimento de processos tecnologicamente avançados e à implantação de programas de qualidade total, para atendimento das novas qualificações exigidas. Existe um enorme espaço ainda a ser ocupado pelo segmento dos revestimentos cerâmicos, tendo em vista o baixo consumo *per capita* brasileiro e a tendência crescente de aumento das exportações. A indústria mineral brasileira, que atende a esse segmento, deve estar apta para suprir essa demanda, que, dentro do contexto de economia global, exige competitividade ao nível internacional, tanto em relação à qualidade quanto aos preços.





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

MASTER OF SCIENCE DISSERTATION

**ABSTRACT**

**RAW MATERIALS IMPORTANCE ON THE TILE SECTOR COMPETITIVENESS**

**José Mário Coelho**

This work reviews some of the aspects associated with the evolution of the tile industry all over the world and the Brazil's role in this market. Emphasis is given to technological evolution, increase of production and the raw materials new requirements (specifications and quality control). The fast fire technology development is responsible for extraordinary increasing of the consumption due to cost savings and improvement of the product quality. It is discussed the supply structure of the raw materials, from the major production countries, emphasising the Brazilian competitiveness, where quality and price are evaluated. Regarding the Brazil's raw materials producers the following aspects could be stressed: lack of infra structure, shortage of skilled labour, limited financial resources and no access to the best technology; these are the systemic restrictions restrained with the small and meddle-sized companies: the major structural constraints pointed out here is the poor communication mechanism into the productive chain (producer to consumer) in order to establish the criteria and specifications for better raw materials; other obstacles are low level of technology of the productive and managerial processes. Fast restructuring of the firms is necessary, chiefly for small and middle size firms in order to supply the new market requirements. There is an enormous space not yet occupied by the tile industry due to the low Brazilian per capita consumption and the increasing export trend. The mineral industry must have capability in order to meet this demand, which requires international competitiveness as in quality as in price in the global economic context.

## SUMÁRIO

Dedicatória .....	i
Agradecimentos .....	ii
Resumo .....	iv
Abstract .....	v
Sumário .....	vi
Lista de Figuras .....	viii
Lista de Tabelas .....	ix
Lista de Quadros .....	xi
Lista de Siglas, Abreviaturas e Símbolos .....	xii
Introdução .....	1
<b>Capítulo 1 – O Segmento de Revestimentos Cerâmicos.....</b>	<b>3</b>
1.1 Caracterização dos revestimentos cerâmicos .....	3
1.2 Mercado mundial de revestimentos cerâmicos .....	10
1.3. O segmento de revestimentos cerâmicos no Brasil .....	18
<b>Capítulo 2 - Inovações Tecnológicas do Segmento de Revestimentos Cerâmicos e as Novas Qualificações dos Minerais Industriais.....</b>	<b>28</b>
2.1 Inovações tecnológicas do segmento de revestimentos cerâmicos .....	28
2.2 Novas qualificações das matérias-primas .....	33
2.2.1 Matérias-primas naturais .....	35
2.2.2 Matérias-primas não-naturais .....	47
2.3. Efeitos das novas exigências nas etapas do aproveitamento mineral... ..	51
<b>Capítulo 3 – Suprimento das Principais Matérias Primas Minerais no Segmento de Revestimentos Cerâmicos.....</b>	<b>59</b>
3.1 Situação mundial .....	60
3.2 Estrutura produtiva nacional .....	63
3.21 Estrutura produtiva das matérias-primas para a indústria cerâmica....	72

<b>CAPÍTULO 4 – Obstáculos à Competitividade da Indústria de</b>	
<b>    Minerais Industriais Brasileira .....</b>	<b>82</b>
4.1 Conceituação de Competitividade .....	82
4.2 Obstáculos à Competitividade da Indústria de	
Minerais Industriais Brasileira .....	84
4.3 Custo das matérias-primas cerâmicas .....	87
4.4 Custos sistêmicos ( custo Brasil ) .....	90
4.4.1 Transporte .....	91
4.4.2 Tributação .....	92
4.4.3 Encargos sociais .....	98
4.4.4 Encargos financeiros .....	99
4.4.5 Meio ambiente .....	101
4.5 Custos estruturais e empresariais .....	103
4.5.1 Tecnologia .....	105
4.5.2 Mão-de-obra .....	110
4.6 Principais obstáculos à competitividade da indústria	
de minerais industriais .....	111
<b>Conclusões .....</b>	<b>114</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>116</b>

IOF - Imposto sobre Operações Financeiras  
IR - Imposto de Renda  
IRPJ - Imposto de Renda sobre Pessoas Jurídicas  
IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados  
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo  
ISO - International Standards Organization  
kg - quilograma  
kg/hab. - quilogramas por habitante  
kg/t - quilogramas por tonelada  
lb - libra peso  
Ltd. - limited  
Ltda. - limitada  
MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia  
MME - Ministério das Minas e Energia  
ND - Não-disponível  
P&D - pesquisa e desenvolvimento  
PADCT - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
pH - potencial de hidrogênio  
PIB - Produto Interno Bruto  
ppm - partes por milhão  
PVC - cloreto de polivinila  
Rep.Pop.China - República Popular da China  
S.A. - Sociedade Anônima  
SOKA - Societé Kaolinère Armoricaïne  
SpA - Societé per Azione  
Sté. - Societé  
t/a - toneladas por ano  
t - tonelada métrica  
US\$/t - dólar por tonelada métrica  
US\$ - dólar norte-americano  
WBB - Watts, Blake & Bearne

## INTRODUÇÃO

O relacionamento entre a indústria mineral e a de transformação, apesar de se constituir num elemento estratégico no estudo de mercado para novos investimentos, nem sempre recebe a atenção necessária. A elaboração de trabalhos que atentem para esses aspectos permite, além da análise das relações e tendências entre as indústrias fornecedoras e as consumidoras, ainda favorece a avaliação das vantagens que podem ser proporcionadas por uma relação mais harmônica entre as mesmas.

A produção de revestimentos cerâmicos vem passando, nos últimos anos, por uma contínua evolução, provocada, principalmente, pela inovação tecnológica nos equipamentos utilizados. No ramo da indústria cerâmica tradicional, este segmento é o mais dinâmico na busca de baixo custo de produção, alta produtividade e qualidade crescente. Devido a essas razões, o processo de produção de revestimentos cerâmicos vem exigindo novas qualificações de matérias-primas de seus fornecedores.

No Brasil, a abundância de matérias-primas, o grande potencial do mercado interno de materiais para a construção civil, em função do déficit habitacional existente, e a disponibilidade de tecnologia de fabricação têm colocado o segmento de revestimentos cerâmicos em posição de destaque, não só dentro da indústria brasileira de cerâmica, como também ao nível internacional. Há um grande potencial de crescimento no mercado interno, devido ao baixo consumo *per capita* - 1,7 m<sup>2</sup>/habitante/ano - e também no mercado externo, no qual já ocupa o 3º lugar em exportação.

A indústria brasileira de minerais industriais, de uma forma geral, não tem acompanhado os avanços ocorridos em outros países, nas diversas etapas da mineração, sendo esse fato, hoje, um dos principais entraves para que o segmento

de revestimentos cerâmicos possa aumentar a sua participação no mercado internacional.

Esta dissertação tem como objetivo a análise dos segmentos fornecedor e consumidor dos insumos minerais, dentro do quadro evolutivo do segmento cerâmico, do crescente aumento do consumo em termos internacionais e nacionais, e no contexto das novas tendências de competitividade de uma economia global.

O primeiro capítulo apresenta uma caracterização do segmento de revestimentos cerâmicos e do mercado mundial desse produto e uma análise da indústria brasileira desse segmento, fornecendo um histórico de sua evolução, crescimento da produção, consumo, faturamento, exportação e perspectivas de ampliação da produção, do consumo aparente e das exportações.

No segundo capítulo, é descrita a evolução tecnológica desse segmento, os reflexos nos seus produtos, nos seus insumos, nos custos de produção, sendo dado um maior destaque às qualificações mais atualizadas das matérias-primas necessárias às novas tecnologias implantadas e seus efeitos nas etapas do aproveitamento mineral e no meio ambiente.

No terceiro capítulo, é abordado o suprimento das principais matérias-primas minerais desse segmento, caracterizando inicialmente a indústria dos minerais industriais, e a seguir são analisados os mercados dos países líderes do segmento de revestimentos cerâmicos, o mercado nacional desses bens minerais e o grau de verticalização dos mesmos.

O quarto capítulo trata dos entraves à competitividade da indústria de minerais industriais, que influenciam no custo e na qualidade, do ponto de vista sistêmico, estrutural e empresarial. Finalmente, são destacados os principais aspectos que deveriam ser considerados, visando a um aumento de competitividade das matérias-primas utilizadas no segmento dos revestimento cerâmicos.

## CAPÍTULO 1

### O SEGMENTO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS

#### 1.1 Caracterização dos revestimentos cerâmicos

A Associação Brasileira de Cerâmica (ABC) adota como materiais cerâmicos ou cerâmicas todos os materiais ou produtos químicos inorgânicos, excetuando os metais e suas ligas, de emprego em engenharia, que são produzidos geralmente pelo tratamento em temperaturas elevadas. De um modo geral, os materiais cerâmicos podem ser classificados em dois grandes ramos: cerâmicas tradicionais e cerâmicas avançadas.

As cerâmicas avançadas são classificadas em função de suas propriedades elétricas e magnéticas, térmicas, mecânicas, ópticas, químicas, biológicas e nucleares. Dentre as principais cerâmicas avançadas podem ser destacadas as cerâmicas eletrônicas (isolantes, semicondutores, etc.), cerâmicas magnéticas (ferrites), cerâmicas ópticas (fibras ópticas, materiais para *laser*, etc.), elementos de ferramentas de corte e abrasivos (diamantes sintéticos e nitreto de boro cúbico), cerâmicas mecânicas (selos mecânicos, revestimentos, corpos moedores, cadinhos, etc.) e elementos combustíveis (pastilhas de  $UO_2$ ). Elas são produzidas a partir de partículas ultrafinas e muito puras, processadas em condições de alto controle (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 1990).

As cerâmicas tradicionais têm duas características fundamentais : elas são usadas em nosso cotidiano e utilizam matérias-primas naturais (minerais e rochas industriais). Os produtos da cerâmica tradicional incluem : telhas, tijolos, cimento, revestimentos cerâmicos (pisos e azulejos), louças de mesa, vidros em geral, louça

sanitária, materiais refratários e isoladores elétricos. Importantes desenvolvimentos na cerâmica tradicional têm continuamente ocorrido, particularmente na fabricação dos revestimentos cerâmicos. Esse setor vem passando por forte dinâmica de inovações tecnológicas (PALMONARI et al., 1994).

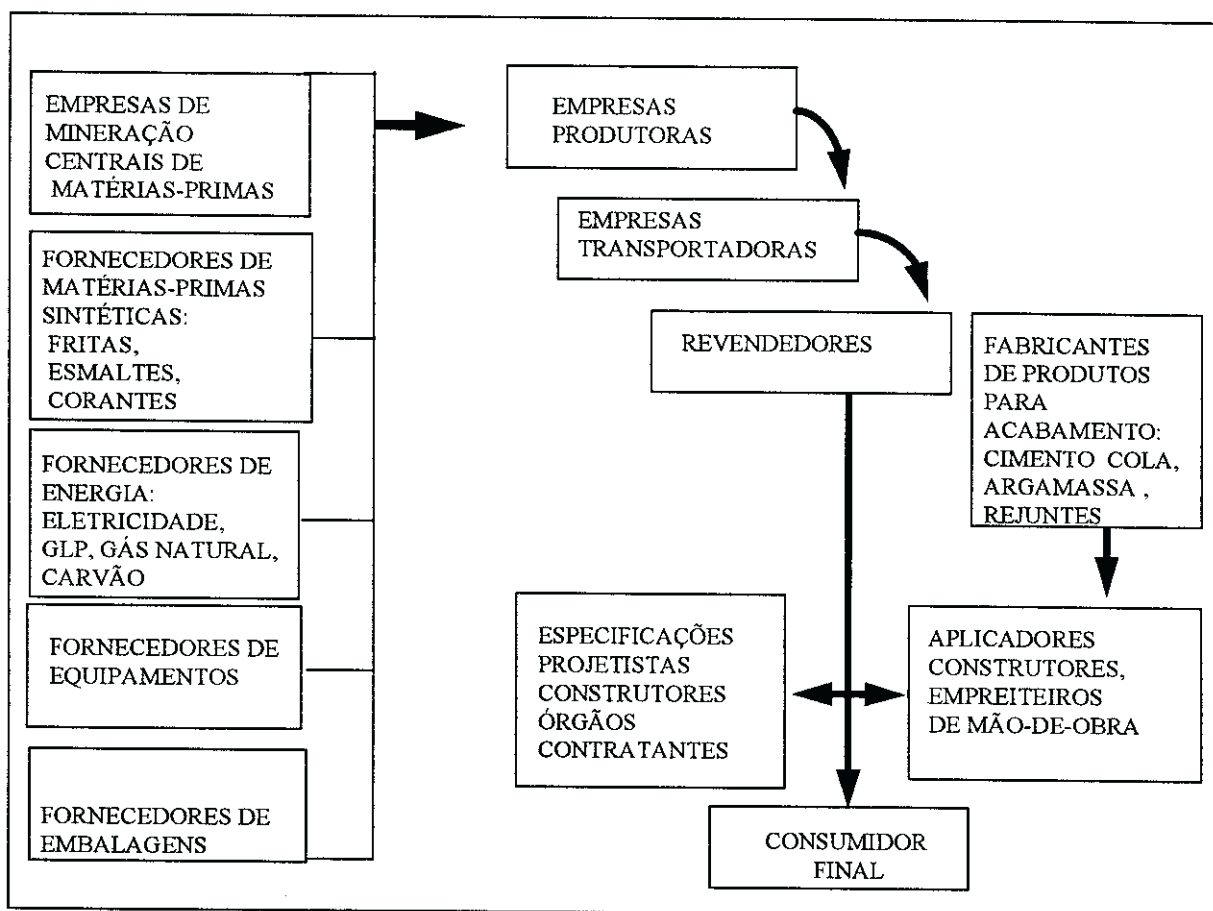
Desde os primórdios da civilização até o presente, os revestimentos cerâmicos têm acompanhado o desenvolvimento da humanidade, inicialmente como monumento cultural, aparecendo nas inscrições de tijolos de Thutmonius, datados de 1539 a.C., ou como materiais de construção na Babilônia de 575 a.C. (STEFANOV, 1995). Atualmente, vários tipos de revestimentos cerâmicos são produzidos: azulejos, pisos e porcelanatos, tanto para uso interior como exterior. Estes revestimentos podem apresentar diferentes formas e tamanhos, não-vitrificados e vitrificados com diversos tipos de vitrificação, e com propriedades e funções distintas, a partir de diferentes técnicas de produção (STEFANOV, op. cit.).

O segmento dos revestimentos cerâmicos é uma indústria de processo físico-químico, pelo qual as matérias-primas são submetidas a uma seqüência de operações para que adquiram as propriedades requeridas no produto final, através de transformações físico-químicas. Podem ser resumidas da seguinte forma as etapas percorridas nessa atividade industrial: inicialmente, as matérias-primas são pesquisadas, explotadas, homogeneizadas e tratadas (essas são atividades específicas do setor mineral). Após essas etapas, elas são transportadas e estocadas na indústria cerâmica, onde são moídas e misturadas de acordo com o processo de fabricação e o produto a ser produzido, passam pela conformação, secagem e posteriormente pelo processamento térmico e acabamento (essas atividades se situam no âmbito da indústria de materiais de construção).

Os produtos dessa indústria são usualmente conhecidos como azulejos, pisos cerâmicos e porcelanatos, nesses sendo incluídas as pastilhas. As diferenças entre esses produtos devem-se, essencialmente, às matérias-primas usadas e ao acabamento final do produto, sendo seus processos de fabricação semelhantes.



A cadeia de produção e de comercialização do segmento de revestimentos cerâmicos pode ser esquematicamente representada conforme a Figura 1.1.



**Figura 1.1 Cadeia de Produção e de Comercialização dos Revestimentos Cerâmicos**

*Fonte:* Souza et al., 1993.

Os azulejos são utilizados no revestimento de paredes, e comercializados em três tipos: brancos, decorados e coloridos. São constituídos por um corpo cerâmico de cor branca, recoberto numa das faces maiores por uma camada de vidro com ou sem decoração vítrea adicional. Devido às finalidades de sua utilização, apresentam usualmente baixa resistência mecânica e à abrasão.

Os pisos cerâmicos são, por definição, materiais cerâmicos para revestimentos de pisos, devendo portanto apresentar alta resistência mecânica e à abrasão, e são comercializados, também, nos três tipos citados para os azulejos. Os pisos, com a evolução das técnicas de vidração e decoração, têm tido uso diversificado, passando a serem utilizados como revestimentos das paredes da

cozinha e banheiros, bem como nos ambientes mais nobres das residências. (ZANDONADI et al., 1993).

As pastilhas são utilizadas para revestimento de paredes e pisos e, até o início da década de 80 só eram fabricadas em pequenas dimensões (máximo de 5 cm x 5 cm). Atualmente, foram desenvolvidos processos de fabricação que possibilitaram produzi-las em maiores dimensões (até 60 cm x 60 cm), a exemplo dos outros produtos. São também denominadas de porcelanatos (*Gres porcellanato*, em italiano) que, com os novos processos de fabricação, adquirem alta resistência e durabilidade, sendo indicados, principalmente, para áreas de tráfego e fachadas (ABC - *Informativo*, 1996).

Os revestimentos cerâmicos podem ser classificados em esmaltados ou não-esmaltados, dependendo do acabamento de sua superfície, que define a resistência à abrasão. Quanto à absorção de água, principal característica dos revestimentos cerâmicos, os produtos podem ser distribuídos em cinco tipologias, conforme a Tabela 1.1. A faixa de absorção de água determina outras características dos revestimentos cerâmicos, tais como a porosidade, módulo de ruptura e resistência ao impacto.

**Tabela 1.1**  
**Propriedades e Características Técnicas dos Revestimentos Cerâmicos**

Topologia de produto	Absorção de água (%)	Resistência ao impacto Carga N	Módulo de ruptura N/mm <sup>2</sup>
Porcelanato	0 a 0,5	1.300	35
Grés	0,5 a 3	1.100	30
Semi-grés	3 a 6	1.000	22
Semi-poroso	6 a 10	900	18
Poroso	10 a 20	600	15

**Fonte:** Más et al., 1996b.

Nota N = kgm/s<sup>2</sup>.

A caracterização das matérias-primas é o início do ciclo de produção da indústria cerâmica, sendo de fundamental importância na definição do processo de tratamento a que as mesmas devem ser submetidas, de modo a garantir as

características exigidas no produto final, após a queima. As operações unitárias a que são submetidas as matérias-primas são: britagem ou desagregação, moagem, classificação e mistura.

A britagem é utilizada nas matérias-primas não-plásticas, enquanto a desagregação é usada nos materiais argilosos. Normalmente essas matérias-primas já chegam às fabricas de revestimentos cerâmicos britadas em granulometrias apropriadas à moagem.

A moagem pode ser feita por via úmida ou a seco. No primeiro caso, as matérias-primas são moídas em meio aquoso, em moinhos de bolas, a mistura fica com cerca de 35% de água e, antes da conformação, passa por um equipamento denominado *spray-drier*, que reduz a umidade para 7%. Na via seca, as matérias são moídas a seco em moinhos de martelo e de cone, e, após classificadas, são umidificadas, ficando com uma umidade de 9%. A via úmida, normalmente, permite uma maior homogeneização de granulometria e de composição da mistura, o que irá refletir em uma melhor qualidade (ZANDONADI et al., 1993). Até 1960, a preparação da matéria-prima era efetuada exclusivamente pelo método via seca. Com o advento dos métodos de queima rápida, a via úmida foi introduzida, utilizando-se moinhos de bola tipo *Alasing*, com posterior passagem pelo atomizador ou *spray drier* para redução da água, porque esse processo, normalmente, exige matéria-prima finamente moída para que se tenha um produto de excelente qualidade e, ainda, para que seja possível reduzir o ciclo de queima (VARROS et al., 1993).

**Quadro 1.1**  
**Tipos de Revestimentos Cerâmicos e Processos de Moagem**

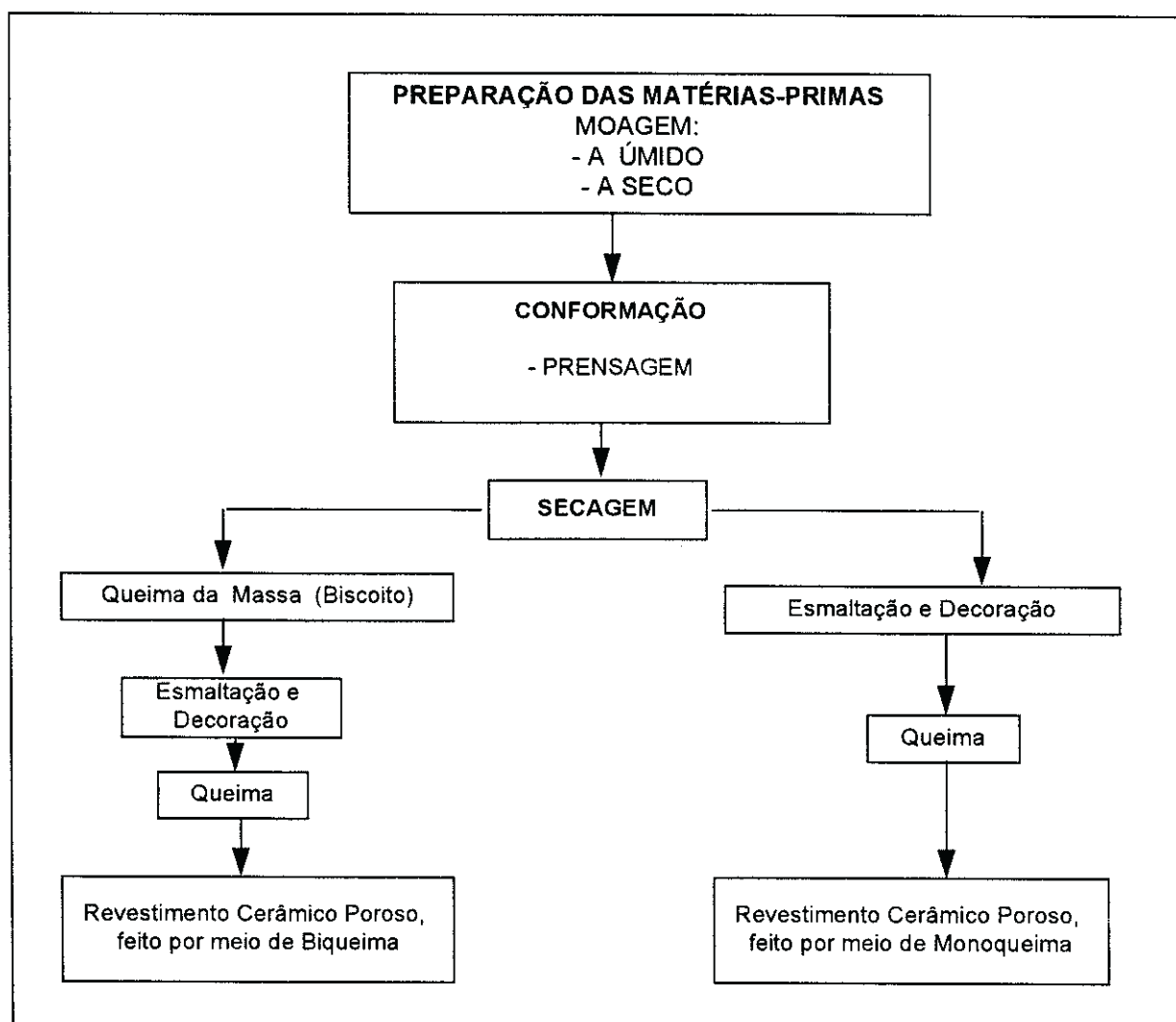
<b>Produto</b>	<b>Processo de moagem</b>	<b>Cor do corpo</b>	<b>Método de queima</b>
Porcelanato	Via úmida	Branca	Monoqueima
Grés	Via úmida	Branca	Monoqueima
Semi-Grés	Via seca/úmida	Branca/Vermelha	Monoqueima
Semi-Poroso	Via seca/úmida	Branca/Vermelha	Monoqueima
Poroso	Via seca/úmida	Branca/Vermelha	Dupla queima

*Fonte:* Brusa et al., 1996.

O Quadro 1.1 mostra o método de moagem mais utilizado por tipo de revestimento cerâmico, além de fornecer a cor do corpo e método de queima.

Os processos térmicos ocorrem nos diferentes estágios da fabricação, tais como: preparação das matérias-primas; secagens intermediárias das matérias-primas e produtos; calcinações ou tratamento térmico das peças acabadas. Os mais importantes são a secagem intermediária e a queima das peças já preparadas.

O processo de produção dos revestimentos cerâmicos é esquematicamente mostrado na Figura. 1.2.



**Figura 1.2 Fluxograma simplificado do processo de fabricação**

*Fonte:* Más et al., 1996a.

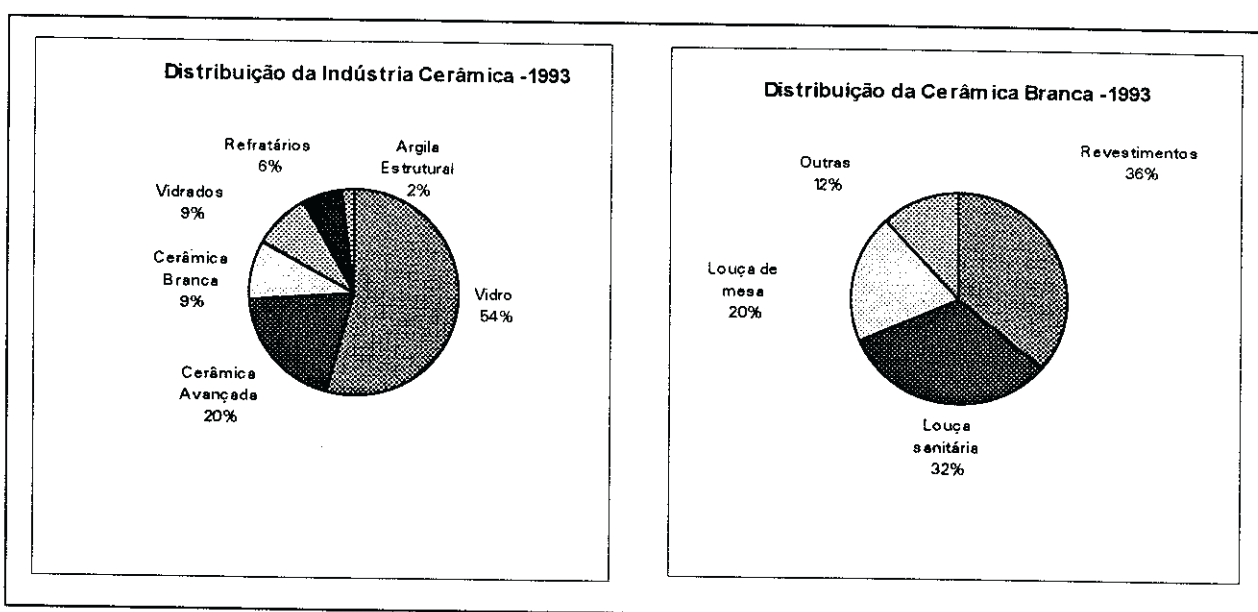
A secagem do material proveniente da moagem via úmida é feita em secadores atomizadores ou *spray-dryer*. A suspensão aquosa passa no interior desse secador e, em contato com gases quentes, a umidade é reduzida a aproximadamente 7%. O consumo de energia nos secadores atomizadores pode representar de 30% a 40% do consumo global de energia de uma unidade industrial. Como o processo por via seca não utiliza essa secagem intermediária, tem-se um menor consumo de energia em relação ao outro processo (ZANDONADI et al., 1993). Além disso, apresenta custos energéticos menores que os exigidos no uso do atomizador (*spray-dryer*), requer menor área construída e apresenta menor custo operacional e de manutenção, quando comparado ao processo por via úmida. A desvantagem, porém, que este processo apresenta, em relação ao processo via úmida, é a qualidade inferior dos seus produtos (QUINTEIRO et al., 1995).

Após a transformação das matérias-primas em pó, com granulometria e composição bem definidas, em ambos os processos, é executada a etapa de conformação, que é a moldagem das matérias-primas em peças nas dimensões desejadas, sendo realizada por prensagem, quando a massa está com cerca de 7% de umidade. O processo de prensagem permite um maior controle dimensional.

Depois da operação de conformação do corpo, esse é submetido à queima em temperaturas da ordem de 1.050 °C. No caso da monoqueima, antes da queima, com o material ainda cru, é aplicado o vidrado e a decoração. Na biqueima, após a primeira queima, são aplicados o vidrado e a decoração, sendo o corpo submetido a uma nova queima. A biqueima é mais utilizada na produção de azulejos, enquanto a monoqueima é amplamente difundida na fabricação de pisos.

## 1.2 Mercado mundial de revestimentos cerâmicos

O mercado mundial das cerâmicas atingiu US\$ 90,3 bilhões em 1993, segundo estudo de mercado efetuado pela revista *Ceramic Industry* (GIANTS..., 1994), apresentou a seguinte distribuição: a indústria de vidro US\$ 48,8 bilhões (54%); as cerâmicas avançadas com US\$ 18,3 bilhões (20,2%); os vidrados US\$ 8,2 bilhões (9%); a cerâmica branca com US\$ 8,1 bilhões (8,9%); os refratários com US\$ 5,4 bilhões (6%) e a argila estrutural com US\$ 1,83 bilhões (2%), conforme Figura 1.3.



**Figura 1.3 Mercado Internacional de Cerâmica - 1993**

Fonte: *Giants...*, 1994.

O segmento dos revestimentos (pisos, azulejos, pastilhas e porcelanatos), que se inclui no setor de cerâmica branca, nesse mesmo estudo de mercado, atingiu cerca de US\$ 3,0 bilhões em vendas, representando 36% do total. A maior parte desse segmento é constituída por empresas de médio e pequeno porte, mas o estudo em pauta só cobriu uma pequena parte desse universo, restrita às empresas de grande porte. Disso se conclui que o valor acima está subestimado, pois alguns especialistas calculam que o valor real das vendas é de US\$ 10 bilhões. O Brasil, em 1994, apresentou um volume de vendas estimado em mais de US\$ 1,3 bilhões (ANFACER, 1995).

Esse segmento vem passando nos últimos anos por significativa evolução tecnológica, principalmente pela melhoria da qualidade dos equipamentos utilizados, provocada pela alta competição entre empresas por maior parcela do mercado. Outro fator que impulsiona essa evolução é a competição do segmento industrial com produtos não-cerâmicos, através da redução de custo de produção associada à melhoria de produtividade e qualidade, principalmente nos aspectos estéticos e na facilitação de técnicas de assentamento (PALMONARI et al., 1993).

Segundo SKILLEN (1995), os principais fatores que influenciam o mercado dos vários tipos de revestimentos são:

1. Nível de atividade da economia
2. Atividade da construção civil
3. Produtos competitivos
4. Tendências de consumo
5. Legislação
6. Tecnologia

O nível de atividade da economia é caracterizado por ciclos econômicos, que apresentam uma grande dinâmica em termos de variação da taxa de crescimento do PIB e taxas de inflação, como reflexo de políticas públicas associadas ao regime cambial, fiscal, monetário, de rendas e aquelas relativas ao sistema de crédito da economia. O comportamento da atividade econômica afeta todas as indústrias, inclusive a indústria de construção civil, principal mercado para os revestimentos cerâmicos.

A atividade da construção civil, além de ser dependente do nível geral de atividade econômica, também é dependente de políticas públicas específicas associadas a linhas de crédito para aquisição de casa própria, financiamento de conjuntos habitacionais, auxílio à aquisição de materiais para autoconstrução, entre outros. A existência ou não de programas dessa natureza afeta diretamente o mercado dos vários tipos de revestimentos.

Os produtos que competem com os revestimentos cerâmicos são: revestimento com argamassa e pintura, revestimento com laminados melamínicos,

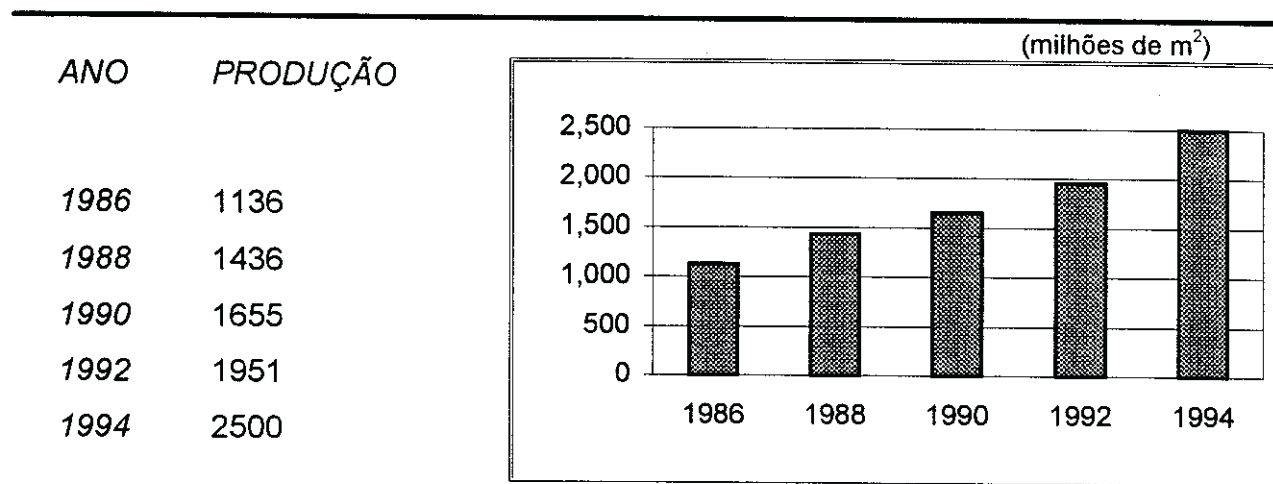


revestimentos têxteis, revestimentos de madeira, revestimentos de rochas ornamentais, concreto aparente, madeira e laminados de madeira e concreto pré-fabricado ou moldado *in loco*.

O consumo de revestimentos cerâmicos está inter-relacionado com o dos produtos competitivos dos revestimentos, que variam de acordo com a preferência do consumidor, para o qual o custo é um importante fator. Como os revestimentos cerâmicos são de fácil limpeza e tiveram, nos últimos tempos, um aumento de vida útil com uma maior durabilidade da superfície, apresentam uma grande vantagem comparativa com todos os outros. Um outro fator que tem dado competitividade aos revestimentos é o aumento de tamanho das peças, o que favorece a rapidez de colocação e obtém um melhor efeito estético.

Em relação à qualidade do revestimento exigida por novas normas de utilização, os revestimentos cerâmicos têm atendido mais satisfatoriamente, suplantando vários produtos competidores. A legislação relativa à saúde, principalmente na Europa, poderá ter um efeito restritivo na aplicação dos revestimentos cerâmicos em áreas de processamento de alimentos, cozinhas industriais e comerciais, onde são exigidos revestimentos de paredes sem emendas, como os linóleos.

**Tabela 1.2**  
**Produção Mundial de Revestimentos - 1986-1994**



Fontes: Saltini et al., 1995; Stefanov, 1995.



O continuado avanço tecnológico na produção tem melhorado as características dos revestimentos, tanto técnicas quanto estéticas, aumentando as possibilidades de uso, de acordo com as normas estabelecidas e, principalmente diminuindo os custos de produção. Os dados de produção indicados na Tabela 1.2 mostram um contínuo crescimento da produção mundial de revestimentos cerâmicos, o qual dobrou em um período de menos de oito anos. De 1992 para 1994 sofreu um incremento de 28%, devido ao aumento de produção na China, Brasil, Indonésia, Itália, Espanha, Turquia, etc. (SALTINI et al., 1995; STEFANOV, 1995).

**Tabela 1.3**  
**Principais Países Produtores de Revestimentos Cerâmicos - 1994**

PAÍS	Produção 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	Participação (%)	Valor US\$ Bilhão	PREÇO m <sup>2</sup> / US\$
Itália	510	20,4	4,4	8,63
China	350	14,0	ND	ND
Espanha	320	12,8	2,3	7,19
Brasil	290	11,6	1,3	4,52
Taiwan	90	3,6	ND	ND
Alemanha	67	2,7	ND	ND
Outros	873	34,9	ND	ND
Total Mundial	2.500	100	ND	ND

Fonte:- Saltini et al., op. cit.

Nota: Os Estados Unidos e Japão produziram em 1993, respectivamente, 47,7 e 46 x10<sup>6</sup> m<sup>2</sup>.

A produção mundial de revestimentos cerâmicos, seguindo a sua tendência crescente dos últimos anos, alcançou em 1994 dois bilhões e quinhentos milhões de metros quadrados, tendo uma concentração marcante em quatro países: Itália, China, Espanha e Brasil, cerca de 58,8% da produção mundial. Na Tabela 1.3 são indicados a produção e seu respectivo valor para cada um desses países.

O Brasil desponta em termos mundiais como o 4º produtor, apesar do produto brasileiro possuir um valor médio correspondente a 63% do produto espanhol, uma vez que esses países têm quase o mesmo nível de produção. Os valores da produção alcançados pelas indústrias brasileira e espanhola foram, respectivamente, US\$ 1,3 bilhões e US\$ 2,3 bilhões. Caso se compare com o produto italiano, este percentual de preço baixa para 52%. Esse menor preço

médio, ou seja, o faturamento dividido pela produção, é em parte devido ao fato de uma parcela significativa dos produtos produzidos no Brasil ser de baixa qualidade (propriedades tecnológicas e *design*). Vale ressaltar que o preço médio não reflete a situação de produtos específicos.

**Tabela 1.4**  
**Principais Países Exportadores de Revestimentos - 1994**

PAÍS	Exportação 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	Valor US\$ Milhão	(%) Produção Nacional	US\$/m <sup>2</sup>
Itália	324	3.000	64	9,26
Espanha	157	1.350	49	8,60
Brasil	30	190	10	6,33

Fonte: Saltini et al., 1995.

Estes países apresentaram, em 1994, níveis crescentes de exportação, cujas quantidades e valores são apresentados na Tabela 1.4, com exceção da China, cujos dados de exportação não estão disponíveis.

**Tabela 1.5**  
**Principais Países Importadores de Revestimentos - 1993**

País	10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	(%) da Produção Mundial	(%) da Exportação Mundial
Alemanha	122	5,0	20,40
Estados Unidos	66	2,7	11,04
França	61	2,5	10,20
Benelux	42	1,7	7,02
Reino Unido	35	1,5	5,85
Grécia	20	0,8	3,34
Áustria	18	0,8	3,01
Arábia Saudita	16	0,6	2,68
Hong Kong	10	0,4	1,67
Itália	10	0,4	1,67
Subtotal	408	16,39	68,27
Outros países	190	8,02	31,73
Total	598	24,45	100,00

Fonte: Stefanov, op. cit.

O Brasil apresenta-se como o 3º exportador, porém, por estes números, verifica-se a baixa presença internacional da indústria brasileira, que exporta pouco mais de 10% de sua produção, enquanto a Itália e Espanha atingem, respectivamente, 64% e 49%. Conforme pode ser verificado, o Brasil exporta a

preços menores, equivalentes a 68% e 74%, respectivamente, daqueles praticados pela Itália e Espanha. Entretanto, essa diferença é um pouco menor do que aquela estimada na Tabela 1.3, levando-se em consideração a produção e o faturamento.

Esse segmento cerâmico possui um mercado externo significativo, que em 1993 atingiu um volume de 598 milhões m<sup>2</sup>, representando mais de US\$ 6 bilhões e cerca de 24,45% da produção mundial. Os principais países importadores são Alemanha e Estados Unidos, nos quais em 1993, comparando-se com 1991, as importações aumentaram 31,2% e 14,33%, respectivamente (STEFANOV, 1995).

Como se pode observar na Tabela 1.5, a Europa responde por mais de 33% das exportações totais, facilitando em muito as vendas da Itália e Espanha, fazendo com que seja necessário um enorme esforço de comercialização para que outros países fora do Continente Europeu venham a conquistar alguma fatia de mercado.

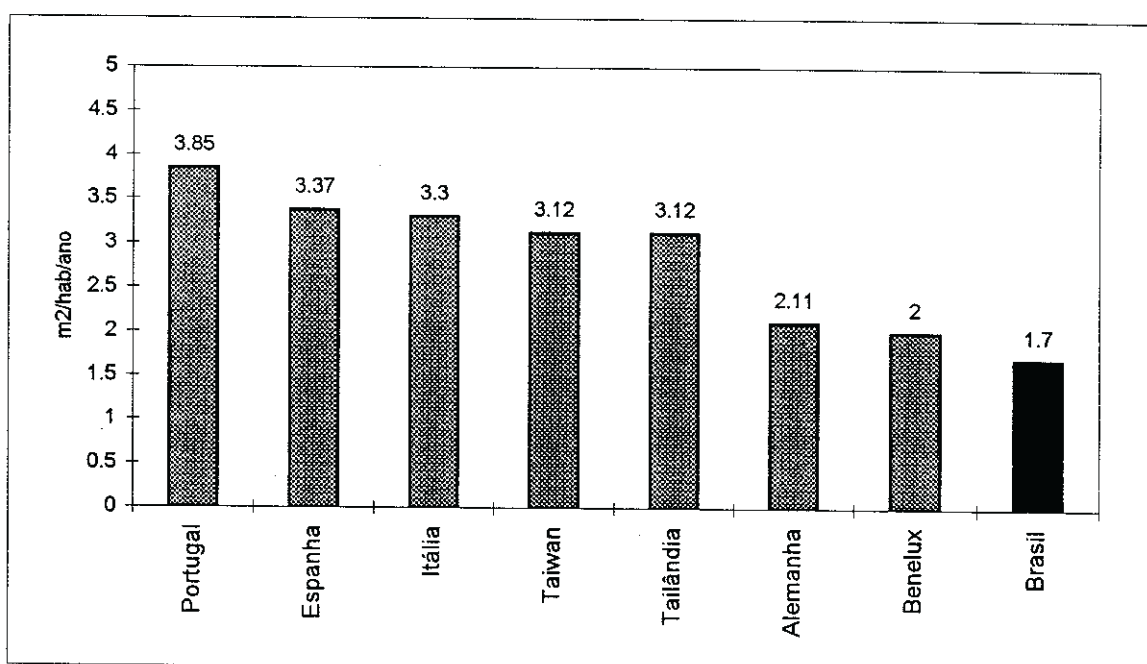
**Tabela 1.6**  
**Principais Países Consumidores de Revestimentos - 1993\***

PAÍS	Consumo (10 <sup>6</sup> /m <sup>2</sup> )	Participação. Mundial (%)	Consumo <i>per capita</i> (m <sup>2</sup> )
China	370	15,1	0,30
Brasil	208	8,5	1,70
Itália	186	7,6	3,30
Alemanha	169	6,9	2,11
Espanha	133	5,4	3,37
Estados Unidos	108,5	4,4	0,43
França	91	3,7	1,60
Indonésia	70	2,9	0,38
Taiwan	64	2,6	3,12
Tailândia	64	2,6	3,12
Ex-URSS	61,5	2,5	0,22
Turquia	54,9	2,5	0,85
Outros	848	35,7	-
Total	2.445,0	-	-

Fonte: Stefanov, op. cit.

\*Nota: O Japão em 1993 apresentou um consumo de 45 milhões de m<sup>2</sup>.

Os países de maior consumo em 1993 são mostrados na Tabela 1.6, onde o Brasil aparece em 2º lugar em quantidade, logo abaixo da China. Porém o Brasil apresenta um baixo consumo *per capita* - 1,70 m<sup>2</sup>/hab./ano - comparado com os países ibéricos, onde Portugal desponta com 3,85, Espanha com 3,37 e a Itália com 3,30, em que pese as diferenças climáticas, que favorecem uma maior utilização desse tipo de revestimento em países de clima tropical, como o Brasil. Na Figura 1.4 estão indicados os países que apresentam consumo *per capita* mais alto que o Brasil.



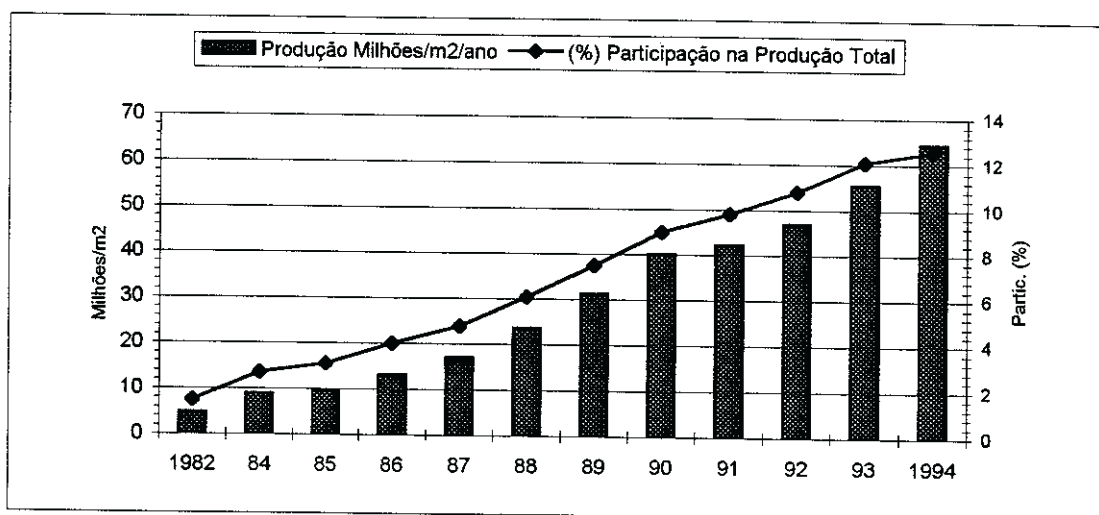
**Figura 1.4 Consumo per capita m<sup>2</sup>/hab./ano - 1993**

Fonte: Stefanov, 1995.

O mais recente desenvolvimento no segmento dos revestimentos cerâmicos foi efetuado nas formulações dos porcelanatos com os objetivos de: reduzir o ciclo de queima de 30-50 horas para 60-70 minutos, de modo a baixar o custo de produção e dotar esses revestimentos de determinadas características estéticas e de durabilidade, de modo que possam competir com outros tipos de revestimentos não-cerâmicos como os de mármore, granitos e de outras rochas ornamentais, com custos menores para o consumidor final.

Este tipo de revestimento começou a ser fabricado na década de 80, na Itália, onde atualmente existem 30 produtores que, somados aos de outros países, totalizam cerca de 100 fabricantes, localizados na Espanha, Alemanha, França, Estados Unidos, Venezuela, Argentina, Egito, etc. Grandes investimentos estão sendo feitos nos “tigres asiáticos” - Tailândia, Indonésia, e Filipinas - e na China. No Brasil, a Indústria Cerâmica Eliane iniciou a sua fabricação em 1996, com uma capacidade de produção de 90 mil m<sup>2</sup>/mês, tendo investido U\$ 15 milhões de dólares (GRES..., 1996).

A capacidade de produção mundial, em 1994, foi estimada em 150 milhões m<sup>2</sup>/ano, estando aí incluídas as pastilhas cerâmicas de pequenos tamanhos. Na Figura 1.5 é indicada a evolução da produção desse tipo de revestimento na Itália, que já representa 12,6% da produção total de revestimentos, apresentando nos últimos anos taxas de crescimento acima de 10%. É prevista uma taxa de crescimento maior para esse tipo de revestimento do que aquela esperada para os outros pisos e azulejos, produzidos por queima rápida, devido às excelentes características estéticas que vêm sendo obtidas (SEZZI, 1994).



**Figura 1.5 Produção Italiana de Porcelanatos**

Fonte: Sezzi, 1994.

### 1.3 O segmento de revestimentos cerâmicos no Brasil

Segundo ZANDONADI (1996), a história da cerâmica no Brasil pode ser dividida em três períodos. O primeiro é o artesanal ou primitivo, que inclui a cerâmica indígena e se prolonga até as primeiras décadas desse século. É caracterizado por uma produção manual e artesanal, com poucos equipamentos, movidos por tração animal ou energia hidráulica, produzindo objetos de adorno e utilitários, objetos funerários, tijolos e até tubos.

O segundo período é o da industrialização, que se inicia com a implantação da Cerâmica Santa Catarina em São Paulo-SP em 1915, visando a produção de louças e porcelanas. Segue-se a implantação de várias fábricas de tijolos, telhas e tubos com técnicos e equipamentos europeus. Após a Segunda Guerra Mundial, surgem numerosas indústrias com diferentes capacidades de produção para fabricar esses produtos, e também cerâmica sanitária, isoladores elétricos de porcelana, louça e porcelana de mesa, de adorno e técnica, de materiais abrasivos e refratários e revestimentos cerâmicos (pisos, azulejos e pastilhas). O parque cerâmico implantado no Brasil, entre 1915 e 1990, situa-se entre os mais importantes do mundo.

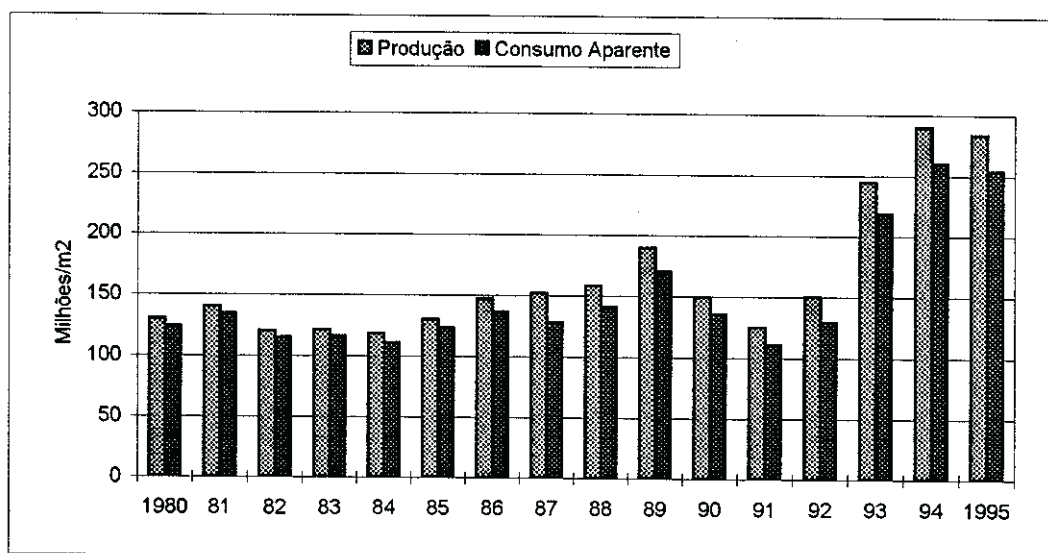
Os revestimentos cerâmicos, a partir da segunda metade da década de 60, com a criação do Sistema Financeiro de Habitação e do Banco Nacional da Habitação, vislumbraram a possibilidade de crescimento, em virtude de uma mudança radical nos mecanismos de financiamento à construção de habitações. No entanto, foi no início dos anos 70 que a produção atingiu uma demanda continuada, fazendo com que a indústria cerâmica ampliasse significativamente com o surgimento de novas empresas.

Nas décadas de 70 e 80 surgiram as empresas líderes do setor, constituídas já com tecnologias mais modernas. A empresa Cecrisa é a maior do mundo em capacidade de produção, segundo dados de 1994 (STEFANOV, 1995). Sete

outras empresas brasileiras figuram atualmente entre as 50 maiores empresas do mundo em capacidade de produção<sup>1</sup> (COUTINHO et al., 1993).

O segmento dos revestimentos cerâmicos brasileiro é constituído essencialmente por empresas familiares, cuja atividade inicial foi a agroindústria. Existem apenas dois grupos econômicos de origem estrangeira: o Grupo Laufer, de origem suíça, ao qual pertencem as fábricas da empresa Incepa e o Grupo Gail, de origem alemã (SOUZA et al., 1993).

A maturidade da indústria foi atingida no final da década de 80 e início da década de 90, quando foi iniciado o terceiro período que é o da qualidade, produtividade e competitividade, com elevado grau de atualização tecnológica em relação aos países líderes. A partir daí houve a incorporação de tecnologia de última geração, automação de todas as fases do processo produtivo e implantação do sistema de gestão de qualidade, buscando-se a certificação, segundo a série de normas ISO 9000, e a certificação de produtos, segundo as normas internacionais do setor, visando atender às exigências dos compradores/consumidores nacionais e estrangeiros (ZANDONADI, 1996).



**Figura 1.6 Produção e Consumo Aparente de Revestimentos Cerâmicos - 1980-1995**

Fonte: Anfacer, 1995, adaptado.

<sup>1</sup>Essas empresas são: Eliane, Portobello, Incepa, Ornato, Porto Ferreira, Chiarelli e Gerbi.



A indústria brasileira sofreu um declínio acentuado na sua produção na primeira metade da década de 80, com a redução gradativa do volume de recursos colocados ao crédito habitacional, culminando com a extinção do Banco Nacional da Habitação, o que causou forte retração nas atividades de construção civil. Além disso, os níveis inflacionários elevados inibiram o consumo para a realização de pequenas obras. A partir de 1985, a indústria voltou a crescer a taxas superiores a 10% ao ano, porém, em 1990, as mudanças radicais na economia brasileira tiveram por efeito uma queda de aproximadamente 24% da produção em relação à produção do ano anterior e, novamente, em 1991, uma queda de 10,6% em relação a 1990.

Apesar da contínua recuperação nos anos seguintes, foi somente em 1993 que a indústria superou o patamar de produção de 1989. Em 1994 alcançou-se uma produção de 290 milhões m<sup>2</sup>, sendo que 38,3% corresponderam à produção de pisos por processo via seca, 34,7% à produção de pisos por processo via úmida e 27% à produção de azulejos por processo via úmida. Observa-se um crescimento bastante acentuado da produção de pisos em relação à produção de azulejos a partir de 1991, devido, basicamente, à preferência do consumidor no uso de pisos em ambientes tradicionalmente revestidos com outros materiais<sup>2</sup> (ANFACER, 1995). Os dados preliminares de 1995 indicam que a produção dos revestimentos cerâmicos sofreu uma redução de cerca de 2%, reflexo da política recessiva governamental (MERCADO..., 1996).

A capacidade instalada da indústria brasileira de cerâmica para revestimentos, em 1994, era de 352.740.000 m<sup>2</sup>/ano. Na Tabela 1.7 é apresentada essa capacidade, atingindo o montante de 381.360.000 m<sup>2</sup>/ano para 1995, o que representa um crescimento de 8,2% em relação a 1994.

---

<sup>2</sup> O aumento crescente da via seca na produção de pisos é patente. Na produção verificada em 1992, o percentual de via seca foi de 45% e o de via úmida de 55%, e em 1994 a posição se inverteu, tendo a via seca alcançado 52% e a úmida 48% (ZANDONADI, 1993; ANFACER, op. cit.).



**Tabela 1.7**  
**Capacidade Instalada de Revestimentos Cerâmicos do Brasil - 1995**  
 (10<sup>3</sup> m<sup>2</sup>/ano)

Produto/Método de Queima	Via seca	Via úmida
Pisos	172.560	120.600
Azulejos	-	88.200
Total	172.560	208.800
<b>TOTAL ANUAL</b>		<b>381.360</b>

*Fonte: Voltolini, 1996.*

Em 1992, cerca de 40% da capacidade instalada e 55% do faturamento do segmento de revestimentos cerâmicos no Brasil correspondiam à produção de quatro grupos, conforme a Tabela 1.8.

**Tabela 1.8**  
**Principais Produtores Brasileiros de Revestimentos Cerâmicos - 1992**

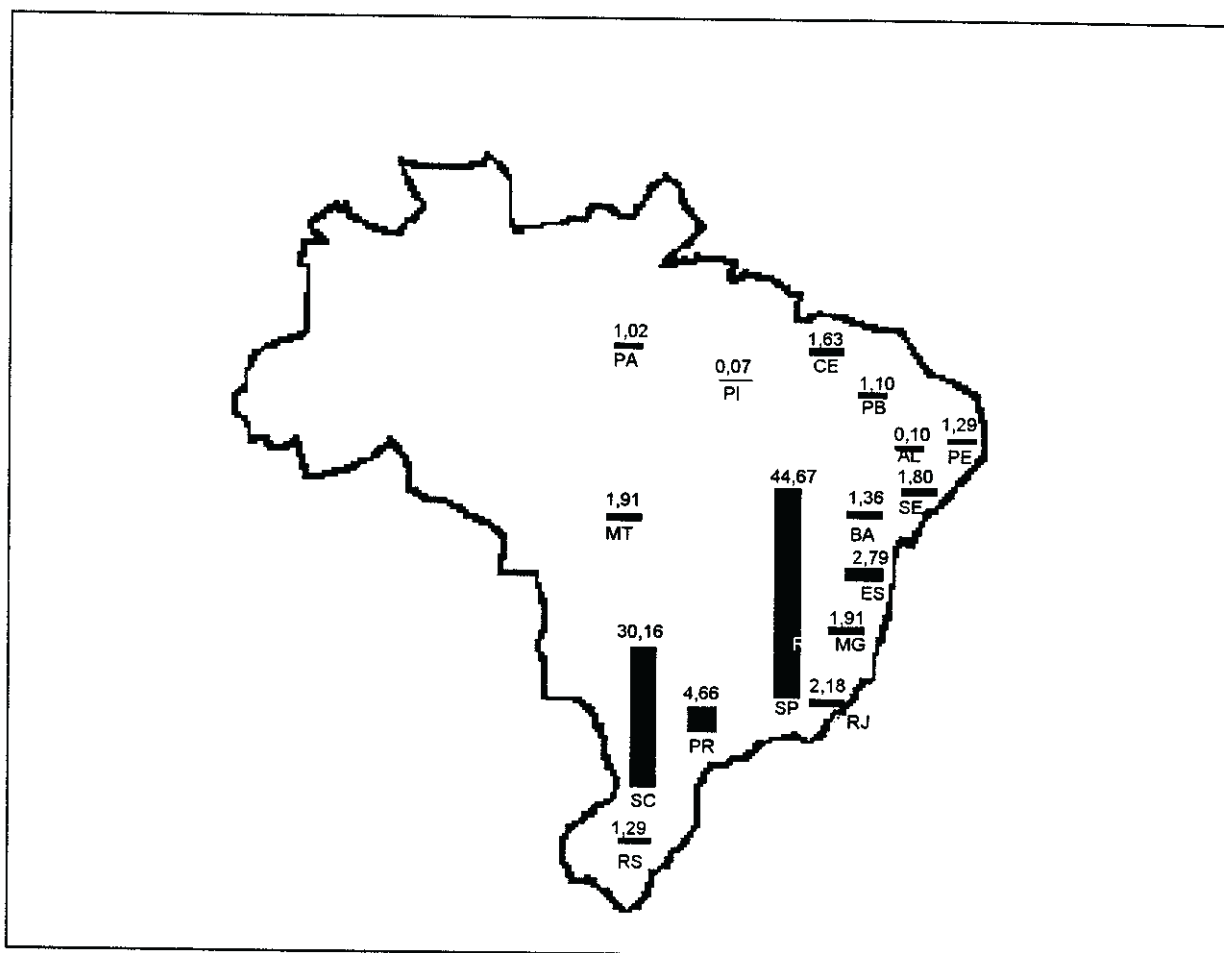
Grupo	Número de Fábricas	Cap. Instalada Mil m <sup>2</sup> /mês	(%) da Capacidade	(%) do Faturamento
Cecrisa	9	5.275	20,5	11,9
Eliane	8	3.000	11,6	16,6
Portobelo	1	1.080	4,2	8,7
Incepa	3	1.000	3,9	18,3
Outros	97	15.445	59,8	44,5
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>25.800</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

*Fonte: Souza et al., 1993.*

As regiões Sul e Sudeste são as principais consumidoras de revestimentos cerâmicos, sendo esse o fator determinante para a localização dessas indústrias nessas regiões, além, é claro, da disponibilidade das principais matérias-primas minerais. Esse fato acarretou uma forte concentração das indústrias fornecedoras de matérias-primas não-naturais, de equipamentos e embalagens, em regiões próximas aos citados pólos.

Em 1994, esse segmento era constituído por um conjunto de 118 empresas distribuídas em 16 estados brasileiros, porém 76,83% da produção concentrava-se nos estados de São Paulo (46,67%) e Santa Catarina (30,16%), podendo ser identificados quatro grandes pólos de produção: Grande São Paulo, Mogi Guaçu e Santa Gertrudes, no estado de São Paulo, e Região de Criciúma, em Santa

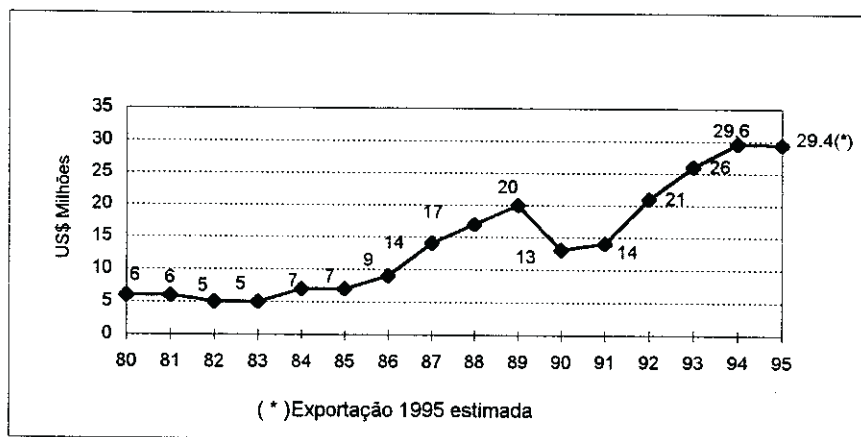
Catarina. Em face dos investimentos para ampliação da capacidade instalada, já em andamento, em várias empresas, e do início de operação de 10 novas unidades, a capacidade instalada da indústria brasileira deverá sofrer um acréscimo de 78 milhões m<sup>2</sup>/ano até o final de 1996, cerca de 17%, quando a capacidade instalada do Brasil deverá ser de aproximadamente 459 milhões de m<sup>2</sup>/ano (ANFACER, 1995).



**Figura 1.7 Distribuição Geográfica da Capacidade Instalada em 1994 ( %)**  
 Fonte: Anfacer, 1995.

As exportações brasileiras de cerâmica para revestimentos se mantiveram em patamar inferior a US\$ 10 milhões/ano até 1986. A partir de 1987, as exportações passaram a apresentar taxas de crescimento superiores a 10% ao ano. Novamente ressentindo-se das alterações da política econômica brasileira, em 1990 houve uma queda significativa das vendas no mercado externo, cerca de 35%. No entanto, em 1992 as exportações, especialmente de azulejos, que são os

principais produtos comercializados no mercado externo, voltaram a crescer, atingindo em 1994 quase US\$ 30 milhões, cerca de 10% do total produzido no país, o que representa um crescimento de 50% em relação ao patamar atingido em 1989, quando foram exportados US\$ 20 milhões. As primeiras estimativas indicam que as exportações decresceram 1% em 1995, provavelmente devido à atual política cambial (MERCADO..., 1996).



**Figura 1.8 Exportação de Revestimentos - 1980-1995**

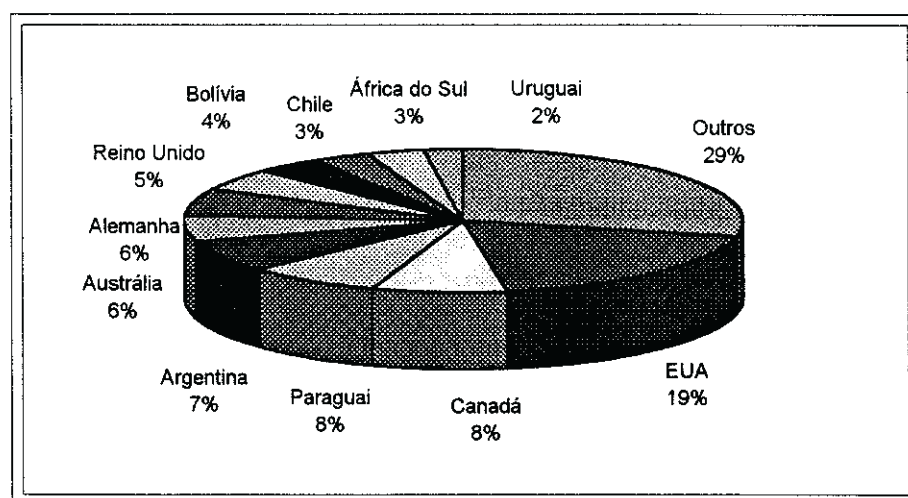
Fontes: Anfacer, op. cit.; Mercado..., op. cit.

No mercado externo, as empresas brasileiras produtoras de revestimentos cerâmicos têm experimentado crescimentos reais significativos a cada ano, ampliando suas parcelas de mercado em diversos países consumidores. Os desafios de um mercado internacional, extremamente competitivo em preços e características dos produtos, levam à busca incessante de diferenciação de produtos e agregação de valor, combinada à elevação dos níveis de produtividade e redução de custos.

As exportações brasileiras estão concentradas em cerca de 11 países localizados na América do Norte, responsáveis por 26,8% do total exportado; na América Latina 24,2%; na Europa 11,1%; na Oceania 6% e na África 3,3%. Os restantes 28,6% estão distribuídos em vários países localizados em todos os continentes (ANFACER, op. cit.).

Essas empresas continuam investindo em áreas vitais para ocupação de cada vez maior parcela do mercado internacional, tais como: a abertura de

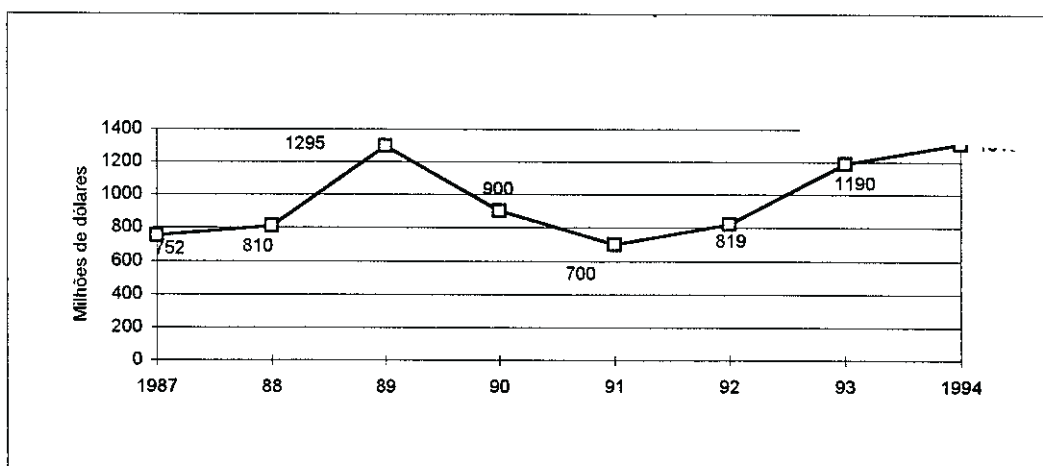
escritórios comerciais e *showrooms* em locais estratégicos; o estabelecimento de completa assistência técnica aos clientes estrangeiros; o estabelecimento de estreitas relações comerciais com os grandes clientes estrangeiros; a participação de forma cada vez mais organizada nas mostras internacionais do setor; a certificação de produtos segundo as normas internacionais e a implantação de sistema de gestão de qualidade; o *marketing* nos principais mercados consumidores; o desenvolvimento de produtos específicos para os mercados a serem atingidos; a informatização completa de seus serviços, entre outras ações.



**Figura 1.9 Exportação - Principais Países - 1994**

Fonte: Anfacer, op. cit.

O faturamento do segmento dos revestimentos cerâmicos nos anos de 1993 e 1994 apresentou um crescimento menor do que o crescimento da produção. Enquanto de 1993 para 1994 houve um crescimento de 18% da produção total, o faturamento correspondente cresceu 10,08%. Já no mercado externo, enquanto as exportações cresceram 15,4% em quantidade nesse mesmo período, o faturamento das vendas no mercado externo cresceu 26,02% (ANFACER, op. cit.).



**Figura 1.10 Evolução do Faturamento dos Revestimentos Cerâmicos no Brasil - 1987 - 1994**

Fontes: Souza et al., 1993; Anfacer, op. cit.

Segundo levantamento apresentado pela Revista *Gazeta Mercantil* - Balanço Anual 95/96 (NÃO-METÁLICOS..., 1995), com base nos balanços do exercício de 1994, as 30 principais empresas apresentaram um crescimento real de 16,1% na receita operacional líquida, que atingiu um montante de US\$ 532.693,40, equivalente a 41% do faturamento total do segmento de revestimentos cerâmicos. Estes dados (vide a Tabela 1.9) demonstram que os grandes grupos perderam uma parcela significativa do faturamento global para as empresas de médio porte. Vale ressaltar que 11 empresas apresentaram resultados negativos naquele exercício, refletindo os problemas do segmento nos últimos anos. Outro ponto relevante é o alto nível de endividamento geral, devido à implementação de projetos de modernização.

O mercado interno brasileiro, a partir do segundo semestre de 1994, vem atravessando um novo ciclo de expansão moderada da atividade da construção civil, marcadamente na construção de grandes empreendimentos comerciais e de turismo, e principalmente pelas autoconstruções (reformas e ampliações de moradias de baixa renda), porém com menor desempenho nas edificações residenciais.

VAZ (1996) mostra uma estimativa do déficit de moradias no Brasil que chega a 12 milhões de unidades, o que denominou de Dívida Social Brasileira. Esses números são mostrados na Tabela 1.10. Por essa estimativa o déficit hoje é calculado em 6,4 milhões de unidades: 3,3 milhões de novas habitações, além de melhorias em outras 3,1 milhões.

**Tabela 1.9**  
**Desempenho das Principais Empresas de**  
**Capital Aberto de Revestimentos Cerâmicos - 1994**

Empresa	Sede	Rec. Oper. Líquida (R\$ Mil)	Cresc. Real Rec. Op. (%)	Lucro Líquido (R\$ Mil)	Endiv. Geral (%)
1 Cecrisa	SC	103.075,0	-14,7	39.730,0	58,1
2 Incepa PR	PR	80.756,0	2,7	18.096,0	30,0
3 Portobello	SC	69.494,5	24,4	3.866,0	34,3
4 Eliane	SC	58.754,0	2,4	-23.695,0	62,4
5 Ornato	ES	20.302,0	38,4	1.780,0	71,2
6 Porto Ferreira	SP	19.685,6	67,7	2.193,0	84,6
7 Chiarelli	SP	17.314,7	6,7	971,0	28,8
8 Gerbi	SP	16.929,0	37,9	-2.865,0	78,5
9 Camisa	GO	16.448,0	83,7	2.908,0	68,5
10 Ceusa	SC	12.986,0	43,4	1.629,0	57,1
11 Itagres	SC	12.646,0	46,2	-2.479,0	70,3
12 Sant'anna	SP	10.521,0	26,5	218,0	23,0
13 Imbituba	SC	9.929,0	12,8	-338,0	39,6
14 São Caetano	SP	8.717,0	20,8	-857,0	52,0
15 Iasa -Bahia	BA	8.587,0	43,9	-1.004,0	31,9
16 Floramica	PR	8.540,0	-	-36,0	100,9
17 Iasa Azulejos	PE	8.176,0	28,6	1.643,0	34,2
18 Samarsa	SE	7.900,0	48,5	907,0	89,9
19 Decorite	RS	6.968,0	21,4	767,0	36,1
20 Montana	RJ	5.285,0	16,1	700,0	7,1
21 Eliane MG	MG	5.232,0	114,3	-	105,4
22 Cerâmicas Nacionais	MG	4.678,0	26,9	604,0	10,0
23 Ceramus	BA	4.491,0	-0,4	-431,0	32,3
24 Windlin	SP	3.330,6	-	-	-
25 Estiva	SP	2.849,0	-	12,0	26,2
26 Cerâmica Indaiatuba	SP	2.621,0	30,6	270,0	23,5
27 Casa Pedra	PE	2.607,0	24,4	-640,0	50,8
28 Metalgrade	SP	2.085,0	49,9	-625,0	172,9
29 Amanda	PR	1.099,0	59,1	-766,0	56,0
30 Itaiacoca	PR	482,0	12,2	196,0	12,1
Acumulado		532.693,4	16,1	63.015,0	36,1

Fonte: NÃO-METÁLICOS..., 1995.

Para acabar com esse déficit habitacional são necessários investimentos da ordem de R\$ 50,7 bilhões. Se se mantiver o nível de investimentos de 1995, serão necessários 25 anos para acabar com o atual déficit habitacional. O acesso aos serviços de saneamento também é precário. Cerca de 4,2 milhões de moradias não

contam com água canalizada e outras 8,9 milhões não têm ligação à rede de esgotos ou fossa séptica. Para eliminar esse déficit atual seria necessário um investimento de R\$ 25 bilhões em 15 anos.

**Tabela 1.10**  
**A Dívida Social Brasileira**

(Unidade: Mil moradias)

Renda (Nº de Salários Mínimos)	Déficit Habitacional (Nº de Moradias)	Sem Água Canalizada (Nº de Moradias)	Sem Esgoto ou Fossa (Nº de Moradias)
até 1	986	462	825
de 1 a 2	1.350	2.960	4.360
de 2 a 5	2.410	694	2.740
5 a 10	973	105	700
10 a 20	546	16	192
acima de 20	142	8	72
Total de moradias	6.400	4.240	8.900
Investimentos	R\$ 50,7 bilhões	25 bilhões <sup>(*)</sup>	

Fonte: Vaz, 1996.

(\*)Os R\$ 25 bilhões incluem os investimentos necessários para o abastecimento de água e esgotos

Deste total, R\$ 19 bilhões para o abastecimento de água e R\$ 6 bilhões para esgoto sanitário. Para atender a toda a população urbana com serviço de coleta e destino do lixo no Brasil, serão necessários investimentos da ordem de R\$ 5 bilhões nos próximos 15 anos (VAZ, 1996).

As empresas de construção civil vêm atuando com um novo modelo de financiamento, utilizando recursos dos futuros proprietários, entidades privadas e de recursos próprios, além de aprimorar os processos construtivos com redução dos custos e melhoria dos padrões de qualidade. Com a queda da inflação, com reflexos em termos de distribuição de renda para uma boa parte da população, é previsto um aumento em obras de reforma e de ampliação das edificações existentes. Estes fatos possibilitam a previsão de que, a médio prazo, essa parcela de demanda reprimida deverá estimular o crescimento do consumo de revestimentos, cujo consumo *per capita* é um dos mais baixos dos países latinos.

## CAPÍTULO 2

### INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DO SEGMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS E AS NOVAS QUALIFICAÇÕES DOS MINERAIS INDUSTRIAIS

#### 2.1 Inovações tecnológicas da indústria de revestimentos cerâmicos

Dentro do setor da cerâmica tradicional, o segmento de revestimentos cerâmicos é o que apresenta maior competição interna, exigindo um baixo custo de produção e uma alta produtividade. Em consequência, o segmento vem passando, ao longo das últimas décadas, por importantes desenvolvimentos, obtendo também uma maior competitividade com os materiais não-cerâmicos, através da melhoria da estética e das características técnicas. Os principais fatores que promoveram as inovações nos processos e nos produtos foram os seguintes: matéria-prima, automação, eficiência energética e restrições ambientais (PALMONARI et al., 1993).

Embora o desenvolvimento do segmento de revestimentos cerâmicos tenha sido em função dos fatores acima enumerados, as mudanças fundamentais da disponibilidade e especificações das matérias-primas é que têm, ao longo de sua história, desempenhado os papéis mais importantes ( STEFANOV, 1995).

A partir do final da Segunda Guerra Mundial, o emprego de revestimentos cerâmicos tornou-se mais acessível, devido à mudança do perfil de produção que se transformou de artesanal, com custos elevados, para assumir um caráter industrial, de custo baixo. Naquela época, o Reino Unido, que dispunha de boa matéria-prima e uma oferta de equipamentos industriais, liderava a produção destes materiais. Neste período, a Itália já tinha uma tradição de cerâmica artística, porém não dispunha de



matéria-prima de boa qualidade, nem de uma indústria de equipamentos, que desse apoio à fabricação de revestimentos cerâmicos, sendo ambos importados.

Na década de 50, a indústria italiana de revestimentos, em parceria com fabricantes de equipamentos, principalmente da indústria automobilística e de alimentos, iniciou a adaptação de sua matéria-prima, basicamente argila vermelha, aos equipamentos importados, introduzindo diversas modificações. A década de 60 representou o início da produção em larga escala na Itália, com a criação de um grande número de empresas, visando atender ao *boom* da construção civil e estimulada pelo baixo preço da energia, possibilitado pela utilização de gás natural.

A Itália assumiu a liderança tecnológica a partir da década de 70, pressionada pelo aumento no custo da mão-de-obra e da energia (com o advento do primeiro choque do petróleo, em 1973), como também para fazer face à competição acirrada, devido ao grande número de produtores de revestimentos.

A primeira modificação no processo de fabricação foi a transformação dos fornos Hoffmann, divididos em várias seções, para os fornos tubulares, ainda no final da década de 40. No início da década de 60, iniciaram-se as pesquisas visando à adoção do processo de monoqueima, e em 1969 cinco empresas já empregavam a monoqueima, sem muito sucesso. Em 1973 foi introduzido, de forma definitiva, o processo rápido de monoqueima, pela empresa Marazzi Ceramiche Spa. Ainda na década de 70 foram introduzidos os fornos de rolos, utilizando tecnologia da indústria de vidro, dispensando o transporte das peças no interior do forno, acarretando uma significativa redução do consumo de energia.

Com a adoção destas novas tecnologias, o ciclo de produção e a quantidade de mão-de-obra sofreram reduções radicais: de 16 a 20 horas para 50 a 55 minutos e de 225 para 90 homens, considerando-se um mesmo nível de produção. A alteração do processo exigiu o desenvolvimento tecnológico das matérias-primas naturais e não-naturais e seus respectivos insumos minerais (SOUZA et al., 1993).

Outros avanços tecnológicos da indústria italiana foram a introdução do processo contínuo e sua automação e posterior automação de todo o processo: dosagem de matérias-primas, preparação da massa, a atomização, a prensagem, a

esmaltação, a classificação dos produtos e a paletização. Estes avanços tecnológicos viabilizaram um aumento do tamanho das plantas industriais, possibilitando a produção de cerca de 50.000 m<sup>2</sup>/dia nas empresas líderes italianas. A indústria italiana também foi responsável pela introdução da terceira queima, que confere um caráter artístico à produção industrial, como também o aumento paulatino das peças, podendo atingir até 60 x 40 cm (PORTER, 1993).

As novas formulações desenvolvidas para fabricação dos revestimentos porcelânicos obtiveram melhorias no desempenho e, principalmente, possibilitaram que adquirissem características estéticas, tornando-os qualitativamente competitivos com outros tipos de revestimentos não-cerâmicos, como os de mármore, granitos e de outras rochas ornamentais, e, principalmente, competitivo em termos de custos menores para o consumidor final. Este tipo de revestimento, que já conta com cerca de 130 fabricantes, distribuídos em vários países, tem atualmente uma capacidade de produção mundial estimada em 150 milhões m<sup>2</sup>/ano, sendo esperado para os próximos três anos um crescimento da ordem de 44% (SEZZI, 1994).

**Tabela 2.1**  
**Evolução das Inovações na Produção de Revestimentos Cerâmicos**

		1970	1980	1990
AZULEJOS	Tecnologia de Queima	Túnel Dupla Queima	Túnel Dupla Queima	Monoporosa/Dupla Queima Rápida
	Tamanho Padrão cm x cm	15 x 15	15 x 20	20 x 25/25 x 33
	Espessura Padrão mm	7,0	6,5	6,0
PISOS	Tecnologia de Queima	Túnel Dupla Queima	Multileito e Monoqueima	Monoqueima Rápida
	Tamanho Padrão cm x cm	20 x 20	20 x 20 20 x 30	33 x 33 40 x 60
	Espessura Padrão mm	8,5	8,0	8,0

Fonte: Brusa et al., 1993.

A Tabela 2.1 apresenta a evolução das inovações que sofreu a indústria de revestimentos nas três últimas décadas. A tecnologia desenvolvida na Itália se espalhou por todo o mundo nesse período, promovendo grandes mudanças tanto qualitativas, quanto quantitativas, resultando na atual produção mundial de revestimentos cerâmicos, estimada em 3 bilhões m<sup>2</sup>/ano, o que significa o surpreendente valor de 100 m<sup>2</sup> por segundo (BRUSA et al., 1996).

Os reflexos nos insumos, com a introdução das inovações acima, são listados na Tabela 2.2, onde se pode verificar que houve reduções significativas no consumo de energia térmica na produção de azulejos, na energia térmica e energia elétrica na produção de pisos. Nota-se uma diminuição de 21% em peso no consumo das matérias-primas no corpo dos azulejos. Com relação aos vidrados nos pisos, houve uma redução de 46% em peso, enquanto nos azulejos obteve-se um aumento de 5%. Fato significativo é o ganho em produtividade homem/m<sup>2</sup>, principalmente nos azulejos.

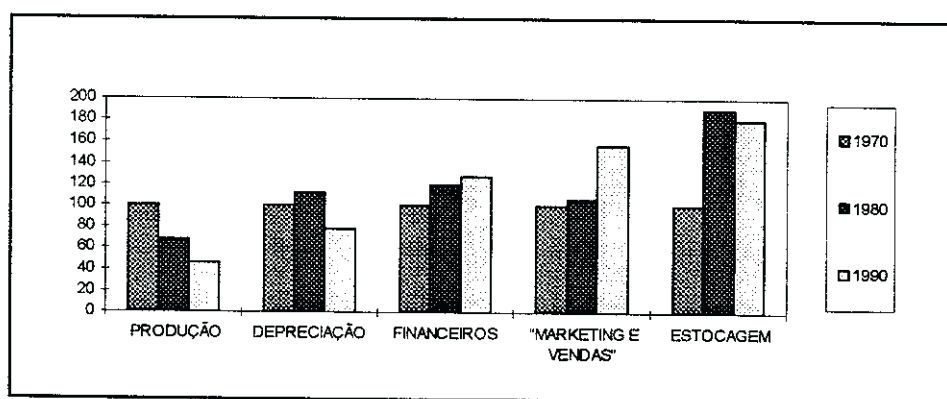
**Tabela 2.2**  
**Evolução dos Insumos na Produção**  
**dos Revestimentos Cerâmicos**

CONSUMO (m <sup>2</sup> )	AZULEJOS			PISOS		
	1970	1980	1990	1970	1980	1990
Matéria-Prima Corpo (kg/m <sup>2</sup> )	100 (16,5)	94	79	100 (20,5)	95	100
Matéria-Prima Vidrado (kg/m <sup>2</sup> )	100 (0,95)	100	105	100 (1,20)	67	54
Energia Térmica (Nm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	100 (4,02)	94	44	100 (4,23)	78	71
Energia Elétrica (kwh/m <sup>2</sup> )	100 (4,23)	98	84	100 (4,43)	91	77
Manutenção	100	100	85	100	73	65
Pessoal	100	76	59	100	73	65
Embalagem	100	100	100	100	100	100

Fonte: Brusa et al., op. cit.

As reduções ocorridas em quase todos os insumos, principalmente naqueles mais significativos, reduziram os custos de produção na indústria italiana, em 1990, para a metade daqueles verificados na década de 70. Porém, o mesmo não

ocorreu com relação aos outros custos, que se ampliaram, devido ao aumento da competitividade e ao esforço despendido para aumentar as exportações, ao aumento do custo de estocagem, em decorrência da necessidade de ter-se uma grande variedade de produtos, e ao crescimento dos custos financeiros, motivado pela alta complexidade exigida no gerenciamento. Como exceção, verifica-se que a depreciação - após uma elevação de custos na década de 80, com a modernização do parque industrial através da introdução da tecnologia de monoqueima -, apresenta uma diminuição nos anos 90, devido à consolidação dos investimentos (BRUSA et al., 1993). Estes dados estão listados na Figura 2.1.



**Figura 2.1 Evolução dos custos na produção de revestimentos na Itália**

Fonte: Brusa et al., op. cit.

É esperado que os efeitos da informatização e das novas técnicas gerenciais disponíveis neste final de década apresentem resultados na redução dos custos de *marketing* e vendas e também na estocagem.

Na década de 90, foi ainda desenvolvido um equipamento térmico para o aquecimento do corpo cerâmico entre os estágios de prensagem e esmaltação, com o objetivo de eliminação da água e oxidação da massa, de modo a assegurar ao produto uma porosidade, resistente à água e livre de gases que podem afetar as peças durante a queima do esmalte. Esse processo de inertização (*Integral Thermal Processing* - ITP) permite a utilização de matérias-primas de menor custo e diminuição da espessura dos corpos (POPPI, 1993).

## 2.2 Novas qualificações das matérias-primas

De modo geral os recursos minerais são classificados levando-se em conta os seus usos principais. Desse modo, eles podem ser divididos em metálicos, como o nome indica, fonte de metais; energéticos; e os não-metálicos, também denominados industriais (MARTINS, 1983; CAVALCANTI et al., 1992). Esta classificação não satisfaz totalmente, pois todos os recursos minerais têm utilização industrial e alguns minerais metálicos são largamente utilizados como minerais industriais. NÖTSTALLER (1988) define: “Minerais industriais são todos os não-metálicos e os minerais não-energéticos, extraídos e processados para fins industriais, incluindo-se também nessa categoria a parte dos minerais metálicos consumida em aplicações não-metalúrgicas”. Essa classificação é também insatisfatória, uma vez que utiliza como elemento classificatório as suas não-propriedades e não as suas propriedades.

COOPE (1989) mostra a existência de determinados minerais que podem ser tratados como metálicos e industriais ao mesmo tempo, devido a suas fortes inter-relações. Estes minerais podem ser classificados em três grupos: a) minerais industriais e derivados consumidos na metalurgia; b) metais consumidos nas indústrias de minerais industriais - particularmente em vidros e cerâmicas e c) produtos de escórias metalúrgicas usadas como “minerais industriais artificiais”.

ILLICH (1989) *apud* DAMASCENO (1994) classifica os minerais industriais pelos diversos usos: abrasivos; piezoelétrico; ópticos; gemas; cargas e enchimentos; filtrantes e absorventes; lubrificantes; de fricção; isolantes térmicos, elétricos e acústicos; metalúrgicos (refratários, fundentes e para fundição); indústria química (farmacêutica, fertilizantes/nutrientes, corretivos e condicionadores de solos, para alimentação humana e rações); materiais naturais de construção (areia, cascalho, pedra, argilas, rochas ornamentais); matérias-primas para produção de materiais de construção (cimento, pozolana, gesso, cal,

autoclavado/aerado, agregados leves, eletrifundidos, etc.) e cerâmica (branca, vermelha, especial, *fine ceramics*).

As matérias-primas utilizadas na indústria cerâmica são formadas por uma gama de produtos minerais, onde são regularmente usados 47 materiais e outros 20 de uso ocasional em produtos especiais (COOPE, 1979), podendo ser classificadas em naturais argilosas (argila e caulim), naturais não argilosas (sílica, feldspato e calcário), e não-naturais (compostos de chumbo, boro, zircônio e titânio e óxidos metálicos diversos: magnésio, ferro, cádmio, cromo, zinco, etc.) que são empregadas nos vidrados, fritas, esmaltes e corantes (SKILLEN, 1994).

O controle e a caracterização das matérias-primas, ao longo dos procedimentos industriais pelos quais os materiais cerâmicos são processados, está evoluindo cientificamente, em paralelo ao desenvolvimento tecnológico alcançado pela indústria cerâmica nas duas últimas décadas. A correta escolha da composição da massa cerâmica assumiu um papel fundamental, tendo seu início na seleção dos minérios de acordo com as suas características físico-químicas e tecnológicas (MINICHELLI et al., 1993).

O termo caracterização descreve os aspectos da composição e da estrutura de um material, enfatizando a reprodutibilidade de suas propriedades (Santos, 1986). Nos processos mais modernos da indústria cerâmica exige-se muito mais que qualidade das matérias-primas, no que se refere à consistência das suas propriedades, sendo imprescindível a definição de sua padronização, de modo que seja possível a implantação da norma ISO 9000, tanto na indústria mineral quanto no setor cerâmico (GIARDULLO et al., 1994b).

ONODA et. al. (1983), *apud* SANTOS (1986), estabeleceram a seguinte modelagem matemática para caracterização da matéria-prima no processo industrial:

$$C = f(s, sh, o, p, c) \quad \text{onde :}$$

**C**= característica ou propriedade desejada para o processo;



**s**= granulometria das partículas da matéria-prima;

**sh**= forma ou morfologia das partículas;

**o**= orientação das partículas no processo;

**p**= tipo de empacotamento das partículas;

**c**= composição química das partículas.

No fundamental, os processos das cerâmicas avançadas são aplicáveis à cerâmica tradicional, devendo-se considerar que nessa última o número de variáveis é maior. Sob esse aspecto, as cerâmicas tradicionais permitem variações maiores nas propriedades de uma peça para outra; entretanto, para o fim a que se destinam as mesmas, essas variações são admissíveis (BOSCHI, 1996).

### 2.2.1 Matérias-primas naturais

Com o advento dos processos de queima rápida e outras inovações tecnológicas, associados à intensa competitividade à qual o segmento de revestimentos cerâmicos vem sendo submetido, a qualidade, preço e inovação desempenham papéis de grande relevância na competitividade desses produtos. As qualificações das matérias-primas naturais, por conseqüência, vêm passando por várias mudanças para atender às novas tecnologias. Torna-se necessário, assim, o entendimento do processo produtivo ao qual as matérias-primas serão submetidas para se alcançar a qualidade exigida do produto e uma maior eficiência.

BRUSA et al. (1996) definem os fatores determinantes da qualidade dos revestimentos cerâmicos como sendo:

- tipologia da massa (vermelha ou branca);
- número de componentes na massa;

- tamanho máximo produzido;
- resistência mecânica;
- número e complexidade das decorações;
- correspondência às normas.

A Tabela 2.3 mostra comparações entre qualidade do produto, sob vários aspectos, o tipo de massa e o custo de produção. Pode-se atribuir à classe inferior os produtos constituídos por massas simples, normalmente vermelhas e formadas de um único componente, com pouca decoração e que não apresentam conformidade às normas de qualidade. Por outro lado, à classe superior pertencem os produtos fabricados com massas de composição de mais de um componente, com muitas decorações, operações de acabamento e atendimento às normas de qualidade sobre todos os aspectos (BRUSA et al., 1996).

Verifica-se também a importância da quantidade e da diversidade de matérias-primas utilizadas na composição da massa do corpo cerâmico, uma vez que, de um modo geral, os produtos apresentam tanto melhor qualidade quanto maior é o número de insumos minerais diferentes que compõem a formulação dos mesmos. A Tabela 2.3 mostra, também, os diversos parâmetros técnicos que podem ser obtidos variando-se os insumos minerais da massa, iniciando com um produto constituído com um tipo único de argila - no caso argila vermelha, que tem um custo baixo - até um corpo branco formado por quatro constituintes, com um custo maior, porém com melhores características técnicas e estéticas.

A Tabela 2.4 mostra as possíveis composições para corpos vermelhos e brancos produzidos pelo processo de monoqueima rápida que, com a rápida evolução nos processos de fabricação, exigiram novas qualificações das matérias-primas constituintes do corpo. As principais exigências às novas condições de queima são:

- diminuição do percentual de minerais argilosos;
- eliminação das fases gasosas (carbonatos e água);
- introdução de materiais inertes e complementares para diminuição da



**Tabela 2.3**  
**Classificação da qualidade dos revestimento cerâmicos e suas características**

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cor do corpo	Verm.	Verm.	Verm.	Verm.	Verm-Bran.	Verm-Bran.	Branco	Branco	Branco	Branco
Número de componentes	1	1	Max. 3	Max. 3	Max. 3	Max. 3	Min. 4	Min. 4	Min. 4	Min. 4
Tamanho max. do revestimento (cm)	20 x 20	20 x 20	30 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30	Sem limite	Sem limite	Sem limite	Sem limite
Resistência mecânica	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Atendimento às normas				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Complexidade da decoração	X	X	X	XX	XX	XX	XXX	XXX	XXX	XXX
Classes de escolha (Seleção)	0	0	0	Max. 3	Max. 3	Max. 3	Max. 3	Min. 3	Min. 3	Min. 3
Custo de produção US\$/m <sup>2</sup>	1	1,5	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20

Fonte: Brusa et al., 1996.

retração.

Conforme já indicado na Tabela 1.1, os revestimentos cerâmicos podem ser classificados em três grandes grupos: os porosos, os vitrificados ou greisificados e os porcelanatos. Nessa tabela são indicadas as principais características técnicas desses produtos, inclusive os tipos intermediários, o semi-poroso e o semi-grés. Para cada tipo de produto que se pretende produzir, atendendo aos fatores determinantes da qualidade e de custo, tem-se uma composição de massa, que por sua vez pode apresentar variações percentuais para cada um dos componentes.

**Tabela 2.4**  
**Composição da massa do corpo dos pisos para monoqueima**

COMPONENTES	CORPO VERMELHO			CORPO BRANCO
Argilas vermelhas	100	70-80	50-70	
Argilas brancas				20-30
Argilas caulínicas				10-20
Areia quartzosa			10-20	
Chamote*		0-10		
Feldspatóides			10-30	40-50
Feldspato				0-10
Rochas efusivas		10-20		
<b>Parâmetros Técnicos</b>				
Pressão kg/cm <sup>2</sup>	140-200	160-220	180-250	250-350
Temperatura de queima	1.090-1.120	1.090-1.120	1.120-1.160	1.170-1.200
Ciclo de queima (min.)	30-45	30-45	45-50	35-45
Absorção de água (%)	7-10	5-8	3-6	2-6
Contração (%)	3-4	3-4	6-7,5	5-6,5
Módulo de ruptura kg/cm <sup>2</sup>	150-200	200-300	300-350	350-400

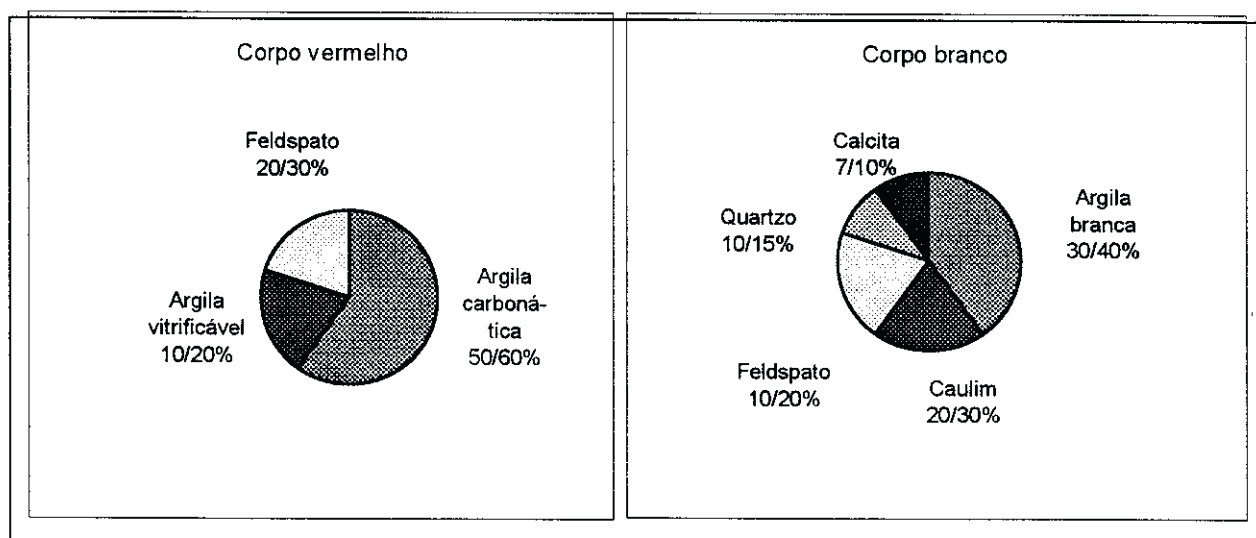
Fonte: Brusa et al., 1996.

Nota: Chamote é uma argila pré-calcinada, sendo posteriormente moída.

Os revestimentos cerâmicos produzidos, quer pelo processo de monoqueima quer pelo de biqueima, utilizam matérias-primas que podem ser classificadas em dois

tipos principais: a) materiais argilosos (argila e caulim) e b) materiais não-plásticos ou magros (feldspatos, quartzo, talco, etc.). Nas Figuras 2.2 e 2.3 estão indicadas as composições dos corpos cerâmicos monoporosos vermelho e branco, respectivamente.

A Figura 2.2 mostra uma composição possível de produção de corpo cerâmico vermelho monoporoso com três componentes, podendo variar os percentuais de cada um dos constituintes. Porém, como foi mostrado nas Tabelas 2.3 e 2.4, esse corpo cerâmico pode ser constituído unicamente de argila. A Figura 2.2 indica também a composição típica de uma massa para um corpo branco monoporoso, constituída por cinco componentes, que, conforme as Tabelas 2.3 e 2.4, deve ter no mínimo quatro elementos.

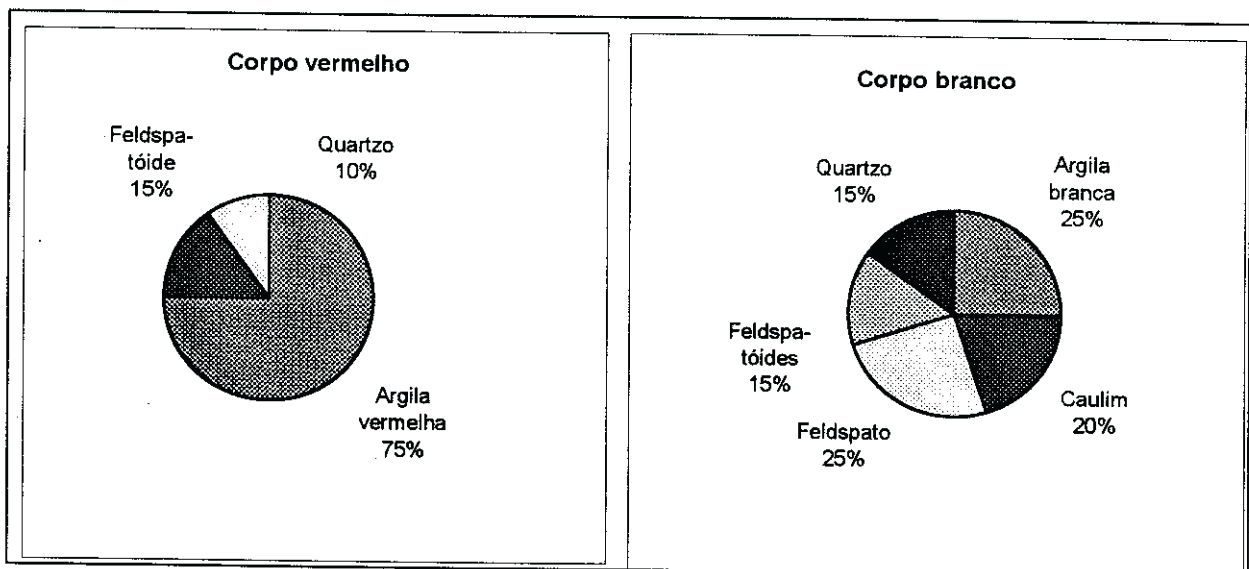


**Figura 2.2 Composição da massa para monoporosos**

Fonte: Brusa et al., 1989.

Os revestimentos tipo grés, também, podem ser constituídos de corpo vermelho ou branco. O primeiro pode ser formado unicamente de argila, enquanto no de cor branca, além da argila plástica, são utilizadas argilas cauliniticas e materiais não-plásticos. Vale ressaltar que a argila vermelha vitrificável e a argila *ball clay*, usadas nos dois tipos de corpos, são as principais responsáveis pelas características dos corpos a cru, pela plasticidade e, após a queima, pela carga de ruptura (BRUSA et al., op. cit.).

A Figura 2.3 apresenta as composições dos pisos cerâmicos tipo grés, produzidos pelo método de monoqueima rápida, cujos componentes, a exemplo dos porosos, podem variar percentualmente e o corpo vermelho pode ser formado exclusivamente de argila. Os produtos constituídos de massa à base de argila grés vermelha têm um ciclo de queima de 50 a 60 minutos, a uma temperatura de 1.130-1.150°C, enquanto os produtos constituídos de massa branca possuem uma temperatura de queima mais alta, de 1.160-1.180°C, e com ciclo menor: 30-35 minutos (BIFFI et al., 1988).



**Figura 2.3 Composição da massa para grés monoqueima**

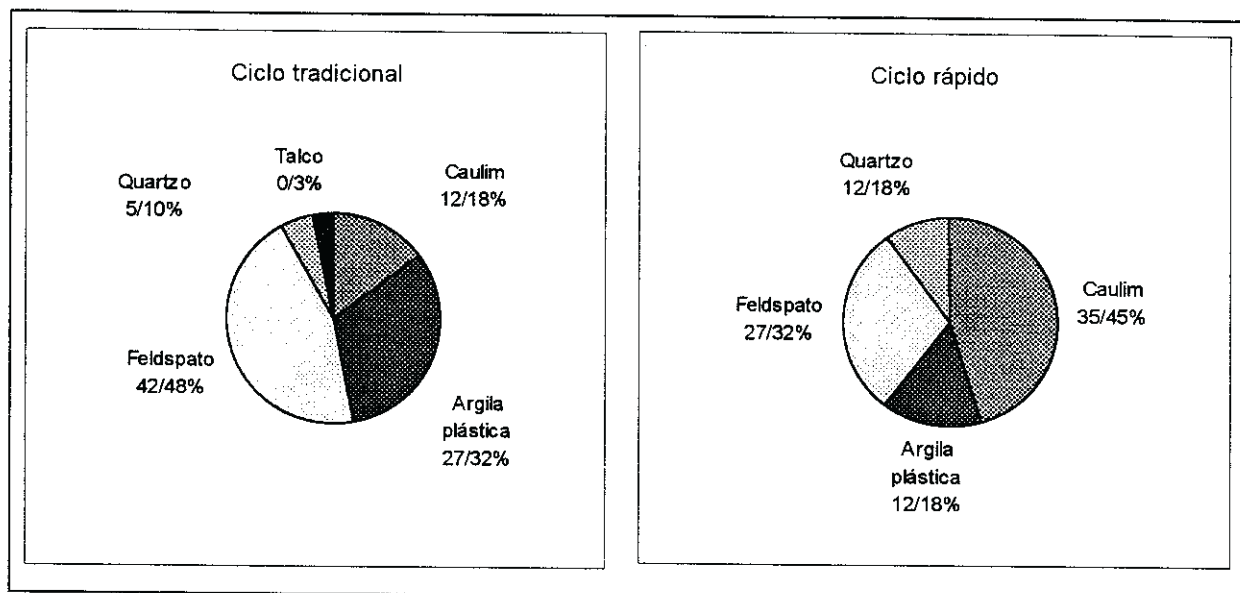
Fonte: Brusa et al., 1989.

Os porcelanatos, que até o início a década de 80 eram tidos como um produto de alta tecnologia e de alto custo de fabricação, atualmente podem ser produzidos a um custo menor e apresentar melhores qualidades estéticas, o que lhes tem permitido uma vasta aplicação, além da evolução na sua fabricação, que possibilitou a produção de peças não só monocromáticas, como peças dos mais variados padrões, e também em tamanhos iguais aos dos outros tipos de revestimentos, quando antes atingiam no máximo até 10 x 20 cm.

Genericamente, pode-se considerar a composição das matérias-primas do corpo do porcelanato como semelhante à do corpo branco do revestimento tipo grés.

Os materiais argilosos incluem as ilitas e as caulinitas. Os materiais não-plásticos são os feldspatos, feldspatóides, quartzo, etc. A principal característica desses componentes é possuir baixos teores de  $Fe_2O_3$  e  $TiO_2$ , para evitar possíveis mudanças na coloração dos corpos.

Na Figura 2.4 é indicada a composição que era utilizada no processo tradicional de produção dos porcelanatos, que tinha um ciclo de queima de 30-50 horas a uma temperatura de 1.200-1.250 °C e, também a composição da massa utilizada no ciclo de queima rápida, a uma mesma temperatura, porém com a duração do ciclo reduzida para 60-70 minutos. Essa redução expressiva foi um dos principais fatores que possibilitou a redução dos custos de produção dos porcelanatos (BRUSA et al., 1989).



**Figura 2.4 Composição da massa dos porcelanatos**

Fonte: Brusa et al., op. cit.

Os porcelanatos e as pastilhas devem apresentar baixa absorção de água, entre 0 e 0,5%, sendo necessário serem queimados à temperatura da ordem de 1.200-1.250 °C. Como consequência, é exigido que a massa cerâmica possua uma grande proporção de agentes de fluxo e vitrificantes, tendo como norma que o feldspato atinja até 33%. Devido a esse fato, é esperado um crescimento no consumo de feldspato de 660 mil/t ano só na Europa (SKILLEN, 1995). O consumo total de feldspato na Europa, em 1990, foi de cerca de 3.250.000 t, sendo a Itália responsável por quase 47% desse total com 1.572.000 t consumidas (HARBEN,

1995). Em 1994, a Itália aumentou esse consumo para 1.600.000 t (UNITED STATES BUREAU OF MINES, 1995).

Além do crescimento do consumo de feldspato, devido ao incremento na produção dos porcelanatos, espera-se também um incremento adicional da ordem de 5% ao ano até o final da década, causado pelo crescimento da produção de revestimentos cerâmicos de corpo branco. O consumo nesse setor específico em 1994 foi de 150.000 t/ano, tendo a Espanha e Itália na liderança (SKILLEN, 1995).

O termo feldspato engloba uma série de silicatos de alumínio, contendo proporções variadas de potássio, sódio e cálcio. Sua função no corpo cerâmico é promover a fusão a uma temperatura mais baixa. Na indústria cerâmica, o feldspato mais utilizado é o potássico, denominado ortoclásio ou microclina, que possui um teor de  $K_2O$  de 10%, e apresenta menor temperatura de fusão que o feldspato sódico, chamado de albita (MINICELLI et al., 1993). Porém, em locais onde as normas quanto à liberação de chumbo são muito rígidas, o ortoclásio é substituído pela albita, porque essa retém o chumbo, em que pese a desvantagem de exigir uma maior temperatura de fusão (ROBBINS, 1984).

Contudo, o aumento de consumo de feldspato, previsto no segmento de revestimentos cerâmicos, pode ser obstado com a entrada de um substituto que é o nefelina-sienito, que tem demonstrado uma maior vantagem técnica que os feldspatos na fabricação de revestimentos. Esse fato é devido à sua baixa temperatura de fusão (1.140 - 1.170 °C) em comparação ao feldspato sódico (1.170 - 1.200 °C), o que ocasiona uma diminuição do tempo de queima, que por seu turno ajuda a reduzir os custos de produção. O nefelina-sienito, devido ao tipo de jazimento em que ocorre - intrusões alcalinas - apresenta uma maior constância, que é a exigência mais importante na reprodutibilidade dos produtos cerâmicos (SKILLEN, op. cit.).

No Brasil, diversas substâncias minerais vêm sendo utilizadas como fundentes na formação da fase vítrea dos corpos cerâmicos, substituindo o feldspato, em grande parte, como fontes de potássio e sódio. As principais são: filito, fonolito/nefelina sienito e o "granito" (granitóide de Jundiaí).

O fonolito/nefelina sienito de Lages-SC apresenta teores de sódio que variam de 7,20 a 10,74%, enquanto os teores de potássio oscilam entre 5,20 e 7,0%, e a soma desses dois elementos atinge valores que variam de 13,80 a 16,68%, o que lhe confere um papel de fundente. A Companhia Carbonífera Urussanga está promovendo estudos de tratamento de modo a reduzir o teor de ferro, de 2% para 0,05%, pretendendo produzir, a partir de 1997, cerca de 10.000 t/mês de produto com esse teor de ferro.

Porém, o fonolito já vem sendo utilizado industrialmente há quatro anos pela Cerâmica Porto Belo S.A. e outras três indústrias, atingindo até 20% da composição da massa, apresentando resultados que evidenciaram importantes ganhos de produtividade, que podem ser assim sintetizados (AUMOND et al., 1996):

1. A temperatura de queima foi reduzida de 1.190/1.200 °C para 1.160/1.170 °C;
2. A absorção de água no produto acabado, que variava de 4 a 7%, diminuiu para 0,5 a 3%;
3. O ciclo de queima pôde ser reduzido de 45 para 35 minutos.

O filito cerâmico, uma rocha de baixo grau de metamorfismo, originada de camadas sedimentares argilosas, também vem sendo utilizado como fundente. Caracteriza-se por apresentar grande homogeneidade, baixo resíduo, sinterização à baixa temperatura e todos os seus componentes (argilominerais, quartzo e moscovita) finamente divididos. É utilizado como substituto parcial da argila, sílica e feldspato, por apresentar um teor elevado de metais alcalinos (TANNO et al., 1989).

Segundo esses autores o filito consumido em São Paulo apresenta as seguintes variações na sua composição:

SiO <sub>2</sub>	68,6 - 71%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,2 - 14,9%



K <sub>2</sub> O	3,5 - 8,1%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,4 - 4%
CaO	0,2 - 0,3%
Perda ao fogo	3,6 - 3,8%

O granitóide Jundiaí, localizado no município de Jundiaí - SP, que é produzido pela Empresa Tavares Pinheiro, é um outro fundente clássico brasileiro que apresenta temperaturas mais altas na sua sinterização, da ordem de 15%, quando comparado com o fonolito de Lages - SC (AUMOND et al., 1996). Além desse fato e, principalmente, por apresentar um alto teor de ferro, vem sendo pouco utilizado nos revestimentos cerâmicos.

Além da tendência ascendente no consumo dos feldspatos, decorrente da crescente produção dos porcelanatos, que deverão dentro de pouco tempo ter custo competitivo ao grés, além de apresentarem melhores características técnicas e estéticas, os outros insumos minerais também vêm sendo objeto de novas qualificações.

As argilas formam, no mínimo, metade do corpo dos revestimentos cerâmicos, tornando-se assim a matéria-prima principal, tendo como papel fundamental fornecer plasticidade e trabalhabilidade. Para a obtenção destas propriedades, usualmente, forma-se uma mistura de argila e caulim (ROBBINS, 1984). As argilas plásticas utilizadas na indústria cerâmica são comumente chamadas de *ball clay* e são definidas como argilas sedimentares, constituídas essencialmente de caulinita, podendo conter quantidades variáveis de outros argilominerais (ilita e esmectitas), quartzo, feldspato e matéria orgânica. Apresentam ainda alta plasticidade, cor branca de queima e outras propriedades reológicas<sup>1</sup> que lhes conferem alto desempenho nos mais diversos processos cerâmicos. De um modo geral, a argila *ball clay* mais típica, com as características acima definidas, ocorre em poucos jazimentos, tendo como depósitos clássicos as argilas de São Simão, SP e as de Oeiras, PI (MOTTA et al., 1995).

---

<sup>1</sup> Comportamento dos corpos deformáveis que não são sólidos nem líquidos.



No processo de inovação tecnológica da indústria de revestimentos, a implantação do método de prensagem de pó através da moagem a seco e granulação, além de simplificar a produção, passou a não exigir elevada plasticidade das argilas. Esse processo de prensagem proporcionou a viabilidade de aproveitamento de outros depósitos de argilas que não possuem a especificação qualitativa das típicas *ball clay*.

Com o advento do processo de queima rápida, outra modificação verificada nas especificações das argilas foi a exigência de baixo teor de carbono, por permitir um menor ciclo de queima. Nos processos tradicionais de queima, admitem-se teores de matéria orgânica da ordem de 2 a 4%, o que funciona como um defloculante natural, melhorando a plasticidade e a trabalhabilidade (LOUGHBROUGH, 1992).

O caulim, como as argilas, é utilizado pela sua contribuição à plasticidade aglutinante e trabalhabilidade e pelo aumento da resistência do corpo cerâmico, antes e após sua queima. Além dessas características, os ceramistas exigem que o caulim possua fatores controladores rígidos (módulo de finura, teores de ferro e potássio e alumínio) e propriedades físicas definidas previamente (brancura, módulo de ruptura, concentração de colagem e razão de colagem, bem como a quantidade de defloculante exigida). Normalmente, o caulim cerâmico é um subproduto do tratamento do caulim de papel. Esse subproduto pode ter uma granulometria mais grossa e um teor de ferro mais alto que os estipulados no caulim de papel. Na maioria das empresas produtoras de caulim de papel, esta fração vem sofrendo um novo tratamento para produzir um *coat* especial para papel de alto valor. Este evento levou determinadas empresas produtoras de caulim brasileiras a diminuir sensivelmente a produção de caulim cerâmico (SÃO PAULO, 1990).

Devido aos fatos acima mencionados, a indústria cerâmica de revestimentos, consumidora tradicional do caulim, vinha perdendo a sua posição para outros consumidores (papel, plástico, tinta, borracha, etc.), que pagam um preço mais alto. Este declínio devia-se também à utilização de outros tipos de argilas no método de prensagem de pó, e ainda, à possibilidade de não se usar um corpo cerâmico de cor branca e, no seu lugar, utilizar o corpo vermelho, cujas matérias-primas têm preços menores. Porém, as formulações desenvolvidas para fabricação dos revestimentos porcelânicos - que exigem um alto controle na cor de queima, onde a participação

do caulim varia de 35 a 45% - e o incremento na produção de corpos brancos - na qual o caulim contribui com 20 a 30% - estão estimulando novamente o crescimento do consumo de caulim no segmento de revestimentos (SKILLEN, 1995).

Depois das argilas, do caulim e dos feldspatos, a sílica é o quarto mais importante constituinte do corpo cerâmico, formando a sua estrutura, sendo também o principal constituinte dos engobes, vidrados e fritas. A sílica proporciona perfeita compatibilidade entre o corpo e o vidrado, sendo responsável, como o caulim, pela alvura, devendo desse modo ter um teor baixo de ferro, para não alterar a cor da massa. Como uma maior superfície de contato acelera sobremaneira a reação, nos métodos de queima rápida, nas fritas e nos vidrados está sendo exigida da sílica uma granulometria, em muitas aplicações, inferior a 325 *meshes*, tendo sido trocada a moagem via úmida pela via seca, que tem um menor custo de produção.

O talco é um silicato de magnésio que, por suas características físicas, vem se tornando um ingrediente importante na produção de cerâmica de revestimentos, pelo processo de monoqueima rápida, devido à sua baixa perda ao fogo, evitando a formação de rachaduras, além de diminuir a porosidade e aumentar as resistências térmicas e mecânicas (OLIVEIRA, 1988). Quando moído abaixo de 325 *meshes*, o talco funciona como um fundente, podendo substituir o feldspato em 15-20% (SCHOBER, 1987). No processo de prensagem a seco é um auxiliar muito importante, desde que contenha no mínimo 30-35% de tremolita (ROBBINS, 1984).

Os materiais carbonáticos utilizados nos revestimentos cerâmicos são o calcário, a dolomita e a calcita. O calcário atua como fundente e é responsável pelo controle e correção da expansão térmica. Para uma maior estabilidade do corpo dos revestimentos porosos, após a queima torna-se necessária a utilização de massas cerâmicas contendo calcita, dolomita, carbonato de cálcio ou ainda minerais de alto preço como a wollastonita.

A wollastonita é meta-silicato de cálcio de hábito acicular, com a seguinte fórmula química:  $\text{CaSiO}_3$ . A sua importância econômica surgiu nos anos 50, sendo incrementada há pouco mais de uma década, com o aparecimento dos processos de

queima rápida nos revestimentos cerâmicos . Além de ser uma fritada natural, com enorme aceitação como um ingrediente dos vidrados, vem dia a dia substituindo o calcário, devido às suas excelentes propriedades para controle da retração dos corpos cerâmicos. A principal vantagem do uso de wollastonita na preparação do corpo cerâmico é poder tornar viável a utilização do método de queima rápida, em conjunto com o processo de prensagem de pó (FATTAH, 1994).

### 2.2.2 Matérias-primas não-naturais

As matérias-primas não naturais utilizadas nos revestimentos cerâmicos são os vidrados ou esmaltes, fritas e corantes. Os vidrados podem ser definidos como uma cobertura vítrea, semelhante a um vidro, que é aplicada ao corpo cerâmico ainda cru sendo fundidos, em conjunto, a altas temperaturas. O vidrado é normalmente duro, impermeável e parcialmente ou completamente insolúvel, com a finalidade de transmitir essas características ao substrato cerâmico, dando-lhe resistência à abrasão e às soluções químicas, permitindo uma fácil limpeza com produtos sanitários. As fritas são vidrados pré-fundidos, a temperaturas acima de 1.000°C, de modo a tornar insolúveis determinados componentes, bem como a permitir eliminação prévia de substâncias voláteis e indesejáveis. Os corantes dão coloração aos vidrados ou esmaltes, obtida pela adição de uma variedade de minerais, inclusive muitos óxidos metálicos, que atuam como corantes (RUSSEL, 1988). Na fabricação dos revestimentos cerâmicos, é importante que os vidrados possuam uma diversidade de cores e de acabamentos e, também, que sejam compatíveis com as decorações aplicadas sobre os mesmos (SKILLEN, 1994).

Como os materiais vítreos, os vidrados ou esmaltes são produtos de uma complexa mistura com propriedades similares às soluções líquidas. Como conseqüência, a pureza e a consistência das matérias-primas naturais desempenham um papel de fundamental importância na produção dos mesmos. Essas, por sua vez, são formadas por uma mistura de vários óxidos, que podem ser obtidos a partir de 150 matérias-primas, classificadas em três grandes grupos:

**Quadro 2.1**  
**Principais óxidos e minerais usados na fabricação dos vidrados**

MINERAL/ÓXIDO	FUNÇÃO
Alumina	Modificador da rede, afetando a resistência mecânica, a expansão térmica, a viscosidade e tensão superficial do vidro fundido
Argila <i>ball clay</i>	Agente de suspensão da barbotina de vidro
Bário	Usado principalmente como substituto do chumbo, para aumento do brilho do vidro
Barita	Aumenta a dureza, o brilho e a abrasão. Quando associada com óxidos de cobre, de bórax e sílica enriquece a tonalidade azul
Berílio	Substitui o feldspato como endurecedor do vidro, produz um vidro incolor utilizado em coberturas com baixa expansão e reduz o fraturamento.
Boratos	Atua como fundente e formador da rede. Reduz a viscosidade; a tensão superficial, o coeficiente de expansão térmica dos vidros. Quando usado em conjunto com o chumbo reduz o ponto de fusão, aumentando o lustre, a resistência e a durabilidade
Cálcio	Atua como fundente, aumentando a dureza e a resistência aos ácidos
Caulim	Controlador reológico da barbotina do vidro e como fonte facilmente assimilável de Al e Si nas fritas
Cério	Serve como opacificante
Chumbo	Redutor da tensão superficial e da viscosidade, a temperatura de fusão, dando como resultante um alto índice de reflexão, que dá um alto brilho e lustre
Estanho	Na forma de óxido é um opacificante e um estabilizador de cor
Estrôncio	Ajuda a formação de vidros em baixas temperaturas e elimina defeitos de textura na superfície. Em conjunto com o bário e cálcio produz vidros mais fusíveis e com maior brilho
Feldspato & Nefelina sienito	Fornecem alumina ( $Al_2O_3$ ), $Na_2O$ e $K_2O$ , para promover um alto coeficiente de expansão, com baixas viscosidade e resistência mecânica.
Fluorita	Reduz a viscosidade das fritas e produz fritas opacas.
Lítio	O óxido de lítio reduz a expansão térmica e atua como fundente. Os minerais de lítio reduzem a viscosidade do vidro e das fritas, ajudando a diminuir a temperatura de queima. Em pequenas quantidades também aumentam o lustre
Magnésio	Atua como fundente a altas temperaturas. Reduz a viscosidade e aumenta a aderência do vidro ao corpo
Potássio	Reduz o coeficiente de expansão. Quando substitui o sódio nas fritas aumenta a resistência aos ataques da água e agentes químicos
Sílica	Na forma de sílica <i>flour</i> , é o principal formador do vidro. O aumento da proporção de sílica diminui a viscosidade e o coeficiente de expansão
Soda cáustica	Suplementa o $Na_2O$ suprido pelo bórax e nefelina sienito
Sódio	Aumenta a expansão térmica e reduz o ponto de fusão
Titânio	Aumenta a resistência ao ataque químico
Wollastonita	Aumenta o lustre com a minimização da liberação de gás que pode formar microbolhas, aumenta a colagem da superfície, substitui o calcário e a sílica; estabiliza as cores; é um substituto natural das fritas, eliminando a pré-fritagem de calcário e sílica
Zinco	Fundente auxiliar, aumenta a opacidade e brancura e reduz o coeficiente de expansão
Zircônio	Usado como opacificante e para aumentar a estabilidade das cores

Fonte: Fattah, 1995.

a) Óxidos ácidos: são os formadores dominantes dos vidrados, sendo constituídos de sílica, com granulometria abaixo de 300 *meshes*, denominada de sílica *flour*, e óxido bórico.

b) Óxidos básicos: os mais usuais são o Na<sub>2</sub>O e o K<sub>2</sub>O, e os alcalinos terrosos PbO e CaO que são usados para melhorar as características da fusão, para diminuição da viscosidade, resistência mecânica e aumento do coeficiente de expansão. As principais fontes são os feldspatos, a calcita e a wollastonita.

c) Óxidos anfotéricos: são denominados agentes reguladores da fusão, que permitem variações na composição dos vidrados e na temperatura de fusão. O mais comum é o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, em forma de alumina. Podem ser provenientes dos feldspatos, do caulim ou das argilas plásticas (FATTAH, 1995). No Quadro 2.1 estão indicados os principais óxidos e minerais usados na fabricação dos vidrados.

O engobe é um tipo especial de vidrado ou esmalte, que é aplicado na superfície do corpo cerâmico (cru ou queimado), antes que esse receba as coberturas finais dos esmaltes, com os seguintes objetivos: esconder a cor do corpo cerâmico; eliminar imperfeições da superfície da peça, aumentando a homogeneidade da mesma para receber o esmalte; impedir que ocorram interações indesejáveis entre o esmalte e a base; proporcionar um efeito estético de maior alcance e impermeabilizar a peça após a queima. As principais matérias-primas usadas na formulação dos engobes estão listadas no Quadro 2.2.

**Quadro 2.2**  
**Matérias-primas utilizadas em engobes**

Materiais não-plásticos	Materiais plásticos
Fritas	Argila <i>ball clay</i>
Quartzo	Caulim
Nefelina	Bentonita
Albita	
Feldspato	
Alumina	
Talco	
Zirconita	

Fonte: Borraschi et al., 1996.

Com o advento da monoqueima porosa e a biqueima rápida, tornou-se necessária a fabricação de novos tipos de vidrados, fritas, engobes e corantes, com características físico-químicas diferentes das usuais, com reflexos nas matérias-primas naturais e não-naturais (CAMARGO, 1994).

Os ciclos de queima, que duravam de 16 a 20 horas, passaram a ser expressos em minutos (CAMARGO, op. cit.):

Ciclo de 15 minutos- para biqueima rápida;

Ciclo de 26 minutos- para monoporosa (15 x 20 cm liso);

Ciclo de 40 minutos- para monoporosa (33 x 40 cm decorado).

Na Tabela 2.5 são apresentadas as formulações básicas de três tipos de vidrados (e suas respectivas fritas) utilizados nos diversos ciclos de queima.

**Tabela 2.5**  
**Formulações Básicas dos Vidrados**

<b>Tipo</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Fritas	20-30%	50%	85-95%
Matérias-Primas	80-70%	50%	15-5%

*Fonte:* Camargo, op. cit.

O tipo **A** era utilizado em ciclos de 90 a 150 minutos, nos quais as fritas eram compostas de fundentes contendo chumbo, complementando-se com outras matérias primas (sílica, feldspato, calcita, dolomita, talco, silicato de zircônio, alumina, etc.) Devido à duração do ciclo, 90 a 150 minutos, havia uma desgaseificação normal e o vidrado tinha, assim, uma maturação normal.

Nos ciclos de queima rápida, acima citados, com menos de 60 minutos de duração, os vidrados passaram a ter a composição do caso **B**, verificando-se que as matérias-primas cruas, além de sofrerem uma sensível redução, foram parcialmente substituídas, para evitar o desprendimento de teores elevados de CO<sub>2</sub>:



calcário por wollastonita

dolomita por wollastonita e talco

O caso **C** representa a monoqueima rápida (tanto para azulejos = *monoporosa*, como para pisos = *monogrés*), que requer o uso de uma parcela mínima de matérias-primas cruas, com a elevação da quantidade de fritas especiais, apresentando uma redução do teor de boro ( $B_2O_3$ ), com o conseqüente aumento dos teores dos óxidos alcalinos terrosos (CAMARGO op. cit.; SKILEN, 1995).

### 2.3 Efeitos das novas exigências nas etapas do aproveitamento mineral

Pelo que foi relatado anteriormente, como não poderia deixar ser, as especificações desejáveis das matérias-primas vêm sendo alteradas em função das inovações tecnológicas pelas quais a indústria de revestimentos cerâmicos vem passando. Porém, os principais impactos na indústria de matérias-primas, com a introdução dessas inovações tecnológicas são: 1) a necessidade de uma cuidadosa caracterização dos materiais a serem utilizados, uma vez que são requeridas especificações bem determinadas e 2) a constância dessas características, através do controle da qualidade, que permitam uma condição de reprodutibilidade do processo, visando o aumento da qualidade e a redução de custos. Essas qualificações tornaram-se mais exigentes em relação às matérias-primas utilizadas, tanto na fabricação do corpo cerâmico quanto, principalmente, na formulação dos esmaltes e fritas.

Assim, a definição da composição da massa cerâmica tem o seu início na seleção dos minerais de acordo com suas características físico-químicas e tecnológicas (MINICHELLI, 1993). Estes procedimentos tornaram-se mais controlados, requerendo especificações mais uniformes e rigorosas, exigindo muito mais das matérias-primas no que se refere à consistência das suas propriedades, imprescindíveis na definição de sua padronização, de modo que seja possível a

implantação da norma ISO 9000, tanto na indústria mineral quanto no setor cerâmico.

As exigências para atendimento às normas ISO 9000 nos revestimentos cerâmicos afetam todo o processo produtivo. Com relação às matérias-primas, os procedimentos de garantia da qualidade devem ser iniciados na pesquisa mineral, continuando na geologia de mina, na lavra, nas operações de blendagem do ROM, na estocagem, na homogeneização, no tratamento, transporte e finalmente na preparação da massa cerâmica. Todas essas etapas devem estar inter-relacionadas com os cuidados com o meio ambiente, pois em futuro próximo será exigida dos produtores de matérias-primas uma declaração contratual de que as normas ambientais estão sendo atendidas.

Os fornecedores de matérias-primas minerais, como se localizam no início do ciclo produtivo, estão sendo responsabilizados pela garantia da qualidade dessas matérias-primas. Essa garantia suplanta os padrões químicos e físicos de cada lote, atingindo a constância de seus valores ao longo do tempo, de modo a garantir a reprodutibilidade dos produtos.

Assim, cresceu a importância da pesquisa mineral dos depósitos de minerais industriais utilizados exclusivamente na indústria cerâmica, que não pode ser mais negligenciada no Brasil, uma vez que é uma condição necessária à execução com qualidade das etapas posteriores. A posição de cada singularidade da jazida deve necessariamente ser conhecida com precisão, através dos trabalhos de pesquisa mineral, antes da fase de lavra, e acompanhada por serviços de geologia de mina, durante a exploração (CHAVES, 1995b).

Durante a fase de pesquisa devem ser definidos os diferentes parâmetros do mineral industrial em questão, levando-se em conta: as características das matérias-primas cerâmicas obtidas por análises efetuadas por difração de raio X; análise termodiferencial e termoponderal; análise por microscopia eletrônica e óptica. A difratometria de raio X é o método mais utilizado para o reconhecimento de compostos cristalinos naturais e sintéticos, principalmente para os de granulometria fina. A análise térmica diferencial mede as reações endotérmicas ou



exotérmicas que podem ocorrer em um determinado mineral, quando submetido a aquecimento a uma velocidade constante. A microscopia eletrônica é importante para a identificação de alguns minerais de partículas muito pequenas e de formas diferentes, permitindo também ver a sua aglomeração. A microscopia óptica permite avaliar algumas propriedades dos minerais, como cor, clivagem e forma, tamanho do grão, índice de refração, falhas e microestrutura, distribuição granulométrica, forma dos grãos, área superficial e densidade das partículas, composição cristalográfica e petrográfica (GIARDULLO, 1994a).<sup>2</sup>

No caso específico do setor cerâmico, a qualidade de um lote de uma determinada matéria-prima cerâmica é definida por três tipos de parâmetros, variáveis para cada substância mineral :

- a) parâmetros físicos: distribuição granulométrica, área de superfície, alvura, cor, resistência mecânica, etc.;
- b) parâmetros químicos: teor mínimo aceitável para os elementos úteis, teor máximo admissível para os contaminantes, umidade máxima, etc.;
- c) parâmetros cerâmicos: fusibilidade, módulo de ruptura a cru e após queima, resistência mecânica a cru e após a queima, análise térmica diferencial e termogravimétrica, etc..

O plano de lavra deve ser projetado levando em consideração os diferentes parâmetros do minério, aí incluídos os cerâmicos: os afloramentos mapeados e amostrados, amostras de poços, trincheiras e de sondagem. A exploração deve ser planejada de modo a manter os padrões constantes ao longo da vida útil da mina.

Segundo DUTRA (1993), o planejamento de lavra envolve o estabelecimento de programas de trabalho de curto, médio e longo prazos, que exigem:

---

<sup>2</sup> Segundo QUINTEIRO et al. (1995), o caso específico do pólo cerâmico de Santa Gertrudes, que concentra a maior produção nacional de pisos, através do método via seca (aproximadamente 7.000.000m<sup>2</sup>/mês), ainda não apresenta melhores produtos pela deficiência da pesquisa mineral, para uma melhor caracterização das argilas, de modo a aumentar a taxa de reprodutibilidade dos produtos finais.

1) Desenvolvimento de um inventário de mineração: com base nos resultados da pesquisa mineral realizada, envolvendo mapeamentos de superfície e de subsuperfície, através de campanhas de sondagem. Esse procedimento permite a elaboração de um modelo completo da jazida, representando a topografia e a geologia do depósito mineral, assim como destacando as variações das diferentes características tecnológicas do minério.

2) Estabelecimento dos parâmetros físicos ligados às características mecânicas das rochas, para definição do método de lavra, do limite final da cava e cálculo da quantidade total de minério a ser extraído durante a vida útil da mina,.

3) Definição dos níveis de produção de minério e de estéril a curto e médio prazo e a seqüência da lavra para extração dos diferentes tipos de minério e remoção de estéril.

4) Determinação do *layout* da praça dos trabalhos, sua disposição no local e a geometria da lavra.

5) Seleção de equipamentos, de acordo com as quantidades fixadas para a lavra e a seqüência das operações, com a definição de quais equipamentos deverão operar nas diversas fases da mineração e nos serviços auxiliares.

6) Cálculo dos parâmetros econômicos, visando à determinação da viabilidade econômica do empreendimento, através dos métodos de análise de investimentos, que fornecerão os parâmetros necessários à tomada de decisão.

A prática usual é planejar a mina com um número de frentes de lavra suficientes para atender os padrões definidos para o ROM, e explotá-la construindo pilhas de blendagem na própria mina, para poder-se alimentar a britagem ou transporte do minério *in natura* na proporção mais adequada.

Nos países desenvolvidos, a operação de lavra de depósitos de argila passou do estágio manual, no qual apresentava baixa produtividade, (10-12 toneladas/homem/turno) e alto custo da mão-de-obra, à mecanização de alta produtividade: 700 toneladas/homem/turno/equipamento (FIEDERLING-KAPTEINAT et al., 1989). O método mecanizado introduzido não pode lavar seletivamente, como o manual. A

espessura mínima que pode ser trabalhada com uma escavadeira hidráulica é de cerca de 30 cm. Este fato provocou mudanças na composição das argilas lavradas, que tinham de ser suplantadas, devido às novas especificações exigidas pelo processo de queima rápida, que estipula às matérias-primas características rígidas e constantes. Para obtenção de argilas "calibradas" em grandes quantidades, os produtores começaram a desenvolver técnicas de blendagem e homogeneização, visando reduzir as flutuações na composição e, como consequência, melhorar a qualidade das argilas. Para tal, foram montadas instalações de homogeneização junto aos depósitos de estocagem. Para controlar a qualidade das argilas produzidas em grande escala, com total mecanização, foi necessária a implantação de sistemas de amostragem contínuos, em conjunto com laboratórios, de modo que o controle da qualidade tornou-se o fator mais importante na produção, sendo responsável por 10% dos custos totais (FIEDERLING-KAPTEINAT, 1989; HOMOGENEIZAÇÃO..., 1989).

A homogeneização dos lotes dos materiais a serem tratados é feita por pilhas elementares, uma sobre a anterior. Cada pilha elementar tem sua própria composição, distribuição granulométrica e parâmetros cerâmicos médios do minério lavrado naquele momento. Entretanto, a pilha total de estocagem apresenta a composição média do lote em qualquer fatia tomada perpendicularmente ao seu eixo (CHAVES, 1995a).

A empresa Eliane Revestimentos Cerâmicos, visando obter uma boa homogeneização, construiu um pavilhão com 1.200 m<sup>2</sup> para estocagem das matérias-primas, de modo a ter um estoque mínimo de três meses para cada produto. Porém, poucas empresas cerâmicas têm condições de investir na estocagem de matérias-primas para garantir a constância dos produtos, devendo essa tarefa ser repassada às empresas de mineração, que manteriam essa estocagem na forma de ROM (GIARDULLO, 1994a).<sup>3</sup>

O tratamento dos minerais industriais utilizados no segmento de revestimentos cerâmicos no Brasil contempla, predominantemente, as operações unitárias de

---

<sup>3</sup> No pólo cerâmico de Santa Gertrudes, além dos trabalhos de pesquisa mineral, é necessário que sejam otimizados: os trabalhos de lavra, a homogeneização e blendagem das argilas e, finalmente, o tratamento das argilas, de modo a melhorar a qualidade dos produtos (ROCHA et al., 1995).

redução de tamanho e classificação granulométrica. Esse tratamento preliminar não atende às exigências das normas de controle de qualidade, quer seja na adequação da composição das matérias-primas, quer na retirada de contaminantes indesejáveis.

As técnicas de tratamento dos principais minerais industriais utilizados nesse segmento são de domínio público, dispondo o Brasil de técnicos e de instituições particulares e governamentais aptos a transferir a tecnologia adequada (LEONEL, 1993). O Quadro 2.3 apresenta os métodos de classificação utilizados no tratamento, levando em consideração as propriedades das espécies minerais. Em alguns casos, as características físicas dos bens minerais fazem com que determinados minerais se concentrem em diferentes faixas de granulometria, de modo que a separação por tamanho funcione como uma operação de concentração.

**Quadro 2.3**  
**Propriedades diferenciadoras e métodos de concentração**  
**usados no tratamento mineral**

Propriedades	Métodos
1. Ópticas (Cor, Brilho, Fluorescência)	- Escolha Óptica (manual ou automática)
2. Densidade	- Líquido denso, meio denso, jígues, mesas, espirais, cones, ciclones de meio denso, classificação, hidrosseparação, bateia, <i>sluice</i> , etc.
3. Forma	- Idem 2
4. Susceptibilidade Magnética	- Separação Magnética
5. Condutividade Elétrica	- Separação Eletrostática
6. Radioatividade	- Escolha com Contador
7. Textura-Friabilidade	- Cominuição, Classificação, Peneiramento
8. Reatividade Química	- Hidrometalurgia
9. Reatividade de Superfície	- Flotação, Eletroforese, Agregação Esférica, Agregação ou Dispersão Seletiva

*Fonte:* Leonel, 1993.

O principal objetivo da moagem na indústria cerâmica é a obtenção de uma distribuição granulométrica dos componentes da massa que seja compatível com as

operações subseqüentes: prensagem, secagem e queima. A importância e a necessidade da moagem têm origem no próprio conceito de um produto cerâmico, ao qual deve ser dada uma forma a cru, que depois se consolida através da queima, onde sofre uma reação química entre os componentes da massa cerâmica. Essa etapa do tratamento é responsável por parâmetros que podem ser de difícil otimização se não houver uma perfeita moagem das matérias-primas. A correta prensagem, a resistência mecânica a cru e na peça queimada, a temperatura de queima e o seu ciclo e as características geométricas do produto final dependem de uma correta operação de moagem (BRUSA et al., 1996).

Os dois sistemas de moagem, a seco e a úmido, são aplicados na preparação da massa cerâmica. Na Tabela 1.2, anteriormente apresentada, estão indicados os processos de moagem para cada um dos tipos de revestimentos cerâmicos, de acordo com a cor do corpo cerâmico, onde se verifica que o processo via úmida é mais indicado aos produtos de maior qualidade, com forte incremento de custo de produção.

No início da década de 80, com o advento da automação, aumento da capacidade produtiva e a necessidade crescente de redução de custo, tornou-se necessária a introdução, na indústria cerâmica, da moagem úmida contínua, derivada da indústria mineral (LORICI, 1996). A moagem contínua apresenta em relação à não-contínua as seguintes vantagens:

a) completa automação e controle de carga e descarga, eliminando o erro humano, assegurando uma boa reprodutibilidade dos parâmetros de moagem;

b) descarga do moinho em movimento, permitindo uma menor quantidade de água na moagem, resultando em uma barbotina mais densa, com densidade, viscosidade e resíduos mais constantes;

c) alta produtividade, com a eliminação das paradas, permitindo redução de área construída e mão-de-obra (PALMONARI et al., 1993).

É evidente que todos esses procedimentos têm um custo de execução que na maioria das vezes não é baixo, que deverá ser compensado em parte pela

melhoria das qualificações das matérias-primas, em parte com o acréscimo no preço do produto. É fundamental que o segmento de revestimentos cerâmicos conscientize-se de que, para continuar no mercado internacional e, eventualmente, conquistar novas fatias do mesmo, necessita de fornecedores capitalizados e tecnologicamente atualizados.

## **CAPÍTULO 3**

### **SUPRIMENTO DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS NO SEGMENTO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

Conforme mencionado no Capítulo 2, as matérias-primas utilizadas na indústria cerâmica são formadas por vários produtos minerais, sendo que o consumo de alguns desses - argila, caulim, feldspato, sílica, etc., - pode atingir a milhões de toneladas, enquanto em outros materiais esse consumo é expresso em quilo, como é o caso dos metais e seus compostos utilizados como corantes: chumbo, cobalto, cobre, ferro, níquel, ouro, etc. De um modo geral, os primeiros são produzidos diretamente para um grupo específico de consumidores, com uma tendência de um particular produto atender a várias indústrias simultaneamente. O segundo tipo, em geral, é fornecido por um distribuidor especializado, que compra de terceiros uma série de matérias-primas, muitas vezes processando-as, e atuando como uma central de abastecimento (COOPE, 1979).

O desenvolvimento da indústria de revestimentos tem ocorrido em função de uma série de fatores ao longo de sua história, mas o progresso nas técnicas de produção e as mudanças fundamentais na disponibilidade e nas especificações das matérias-primas é que desempenham os papéis mais importantes. As principais matérias-primas para fabricação dos revestimentos são argilas, feldspatos e minerais feldspáticos, com jazidas distribuídas por todo o mundo, todavia com consideráveis variações em qualidade. Essas variações podem ter um profundo efeito na competitividade internacional da indústria de revestimentos cerâmicos de um país (SKILLEN, 1995).

### 3.1 Situação mundial

Sempre que possível, as matérias-primas cerâmicas são abastecidas de fontes nacionais, desde que a dotação mineral do país assim o permita. Desta forma, evita-se que haja um aumento nos custos das matérias-primas, devido ao transporte, bem como a balança comercial do país não é onerada. Nesse ponto a Espanha e o Brasil têm uma maior vantagem comparativa que a Itália, que importa grande quantidade dos minerais industriais que são utilizados nos revestimentos cerâmicos (BIFFI et al., 1988).

O Reino Unido liderou até a metade desse século a indústria de cerâmica para revestimentos, pois, além de dispor de excelentes depósitos das principais matérias-primas minerais utilizadas até então, possuía uma indústria de equipamentos bem desenvolvida, que dava apoio àquela produção (PORTER, 1993).

A Itália, até o final da Segunda Grande Guerra, além de não ter uma tradição na fabricação de revestimentos, não possuía todas as matérias-primas adequadas ao processo até então utilizado, tendo de importar grande parte, além de não contar com uma indústria de equipamentos bem desenvolvida. Porém, a partir da década de 50, a indústria de equipamentos italiana começou a adaptar os equipamentos importados e, posteriormente, desenvolveu-os para utilização das matérias-primas locais em maior percentual, transformando essa indústria na principal responsável pelas inovações tecnológicas da indústria de revestimentos cerâmicos do mundo (PORTER, op. cit.).

A Espanha, que inicialmente importou quase toda a tecnologia desenvolvida na Itália, atualmente vem ocupando uma posição de liderança na utilização da monoqueima na fabricação de azulejos, devido à existência em seu território de argilas com propriedades físico-químicas que permitem a utilização da monoqueima rápida, realizada em ciclos de 30 a 35 minutos. A Itália ainda utiliza em maior escala a biqueima, resultando em um custo adicional para seus fabricantes (SKILLEN, 1994; CANOS, 1993).



As empresas de mineração, os processadores (moageiros) e revendedores, principalmente aqueles localizadas na Europa, rapidamente se adaptaram às novas especificações e às quantidades cada dia maiores das matérias-primas exigidas pela indústria de revestimentos cerâmicos, a custos competitivos, havendo por essa razão uma tendência muito grande a uma completa desverticalização do setor em termos de matérias-primas naturais.

**Quadro 3.1**  
**Principais Produtores Primários de Matérias-Primas Cerâmicas da Europa**

PAÍS	Caulim	Ball clay	Feldspato	Sílica	Calcário/dolomita
Reino Unido	ECC WBB Goonvean	ECC WBB	Goonvean Calumite	BIS	Tarmac Longlife Ben Bennett
Alemanha	Amberger  Dorfner Eduard Kick Erbsloch	Fuck'sche - WBB Marx Gus Georg S. Schimdt V&B Martin&Pa- gens	Amberger  Dorfner V&B Mandt	Quarzwerte  WQD Dorentruper Amberger Dorfner Kick	Rhenische  Kalksteinwerke Rheninisch-West.
França	Arvor Morbihan Armoricaïne Finisterre(ECC) Beauvoir	Damrec AGS Exteral SARCA V&B	Damrec V&B	Sifraco Samin Bervialle Perrier	Samin Damrec
Bélgica				Sibelco Leiben NS Mol	Ankersmit Carsambre
Itália	Italmineraria	Novara Sassuolo Acdal SVIMISA	Maffei Italmineria Eurit	SIRO Accornero Sibelco Surbone	
Espanha	C. Vimianzo Microprocesa	Porcelanos Italgres Arcitrás Minera Sabater Socied. Minera			
Portugal		Adelino D. Mota Socied. Argilas			

Fontes : Coope, 1979; Skillen, 1995.

A produção das matérias-primas cerâmicas na Europa é feita, principalmente, por empresas de grande porte, muitas delas transnacionais, operando em vários países, sendo as principais listadas no Quadro 3.1. Como exemplo tem-se a Sibelco, que produz em sete países, inclusive no Brasil, a WBB- Watts Blake & Bearne em três, e a ECC- English China Clays que, além de ser uma grande exportadora, atua em dois países desse continente, no Brasil e nos Estados Unidos. Como exceção tem-se a Espanha e Portugal, onde os fornecedores de matérias-primas minerais são constituídos, na sua maior parte, por empresas de pequeno e médio porte (COOPE, 1979; SKILLEN, 1995).

Outra característica dos produtores europeus é produzir mais de uma substância mineral. Para exemplificar, verifica-se que a ECC e a WBB produzem caulim e *ball clay* e a Amberger e a Dorfner lavram caulim, feldspato e sílica. Existem associações para operações em nível internacional entre vários produtores dos mesmos bens minerais (COOPE, op. cit.; SKILLEN, op. cit.).

Existe uma parceria muito forte entre os produtores de matérias-primas cerâmicas e os consumidores europeus, que pode ser bem demonstrada pela criação de centrais de matérias-primas, que estão evoluindo para verdadeiras centrais de preparação de corpos cerâmicos, suprimindo a massa cerâmica pronta.

Desde 1977 vêm sendo operadas várias centrais de matérias-primas na Inglaterra (COOPE, op. cit.). Na Alemanha e Itália, há mais de dez anos existem fornecedores de argilas padronizadas (seca ou em forma de polpa), centrais de preparação de massa e até centrais de corpos cerâmicos, junto aos principais centros cerâmicos. Com esse sistema é possível fabricar-se produtos com uma grande constância e a um menor custo, principalmente para os fabricantes de pequeno porte. Há também vantagens para os grandes fabricantes que utilizam o processo de moagem por via seca das matérias-primas, via centrais de matérias-primas (FIEDERLING-KAPTEINAT et al., 1989).

Não é uma prática comum, na maioria das indústrias cerâmicas, abastecer-se de matérias-primas diretamente ou através de subsidiárias. Na Europa, o fabricante de revestimentos cerâmicos usa a matéria-prima de fornecedores, já beneficiada, dentro das especificações de qualidade e homogeneidade bem

definidas. Como exceções a essa regra pode-se apontar o grupo cerâmico italiano Pozzi-Ginori, grande produtor de matérias-primas através de sua subsidiária a Italmineraria, e o grupo cerâmico alemão Rosenthal, sócio do maior produtor de caulim cerâmico da Espanha, a empresa Microprocesa (SKILLEN, 1995).

### 3.2 Estrutura produtiva nacional

O Brasil, com a sua extensão territorial (8,5 milhões de km<sup>2</sup>) e sua diversidade geológica, é possuidor de uma grande dotação mineral, situando-se entre os países que possuem os maiores potenciais como: Rússia, Estados Unidos, Canadá, China e Austrália. Ocupa uma posição de destaque em termos mundiais em nível de reservas demonstradas, nos seguintes minerais: nióbio, caulim, grafita, bauxita, fluorita, vermiculita, ferro, magnesita, cassiterita e níquel. A participação do Brasil em termos de reservas e sua posição em termos mundiais são descritas na Tabela 3.1.

Apesar de possuir essa expressiva dotação mineral, no Brasil a mineração representa uma pequena contribuição na formação do produto interno bruto (PIB) - cerca de 2,4%, em 1993, e de 2% em 1994 - mesmo comparando-se com outros países da América Latina, onde essa indústria tem uma maior presença na formação do PIB. Vale ressaltar que esse percentual não representa a realidade, uma vez que existe uma grande parcela de produção informal,<sup>1</sup> localizada, principalmente, no setor de materiais de construção, ouro e pedras preciosas. Estima-se que a produção informal na mineração chegue a U\$ 2 bilhões/ano (SOUZA, J.M., 1995). A contribuição do setor mineral na formação do PIB nacional ascende a 33% quando se agrega a ela a transformação dos seus bens primários em metais e ligas, cimento, vidro, fertilizantes, revestimentos cerâmicos, refratários, compostos químicos, etc. (BRASIL, 1996a).

---

<sup>1</sup> Deve-se salientar que o PIB brasileiro é da mesma forma subestimado em função da economia informal, que alguns especialistas estimam em 40% da formal.

**Tabela 3.1**  
**Principais Reservas Minerais Brasileiras**

(Milhares de toneladas)

MINERAIS	BRASIL	MUNDO	Part.(%)	Posição
Amianto	3.014	58.014	5,0	ND
Bauxita	2.800.000	22.995.000	12,2	3 <sup>o</sup>
Carvão Mineral	32.279.000	9.793.344.000	0,3	ND
Caulim	1.697.909	12.000.000	14,1	2 <sup>o</sup>
Cobre <sup>1</sup>	11.916	587.016	2,0	ND
Cromo <sup>2</sup>	6.900	3.020.400	0,2	ND
Estanho <sup>1</sup>	619	8.219	7,5	6 <sup>o</sup>
Ferro	19.000.000	230.000.000	8,3	5 <sup>o</sup>
Fluorita	36.000	319.000	11,3	3 <sup>o</sup>
Fosfato	300.000	33.910.000	0,9	ND
Grafita	39.000	380.000	10,3	2 <sup>o</sup>
Gipsita	677.575	ND	-	ND
Manganês	80.000	4.725.000	1,6	ND
Magnesita <sup>3</sup>	180.000	3.510.000	5,1	5 <sup>o</sup>
Nióbio <sup>4</sup>	4.559	5.158	88,3	1 <sup>o</sup>
Níquel	6.050	116.060	5,2	7 <sup>o</sup>
Ouro	800	42.000	1,9	ND
Potássio <sup>5</sup>	308	16.233.334	1,9	ND
Prata	1.038	419.000	0,2	ND
Talco	178.000	ND	-	ND
Vermiculita	17.000	200.000	8,5	3 <sup>o</sup>
Zinco <sup>1</sup>	5.000	330.000	1,5	ND
Zircônio	1.982	59.082	3,4	ND

Notas: <sup>1</sup> Metal contido; <sup>2</sup> Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contido; <sup>3</sup> MgO contido; <sup>4</sup> Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contido; <sup>5</sup> K<sub>2</sub>O contido.  
Fonte: BRASIL, 1994.

Segundo MACHADO (1995), esse fato deve-se a dois fatores: a sua economia diversificada (importante indústria de transformação, agricultura bastante desenvolvida e setor de serviços em crescimento) e a insuficiência de petróleo, que contribui para baixar a sua produção mineral. CROWSON (1995), comparando a economia mineral do Brasil com a da Austrália, que possui um território 10% menor que o Brasil, e com o Canadá, que é 17% maior, concluiu que o valor da produção brasileira é muito menor que a dos países citados.

O setor mineral brasileiro produz mais de 67 substâncias minerais, ocupando uma posição de destaque em termos mundiais, nos metálicos: nióbio, ferro, estanho, alumínio, manganês e níquel; nos industriais: amianto, grafita, fluorita, magnesita, rochas ornamentais, talco, caulim e quartzo, tanto do ponto de vista de reservas quanto no volume de produção (BRASIL, 1996a).

Na Tabela 3.2 estão indicadas as produções dos principais minerais industriais no período 1993-95, podendo-se verificar que dos nove minerais industriais listados somente dois apresentaram diminuição na produção. O fosfato, devido à falta de crédito com juros baixos para compra de fertilizantes, e a gipsita, que é grandemente influenciada pela atividade da indústria de construção, a qual apresentou índices negativos de crescimento, e pelo alto custo de transporte das regiões produtoras aos centros consumidores.

**Tabela 3.2**  
**Produção Mineral Brasileira - 1993 - 1995**

Substância	(Toneladas/ano)			
	1993	1994(e)	1995(p)	95/94%
Bauxita	9.400.000	8.673.000	11.370.000	31,0
Cobre <sup>1</sup>	43.568	39.674	49.000	23,5
Cromo <sup>2</sup>	127.000	149.000	175.000	17,4
Estanho <sup>1</sup>	27.000	22.500	22.370	(0,6)
Ferro	150.000.000	168.000.000	186.000.000	10,7
Manganês <sup>3</sup>	1.837.000	2.100.000	2.390.000	13,8
Nióbio <sup>4</sup>	10.010	15.240	23.890	56,7
Níquel <sup>5</sup>	15.705	16.507	15.676	(5,1)
Ouro	69	70	72	2,8
Zinco	183.393	187.304	183.033	(2,3)
Amianto	185.000	192.000	208.000	8,3
Caulim	900.000	953.000	1.000.000	4,9
Feldspato	145.000	205.000	ND	-
Fosfato <sup>3</sup>	3.419.000	3.937.000	3.590.000	(8,9)
Fluorita	92.000	81.000	82.000	1,2
Gipsita	874.000	789.000	780.000	(1,2)
Magnesita <sup>3</sup>	232.000	280.000	282.000	0,7
Rochas Ornamentais	1.821.000	1.977.000	2.000.000	1,1
Talco	480.000	508.000	ND	-
Carvão	4.581.000	5.122.000	5.173.000	0,9
Gás Natural <sup>6</sup>	7.355	7.756	8.115	4,6
Petróleo <sup>7</sup>	37.329	38.766	40.880	5,4

Fonte: Ferraz et al, 1996.

Notas: (e) Estimado, (p) Previsto; <sup>1</sup> Metal contido; <sup>2</sup> Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contido; <sup>3</sup> Concentrado ou beneficiado; <sup>4</sup> Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contido; <sup>5</sup> Níquel eletrolítico e metal contido em ligas de ferro-níquel; <sup>6</sup> Milhões de m<sup>3</sup>; <sup>7</sup> Milhares de m<sup>3</sup>.

Segundo O'DRISCOLL (1992) e CROWSON (1995), em face da sua dotação mineral o Brasil deveria ocupar uma melhor posição, tanto em termos de produção, quanto de sua participação no comércio externo.

Em 1994, a indústria mineral brasileira contribuiu com 25% das exportações totais, representando US\$ 10,9 bilhões e a indústria extrativa com US\$ 2,7 bilhões, cerca de 6%. A participação dos minerais industriais foi bastante significativa, atingindo um montante de US\$ 1.107 milhões (KULAIF, 1996). As primeiras estimativas para 1995 indicam um aumento substancial nas exportações, cujos números são mostrados na Tabela 3.3.

**Tabela 3.3**  
**Exportação Mineral Brasileira - 1995<sup>1</sup>**

<b>Produto</b>	<b>Quantidade (t)</b>	<b>Valor (Mil US\$)</b>
<b>Metálicos</b>		
Ferro	131.000.000	2.519.000
Bauxita	5.035.000	122.263
Manganês	368.575	14.493
<b>Não-metálicos</b>		
Amianto	34.961	14.780
Caulim	576.463	56.737
Grafita	3.693	2.254
Granito	ND	80.000
Magnesita	15.076	21.874
Mármore	ND	2.000
Sal	129.793	2.022
<b>Semi-elaborados</b>		
Aço	12.314.000	3.913.460
Alumínio	800.654	1.513.287
Estanho	10.190	58.295
Cobre	74.019	230.392
Silício metálico	115.288	139.519
Ferro-cromo	25.844	17.274
Ferro-nióbio	20.200	161.029
Fertilizantes Fosfáticos	67.116	16.705

Fonte: Ferraz, et al. 1996.

<sup>1</sup> Estimada.

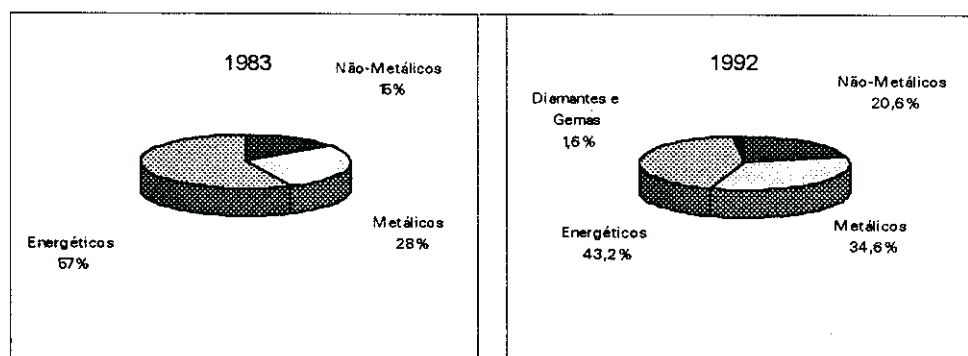
A produção mineral brasileira vem apresentando taxas positivas de crescimento nos últimos 10 anos, maiores que as observadas em outros setores da economia, com exceção do ano de 1988. O setor de minerais industriais vem apresentando índices de crescimento ainda maiores que aqueles verificados na indústria mineral, como um todo, excetuando os anos de 1983 e de 1990.

**Tabela 3.4**  
**Importância do Brasil em Relação aos Principais Minerais Industriais**

Bem Mineral	Reservas		Produção	
	Posição Mundial	Participação	Posição Mundial	Participação (%)
Amianto	7º	5,0	5º	7,1
Caulim	2º	14,1	4º	4,2
Diamante	ND	ND	7º	0,7
Fluorita	6º	2,5	6º	2,2
Grafita	2º	12,8	4º	3,9
Lítio	ND	1,6	5º	5,5
Talco	ND	ND	6º	5,5
Magnesita	5º	5,2	5º	11,9
R. Ornamentais	ND	ND	7º	5,0
Vermiculita	3º	8,5	-	3,5

Fonte: Brasil, 1996b.

Apesar de sua importância econômica na produção mineral brasileira, a indústria de minerais industriais ainda carece de um maior detalhamento das estatísticas. Pelos dados oficiais disponíveis para 1992, essa indústria atingiu um montante de US\$ 2,0 bilhões, equivalente a 20,6% da produção mineral brasileira. Conforme citado anteriormente, esse setor apresenta uma grande parcela de produção informal, principalmente nos materiais de aplicação na construção civil, estimando-se que, com a incorporação dessa produção informal, ter-se-ia um acréscimo de 50% na produção total (SOUZA, J.M., 1995).



**Figura 3.1 Evolução da Produção Mineral - 1983 - 1992**

Fontes: Cavalcanti et al., 1994; Ciminelli et al., 1995, adaptado.

Os minerais industriais, apesar de terem aumentado a sua participação na produção mineral, de 15% em 1983 para 20,6% em 1992, estão ainda muito distantes da posição em que estava localizado o grupo metálico, com 34,6% em



1993. Vale salientar que nos países desenvolvidos a produção dos minerais industriais ultrapassa à dos metálicos, tanto em volume quanto em valor.

Embora o Brasil seja atualmente auto-suficiente na maioria dos minerais industriais, em termos de reserva, com exceção do enxofre, o mesmo não se dá quando se analisa o consumo aparente, onde se pode verificar que, das 18 substâncias listadas no Quadro 3.2, seis são *insuficientes* ( enxofre, fosfato, potássio, titânio, vermiculita e zircônio).

**Quadro 3.2**  
**Classificação dos Principais Minerais Industriais - 1992**

Substância	Reserva/Produção	Produção/Consumo Aparente
Amianto	Suficiente	Excedente
Barita	Abundante	Suficiente
Berilo	Abundante	Excedente
Caulim	Abundante	Excedente
Enxofre	<i>Carente</i>	<i>Insuficiente</i>
Feldspato	Abundante	Suficiente
Fluorita	Abundante	Excedente
Fosfato	Abundante	<i>Insuficiente</i>
Gipsita	Abundante	Suficiente
Grafita	Abundante	Excedente
Lítio	Abundante	Excedente
Magnesita	Abundante	Excedente
Potássio	Abundante	<i>Insuficiente</i>
Quartzo	Abundante	Excedente
Talco	Abundante	Excedente
Titânio	Abundante	<i>Insuficiente</i>
Vermiculita	Abundante	<i>Insuficiente</i>
Zircônio	Abundante	<i>Insuficiente</i>

*Fonte:* Calaes, 1995, adaptado.

Com o crescimento do PIB a taxas da ordem de 5% ao ano, adotado no Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral - 1994, novos investimentos, tanto em pesquisa mineral quando na produção, devem ser feitos, de modo a atender o consumo projetado e eventualmente produzir excedentes para exportação. Foram estimados, até o ano 2010, investimentos da ordem de U\$ 35 bilhões, sendo U\$4 bilhões em pesquisa mineral e U\$ 31 bilhões em projetos de implantação, expansão, manutenção ou retomada da capacidade



de produção. Na Tabela 3.5 são indicados os investimentos requeridos para os minerais industriais nas atividades de lavra e tratamento.

**Tabela 3.5**  
**Demanda e Investimentos Projetados para o ano 2010**

SUBSTÂNCIA	Quantidade Demandada (t)	Investimentos em Lavra (U\$ Milhões)
Amianto	569.700	602,7
Barita	73.300	4,8
Caulim	2.000.000	247,9
Cimento(calcário)	54.100.000	4.396,1
Enxofre	3.800.000	-
Feldspato	296.200	13,4
Fosfato	10.700.000	1.218,8
Fluorita	11.760	49,3
Gipsita	2.400.000	36,6
Grafita	137.100	168,3
Magnesita	1.000.000	325,1
Potássio <sup>1</sup>	2.900.000 <sup>1</sup>	3.436,4
Rochas Ornamentais	15.000.000	-
Talco	1.700.000	109,8
Titânio <sup>2</sup>	703.400 <sup>2</sup>	89,7
Vermiculita	41.800	24,9
Zircônio	54.100 <sup>1</sup>	0,8
<b>Subtotal minerais industriais</b>		<b>10.672,3</b>
Ferro	391.300.000	3.387,8
Alumínio <sup>3</sup>	3.200.000	602,7
Ouro <sup>3</sup>	100	2.259,6
Cobre <sup>3</sup>	839.800	1.663,5
Outros Metálicos	-	3.696,5
<b>Subtotal minerais metálicos</b>		<b>11.609,2</b>
<b>Carvão</b>	<b>39.100.000</b>	<b>3.753,0</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>26.034,7</b>

Fonte: Brasil, 1994 (Plano Plurianual), adaptado.

Notas: <sup>1</sup> óxido; <sup>2</sup> ilmenita; <sup>3</sup> metal.

Na opinião de SALOMÃO (1995), os minerais industriais são de extrema importância para o Brasil, uma vez que, com o crescimento continuado da economia, como é previsto, deverá haver uma carência destes bens,

principalmente em relação à qualidade com que atualmente são produzidos, em que pese os investimentos programados.

**Tabela 3.6**  
**Importação Mineral Brasileira (Principais Minerais Industriais) - 1993-1995**

(Unid.: US\$ 1.000)

Substância	Bens primários			Manufaturado			TOTAL		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995
Barita	822	49	115	771	766	1.025	1.593	815	1.140
Caulim	780	927	1.012	-	-	-	780	927	1.012
Diatomita	1.987	1.089	2.250	-	-	-	1.987	1.089	2.250
Feldspato <sup>1</sup>	80	53	1.329	-	-	-	80	53	1.329
Fluorita	296	3	1.683	-	-	-	296	3	1.683
Gipsita	272	332	3.849	-	-	-	272	332	3.849
Lítio	38	-	8	264	159	132	302	159	140
Magnesita <sup>2</sup>	11	-	0,756	6.744	6.983	9.343	6.755	6.983	9.343
Mica <sup>3</sup>	1.928	1.840	2.340	-	-	-	1.928	1.840	2.340
Talco	571	842	2.788	-	-	-	571	842	2.788
Zircônio <sup>4</sup>	3.370	2.850	4.280	4.287	2.175	2.956	7.657	5.025	7.236

Fonte: Brasil, 1996b.

Notas: <sup>1</sup>US\$ FOB; <sup>2</sup> Magnesita calcinada; <sup>3</sup> Produtos de moscovita; <sup>4</sup> Zirconita e badaleita.

O feldspato é um exemplo desses minerais que, a curto prazo, deve apresentar problemas de abastecimento, uma vez que a produção projetada para 2010, sendo de 296.000 t/ano, não atende ao consumo do setor cerâmico, funcionando com a sua capacidade instalada, em 1993, para a qual foi estimado um consumo potencial desse mineral em 350.000 t/ano. Tal consumo foi calculado sem levar em consideração as ampliações previstas, conforme os dados que serão apresentados na Tabela 3.13, que mostra a estimativa de consumo potencial de minerais industriais pelo setor cerâmico no Brasil, efetuada em 1993 pela Associação Brasileira de Cerâmica - ABC, em pesquisa efetuada sobre os Minerais Industriais e o Mercado Consumidor Cerâmico (PAULO ABIB ENGENHARIA, 1994).

As Tabelas 3.6 e 3.7 mostram que o feldspato apresentou, em 1995, um déficit no comércio internacional, pois nesse ano foram importadas 16.875 t e exportadas tão-somente 4 t que, em termos monetários, representam um saldo negativo de US\$ 1.316.205,00, ou seja, aproximadamente 10% do montante previsto para investimentos em lavra dessa substância mineral, conforme a Tabela 3.7.

**Tabela 3.7**  
**Comércio Brasileiro de Feldspato -1991-1995**

A N O	Exportação		Importação		Saldo	
	Quant. (t)	Valor US\$/FOB	Quant. (t)	Valor US\$/FOB	Quant. ( t )	Valor US\$
1991	3.161	220.000	2	22.801	3.159	197.199
1992	2.114	182.189	77	43.501	2.037	138.688
1993	2.511	186.909	225	80.239	2.286	106.670
1994	1.054	86.508	72	53.415	982	33.093
1995	4	203	16.875	1.329.408	-16.871	-1.316.205

Fonte: Brasil, 1996.

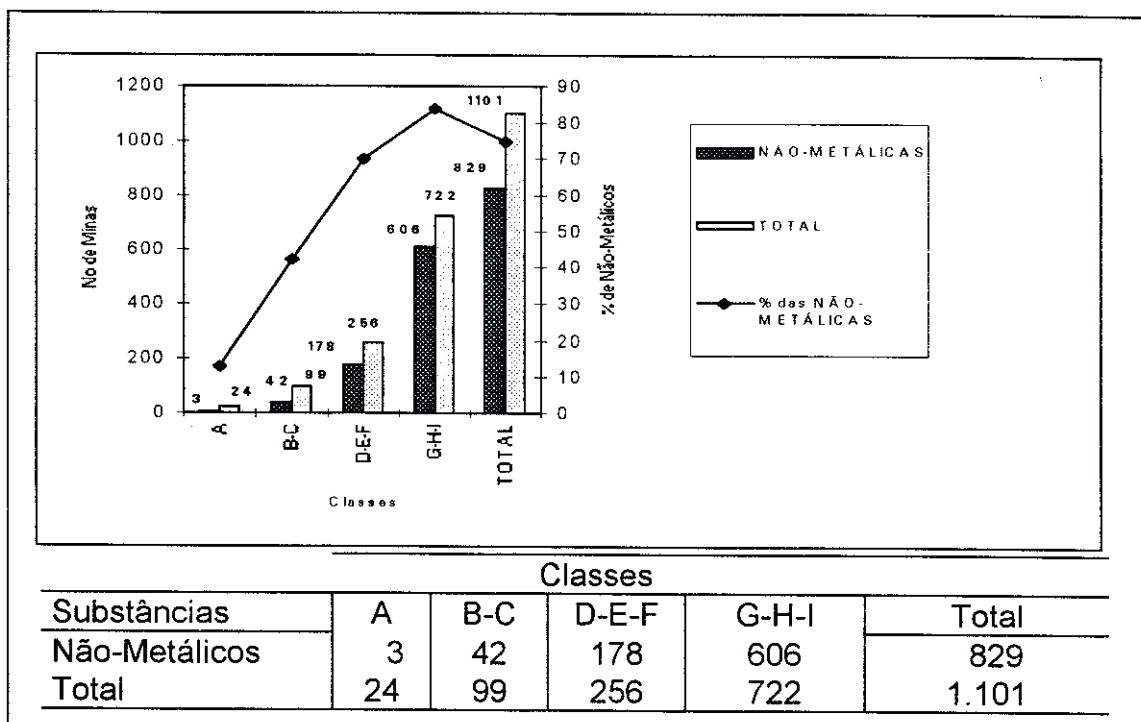
A empresa norte-americana Feldspar Corporation, responsável principal pelas importações em 1995, está estudando a viabilidade de produzir 100.000 t/ano de feldspato no estado de São Paulo, em associação com uma empresa produtora de cerâmica. Os investimentos na lavra e beneficiamento estão orçados entre U\$ 6 e 8 milhões de dólares e pretende-se exportar parte da produção (BRAZIL..., 1996; NOVOS..., 1996).

O levantamento sobre o Universo da Mineração Brasileira, efetuado pela CPRM por solicitação da revista *Minérios*, baseado nos dados disponíveis no DNPM, referentes ao ano de 1992, onde as minas foram classificadas segundo o seu nível de produção,<sup>2</sup> é apresentado na Figura 3.2 (O UNIVERSO...,1995). Verifica-se que das 1.101 minas brasileiras em atividade, que atenderam ao limite

<sup>2</sup>Critério de classificação

Classes	Produção Bruta (ROM t/ano)
A	Maior que 3.000.000
B-C	Mais de 500.000 até 3.000.000
D-E-F	Mais de 100.000 até 500.000
G-H-I	Mais de 10.000 até 100.000

mínimo de produção bruta, os minerais não-metálicos estão representados por 829 empresas, isto é, aproximadamente 75% do universo levantado.



**Figura 3.2 Classificação das Minas pela Produção Bruta Anual (t/ano)-1992**

Fonte: Ciminelli, 1995, adaptado.

### 3.2.1 Estrutura produtiva das matérias-primas para a indústria cerâmica

Na Tabela 3.8 estão listadas as minas das principais matérias-primas utilizadas no setor cerâmico, dentro do critério acima estipulado, onde se verifica que totalizam 660, ou seja: 60% do universo estudado e 91% das classificadas como não-metálicas.

Vale ressaltar que o critério acima não é totalmente apropriado para um estudo das minas de minerais não-metálicos, pois em sua maioria são constituídas de empresas que apresentam uma produção abaixo de 10.000 t/ano. Outro ponto que deve ser lembrado é que esse levantamento, obedecendo ao critério citado, cobriu menos de 25% das minas oficialmente registradas no DNPM, que são cerca

de 4.500, aí incluídas as paralisadas (BARBOSA, 1995b). Segundo esse autor, as pequenas e médias empresas de mineração, em operação, operam cerca de 1.096 minas, sendo 7% constituídos de minas metálicas e o restante de não-metálicas, assim distribuídas: 52% minas para materiais de construção e 36% para outros minerais industriais.

**Tabela 3.8**  
**Classificação das Minas Produtoras de Matérias-Primas Cerâmicas - 1992**

SUBSTÂNCIAS	CLASSES				TOTAL
	A	B-C	D-E-F	G-H-I	
Areia	-	-	7	86	93
Argila	-	-	8	66	74
Argila Refratária	-	-	1	19	20
Barita	-	-	-	2	2
Bauxita Refratária	-	-	3	21	24
Calcário	-	31	94	210	335
Calcita	-	-	1	2	3
Caulim	-	1	2	18	21
Conchas Calcárias	-	-	3	5	8
Dolomita	-	-	8	18	26
Feldspato	-	-	1	1	2
Gipsita	-	-	2	15	17
Leucita	-	-	-	1	1
Lítio (Espodumênio)	-	-	-	1	1
Magnésio (Magnesita)	-	1	2	5	8
Pirofilita	-	-	-	1	1
Quartzito	-	-	2	7	9
Quartzo	-	-	-	1	1
Talco	-	-	-	10	10
Titânio (Anatásio)	-	-	1	-	1
Titânio (Ilmenita)	-	-	-	1	1
Titânio (Rutilo)	-	-	-	1	1
Zircônio	-	-	-	1	1
Total Matérias-Primas Cerâmicas	0	33	135	492	660
<b>T O T A L G E R A L</b>	<b>24</b>	<b>99</b>	<b>256</b>	<b>722</b>	<b>1.101</b>

Fonte: O universo..., 1995, adaptado.

De um modo simplificado, a configuração geral do setor de produção de minerais industriais no país pode ser assim resumida:

a) poucas empresas gerenciadas por grandes grupos, mantendo o controle de jazidas e do comércio de bens minerais importantes;

b) poucas empresas de porte médio, que atuam em campos específicos, mantendo o controle de jazidas e fatias de mercado;

c) grande número de pequenos produtores, que concentram suas atividades na exploração rudimentar de jazidas minerais.

Segundo CIMINELLI (1995), a participação dos minerais industriais nas 100 maiores empresas de mineração, em 1994, foi de 50% e foi responsável por 22% do faturamento global. A participação das 100 maiores no valor da produção dos principais minerais industriais é apresentada na Tabela 3.9.

**Tabela 3.9**  
**Participação das 100 Maiores Empresas**  
**nos Principais Minerais Industriais**

Participação no Valor da Produção	Bem Mineral
100%	Amianto, Fertilizantes Potássicos, Grafita, Magnesita, Sal-gema, Titânio e Zirconita
99-90%	Rochas Fosfáticas e Caulim
89-70%	Diatomita
69-50%	Calcário e Fluorita
49-25%	Pedras britadas, Sal Marinho e Talco
Menos de 25%	Areia, Argila, Barita, Gipsita

*Fonte: Ciminelli, 1995.*

Observa-se, portanto, nessa configuração, que grande parte dos minerais utilizados nos revestimentos cerâmicos, isto é argilas, caulim, feldspato, talco, etc., é produzida por pequenas empresas, não havendo uma produção concentrada em empreendimentos de tamanho adequado, de modo a permitir uma economia de escala, mais apta ao desenvolvimento tecnológico e diminuindo a vulnerabilidade do setor consumidor.

Na Tabela 3.8 foram listadas apenas duas minas como produtoras de feldspato, ambas de pequeno porte, enquanto que a Tabela 3.10 mostra a distribuição das 38 minas de feldspato por região e por nível de produção, com

concessão de lavra pelo DNPM, indicando claramente que o critério de classificação utilizado não identificou várias minas cuja produção estava abaixo de 10.000 t/ano. A produção oficial de feldspato, em 1994, alcançou 205.000 t, porém não incluiu a produção garimpeira, que era estimada em 30% da oficial (BEZERRA et al., 1994). Esse autor verificou que, em 1990, os estados de São Paulo e de Minas Gerais concentraram 50% da produção, enquanto o Nordeste e a Região Sul complementaram a oferta nacional.

**Tabela 3.10**  
**Minas de Feldspato por Região e Faixa de Produção - 1990**

(Toneladas/ano)

REGIÃO	FAIXA DE PRODUÇÃO				Total
	Menos de 500	501 a 5.000	5.001 a 10.000	Mais de 10.000	
Sudeste	7	18	3		28
Nordeste	-	3	2		5
Sul	1	4	-		5
Total	8	25	5		38

Fonte: Bezerra et al., 1994.

A Região Sudeste, no mesmo ano, concentrava 86% das concessões de lavra e nela estavam instaladas as principais usinas de beneficiamento, moagem e classificação, que adquirem o feldspato, além de produzir parte do material, e fornecendo ao consumidor final, dentro das especificações exigidas, granulometria, especificações químicas e mineralogia. A Região Nordeste possui três unidades de beneficiamento, localizadas no estado da Paraíba.

**Tabela 3.11**  
**Empresas de Caulim Beneficiado- 1990**

(Toneladas/ano)

REGIÃO	FAIXA DE PRODUÇÃO					Total
	Menos 5.000	5.000 a 10.000	10.000 a 50.000	50.000 a 100.000	Mais de 100.000	
Norte					1	1
Nordeste	3		1			4
Centro-Oeste						
Sudeste	7		7	1	1	16
Sul	2	1				3
Total	12	1	8	1	2	24

Fonte: Bezerra et al., op. cit.

A Tabela 3.8 lista 21 minas pertencentes a 16 empresas produtoras de caulim assim distribuídas, de acordo com a produção ROM: uma de pequeno porte, localizada no Amapá; seis em Minas Gerais; três no Paraná; três no Rio Grande do Sul; uma em Santa Catarina, todas de pequeno porte e sete em São Paulo, sendo duas de médio porte. A Tabela 3.11 mostra a distribuição de empresas produtoras de caulim por região e por produção alcançada, em 1989. Verifica-se que dessas 13 empresas, que produzem até 10.000 t/ano, oito estão na faixa de 10.000 a 50.000 t/ano e as duas restantes com capacidade acima de 50.000 t/ano de caulim beneficiado.<sup>3</sup>

O talco é contemplado com 10 minas de pequeno porte pertencentes a oito empresas analisadas no estudo do Universo da Mineração Brasileira, estando assim distribuídas: seis no estado do Paraná, três em São Paulo e uma na Bahia.

**Tabela 3.12**  
**Nº de Produtores e Participação na Produção pelos**  
**Produtores de Maior Porte no Estado de São Paulo**

Substância	Nº total de Produtores	Grandes Quantidades	(%) da Prod. Grandes Produt.
Areia e quartzito industrial	33	2	70
Argila para cerâmica vermelha e revestimento	600	50	28
Argila refratária	20	1	40
Caulim	25	2	75
Bauxita	6	(méd./peq.)	-
Feldspato	16	pequeno	-
Filito	25	3	40
Talco	2	1	90

*Fonte:* Ruiz, 1993, adaptado.

Um exemplo significativo é o estado de São Paulo, que ocupa o primeiro lugar na produção dos minerais industriais, onde a lavra das matérias-primas cerâmicas é efetuada, em sua maior parte, por empresas de pequeno a médio porte. A Tabela 3.12 mostra a situação da produção dos minerais que são utilizados no setor cerâmico, onde é indicado o número de produtores por substância e o percentual de participação na produção.

<sup>3</sup>BORDONALLI (1995) estudou o potencial técnico e econômico do caulim, porém não deu ênfase no seu consumo na indústria cerâmica.



Como consequência desse cenário acima, o setor de minerais industriais no Brasil apresenta características marcadas pelas condições rudimentares de lavra e tratamento mineral dos pequenos produtores. Essas atividades são desenvolvidas em parte considerável por produtores, com mentalidade gerencial ultrapassada, com pouca ou quase nenhuma tecnologia agregada, aspectos estes incompatíveis com as exigências ambientais, tecnológicas e de mercado das indústrias de transformação subseqüentes (PEREIRA, 1993). Conforme detalhado anteriormente o segmento cerâmico, detentor de alta tecnologia de fabricação tem o seu suprimento efetuado por esses produtores.

**Tabela 3.13**  
**Estimativa de Consumo Potencial de Minerais**  
**Industriais no Setor Cerâmico Brasileiro - 1993**

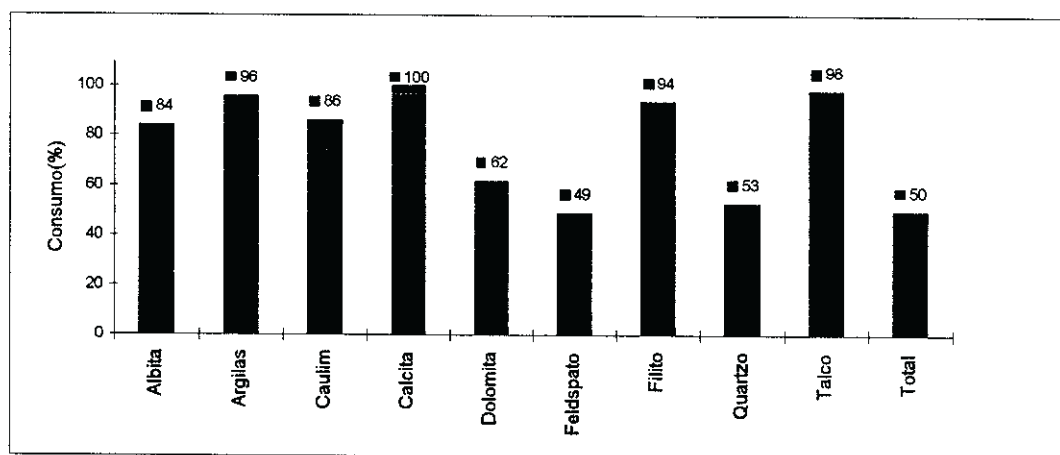
(t/ano)

Insumos	Segmento Cerâmico							
	Revesti- mentos	Louças Sanitárias	Louças de Mesa	Porcelanas Elétricas	Fritas Cerâmicas	Vidros	Total	
Albita	9.360	720	-	-	1.080	-	11.160	
Argilas	927.600	28.800	7.248	7.560	-	-	971.208	
Areia	7.200	-	-	-	-	1.668.000	1.672.200	
Caulim	326.400	30.000	8.340	7.560	7.200	-	379.500	
Calcário	-	-	-	-	-	216.000	216.000	
Calcita	162.000	1.200	864	-	10.800	-	174.864	
Dolomita	162.000	1.200	252	-	1.080	96.000	164.532	
Feldspato	168.000	12.000	6.840	10.800	10.800	132.000	340.440	
Fillito	492.000	30.600	-	3.024	-	-	525.624	
Granito	-	42.840	1.800	-	-	-	44.640	
Quartzito	-	-	-	-	28.800	-	345.600	
Quartzo	36.000	7.560	7.248	10.800	6.000	-	67.608	
Talco	155.952	-	540	756	1.080	-	158.328	
<b>Total por</b>								
<b>Segmento</b>	t/ano	2.446.512	154.920	33.132	40.500	66.840	2.112.000	4.853.904
	Part.	50,4%	3,2%	0,7%	0,8%	1,4%	43,5%	-

Fonte: Paulo Abib Engenharia SA, 1994.

A Tabela 3.13 indica a estimativa de consumo potencial de minerais industriais no setor cerâmico brasileiro, onde dois segmentos se destacam: o dos

revestimentos cerâmicos, participando com 50,4% do consumo, e dos vidros, com 43,5%, ambos totalizando 93,9% do setor. Nesse setor, as louças sanitárias e os revestimentos cerâmicos são os que utilizam o maior número de substâncias minerais. Sendo que os revestimentos cerâmicos, conforme mostra a Figura 3.3, são responsáveis pelo consumo de 100% da calcita, 98% do talco, 96% das argilas, 94% do filito, 86% do caulim, 84% da albita, 62% da dolomita, 53% de quartzo e 50% de feldspato. Deve-se ressaltar que 95% das fritas cerâmicas são consumidas nos revestimentos cerâmicos (ANUÁRIO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 1993).



**Figura 3.3 Participação dos Revestimentos Cerâmicos no Consumo Potencial do Setor Cerâmico Brasileiro**

Fonte: Paulo Abib Engenharia, 1994, adaptado.

Como se verifica pelos números descritos, o segmento dos revestimentos cerâmicos desempenha um papel de extrema importância no consumo dos minerais industriais, principalmente pelo volume e pela variedade de substâncias minerais utilizadas. Em face da tendência crescente de aumento da produção de revestimentos cerâmicos, no Brasil e no mundo, os produtores de minerais industriais devem estar aptos para atendimento às especificações estipuladas para essas matérias-primas e às exigências de qualidade desse importante consumidor.

Levantamento efetuado por SINTONI (1994)<sup>4</sup> mostra que o estado de São Paulo consome 52 diferentes bens minerais, mas só produz 27, nesses últimos incluídos o diamante e a bentonita, sem levar em consideração os minerais metálicos e energéticos com função de não-metálicos e a água mineral. Esse autor apresenta os bens minerais utilizados no setor cerâmico, divididos em três grupos, definindo em cada um a participação paulista na produção.

**Tabela 3.14**  
**Grupo I - Bens Minerais cujo Abastecimento se faz com Predominância da Produção Paulista**

Bem Mineral	Participação no consumo(%)	Fontes de abastecimento
Argila	68,9	SP, MG, PI
Calcário	0,3	SP, MG
Filito	80,0	SP
Quartzito	7,6	SP, MG

*Fonte:* Sintoni, 1994, adaptado.

As tabelas 3.14, 3.15 e 3.16 apresentam esses grupos onde são listadas as 13 principais substâncias minerais aplicadas na indústria cerâmica, indicando a participação desse setor no consumo paulista de cada bem mineral. Dessas 13 substâncias, o estado de São Paulo só tem predominância na produção em quatro: argila, calcário, quartzito e filito, esse último produzido totalmente no território paulista, conforme foi mostrado na Tabela 3.14.

**Tabela 3.15**  
**Grupo II - Bens Minerais em cujo Abastecimento a Produção Paulista Participa Minoritariamente**

Bem Mineral	Participação no consumo(%)	Fontes de abastecimento
Calcita	1,7	ES
Caulim	33,2	SP, MG, AP
Feldspato	52,9	SP, MG, BA, PB
Quartzo	4,4	MG
Talco	71,0	SP, PR

*Fonte:* Sintoni, 1994, adaptado.

<sup>4</sup> Este levantamento foi baseado no trabalho pioneiro sobre o mercado consumidor paulista (SÃO PAULO, 1981).

Verifica-se na Tabela 3.15 que o feldspato consumido no setor cerâmico (52,9% do total), é em parte produzido localmente e o restante é proveniente dos estados de Minas Gerais, Bahia e Paraíba. A calcita e o quartzo são provenientes, respectivamente, dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais. O caulim depende de outros estados, aí incluído o estado do Amapá.

**Tabela 3.16**  
**Grupo III - Bens Minerais não Produzidos no Território Paulista, cujo Abastecimento é feito por outros Estados**

Bem Mineral	Participação no consumo(%)	Fontes de abastecimento
Leucita	100	MG
Sílex	100	MS
Ágata	20,0	RS
Zirconita	2,0	RJ, Exterior

*Fonte:* Sintoni, 1994, adaptado.

Finalmente tem-se aqueles minerais que são totalmente produzidos fora do estado de São Paulo, sendo que dois só são consumidos no setor cerâmico: a leucita proveniente de Minas Gerais e o sílex de Mato Grosso do Sul. A zirconita é parcialmente proveniente do exterior. O citado autor não listou os boratos, que são utilizados nos esmaltes e vidrados, que são também importados.

**Tabela 3.17**  
**Processos junto ao DNPM no estado de São Paulo**  
Dezembro 1993

Substância	Req. de Pesquisa	Licença	Concessão
Água Mineral	386	-	109
Areia	506	1.804	77
Argila	946	410	152
Brita	1.390	-	100
Calcário	435	72	233
Caulim	262	-	47
Feldspato	136	-	25
Filito	153	-	23
Migmatito	32	-	-
Quartzito	115	-	35
Quartzo	103	-	14
Talco	35	-	12
Turfa	177	-	9
<b>Total</b>	<b>4.676</b>	<b>2.286</b>	<b>836</b>

*Fonte:* Valverde, 1995.

O número de processos referentes ao estado de São Paulo junto ao DNPM, em dezembro de 1993, totalizava 7.798, sendo 4.676 na fase de requerimento de pesquisa, 2.286 no regime de licenciamento e 826 com concessão de lavra. Na Tabela 3.17 são apresentados os dados por bem mineral, ressaltando que, em princípio, as matérias-primas minerais, utilizadas na produção de revestimentos cerâmicos, não podem ser produzidas pelo regime de licenciamento.

Em face da quantidade de processos na fase de pesquisa (4.676) e em fase de lavra (836) , torna-se difícil o surgimento de novos empreendimentos minerais que poderiam suprir parte das necessidades do segmento cerâmico de São Paulo, diminuindo o preço com a redução da participação do componente de custo "transporte", devido ao fato de que as principais áreas favoráveis a esses empreendimentos estão oneradas com direitos minerários, constituindo um verdadeiro latifúndio mineral.

## CAPÍTULO 4

### OBSTÁCULOS À COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA DE MINERAIS INDUSTRIAIS BRASILEIRA

#### 4.1 Conceituação de Competitividade

As transformações econômicas das décadas de 80 e 90 ampliaram a noção de competitividade das nações. Segundo COUTINHO et al. (1994), a competitividade deve ser entendida como a capacidade da empresa de formular e implementar estratégias para concorrência que lhe permitam conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado. Nessa visão dinâmica, devem ser acrescentados os fatores político-institucionais e macroeconômicos da competitividade sistêmica. Deste modo, a competitividade de uma nação é construída pela competitividade das empresas que operam dentro de suas fronteiras.

PORTER (1993) afirma que “o único conceito significativo de competitividade a nível nacional é a produtividade nacional”. O crescimento constante da produtividade exige que a economia melhore continuamente. As empresas do país devem elevar, permanentemente, a produtividade das indústrias existentes, intensificando a eficiência da produção, além de melhorar a qualidade do produto, acrescentando elementos desejáveis, e aprimorar a tecnologia do produto.

AMADEO (1996) cita a lei de Verdoorn, pela qual o crescimento econômico conduz simultaneamente ao crescimento do emprego e da produtividade. Esse autor considera que, acoplado a essa lei está o efeito

Salter, segundo o qual, com o aumento de produtividade e redução de custos e preços, expandem-se a demanda e as vendas, além de melhorar as possibilidades de competição e das exportações. A lei Verdoorn e o efeito Salter referem-se a um círculo virtuoso em que o crescimento econômico gera ganhos de produtividade, produzindo-se mais com as mesmas máquinas e equipamentos, e reduz os custos e preços, os quais, por sua vez, com o crescimento, geram novos investimentos, acompanhados de inovações técnicas, que aumentam a produtividade.

O comércio internacional permite ao país aumentar a sua produtividade, eliminando a necessidade de produzir todos os bens e serviços dentro do próprio país. Com isso, a nação pode especializar-se nas indústrias e segmentos nos quais suas empresas são relativamente mais produtivas e importar os produtos e serviços em relação aos quais as suas empresas são menos produtivas, aumentando a produtividade média da economia. Desse modo, a importância das indústrias internacionais para a produtividade nacional é normalmente elevada, devido à sua capacidade de exportar e, portanto de expandir a produção além das necessidades locais. Porém, as indústrias exclusivamente internas também são significativas para a prosperidade econômica nacional, porque sua produtividade contribui para a produtividade nacional. Dessa forma, a obtenção de alta produtividade nessas indústrias permite um maior efeito positivo sobre a produtividade nacional (PORTER, 1993).

Para realizar o sucesso competitivo, as firmas locais precisam ter vantagem competitiva em relação às rivais estrangeiras, seja de menores custos seja de produtos diferenciados que obtêm preços elevados. Os governos, visando diminuir os custos relativos das empresas de um país, em comparação com os custos das rivais internacionais, têm implementado várias políticas destinadas a melhorar a vantagem comparativa em custos de fatores. As principais são: a redução das taxas de juros; esforços para conter os custos salariais; desvalorizações para afetar os preços comparativos, subsídios; margens especiais de depreciação e financiamento de exportações para setores

específicos. Essas políticas desempenham um papel importante na formação da vantagem nacional (FERRAZ et al., 1995b).

As políticas governamentais baseadas exclusivamente na teoria da vantagem comparativa não atribuem um papel à estratégia das empresas, como a melhoria da tecnologia ou a diferenciação dos produtos. A tecnologia proporciona às empresas a capacidade de compensar os fatores escassos, por meio de novos produtos ou processos, neutralizando ou reduzindo a importância de certos fatores de produção que já foram preponderantes. A vantagem competitiva é criada e mantida através de um processo altamente localizado. Diferenças nas estruturas econômicas, valores, culturas, instituições e histórias nacionais contribuem profundamente para o sucesso competitivo. Um país deve proporcionar um ambiente no qual as empresas possam melhorar e inovar mais depressa do que as rivais estrangeiras numa determinada indústria (PORTER, 1993).

Na indústria mineral, esses fatores incidem com determinadas peculiaridades originadas do fato do depósito mineral, elemento essencial dessa atividade, apresentar diversas formas de rigidez que não são comuns em outras indústrias (rigidez quanto à localização, tamanho, forma, qualidade, entre outras). Essas peculiaridades têm efeitos de várias naturezas, podendo, por exemplo, funcionar como uma barreira à entrada de novos competidores, dependendo de cada caso, como também limitar os efeitos que se consegue alcançar com tecnologias mais modernas.

#### 4.2 Obstáculos à competitividade da indústria de minerais industriais brasileira

As estratégias empresariais do setor de minerais industriais, para atendimento dos mercados nacional e internacional, têm que se voltar à melhoria da qualidade dos produtos e à diminuição dos custos, continuamente, levando em consideração os fatores relacionados ao sistema econômico, político



e social (fatores sistêmicos), fatores relacionados à indústria (fatores estruturais) e fatores de ordem interna à empresa (fatores empresariais).

Numa primeira abordagem, a análise do "custo Brasil" encontra-se vinculada ao exame da competitividade sistêmica, que onera o custo das operações no país, em comparação com o resto do mundo, compreendendo: tributos múltiplos; ônus sobre exportações; custo de capital; encargos sociais excessivos, desnecessários e dispendiosos; deficiências nos transportes; entraves portuários; fretes caros; ausência de investimentos em infra-estrutura e outros. Em síntese, é um redutor sistêmico da competitividade e inibidor de investimentos produtivos.

Segundo AMADEO (1996), as principais causas da rigidez do "custo Brasil" são o corporativismo e a incompetência empresarial. Para alguns membros do Governo, já existem evidências de redução dos mesmos, com o decorrente crescimento da produtividade, a qual teria sido em torno de 7% ao ano desde 1991 até 1995. O referido autor considera superestimados esses ganhos, devido a um erro metodológico, por usar-se o valor bruto da produção e não o valor agregado no cálculo da produtividade e da eficiência. Com os juros elevados, devido à restrição externa, os exportadores antecipam o fechamento do câmbio, compensando a apreciação cambial. Dessa forma as reservas, por serem muito líquidas, permanecem no país. Com relação ao tema da infra-estrutura, onde se espera que o setor privado faça os investimentos necessários, percebe-se que, na realidade, eles ficarão restritos a alguns setores: telecomunicações, trechos selecionados de estradas de rodagem e ferrovias. Ninguém sabe ao certo qual será o impacto das privatizações sobre investimentos em infra-estrutura e o seu reflexo na redução do "custo Brasil".

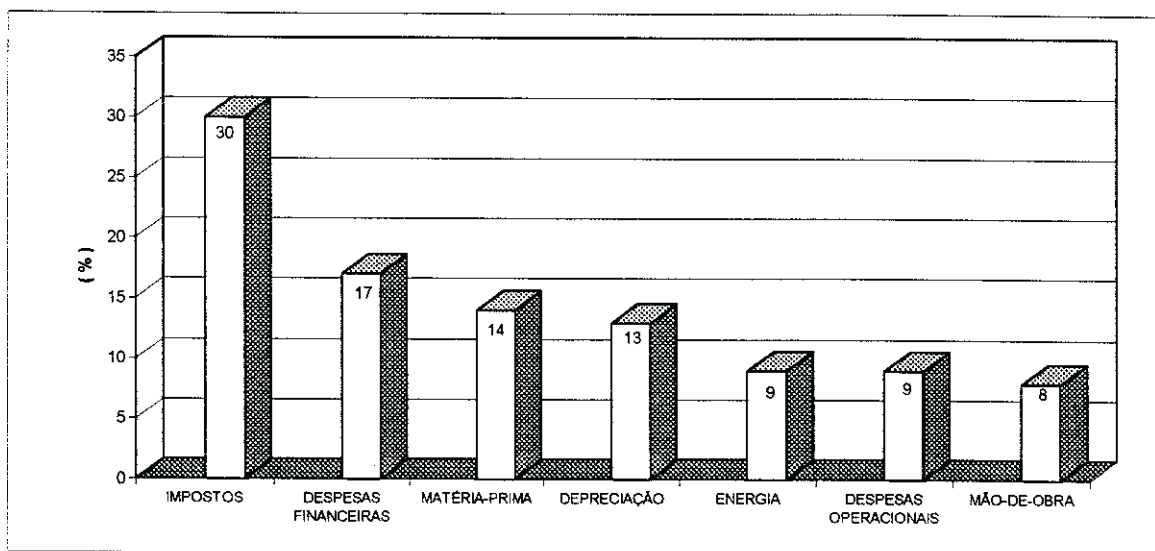
Os fatores estruturais apresentam as especificidades setoriais relacionadas ao padrão de concorrência dominante em cada indústria, por influência de instituições extramercado, públicas e não-públicas, que definem o regime de incentivo. Desse modo, o mercado, a configuração da indústria, o regime de incentivos e de regulação da concorrência constituem os fatores estruturais. Em termos de mercado, integram os fatores estruturais certas características como taxas de crescimento, distribuição geográfica e faixas de

renda; grau de sofisticação tecnológica; oportunidades de acesso a mercados internacionais, entre outros. O dinamismo do mercado é um dos principais fatores indutores da competitividade, por exigir taxas elevadas de renovação de equipamentos, métodos de produção e economias de escala, propiciando um crescimento sustentado da produtividade (FERRAZ, et. al., 1995b).

A configuração da indústria refere-se a: tendências do progresso técnico; intensidade do esforço tecnológico em P&D; escalas típicas de produção e níveis de concentração técnica e econômica da oferta; grau de verticalização e diversificação setorial; relacionamento da empresa com fornecedores, usuários e concorrentes; relação capital-trabalho; distribuição espacial da produção e adequação da infra-estrutura física, entre outros. Do regime de incentivo e de regulação da concorrência fazem parte: grau de rivalidade entre concorrentes; grau de exposição ao comércio internacional; estrutura de incentivos e tributos à produção e comércio exterior; efetividade da regulação das práticas desleais de concorrência (FERRAZ et al., op. cit.).

Por outro lado, devem também ser considerados os fatores internos à empresa, que estão sob a sua esfera de decisão e podem ser controlados ou modificados através de condutas ativas assumidas, tais como: estratégia e decisão, de modo a colocar a empresa em posição estratégica no mercado; capacitação para inovação tecnológica em processos e produtos; capacitação produtiva em termos do grau de atualização dos equipamentos e instalações; métodos de organização da produção, controle de qualidade e produtividade dos recursos humanos. As empresas podem obter vantagens comparativas através de aperfeiçoamento, desenvolvimento, inovação e absorção de novas tecnologias ou métodos gerenciais, identificação de novos nichos de mercado, novas estratégias de *marketing*, etc.(CIMINELLI, 1995).

### 4.3 Custo das matérias-primas cerâmicas



**Figura 4.1 Estrutura de Custos de Revestimentos Cerâmicos no Brasil**  
 Fonte: Souza et al., 1993.

A preocupação com as matérias-primas, além daquela relacionada à qualidade, incorpora também o aspecto do custo, pois possui um impacto significativo nos valores finais e no processo de comercialização dos revestimentos cerâmicos, como pode ser verificado na Figura 4.1.

**Tabela 4.1**  
**Preços de Minerais Industriais nos Estados Unidos**  
**US\$ Constante- 1990**

Substância	(US\$/t)				
	1950	1960	1970	1980	1990
Argila <i>Ball Clay</i>	74.33	63.10	49.35	50.79	42.46
Caulim	82.97	78.49	81.35	113.12	109.85
Feldspato	33.95	39.84	45.83	55.30	43.49
Sílica Industrial	11.34	15.11	11.98	16.88	15.61
Talco	ND	27.16	24.59	27.90	26.21
Wollastonita	ND	126.66	110.43	152.19	200.00
Zirconita	ND	936.32	616.81	427.99	368.00

Fonte: United States Bureau of Mines, 1994.

Diferentes fatores influenciam a tendência de preço e consumo dos minerais industriais, devido à diversidade de uso destas substâncias. Na Tabela

4.1 são listados os preços de alguns minerais industriais nos últimos 40 anos, nos Estados Unidos.

**Tabela 4.2**  
**Preços Internacionais de Algumas**  
**Matérias-Primas Cerâmicas - 1994/1995**

(Granulometria: Meshes(#))					
Argila <i>Ball Clay</i>	Caulim	Feldspato	Nefelina sienito	Sílica Industrial	Talco Cerâmico
Seca US\$ 38-98	Cerâmico US\$60-120	Cerâmico 300# US\$114,5	Vidro 30# Baixo Fe C\$ 30	Vidro US\$ 9-16	200# US\$ 83
Refinada US\$83-105	Porcelânico US\$120-188	Cerâmico 170-250# A granel US\$60-62	Alto Fe C\$ 27-28	Fundição US\$ 11,5-25	325# US\$ 92
Pulverizada US\$120-180	Louça Sanitária US\$83-98	Ensacado US\$78-80	Cerâmico 200# C\$ 85	<i>Specialty</i> US\$ 20-26	

Fontes: Prices, 1995; Industrial..., 1995.

Apesar da sua heterogeneidade e da diversidade de especificações no uso de matérias-primas, a Tabela 4.2 apresenta uma outra tabela dos preços

**Tabela 4.3**  
**Preços Praticados no Mercado de Minerais Industriais**  
**para o Setor Cerâmico no Brasil**

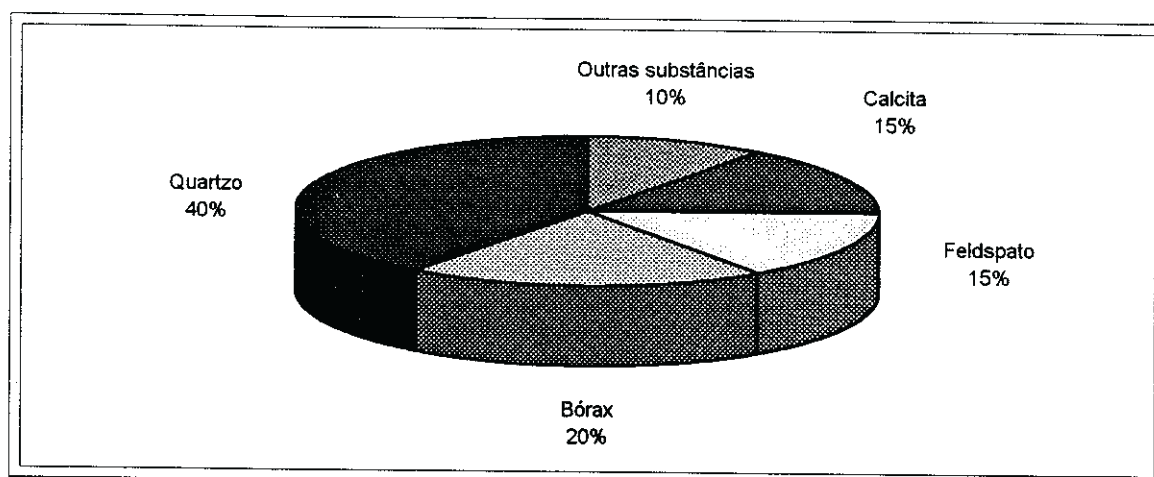
INSUMOS MINERAIS	(Base 1º Sem. 1993)		
	PREÇOS FOB (US\$/t)	MÉDIOS CIF(US\$/t)	Frete(US\$/t)
Albita beneficiada	240-250	250-260	10-20
Argila <i>in natura</i>	12-76	37-85	10-15
Argila lavada	20-46	30-50	10-15
Areia lavada	ND	21-30	ND
Calcário beneficiado	15-20	30-40	15-20
Calcita beneficiada	40-114	70-150	30-36
Caulim <i>in natura</i>	6-30	19-70	13-41
Caulim beneficiado	36-202	57-215	13-27
Dolomita <i>in natura</i>	4-24	23-36	12-19
Dolomita beneficiada	30-49	46-58	9-17
Feldspato <i>in natura</i>	10-57	23-72	11-54
Feldspato beneficiado	110-209	143-215	6-20
Filito <i>in natura</i>	4-15	10-31	6-20
Quartzo <i>in natura</i>	6-20	10-39	4-19
Quartzo beneficiado	108-240	122-300	14-60
Talco <i>in natura</i>	10-30	40-55	21-32

Fonte: Paulo Abib Engenharia, 1994.

praticados no mercado internacional dessas substâncias, utilizadas na indústria cerâmica, em 1994/1995.

Em que pese as dificuldades de comparação, na Tabela 4.3 são indicados os preços praticados no mercado de minerais industriais consumidos na indústria cerâmica brasileira, obtidos no estudo efetuado pela ABC/PPA, no primeiro semestre de 1993.

Na produção das fritas cerâmicas e vidrados, efetuados pelos coloríficos, a participação nos custos dos diferentes tipos de insumos naturais é mostrada na Figura 4.2.

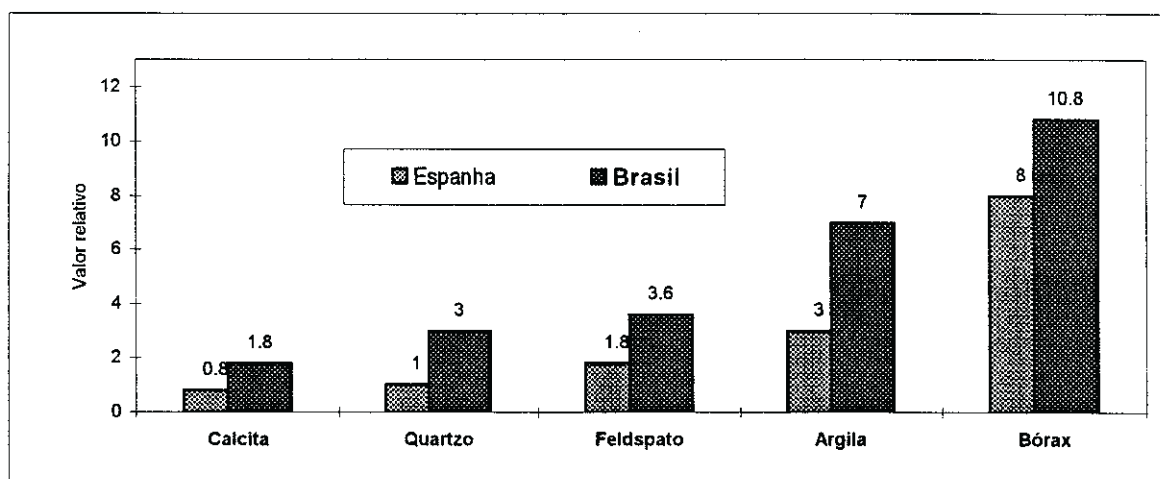


**Figura 4.2 Custo das Matérias-Primas nas Fritas Cerâmicas (%)**

Fonte: Cunha, 1996.

CUNHA (1996), analisando os custos de fabricação de fritas cerâmicas no Brasil, concluiu que todas as matérias-primas minerais utilizadas nesse processo têm preços mais elevados no Brasil que na Espanha, conforme pode ser observado na Figura 4.3.

Ressalte-se que o bórax é importado e que, segundo MÁS (1996b), não existem no Brasil instalações de pré-mistura de boratos naturais para um volume de mistura necessário à fabricação de fritas com características constantes, a partir de um borato natural estabilizado.



**Figura 4.3 Custos Relativos das Matérias-Primas dos Coloríficos - Espanha e Brasil**

Fonte: Cunha, 1996.

Segundo a revista *Industrial Minerals* (Argentina...,1996), os preços dos minerais industriais produzidos no Brasil aumentaram após a implantação do Plano Real, citando o caso do feldspato, cujos preços variam de U\$ 120 a 140/t, cerca de 20% mais alto que os preços internacionais.

Diante dos dados contidos nas Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 e Figura 4.3, verifica-se que os minerais industriais utilizados na indústria cerâmica brasileira, além da baixa qualidade, conforme foi discutido no capítulo 3, apresentam preços, em geral, maiores que os praticados no exterior. Deve-se ressaltar que essas matérias-primas envolvem mercado (*bench marketing*) e características específicas que dificultam um estudo comparativo.

#### 4.4 Custos Sistêmicos ( "custo Brasil" )

A seguir serão analisados os diversos fatores que influenciam o preço dos minerais industriais utilizados no segmento de revestimentos cerâmicos brasileiro, tornando ambos menos competitivos.

#### 4.4.1 Transporte

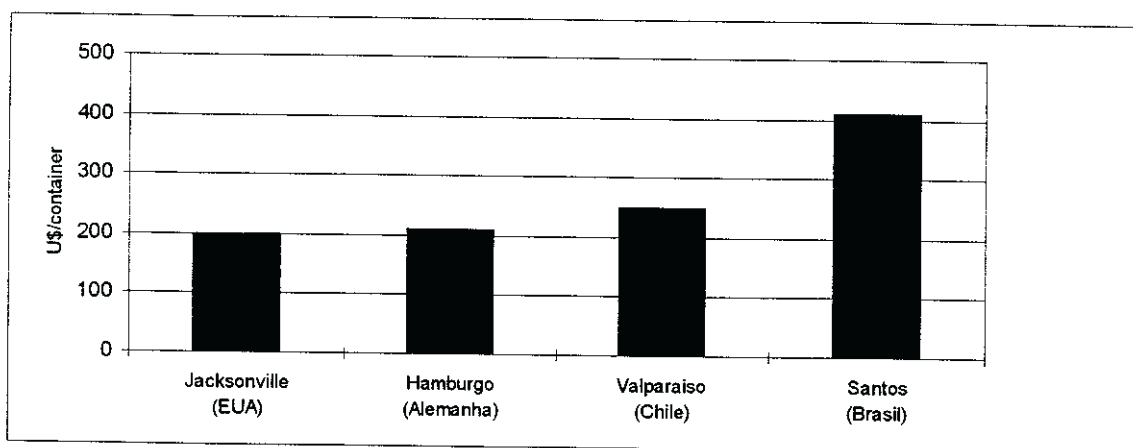
O transporte é o fator chave na competitividade da indústria mineral brasileira. O custo das empresas seria muito inferior se o Brasil tivesse sua logística de transporte baseada na ferrovia e não na rodovia. O custo do frete na ferrovia cai quase à metade. Em uma distância de 500 km, a relação é de US\$ 25 a US\$ 30 por tonelada na rodovia, para US\$ 15 por ferrovia (dados de 1987). No entanto, cerca de 80% do transporte de carga é feito por rodovia. Particularmente, os minerais industriais, em relação ao seu valor, enfrentam um frete rodoviário às vezes equivalente ou superior ao seu preço (VANCA, 1995).

Em 1991, a malha rodoviária brasileira era de 1.500.000 km, sendo 10,5% asfaltados. Mais da metade dos 130 mil km da malha rodoviária básica estão em péssimas condições. Como resultado, ao frete caro adicionam-se graves prejuízos, por conta das avarias nas rodovias (FERRAZ et al., 1995a).

O país tem 7.400 km de costa com 57 portos organizados, sendo 16 especializados no embarque de cargas sólidas e líquidas. Há uma crescente taxa de crescimento no uso de ferrovias, hidrovias, lagos e minerodutos (*pipelines*). A complementação dos sistemas hidroviários pelos ferroviários e destes pelas rodovias trará novas fronteiras, principalmente para a mineração e agricultura. A modernização e privatização de portos e cabotagem são exigências de todos os setores produtivos do país.

O sistema portuário é caracterizado pela baixa produtividade, preço alto e desorganização. Para ilustrar, o porto de Santos, que responde por 1/3 do comércio externo do país, transportou, em 1994, cerca de 34,1 milhões de toneladas. Esse porto é mais caro na movimentação de *containers* do que outros grandes portos do mundo, conforme é mostrado na Figura 4.4, e tem um tempo de desembarque de seis dias (deveria ser de um a dois dias). Desorganização, custo e corrupção fazem as empresas do Brasil e da Argentina abandonarem esse porto, optando por Paranaguá ou mesmo pelo transporte rodoviário (Empresas..., 1995).





**Figura 4.4 Custo de movimentação por “container” por porto**

Fonte: “Custo...”, 1996.

É imperativo melhorar a infra-estrutura de apoio às exportações, sobretudo no sistema portuário. Despesas com frete, portos e todo o fardo de tributos sobre as exportações colocam os produtos brasileiros muito distantes dos seus competidores internacionais.

#### 4.4.2 Tributação

Para cada US\$ 100 vendidos, em média, US\$ 60 são pagos ao Governo, mediante 56 tipos de tributos contra menos de 10 nos Estados Unidos. É uma carga tributária e uma complexidade fiscal sem paralelo internacional. Dentre os países que têm renda *per capita* semelhante ao Brasil (cerca de US\$ 3.299), ele é o que apresenta a mais alta carga tributária. Muitos produtos brasileiros produzidos com alta eficiência acabam perdendo a competição internacional, por excesso de impostos e juros (VANCA, 1995).

Estima-se que os impostos cobrados sobre as exportações totalizaram US\$ 8 bilhões em 1994, mais do que o total de embarques de minério, soja e café. A carga tributária é tão alta que já atingiu 30% do PIB. Do total, 17% vão para União, 8% para os estados e 5% para os municípios. A Receita Federal



estima a sonegação em torno de 50%. No ano de 1995, o Brasil atingiu uma arrecadação recorde: 31% do PIB, o que significa US\$ 150 bilhões. Ainda assim, o ano fechou com déficit operacional de US\$ 16 bilhões, que poderia ser facilmente coberto reduzindo-se em 10% a sonegação estimada (MORAES, 1996).

A elevada carga tributária é um dos mais importantes fatores do "custo Brasil". Há um consenso sobre a necessidade na redução do valor dos impostos e diminuição do número deles através da reforma tributária. Não há concordância, porém, sobre quais impostos deverão ser eliminados/reduzidos e quem vai pagar menos ou mais impostos. Assim, o estado produtor não deseja isenção de ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - , enquanto o estado consumidor deseja essa isenção e, dessa forma, interesses regionais sobrepõem-se ao interesse nacional, que é a redução do "custo Brasil".

Particularmente, minerais como brita e areia têm tributação diferenciada em cada estado brasileiro, com reflexo na adoção de variadas alíquotas do ICMS. Como exceção pode-se citar o louvável exemplo do estado de Minas Gerais que tem alíquota zero de ICMS nas transações dentro do estado, para todos os minerais.

A reforma tributária apresentada pelo Executivo ao Congresso está fundamentada, basicamente, na fusão de dois impostos - ICMS e IPI -, na redução da carga tributária, com isenções fiscais, e na redistribuição de receitas. A proposta do Governo tem três princípios básicos: simplificação do sistema tributário, combate à sonegação e aumento da eficiência na economia. Essa reforma não deve ser entendida como um capítulo, mas como um grande processo, uma evolução para a modernidade, e deverá ser debatida e resolvida nos próximos três anos, sendo fundamental que nela seja inserida a idéia de que é necessário tributar a renda produzida e nunca a intenção de produzir (RODRIGUES, 1995a).

Segundo KANDIR (1996), com as novas regras do Imposto de Renda das empresas, colocadas em prática já em 1996, foi dado um passo importante para reduzir o "custo Brasil" e estimular os investimentos. Esse autor comenta que o Imposto de Renda sobre Pessoas Jurídicas - IRPJ - que chegava a 43%, com a diminuição de alíquotas, foi reduzido para uma tributação máxima de 25%. A alíquota básica caiu de 25% para 15% e as alíquotas referentes ao adicional de imposto, antes de 12% para lucro entre R\$ 180 mil e R\$ 780 mil, foram reduzidas para 10%, incidentes sobre a parcela do lucro que superar R\$ 240 mil. Além disso, o limite a partir do qual há incidência de Imposto de Renda adicional subiu de R\$ 180 mil para R\$ 240 mil, livrando muitas empresas pequenas e médias da carga tributária adicional.

ADABO (1996) não concorda com as observações de KANDIR (1996, op. cit.), em relação às empresas de médio e pequeno porte, porque raramente estão sujeitas ao adicional do IR, portanto não serão beneficiadas pela queda. Outro fato levantado é que a queda só ocorrerá se as empresas optarem pela apuração do lucro real, o que não ocorre, de modo geral, com as pequenas e médias empresas, por não terem uma contabilidade rigorosa, que é de alto custo. Essas optam pelo lucro presumido, que a nova legislação aumentou de 5% para 8%, a alíquota sobre o faturamento para as empresas de comércio e indústria. Para estas atividades a presunção de lucros, em 1994, era de 3,55% sobre o faturamento, passando para 5% em 1995.

Com relação à reforma tributária deve-se tomar o cuidado de não reduzir a receita, pois, no Brasil, a única forma de distribuição de renda é por meio de gastos públicos e transferências. A redução do Imposto de Renda das empresas acima veio acompanhada de mudanças visando não reduzir a receita.

As principais são:

a) Pela legislação anterior, as empresas poderiam abater do lucro prejuízos de natureza não-operacional. Agora, vedou-se a possibilidade de compensar lucros operacionais com prejuízos não-operacionais.

b) Foi dado um novo tratamento ao lucro auferido no exterior. Na legislação anterior, o lucro auferido por empresa subsidiária no exterior não era computado para o cálculo do imposto devido no Brasil. Na nova legislação, estes lucros serão tributados no Brasil, evitando-se operações de subfaturamento para subsidiária, e superfaturamento das subsidiárias.

Uma proposta tributária adequada à atividade de mineração deve considerar o porte dos investimentos com retorno de longo prazo e as dificuldades com as quais tal atividade convive, sob todos os aspectos (rigidez locacional, riscos das pesquisas geológicas e longo prazo de maturação dos investimentos). Dessa forma, a tributação não se tornará um fator impeditivo para a competitividade internacional, seja pelo excesso de carga tributária, seja pelo excesso de subsídios, levando-se também em conta os benefícios gerados pela atividade mineral no contexto global da economia. A Tabela 4.4 mostra a situação bastante desconfortável do Brasil em relação a diversos países, no tocante à tributação na atividade de mineração.

**Tabela 4.4**  
**Tributação Incidente em Projetos**  
**de Mineração em Diversos Países**

País	(1994)	
	Baixo (%)	Alto(%)
Austrália	35,3	46,4
Brasil	57,0	57,0
Chile	35,0	35,0
México	44,0	44,0
Indonésia	37,3	37,3
EUA	29,7	34,3

*Fonte: Hull et al., 1995.*

Para ilustrar a carga tributária incidente sobre a produção/comercialização dos minerais industriais, foi elaborada a Tabela 4.5, que mostra a incidência de impostos sobre o faturamento e o lucro relativo a uma receita bruta de R\$ 100,00. Na linha final - TOTAIS - nota-se que, para cada R\$ 100,00 vendidos, R\$ 29,13 são pagos através de impostos, restando para a empresa apenas R\$ 20,87 a título de lucro, ou seja, metade do arrecadado.

**Tabela 4.5**  
**Carga Tributária Incidente sobre a Produção Mineral**

ITENS	VALORES (R\$)	CUSTOS EFETIVOS	CARGA TRIBUTÁRIA	LUCRO APÓS TRIBUTAÇÃO
(a) - Receita Bruta <sup>1</sup>	100,00			
(b) - ICMS(17%)+COFINS(2%)+PIS(0,65%)=19,65%	19,65		19,65	
(c) - Despesas de Comercialização=10% (a) <sup>4</sup>	10,00	10,00		
(d) - Base de Cálculo da CFEM=(a)-(b)-(c)	70,35			
(e) - CFEM=2% (d)	1,41		1,41	
(f) - Receita Líquida=(a)-(b)-(e)	78,94			
(g) - Custos Operacionais=40%(a)	40,00	40,00		
(h) - Custos Totais=(c)+(g)	50,00			
(i) - Lucro antes da CS=(f)-(h) <sup>2</sup>	28,94			
(j) - CS=7,41% (i)	2,14		2,14	
(k) - Lucro Tributável para IR=(i)-(j)	26,80			
(l) - IR=22,11% (k) <sup>3</sup>	5,93		5,93	
(m) - Lucro Líquido após Tributos=(i)-(j)-(l)	20,87			
<b>TOTAIS</b>		<b>50,00</b>	<b>29,13</b>	<b>20,87</b>

Fonte: Souza, 1995.

Notas:

<sup>1</sup> Os Custos Operacionais-(g), estimados em 40% da Receita Bruta, não incluem encargos de capital (depreciação, amortização fiscal e exaustão mineral).

<sup>2</sup> A rigor, do Lucro antes da Contribuição Social - CS-(i) deveriam ser deduzidos os encargos de capital.

<sup>3</sup> A alíquota do IR-(l) de 22,11% foi estimada para um nível de faturamento anual de US\$ 830.000,00.

<sup>4</sup> As Despesas de Comercialização-(c), estimadas em 10% da Receita Bruta, referem-se ao transporte (externo) e seguros.

O item (e) indica a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM, que é cobrada sobre o faturamento líquido da venda do produto mineral, isto é, do total das vendas menos os tributos incidentes sobre a comercialização, as despesas de transporte e de seguros. Esse é um encargo específico da atividade de mineração, sendo que no caso dos minerais industriais essa taxa é de 2%, excetuando a bauxita, sal-gema e potássio.

COELHO et al. (1996), calculando a incidência dos impostos com as regras aplicadas no exercício de 1995, para um mesmo nível de faturamento (US\$ 830.000,00) obtiveram os seguintes valores: a) carga tributária R\$ 33,27 e b) de R\$ 16,73 para o lucro após a tributação.

**Tabela 4.6**  
**Carga Tributária 1995-1996**

ITENS	Contribuição Social	Alíquota do IR	Carga Tributária
1995	9,09	36,4	33,27
1996	7,41	22,11	29,13
Redução (%) (1996/1995)	18,48	39,26	14,21

*Fonte: Coelho et al., op. cit., revisada.*

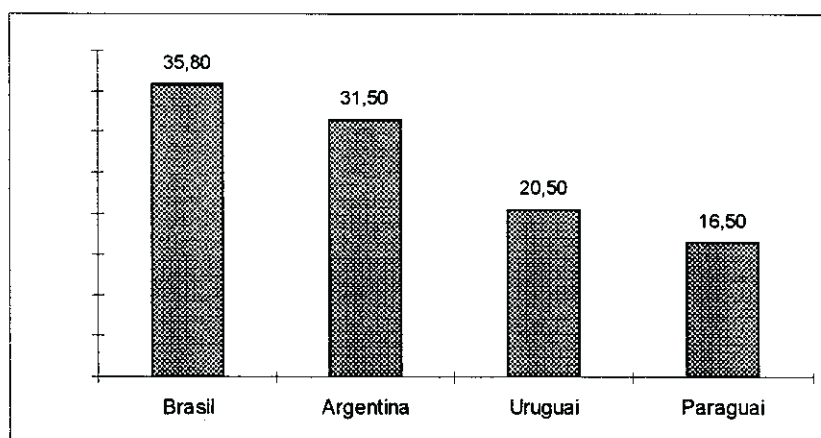
Na Tabela 4.6 estão indicadas as reduções nos diversos itens que proporcionam o aumento de 24,75% no lucro líquido após a tributação, em 1996, em relação ao calculado para 1995, graças à redução de 14,21% da carga tributária para o nível de faturamento considerado.

#### 4.4.3 Encargos sociais

AMADEO (1996) não considera os encargos sobre a folha como um peso para o "custo Brasil", pois, quando se afirma que os encargos sobre os salários são 102,06% (ÍNDICES..., 1995) estão sendo incluídos férias, repouso

remunerado, etc. O valor real dos encargos é 50,35%. Mesmo considerando os 102%, uma redução de 10% só reduzirá em pouco mais de 5% os custos trabalhistas que, normalmente, na mineração, não são a maior parcela de custo.

Conseqüentemente, a reforma da Previdência não deve ser vista apenas como uma forma de redução de déficit, mas como uma pequena redução do custo do trabalho que, apesar disso, levará ao ponto de equilíbrio entre a terceirização (usada para reduzir custos) e a ampliação da oferta de emprego (via novos investimentos).



**Figura 4.5 Encargos Sociais Diretos<sup>1</sup> no Mercosul**  
*Fonte: Definição..., 1996.*

#### 4.4.4 Encargos Financeiros

A competitividade brasileira dos setores que apresentam maior potencial depende, além da capacidade de gestão, de investimentos de longo prazo, principalmente para os setores intensivos em capital. É necessário criar competência para ampliar ao máximo os investimentos industriais e atrair

<sup>1</sup> O artigo considera como encargos diretos: Previdência social, acidentes de trabalho, FGTS, Salário-Educação, INCRA, SESI, SENAI e SEBRAE.

capitais produtivos externos, que garantam a expansão da economia com o máximo de empregos. Isso exige uma política industrial ativa, que defina prioridades e garanta um padrão de financiamento adequado.

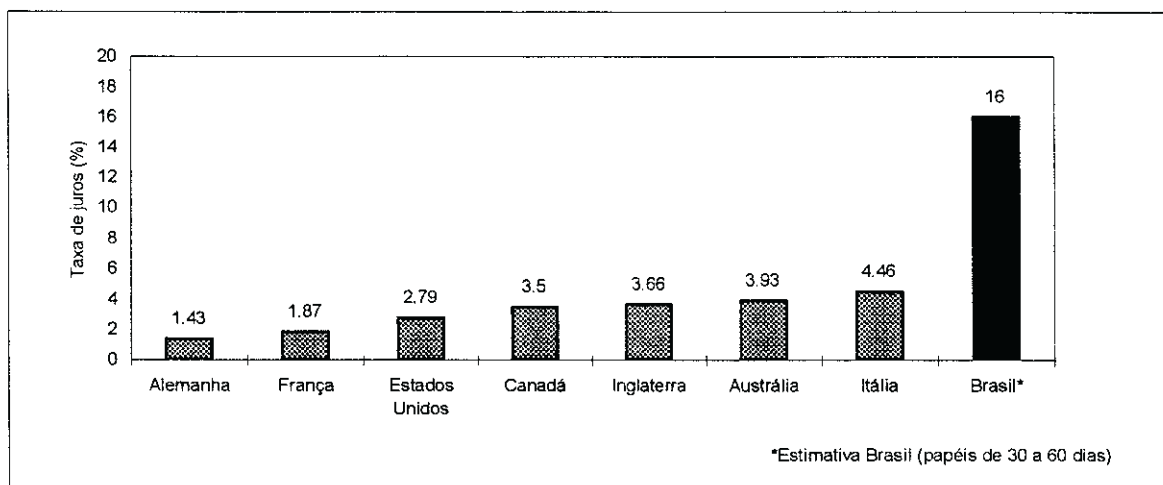
Em 1970, o total de nossa dívida externa era de apenas US\$ 6,2 bilhões, cifra que cresceu para US\$ 64,2 bilhões em 1980 e alcançou US\$ 115,5 bilhões em 1989. Em 1995, alcançou um montante de US\$ 151,7 bilhões, sendo US\$ 43,0 bilhões das empresas e banco privados. A partir de 1989, enquanto a dívida pública cresceu em 10%, a privada aumentou de 115,6%, isso pelas seguintes razões:

- a dívida externa está normalizada e hoje todos os compromissos são pagos em dia pelo Brasil;
- o juro brasileiro é alto e o externo é baixo: os bancos brasileiros remuneram bem o investimento estrangeiro e ainda realizam lucros ao trazerem dólares para o Brasil;
- a economia brasileira tem câmbio praticamente fixo, de modo a garantir aos devedores um valor mais ou menos constante em seus débitos em dólares.

Dessa forma, mesmo com o recém-criado Imposto sobre Operações Financeiras - IOF, de 5% sobre o ingresso de capital, os juros pagos no exterior variam de 9,5 a 11,8% a.a., o que torna os recursos externos relativamente baratos se comparados com o juro real no Brasil de 30% a.a., pago pelo Tesouro, em 1995 (RODRIGUES, 1995b).

Em 1996, a previsão é de que essa taxa deva situar-se em torno de 16%, porém, para uma pequena e média empresa, a obtenção de capital de giro irá custar mensalmente cerca de 4 a 4,5 % de juros nominais, o que equivale a uma taxa de 65% ao ano. A atual política monetária deverá, portanto, aumentar a concentração da produção em grandes empresas, tanto nacionais como estrangeiras, que podem obter recursos a taxas de juros menores no exterior,

penalizando dramaticamente as pequenas e médias empresas, que só têm condições de obter empréstimos no mercado interno (DELFIN NETTO, 1996).



**Figura 4.6 Taxa de juro real anual - papéis de cem dias**

Fonte: Delfim Netto, 1996, *apud* SBC Warburg, 1996.

Desse modo, as empresas de menor porte no Brasil vêm sendo prejudicadas pela assimetria de financiamento, comparativamente aos seus concorrentes nacionais e internacionais de maior porte, devido à reduzida disponibilidade de crédito e as altas taxas de juro vigentes no mercado interno (CONFEDERAÇÃO..., 1996).

AMADEO (1996) afirma que os juros no Brasil deverão permanecer altos, provavelmente até 1997, e, como conseqüência, a economia brasileira deverá crescer pouco em 1996 e 1997.

#### 4.4.5 Meio ambiente

A relação meio ambiente/atividade mineral é outro desafio a ser superado, que exige a ação coordenada dos três Poderes (Executivo, Legislativo e Judiciário) para estabelecer normas objetivas e racionais com o objetivo de



estimular o desenvolvimento sustentável. A inter-relação entre esses poderes está longe dos interesses relativos ao aproveitamento dos recursos minerais e preservação do meio ambiente, ao estabelecer barreiras que podem ser eliminadas. Ainda há uma forte confrontação entre mineradores e ambientalistas e o estágio da cooperação efetiva ainda não foi encontrado (FERRAZ et al., 1995a).

O art. 255 da Constituição de 1988 estabelece que "quem explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei". A falta de regulamentação específica para tal dispositivo constitucional dificulta a gestão da produção dos recursos minerais, que passou a ser mais complexa e sujeita a entraves, pois, enquanto a administração do setor mineral é centralizada na área federal, a questão ambiental permanece pulverizada em diferentes organismos estaduais, com orientações e objetivos distintos.

Os organismos ambientais, na maioria das vezes, operam fora de sintonia com os objetivos perseguidos pelo DNPM. Essa sintonia é fundamental e urgente para permitir um fluxo normal das etapas necessárias à implantação de empreendimentos mineiros. Há casos em que a morosidade imposta à implantação de alguns projetos, decorrente de disputas envolvendo interesses conflitantes de diferentes grupos, nem sempre conscientes das reais dimensões dos problemas envolvidos, pode chegar mesmo a comprometer a viabilidade de tais projetos.

Há necessidade de harmonia entre as autorizações/concessões minerais e licenciamentos ambientais. Essa compatibilização da mineração com o meio ambiente é um imperativo da atualidade, contudo a conservação ambiental não deve ser um obstáculo ao desenvolvimento da mineração. Há técnicas praticadas por várias empresas em diferentes países que demonstram que é perfeitamente viável suprir a sociedade de suas necessidades de matérias-primas minerais, com o mínimo de comprometimento do meio ambiente. Deve-se lembrar que a mineração é uma das vocações naturais da economia brasileira,

devendo-se observar o princípio da responsabilidade empresarial sobre o meio ambiente.

Pelo caráter localizado das operações mineiras (circunscritas a pequeno espaço geográfico) e considerando o nível tecnológico usado em tais operações, a mineração é, sem dúvida, uma das atividades industriais que vem reduzindo o seu impacto ao meio ambiente. Compare-se com a agricultura, onde as áreas desmatadas, expostas à erosão e ao despejo muitas vezes descontrolado de agrotóxicos, resultam, respectivamente no assoreamento e na contaminação de cursos d'água em parcela significativa do território nacional. Por outro lado, a soma das áreas de todas as concessões mineiras em operação no Brasil é da ordem de 12.000 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 0,14% do território nacional (FERRAZ et al., 1995a). Tais áreas são facilmente fiscalizáveis e a legislação atual exige não só o controle e proteção ambiental como impõe sua recuperação e devolução à sociedade, ao final da vida útil da mina, em condições iguais ou superiores às originalmente existentes (BRASIL, 1994).

Com a exigência de matérias-primas com características calibradas em operações de baixo custo operacional (lavra mecanizada), o componente de preservação ambiental deve ser incluído desde a etapa da pesquisa mineral, para que possa ser absorvido de uma forma efetiva e com baixo custo, evitando as ações corretivas nem sempre eficazes e geralmente de alto custo.

#### 4.5 Custos estruturais e empresariais

A produção dos principais minerais industriais no Brasil ainda está baseada nos componentes de mão-de-obra de baixo custo e disponibilidade de matérias-primas, que representavam vantagem comparativa em relação aos

países em desenvolvimento. Atualmente, as empresas devem possuir competência para agregação de inovações e responder aos novos paradigmas da competitividade do mercado mundial, que cada vez mais está exigindo processos inovadores e novos produtos.

Na década passada, caracterizada pela estagnação do parque industrial brasileiro, verificou-se uma ampliação significativa do atraso tecnológico relacionado à extração e tratamento de matérias-primas minerais. No entanto, alguns segmentos do parque cerâmico brasileiro atingiram uma posição de vanguarda no setor de indústrias cerâmicas, vidreira, cimenteira dentre outros, com relação às tecnologias e equipamentos utilizados, concorrendo com países do Primeiro Mundo (PEREIRA, 1993).

A baixa qualidade das matérias-primas cerâmicas foi apontada como um dos principais responsáveis pela pouca competitividade internacional dos revestimentos cerâmicos brasileiros, onde persistem grandes prejuízos decorrentes da desclassificação da produção (CIMINELLI, 1989). Ao contrário das indústrias cerâmicas italianas e espanholas, o desenvolvimento tecnológico e gerencial da indústria cerâmica brasileira não vem ocorrendo através de relações sólidas de parceria entre os consumidores e os fornecedores de matérias-primas, o que não estimulou a estruturação de uma indústria de apoio comparável às daqueles países (COUTINHO et al., 1993).

Na Inglaterra, Alemanha, Espanha e Itália, há mais de duas décadas, existem fornecedores de argilas padronizadas (seca ou em forma de polpa), centrais de matérias-primas, centrais de preparação de massa e até centrais de corpos cerâmicos, junto aos principais centros cerâmicos. As empresas de mineração, os processadores (moageiros) e os revendedores nos países europeus rapidamente se adaptaram às novas especificações e as quantidades, cada dia maiores, das matérias-primas exigidas pelo segmento de revestimentos cerâmicos, havendo uma tendência muito grande à desverticalização quase que total da indústria (FIEDERLING-KAPTEINAT et al., 1989).

Devido às peculiaridades do mercado brasileiro, quase todas as empresas de revestimentos cerâmicos, além de possuírem minas cativas, executam o beneficiamento das matérias-primas próprias e das adquiridas de terceiros. As instalações de beneficiamento já constam do projeto inicial da fábrica. Esse fato visa reduzir o risco do suprimento das matérias-primas por empresas de mineração independentes, evitando sofrer interrupção ou não ser feito com a qualidade especificada. Percebe-se a existência de um desejo de algumas empresas no sentido de abandonar completamente a atividade de mineração, caso consigam suprimento de matéria-prima mineral com regularidade de fornecimento e qualidade adequada. Eventualmente, algumas dessas empresas terceirizam as atividades de extração e de transporte (PEREIRA, 1993).

Uma das soluções para melhoria da qualidade e redução de custos dos minerais industriais no Brasil está na formação de centrais de matéria-prima, em forma de cooperativas ou mesmo núcleos independentes. Para que se viabilizem essas centrais, torna-se necessária a implantação de procedimentos para padronização das especificações das matérias-primas, a exemplo das indústrias de tinta, papel, fundição e, dentre as cerâmicas, a de vidro (GIARDULLO et al., 1994a). O suprimento a estes segmentos dos produtos de origem mineral é plenamente atendido por empresas de mineração, não tendo problemas com essas matérias-primas, apesar das especificações serem mais rígidas que as das matérias-primas dos revestimentos cerâmicos (GIARDULLO et al., 1994b).

Com essa descentralização, as empresas de cerâmica poderão reduzir os seus custos, devido à desmobilização do setor de lavra, estocagem, tratamento, operação de laboratório de matérias-primas, departamento de preparação de massa, além de outros custos indiretos relacionados a essas atividades. Outro ponto fundamental é que não seriam mais necessários altos volumes de capital de giro para manutenção do estoque das diversas matérias-primas, para fazer frente a eventuais interrupções do abastecimento.

No pólo cerâmico da região de Santa Gertrudes funciona, desde julho de 1989, uma central de beneficiamento, denominada de União Cerâmicas Ltda.(Unicer), onde, em 1994, estavam sendo produzidas mensalmente 23.000 t de

argila beneficiada. Nesse pólo já estão sendo implantados alguns procedimentos para a obtenção de especificações para suas matérias-primas, se bem que, conforme observado anteriormente, a qualidade das argilas utilizadas ainda deixa a desejar (GIARDULLO, 1994a).

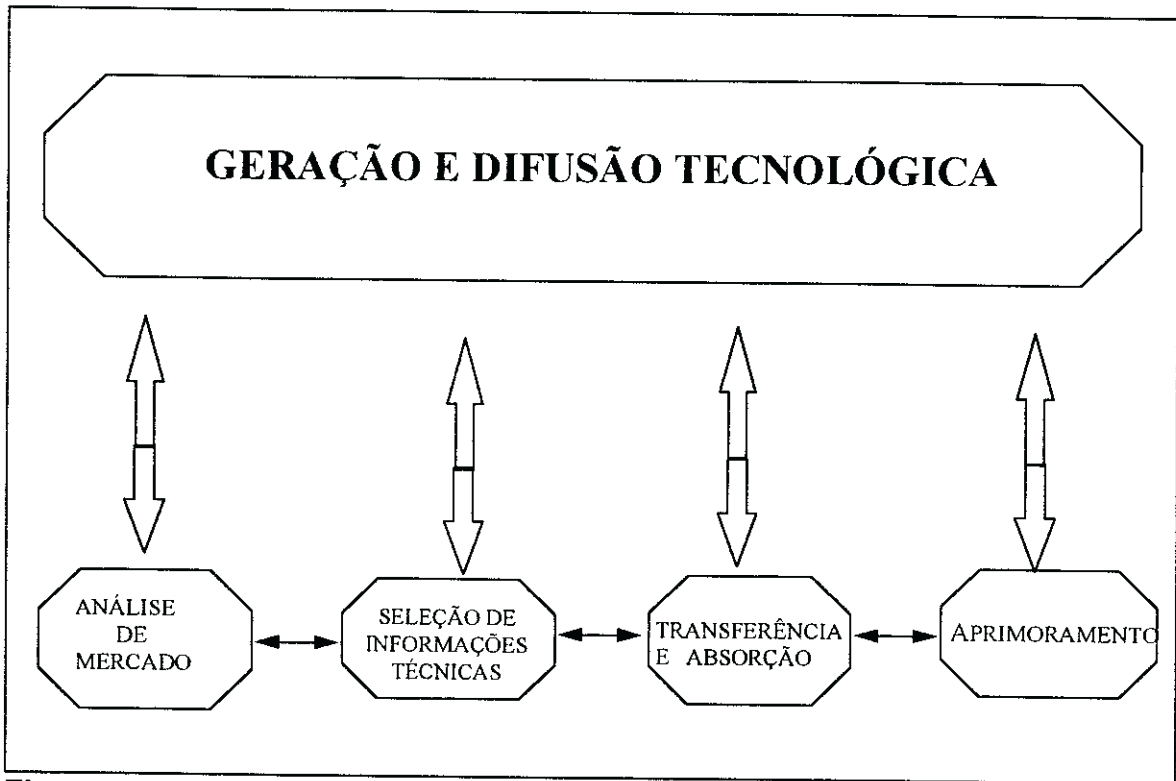
O Diretor Executivo da Associação Espanhola de Revestimentos Cerâmicos, Pedro Riazza, em conferência proferida no 39º Congresso Brasileiro de Cerâmica, em 1995, afirmou que uma das razões da alta competitividade da indústria espanhola de revestimentos se deve à atenção dedicada não à integração vertical a montante (em direção à oferta da matéria-prima), e sim na integração vertical a jusante, em direção à comercialização.

#### 4.5.1 Tecnologia

No atual cenário, onde o mercado apresenta acirrada concorrência local e internacional, devido à globalização da economia, as empresas necessitam de um aprimoramento tecnológico contínuo, aplicado na produção e comercialização dos bens. Desse modo, a absorção de novas tecnologias, que gerarão novos produtos e processos, aumenta as vantagens competitivas, além de manter a empresa em condições de responder às contínuas mudanças exigidas pelo mercado.

O processo de geração e difusão tecnológica pode ser sintetizado na Figura 4.7, que apresenta as relações interativas de transferência de tecnologia. A geração de novos produtos e processos permite à empresa responder às contínuas mudanças exigidas pelo mercado. O processo de geração e de difusão tecnológica é agrupado em três atividades: a) seleção de informações mercadológicas e tecnológicas; b) transferência de tecnologia e absorção e c) aprimoramento. Essas atividades, porém, não são necessariamente seqüenciais, devendo o processo no interior da empresa ser dinâmico e interativo, com diferentes *inputs* e inúmeras retroalimentações, criando uma

relação de interdependência e cooperação entre as várias atividades da empresa (DAHAB et al., 1995).



**Figura 4.7 Processos Interativos de Transferência de Tecnologia**

Fonte: Dahab et al., 1995 .

A maioria dos produtores de minerais industriais no Brasil é constituída por pequenas e médias empresas, além de um grande número de microempresas, e, dessa forma, a geração de novas tecnologias fica bastante difícil. Os institutos governamentais de pesquisa e universidades devem responder por essa geração, e, posteriormente, difundi-las às empresas de mineração. Esses órgãos devem promover estudos de mercado, seleção de informações técnicas sobre novos produtos e novos processos (SUSLICK et al., 1996).

As empresas de mineração, também, na sua grande maioria, estão descapitalizadas e não têm informações sobre como obter tecnologia e muito menos o seu financiamento. O Governo Federal, através de vários órgãos, possui vários programas que apóiam ações de inovação tecnológica, coordenados pela Comissão Nacional de Capacitação Tecnológica da Indústria, do Ministério de Ciência e Tecnologia-MCT, que propiciam a esses mineradores

**Quadro 4.1**  
**CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA: INSTRUMENTOS DE FOMENTO**

AGÊNCIAS	Instrumentos e Linhas	Externalidades(fomento)					Apoio direto à empresa (financiamento)				
		Conscientização e Motivação	Gestão	RH	Infra-estrutura	Infor-mação	P & D	Projetos Estratégicos	Compra/ Absorção. Tecnologia	Parques Tecno-lógicos	Apoio Merc ado logico
FINEP	FNDCT	X	X		X	X		X		X <sup>1</sup>	
	PROTAP	X	X								
	PADCT		X		X		X	X	X	X	X
	ADTEN										
	ACN									X	X
	LAGQ		X <sup>2</sup>								
	AUSC		X		X	X					
	PADCT	X	X		X	X				X <sup>1</sup>	
CNPq	RHAE	X	X							X	X
	PCDT	X	X		X	X					
BNDES	Capacitação tecnológica						X	X	X		
	Qualidade e Produtividade		X <sup>2</sup>								
	Capacitação empresarial Base tecnológica						X	X	X	X	X
Banco do Brasil	BB-BI (FINEP-OURO)						X	X	X	X	
	FEPEMI		X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>			X		X	X <sup>1</sup>	
	FBB	X			X		X		X		
	FCO						X	X	X	X	
Banco do Nordeste	FNE-PRODETEC									X <sup>1</sup>	
	FUNDECI	X			X	X			X		
Banco da Amazônia	FNO-CAPTE								X		

Fonte: Ciminelli, 1995.

<sup>1</sup> Infra-Estrutura de entidades associativas em parques tecnológicos - fomento, <sup>2</sup> Pelas empresas privadas.



acesso à inovação. Essa inovação deve ser entendida tanto como avanços tecnológicos, quanto como avanços em outros fatores organizacionais e inter-organizacionais, ou seja, novos métodos de produção e gestão, novas técnicas de comercialização, obtenção de novos grupos de clientes, etc. A dinamização desse tipo de atuação pode apresentar resultados sensíveis a curto prazo.

No Quadro 4.1 são apresentadas as diversas instituições governamentais que apóiam ações de inovação tecnológica. Os financiamentos a fundo perdido são destinados principalmente a Universidades e Centros de Pesquisa e os financiamentos com retorno são feitos para o desenvolvimento dos produtos ou processos, de interesse de empresas, em entidades privadas ou mesmo governamentais (CIMINELLI, 1995).

Está faltando, da parte dessas agências, o lançamento de um amplo programa de divulgação, visando sensibilizar e motivar esse universo de empresários a desenvolver uma base tecnológica para promover a criação da vantagem competitiva. Além disso, é necessário estimular tanto as empresas como as Instituições de Pesquisa na implementação de parcerias. Essa iniciativa já vem sendo tomada pelo PADCT, que deverá, a partir desse ano, condicionar a aprovação dos projetos à existência de um interesse prévio de segmentos do setor produtivo, como as associações, os organismos empresariais, os órgãos de classe, etc. (SUSLICK et al., 1996).

Na Tabela 4.7 são listados os programas mais importantes no tocante à mineração, em especial, desenvolvidos pelas principais agências de fomento, dando uma maior atenção aos aspectos do financiamento, prazo de pagamento, carência, juros, tendo como fontes principais o *Guia de Fontes de Financiamento à Ciência & Tecnologia - 1996*, do CNPq (BRASIL, 1996c) e a publicação *Inovação Tecnológica nas Micro e Pequenas Empresas*, do MCT/SEBRAE - 1993(BRASIL, 1993).



Tabela 4.7

## Fontes de Financiamento às Inovações Tecnológicas

Agência	Programa	Objetivos	Condições de Financiamento
	ADTEN -Programa de Capacitação Tecnológica	Desenvolvimento de novos produtos e processos. Compra de tecnologia. Comercialização pioneira. Controle de qualidade	Até: 90% do custo do projeto; Carência: até 36 meses: Taxa de Juros:TJLP + 0% a 6% (Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico);TJLP + 0% a 4% (Inovação Tecnológica),TJLP + 10% (Comercialização)
	AMPEG- Micro e Pequena Empresa com Fundo de Garantia de Crédito	Estudos de viabilidade. Compra de tecnologia. Aquisição de equipamentos para controle de qualidade. Prospecção e avaliação tecnológica. Tecnologia industrial	Até: 90% do projeto; Limite do financiamento: R\$ 120 mil por empresa Carência: até 36 meses; Amortização: até 84 meses Taxa de juros: TJLP + 3% a 6% a.a.
FINEP	AUSC- Pré-investimento	Estudos de viabilidade. Projetos básicos e executivos. Estudos visando modernização/ampliação. Estudos de EIA-RIMA	Até: 90% do projeto; Carência: até 24 meses Amortização: até 36 meses Taxa de juros: TJLP + 4,5% a.a.
	AGC - Gestão da Qualidade	Programas de treinamento de RH na implantação da gestão da qualidade. Implantação de modelos de gestão( <i>Just-in Time, QDF Kanban, Taguchi, etc.</i> )	Até 90% do projeto; Carência: até 24 meses Amortização: até 48 meses Taxas de juros: TJLP + 3,5% a.a.
	Proeduc- Educação para a competitividade	Sistema Nacional de Educação Básica de Qualidade para aperfeiçoamento e desenvolvimento do trabalhador. Enriquecimento curricular/ treinamentos	Até 90% do Projeto; Carência: até 36 meses Amortização: até 84 meses; Taxas de juros: TJLP + 2,5% a.a. que se reduz para 0% se o projeto envolver escola pública
Banco do Brasil.	Apoio à C&T	Pesquisa básica e aplicada, difusão e transferência de tecnologia	Apoio financeiro não-reembolsável para associações civis sem fins lucrativos. Apoio financeiro com reembolso: até 80% do projeto
RHAE	Apoio à C&T	Contribuir para o aperfeiçoamento de recursos humanos nas áreas de tecnologia industrial básica e inovação e modernização industrial	Apoio financeiro não-reembolsável convertido em bolsas. Prioridade para projetos de caráter inter-institucional, envolvendo empresas, universidades e institutos de pesquisa.
BNDES	FINEM	Financiamento de operações de investimento fixo e capital de giro. Possui linhas específicas à Capacitação Tecnológica e Qualidade e Produtividade.	De 65% a 85% do projeto; Carência: de 6 a 24 meses Amortização: 5 a 10 anos Taxas de juros: TJLP +2,5% do agente e 1% a 4% do BNDES) a.a.
	BNDES automático	Financiamento por Agentes Financeiros do BNDES até R\$ 3.000.000,00 a cada 12 meses	Idem do anterior
	FINAME	Financiamento por Agentes Financeiros do BNDES. Aquisição de máquinas e equipamentos brasileiros	Idem do anterior
	CONTEC	CCR- Apoio a Companhias Regionais de Capital de Risco	Participação até 30% do capital e um máximo de R\$ 1.000.000,00

Fonte: Compilado pelo autor de CNPq, 1995; MCT/SEBRAE - 1993.

#### 4.5.2 Mão-de-obra

Outro fator que diminui a competitividade da indústria de minerais industriais é a ausência de mão-de-obra especializada em todos os setores das empresas de mineração, o que resulta em baixa produtividade. Enquanto as empresas de brita norte-americanas apresentam uma produtividade da ordem de 1.500 a 1.200 m<sup>3</sup> /homem/mês, no Brasil essa média não ultrapassa a faixa de 250 m<sup>3</sup>/homem/mês (BRASIL, 1994).

O programa Proeduc - Educação para a Competitividade, lançado em 1995, custeado principalmente com recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador - FAT, dispõe de R\$ 100 milhões para financiar empresas no desenvolvimento de programas para a qualificação de mão-de-obra, com ênfase na aplicação do conhecimento básico e na cultura geral dos empregados.

Esse programa visa minorar um dos principais problemas a ser enfrentado pelas empresa na implementação de projetos que visem à melhoria da qualidade e produtividade, uma vez que o nível educacional dos empregados na mineração é muito baixo. Segundo o Prof Rogério Valle, da área de Engenharia de Produção da UFRJ, treinamentos exclusivamente para qualidade total não funcionam, porque é ainda necessário alfabetizar a maioria dos empregados.

De um modo geral, nos programas de reestruturações voltados à melhoria da qualidade, as empresas privilegiam investimentos em máquinas e equipamentos, deixando de lado o treinamento e a qualificação da mão-de-obra. Apesar das condições de financiamento oferecidas, que estão listadas na Tabela 4.7, em 1995 somente duas empresas fecharam contrato com a Finep para obter esse financiamento (QUAGLIO, 1996). Vale ressaltar que a indústria de mineração tem uma de suas peculiaridades no fato de ser uma das indústrias em que o operário da frente de lavra detém um enorme poder de decisão na operação de equipamentos, que pode afetar significativamente a produtividade e a qualidade de todo o processo posterior.

#### 4.6 Principais obstáculos à competitividade da indústria de minerais industriais

Segundo PORTER (1993): “As empresas de um país têm vantagem (comparativa) máxima quando os seus fornecedores são, também eles, competidores globais.” Ele afirma também que: “Ter uma indústria fornecedora competitiva doméstica é preferível que recorrer a fornecedores estrangeiros, mesmo que sejam mais qualificados.” Assim, para que a indústria brasileira de revestimentos cerâmicos alcance uma alta competitividade internacional, será necessário, além dos diversos pontos já levantados, o fortalecimento da indústria de minerais industriais, para que essa consiga os padrões internacionais, tanto no nível tecnológico quanto gerencial.

No Quadro 4.2 são apresentados os principais entraves do setor dos minerais industriais, responsável pelo suprimento do segmento de revestimentos cerâmicos. Para formulação de uma política industrial com a finalidade de serem reduzidos esses entraves, deve-se levar em conta o inter-relacionamento dessas políticas de reestruturação setorial, de caráter empresarial e de caráter sistêmico.

##### a) Políticas de integração/reestruturação setorial

Melhoria dos mecanismos de comunicação entre todos os membros da cadeia produtiva, visando ao estabelecimento de critérios e necessidades gerais das matérias-primas, que leve em conta as características da jazida e o processo industrial de utilização. Reestruturação das empresas de mineração, tanto as que lavram, como aquelas que beneficiam, com eventual criação de centrais de matérias-primas. Motivação para o desenvolvimento de programas cooperativos para gestão da qualidade e produtividade.

##### b) Política de gestão empresarial

Implantação de programas de qualidade total, com o estabelecimento de parcerias com os consumidores (mineração-cerâmica; cerâmica-construção).

### Quadro 4.2

#### Principais Obstáculos à Competitividade dos Minerais Industriais Utilizados nos Revestimentos Cerâmicos

ESTRUTURAIS/SETORIAIS	EMPRESARIAIS	SISTÊMICOS
<p>1. Baixo grau de estabelecimento de parceria na cadeia produtiva</p> <p>2. Maior parte da produção de matéria-prima <i>in natura</i></p> <p>3. Técnicas de mineração incompatíveis com as exigências da indústria e meio ambiente</p> <p>4. Política de baixos preços praticada pelos consumidores descapitalizando os mineradores e baixando o retorno dos investimentos</p> <p>5 Falta de regularidade na entrega das matérias-primas</p> <p>6. Baixo grau de organização/discussão/tomada de posição para reformulação das políticas governamentais vigentes</p> <p>7. Falta de consistência da qualidade das matérias-primas</p> <p>8. Baixo grau de motivação para conhecer o processo e as necessidades do consumidor</p> <p>9. Baixa mobilização para certificação e investimento em P&amp;D de forma cooperativada</p> <p>10. Escassez de jazidas de argilas/e feldspatos de boa qualidade</p>	<p>1. Pouca tecnologia agregada e dificuldade de atualização da tecnologia</p> <p>2. Baixa utilização de recursos humanos de formação universitária</p> <p>3. Falta de políticas de formação e treinamento, benefício e incentivos</p> <p>4. Deficiências de estrutura de planejamento e controle com baixo grau de desenvolvimento de sistemas de informações gerenciais e utilização de técnicas gerenciais avançadas</p> <p>5. Baixo grau de desenvolvimento da assistência técnica</p> <p>6. Consumidores levados à verticalização para ter qualidade e segurança de fornecimento, em que pese o alto custo de produção e o baixo aproveitamento das jazidas</p> <p>7. Administração familiar, falta de descentralização decisória e gerenciamento participativo</p> <p>8. Administração familiar, falta de descentralização decisória e gerenciamento participativo</p> <p>9. Baixo grau de investimento em P&amp;D</p> <p>10. Lento processo para implantação de programas de qualidade total de certificados de produtos e das empresas</p>	<p>1. Produto final de má qualidade, devido às matérias-primas, assim mesmo aceito pelo Poder Público e consumidores</p> <p>2. Baixa eficiência da administração tributária e fiscalização trabalhista e ambiental</p> <p>3. Distorção tributária, que penaliza a pequena e média empresa</p> <p>4. Insuficiência de escolas técnicas voltadas à mineração e deslocamento de formação e pesquisa universitária em relação à realidade da indústria de minerais industriais</p> <p>5. Disponibilidade baixa de profissionais especializados em minerais industriais</p> <p>6. Ineficiência e tarifas elevadas nos portos, deficiência do setor ferroviário e preços elevados no transporte rodoviário, com crescente destruição de sua malha</p> <p>7. Sistema excessivamente burocrático para obtenção da concessão mineral</p> <p>8. Elevada instabilidade da demanda interna devido às seguidas políticas econômicas recessivas</p> <p>9. Políticas e incentivos diferenciados segundo regiões e estados e municípios</p> <p>10. Falta de aplicação das políticas governamentais definidas no Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral para os Minerais Industriais</p>

Investimento no desenvolvimento de processos tecnologicamente avançados para atendimento das novas qualificações do mercado consumidor. Aumento da produtividade e redução do preço.

c) Políticas relacionadas aos fatores sistêmicos

A criação do entorno econômico, político e social adequado passa por uma política governamental que tenha como prioridade a retomada do crescimento e do desenvolvimento social, com o atendimento da dívida social (programas de habitação e saneamento básico), recuperação e ampliação da infra-estrutura, etc., que aumentarão o consumo doméstico de bens minerais essenciais, atingindo o nível de demanda necessário a promover os investimentos que foram postergados desde a última década.

O Governo deve remover os obstáculos à concorrência e à competitividade sistêmica (impostos excessivos, serviços ruins, baixa qualificação da mão-de-obra, juros altos, instabilidade cambial, etc.), além de:

1. Estruturar-se para a defesa dos interesses das empresas aqui instaladas, visando ampliar as vantagens comparativas, de modo a acompanhar os concorrentes internacionais;

2. Informar os produtores locais a respeito de custos (diretos e indiretos) da produção dos concorrentes. Tal procedimento, entre outras vantagens para o planejamento em nível de Governo e de empresas, balizaria a noção fundamental de disponibilidade de insumos e infra-estrutura a custos competitivos (BIELSCHOWSKY et al., 1996);

3. Ter iniciativas abrangentes de “extensionismo industrial”, que fortaleçam o acesso ao crédito e à tecnologia para as pequenas e médias empresas - muitas delas exportadoras “indiretas”.

## CONCLUSÕES

A produção mundial de revestimentos cerâmicos, seguindo a tendência crescente que vem assumindo nos últimos anos, alcançou, em 1994, dois bilhões e quinhentos milhões de metros quadrados. Esse segmento possui um mercado externo significativo que, em 1993, atingiu um volume de 598 milhões m<sup>2</sup>, representando mais de US\$ 6 bilhões e cerca de 24,45% da produção mundial. As exportações brasileiras apresentam taxas de crescimento superiores a 10% ao ano, atingindo, em 1994, quase US\$ 30 milhões. O Brasil desponta em termos mundiais em 2º lugar no consumo, porém ainda apresenta um baixo consumo *per capita* (1,7 m<sup>2</sup>/hab./ano), o que demonstra o grande potencial de crescimento desse segmento.

O segmento de revestimentos cerâmicos brasileiro apresenta um elevado grau de atualização tecnológica em relação aos países líderes, com a incorporação de tecnologia de última geração, automação de todas as fases do processo produtivo e implantação do sistema de gestão de qualidade, visando atender às exigências dos consumidores internos e externos.

Com o advento dos processos de queima rápida e outras inovações tecnológicas, as matérias-primas minerais vêm sendo objeto de novas qualificações. As especificações desejáveis das matérias-primas estão sendo alteradas, em função de tais inovações, e têm o seu início na seleção dos minérios de acordo com as suas características físico-químicas e tecnológicas. A constância dessas características deve ser mantida através do controle da qualidade, de modo a permitir as condições de reprodutibilidade do processo de fabricação.

A estrutura produtiva das matérias-primas minerais no Brasil, consumida pelo segmento de revestimentos cerâmicos, é constituída, principalmente, por pequenas empresas, que apresentam, entre outras características, as condições rudimentares de lavra e tratamento mineral. Deste modo, não há uma produção concentrada em empreendimentos de tamanho adequado, de modo a permitir uma economia de



escala, mais apta ao desenvolvimento tecnológico. Como consequência, a produção local desses minerais, além de não manter uma homogeneidade de características, apresenta preços, em geral, maiores que os praticados no exterior.

Para que o segmento brasileiro de revestimentos cerâmicos alcance uma alta competitividade internacional, será necessário o fortalecimento do setor de minerais industriais, de modo que este alcance os padrões tecnológicos e gerenciais dos países líderes. Entre todos os membros da cadeia produtiva, é fundamental a melhora dos mecanismos de comunicação, visando ao estabelecimento de critérios e necessidades gerais das matérias-primas, que levem em conta as características das jazidas e o processo industrial de utilização.

As empresas de mineração devem ser reestruturadas visando o desenvolvimento de processos tecnologicamente avançados e com a implantação de programas de qualidade total, para atendimento das novas qualificações exigidas, que resultarão no aumento da produtividade, redução dos preços e no melhor atendimento do mercado. Formas cooperativas de atuação, como a formação de centrais de matérias-primas, poderiam ser medidas que compensasse o pequeno porte da maioria dos empreendimentos atuais, gerando uma maior escala de operação.

O Governo deve remover os obstáculos à concorrência e à competitividade sistêmica revendo: a carga tributária; os custos do capital; a oferta de melhor infraestrutura; melhoria da formação da mão-de-obra; etc. e, estruturar sua ação para a defesa dos interesses das empresas aqui instaladas, acompanhando os concorrentes internacionais, através de iniciativas abrangentes que fortaleçam o acesso ao crédito e à tecnologia para as pequenas e médias empresas.

A criação do entorno econômico, político e social adequado passa por uma política governamental que tenha como prioridade a retomada do crescimento e do desenvolvimento social, com o atendimento da dívida social, recuperação e ampliação da infra-estrutura, fatores que, entre outros, aumentarão o consumo doméstico de bens minerais essenciais, atingindo o nível de demanda necessário a promover os investimentos que foram postergados desde a última década.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADABO, J.H. Sutilezas tributárias. **Correio Popular**, Campinas, 26 jan. 1996. Caderno economia, p.2.
- AMADEO, E.J. Verdoorn e o "custo Brasil". **Folha de São Paulo**, São Paulo, 14 jan. 1996. Caderno 2, p.2.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE CERÂMICA. São Paulo: Associação Brasileira de Cerâmica, 1993. 131p.
- ARGENTINA & Brazil: long life the revolution. **Industrial Minerals**, London, n.345, p.9, June. 1996a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA - ABC. Cerâmica avançada- proposta de programa para o desenvolvimento no Brasil. **Cerâmica**, São Paulo, v. 36, n.246, p.10-A-18A, nov./dez. 1990.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS - ANFACER. **Indústria brasileira de cerâmica para revestimento: história, estrutura e desempenho recente**. São Paulo: Anfacer, 1995. 48p.
- AUMOND, J.J.; SCHEIBE, L.F. O fonolito de Lages - SC, um novo fundente cerâmico brasileiro. **Cerâmica Industrial**, São Paulo v.1, n. 2 p.17-21, mai./jun. 1996.
- BARBOSA, F.L.M. The mineral economy of Brazil. In: FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MINING AND DEVELOPMENT, 1995, Campinas. **Proceedings...**Campinas: IG/UNICAMP, 1995. 304p, p.21-34.
- BARBOSA, F.L.M, GURMENDI, A.C. (Coord.) **Economia mineral do Brasil**. Brasília: DNPM, 1995. 278p. (Estudos de Política e Economia Mineral, 8.)
- BEZERRA, M.S.; CARVALHO, V.G.D.; NESI, J.R. **Caracterização e mercado dos minerais de pegmatito da Província da Borborema**. Recife: CPRM, 1994. 49p. anexo. (Série Recursos Minerais, 5.)
- BIELSCHOWSKY, R.; STUMPO, G. A internacionalização da indústria brasileira: números e reflexões depois de alguns anos de abertura. In: BAUMAN, Renato (Org.). **O Brasil e a Economia Global**. Rio de Janeiro: Campus, 1996. 292p.
- BIFFI, G.; SAVORANI, G. A monoqueima - aspectos técnicos, industriais e econômicos. **Cerâmica**, São Paulo, v. 34, n.218, mar. 1988.
- BORDONALLI, S.P. **Potencial técnico e econômico da indústria de caulim: monitoração e um ensaio de projeções para a próxima década**. Campinas, 1995. 126p. Dissertação de mestrado em Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
- BORASCHI, E.; CUNHA, L.J.V; VIVONA, D. Engobes: características e aplicações. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v.1, n.1, p.31-33, mar./abr. 1996.
- BOSCHI, A.O. Tecnologia de cerâmicas avançadas aplicada a revestimentos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v.1, n. 2, p.7-9, mai/jun. 1996.



- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Plano plurianual para o desenvolvimento do setor mineral**. Brasília: DNPM, 1994. v.1.
- \_\_\_\_\_. **Sumário mineral - 1994**. Brasília: DNPM, 1994. 109p.
- \_\_\_\_\_. **Mineração no Brasil: informações básicas**. Brasília: DNPM, 1996a. 85p.
- \_\_\_\_\_. **Sumário mineral - 1996**. Brasília: DNPM, 1996b. 103p.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inovação tecnológica nas micro e pequenas empresas**. Brasília: CNPq, 1993.
- \_\_\_\_\_. **Guia de fontes de financiamento à ciência e tecnologia**. Brasília: CNPq, 1996c.
- BRAZIL: Feldspar Corporation investing in local production. **Industrial Minerals**, London, n.345, p.13, June. 1996.
- BRISTOL, C. M. Society changing requirements for primary raw materials. **Industrial Minerals**, London, p. 59-65, Feb. 1987.
- BRUSA, A.; CONTOLI, L.; DARDI, M. **Relatori: monoporosa, monocottura greificata e gres fine porcelato**. Bolonia. s.c.p., 1989. (Relatórios técnicos da SACMIIMOLA.)
- BRUSA, A.; BRESCIANI A. Technology and ceramic plants the past, the present, the future - part I the tile. In: THIRD EURO-CERAMIC, 1993, Espanha. **Anais...** Faensa: Ibérica, 1993, v.2, p.893-903.
- BRUSA, A.; FEDERICI, M.; SALVOLDELLI, E. Análise comparativa dos modernos processos de produção dos revestimentos cerâmicos com particular ênfase aos sistemas de preparação das massas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 40, 1996, Criciúma. **Anais...** São Paulo: ABC, 1996. /No prelo/.
- CALAES, G.D. Planejamento do desenvolvimento. In: BARBOSA, F.L.M.; GURMENDI, A.C. (Coord.). **Economia mineral do Brasil**. Brasília: DNPM, 1995. 278p. p.11-30. (Estudos de Política e Economia Mineral, 8).
- CAMARGO, F. P. Conheça as compatibilidades - corantes e fritas. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, n.12-A, p.109-114, maio, 1994.
- CANOS, F. C. Differential aspects of spanish tiles production. In : EUROPEAN CERAMIC SOCIETY THIRD CONFERENCE, 1993, Madrid, **Proceedings...** Madrid: ECERS, 1993. p.48-50.
- CAVALCANTI, R.N.; MARTINS, L.M.A. Evolução dos minerais industriais no Brasil: 1981 - 1990. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG, 1992.v.3,p.610-611.
- \_\_\_\_\_. Minerais industriais: evolução da produção no Brasil. **Brasil Mineral**, v. 11, n.114, p.62-70, fev. 1994.
- CHAVES, A.P. **The profile of the Brazilian mining professionals**. Rio de Janeiro: CNPq/CETEM, 1995a. 24p.

- CHAVES, A.P.; LEAL FILHO, L.S. Efeitos da introdução das normas ISO 9000 na prática de manuseio de materiais nas indústrias minero-metalúrgicas. **Metalurgia & Materiais**, v. 51, n.446, p. 886-890, set. 1995b.
- CIMINELLI, R.R. Diferencial tecnológico no marketing de minerais funcionais. In: SIMPÓSIO DE CARGAS MINERAIS, 1, 1988, Ponta Grossa. **Anais...** p. 203-221.
- \_\_\_\_\_. A vulnerabilidade das cerâmicas. **Mineral-Minério**, São Paulo, v.1, n.1, p. 7, ago. 1989.
- \_\_\_\_\_. Tendências tecnológicas e mercadológicas para os minerais industriais. In: **WORKSHOP: RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO**, São Paulo: SBG, 1994. p.69-72.
- CIMINELLI, R.R.; CIMINELLI, V.S.T. **Desenvolvimento e Gestão dos Minerais Industriais (não-metálicos)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni/Universidade Federal do Estado de Minas Gerais, 1995.
- COELHO, J.M.; SOUZA, P.A.; SUSLICK, S.B. Custo Brasil na comercialização dos minerais industriais. **Cerâmica Industrial**, São Paulo. v.1, n. 1, p.14-22. mar./abr. 1996.
- COOPE, B. Minerals for glass and ceramics - patterns of supply. **Industrial Minerals**. London, n. 144, p. 61-67, Sept. 1979.
- \_\_\_\_\_. The industrial minerals/metalic bridge- "metalic ores with industrial mineral usage. **Industrial Minerals**, London, n. 189, p. 76-77 Jun., 1989.
- COUTINHO, LG.; SOUZA, R. **Estudo da competitividade da indústria brasileira, complexo de materiais de construção**. Campinas: UNICAMP/ Fundação Economia de Campinas, 1993. 102p.
- COUTINHO, LG.; FERRAZ, J.C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Unicamp, 1994. 344p.
- CONFEDERAÇÃO Nacional da Indústria - CNI. "Brasil industrial : competitividade para crescer". **Folha de São Paulo**, São Paulo, 22 maio 1996. Caderno 1, p.8.
- CROWSON, P. Mining in Brazil and the Global Economy. In: FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MINING AND DEVELOPMENT, 1995, Campinas. **Proceedings...** Campinas: IG/UNICAMP, 1995. 304p, p.1-10.
- CUNHA, L.J. Cerdec Produtos Cerâmicos Ltda. In: SEMINÁRIO "MINERAIS INDUSTRIAIS, POLÍTICA MINERAL E QUALIDADE". **Anais...** São Paulo: ABC, 1996.
- "CUSTO Brasil": ameaça para a globalização. **Boletim Makor Internacional**, São Paulo, p. 2-3, abr. 1996.
- DAHAB, S. S. et al. **Competitividade e capacitação tecnológica para pequenas e médias empresas**. Salvador: Casa da Qualidade, 1995. 56p.
- DAMASCENO, E. C. Importância geológica, econômica e tecnológica dos minerais industriais não-metálicos. In: **WORKSHOP: RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO**, São Paulo: SBG, 1994. p.1-5.

- DEFINIÇÃO de encargos é polêmica. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 4 fev., 1996. Caderno. 1, p. 12.
- DELFIN NETTO, A. Juros assassinos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2 maio. 1996. Caderno. 1, p. 2.
- DUTRA, R. Planejamento de lavra- mapas de teores, plano e métodos de lavra. In: SEMINÁRIO DE MATÉRIAS-PRIMAS E MINERAÇÃO, 1. 1993, São Paulo **Anais...** São Paulo: ABC, 1993. p.47-51.
- EMPRESAS desistem do porto de Santos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 20 ago.1995. Caderno 2, p. 6-7.
- FATTAH, H. Wolastonite- new aspects promise growth. **Industrial Minerals**, London, n.326, p. 21-43, Nov. 1994.
- FERRAZ, C.P.; MACHADO, I. F.; SUSLICK, S. B. Potencial and challenges for the brazilian mining industry. In: FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MINING AND DEVELOPMENT, 1995, Campinas. **Proceedings...**Campinas: IG/UNICAMP, 1995a. 304p., p. 45-57.
- FERRAZ, J.C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria.** . Rio de Janeiro: Campus, 1995b, 386p.
- FERRAZ C.P.; SOUZA P.Á. Mining anual review - 1996. **Mining Journal**, London, p.84-87, July. 1996.
- FIEDERLING-KAPTEINAT, H. G.; FIEBIGER, W. Optimising supplies to meet ceramic market trends. **Industrial Minerals**, London, n. 247, p.145-149, Apr. 1989.
- GIANTS in ceramics, 12th. **CERAMIC INDUSTRY**, p.43-45. ago. 1994.
- GIARDULLO, P. et al. Matérias-primas: argila não é barro. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, v.3, n.14, p.14-20. set./out.1994a.
- \_\_\_\_\_. Mineração-qualidade como meta. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, v.3, n.15 p. 46-49. nov./dez. 1994b.
- GRÉS porcelanato é fabricado pela Eliane. **ABC Informativo**, v.2,n.6, p.2, mar. 1996.
- GROLÓ, E.; KUCH, P. The increasing trend towards usage of prepared ceramic bodies. **Industrial Minerals**, London, n. 246, p. 79-49, Mar., 1988.
- HARBEN, P.W. **The Industrial Minerals HandyBook**. Londres, Industrial Mineral Division, 1995, 253p.
- HOMOGENEIZAÇÃO. **CERÂMICA**, São Paulo, v.35, n.233, p. 6A-18A. jun. 1989.
- HULL, D.L.; BERGEVIN, G.; LAUER, G. International mining taxation issues and comparation: a canadian perspective. **Natural Resources Forum**, v. 19, n.1, p.15-29, Feb. 1995.
- ÍNDICES & custos. **Revista Construção**. São Paulo: Pini sistemas, n.2.272, junho 1995. p.47.
- INDUSTRIAL mineral review. **Mining Engineering**, v.47, n.6, p.537-559 June. 1995.
- KANDIR, A. Mais investimento no IRPJ. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 21 jan. 1996. Caderno economia, p.5.

- KULAIF, Y. Disponibilidade dos minerais industriais na virada do século. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 40, 1996, Criciúma. **Anais...** São Paulo: ABC, 1996. /No prelo/.
- LEMONS, A.C.P.N.L.; NOGUEIRA, S.A.A.; SOARES, P. A descentralização da administração dos recursos minerais - reflexões a partir dos estudos realizados nos municípios de Sorocaba, Itu e Campinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG, 1992.v.3,p.616-618.
- LEONEL, C.M.L. Beneficiamento de minerais. In: SEMINÁRIO DE MATÉRIAS-PRIMAS E MINERAÇÃO, 1. 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABC, 1993. p.57-61.
- LORICI, L. Considerações e análises sobre moagens em contínuo com particular referência aos aspectos tecnológicos e às economias energéticas. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v.2, n. 1, p.11-16, maio, jun., 1996.
- LOUGHBROUGH, R. Ball and plastic clays-quality the key to survival. **Industrial Minerals**, London, n. 292, p. 21-33, Jan. 1992.
- MACHADO, I. F. Evolução do Setor Mineral. In: BARBOSA, F.L.M.; GURMENDI, A.C. (Coord.). **Economia mineral do Brasil**. Brasília: DNPM, 1995. 278p. (Estudos de Política e Economia Mineral, 8.)
- MARTINS, L.A.M. Estrutura da produção dos bens minerais industriais no Brasil em 1981. **Mineração e Metalurgia**, Rio de Janeiro: v.7, n. 447, p. 12-21, set. 1983.
- MÁS, E. Novas tendências de qualidade no mundo: matéria-prima natural estabilizada. In: SEMINÁRIO "MINERAIS INDUSTRIAIS, POLÍTICA MINERAL E QUALIDADE". **Anais...** São Paulo: ABC, 1996.
- MÁS, E., GONÇALVES, P.S. O conceito cerâmico. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, v.4, n. 24-a, p. 8-11, abr. 1996a.
- \_\_\_\_\_. Propriedades e características técnicas. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, v.4, n. 24-a, p. 12-16, abr. 1996b.
- MERCADO produção de pisos e azulejos. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, v.3, n. 22, p. 32, jan./fev. 1996a.
- MINICHELLI, D.; POLIZZOTTI, G. Raw materials for the single firing of tiles. **Tile & Brick International**, New York, v.9, n. 3, p. 141-142, 1993.
- MORAES, A. E. Chega de impostos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 21 jan. 1996. Caderno 1, p. 2.
- MOTTA, J. F. M.; TANNO, L. C.; CABRAL, M. **As Argilas Plásticas para Cerâmica Branca no Estado de São Paulo-Potencialidade Geológica**, 1995. No prelo.
- NÃO-METÁLICOS aumentam as exportações. **Balanço Anual Gazeta Mercantil - 94/95**. São Paulo: Gazeta Mercantil, p. 257-263. 1995.
- NÖTSTALLER, R. **Industrial minerals: technical review**, Washington: World Bank, 1988. 117 p. (Technical paper, 76).

- NOVOS projetos: investimentos na lavra de feldspato. **Minérios/Minerales**, v.18, n.211, p. 10, maio/jun. 1996.
- O'DRISCOLL, M. J. An overview of selected minerals and their markets. In: CIMINELLI, R.(ed.). **Industrials Minerals' 92**. Belo Horizonte: ABMT, 1992. p. 1-19.
- OLIVEIRA, D.E. O uso do talco na indústria cerâmica. In: SIMPÓSIO DE CARGAS MINERAIS,1,1988, Ponta Grossa. **Anais...**p. 223-238.
- ORTS, M. J. et al. Methods of granulometric analysis: application in the granulometry control of raw materials. **Tile & Brick International**, New York, v.9, n.3, p.143-150, 1993.
- PALMONARI, C.; NASSETTI, G. Tradicional ceramics: evolution in the last decade and futures trends. In: THIRD EURO-CERAMIC, 1993, Espanha. **Anais...** Faensa: Editrice Ibérica, 1993, v.2, p.879-891.
- \_\_\_\_\_. Evolution and future trends of tradicional ceramics. **American Ceramic Society Bulletin**, v. 73, n.2 p. 42-46, Dec. 1994.
- PAULO ABIB ENGENHARIA SA. **Minerais industriais e o mercado consumidor cerâmico**. São Paulo: ABC, 1994. 18p. Anexos.
- PEREIRA, V. de P. O futuro dos minerais industriais no Brasil: minerais x matérias-primas, centrais de fornecimento e tendências mundiais. In: SEMINÁRIO DE MATÉRIAS-PRIMAS E MINERAÇÃO, 1. 1993, **Anais...** São Paulo: ABC, 1993.p.57-61.
- \_\_\_\_\_. Centrais garantem qualidade. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, v.2,n.12-A, p. 84-89, maio, 1994.
- POPPI, M. Inertização: mono e biqueima. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, v. n. p.30-32. maio/jun. 1993.
- PORTER, Michael E. **A vantagem competitiva das nações**. Campus: Rio de Janeiro, 1993.
- PRICES. **Industrial Minerals**, London,n.330, p.80-81, March. 1995.
- QUAGLIO, S. Modernização é cosmética. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 22 jan. 1996. Caderno 2, p.6.
- QUINTEIRO, E.; CRASTRAL Jr.; J.,BOCHI, A.O. Estudo comparativo de massas de revestimento para processamento via seca e via úmida. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 39, 1995, Águas de Lindóia. **Anais...**São Paulo: ABC, 1995. 3v., p.434-439.
- ROBBINS J. Ceramic whiteware-overview of raw materials supply. **Industrial Minerals**, London, n.204, p. 31-63, Sept. 1984.
- ROCHA, R.; BERNARDES,L.J.L.; VITTI, E.D. Estudo comparativo de granulação de uma argila, por via seca, para a produção de pisos cerâmicos. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 39, 1995, Águas de Lindóia. **Anais...**São Paulo: ABC, 1995. 3v., p.427-433.
- RODRIGUES, R. Reforma tributária e agricultura. **Folha de São Paulo**, São Paulo,14 ago.1995a. Caderno 2, p.2.



- RODRIGUES, F. Setor privado já deve US\$ 43 bi no exterior. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 13 ago. 1995b. Caderno 2, p.6.
- RUIZ, M.S. O setor mineral paulista - síntese da organização industrial e mercado. **Cadernos IG/UNICAMP**, Campinas, v.3, n.1, p. 03-15, 1993.
- RUSSEL, A. Ceramic glazes - From tiles to tableware. **Industrial Minerals**, London, n.246, p. 33- 44, Mar. 1988.
- SALOMÃO, E.P. O desafio de administrar o DNPM. **Brasil Mineral**, v.12, n.134, p.34-46, set. 1995.
- SALTINI, G.; RIAZZA, P.; ARRUDA, F. **Mercado mundial de revestimentos cerâmicos**. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 39, 1995, Águas de Lindóia, 1995. (informação verbal).
- SANTOS, P.S. Matérias-primas para cerâmica avançada. In: I ENCONTRO NACIONAL DE CERÂMICA AVANÇADA DA ABC, 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABC, 1986. 181 p. p. 6-43.
- SÃO PAULO. Secretaria Indústria. Comércio Ciência e Tecnologia. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. **Mercado consumidor mineral do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1981.
- \_\_\_\_\_. **Mercado produtor mineral do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1990.
- SCHOBBER, W. Talc in Europe: optimistic views are prevailing. **Industrial Minerals**, London, n. 237, p.40-51. Jun. 1987.
- SEIDL, A.C. Brasil busca caminho das Índias. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 21 jan.1996. Caderno 2, p.1.
- SEZZI, G. Porcelain tile for the future - un futuro di porcelanato. **Ceramic World Review**, n. 15, p.50-54, 1994.
- SINTONI, A. **Mercado paulista dos bens minerais não-metálicos**. In: **WORKSHOP: RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO**. São Paulo: SBG, 1994. p.7-10.
- SKILLEN, A. Ceramic glazes-lead to the brink. **Industrial Minerals**, London, n.322, p. 39-49, July, 1994.
- \_\_\_\_\_. Tile on Trial. **Industrial Minerals**, London, n.336, p. 69-79, Sept. 1995.
- SOUZA, J.M. M. A mineração brasileira em 1995. **Mineração e Metalurgia**, n.534, p-6-, jun. 1995.
- SOUZA, P. Á. **Avaliação Econômica de Projetos de Mineração**. Belo Horizonte: eitec, 1995. 230p.
- SOUZA, R.; SILVA M.A.C.; MENEZES, M.A. **Desenvolvimento tecnológico e competitividade da indústria brasileira - estudo da indústria de cerâmica para revestimento**. Campinas: UNICAMP/ Fundação Economia de Campinas. 1993. Nota Técnica. 102p.
- STEFANOV, S. The world market of ceramic tiles. **Tile & Brick International**, v.11, n.4, p.314-319, 1995.

- SUSLICK, S.B.; COELHO, J.M. A capacitação e a inovação tecnológica no setor de minerais industriais: a contribuição do IG/UNICAMP. In: SEMINÁRIO "MINERAIS INDUSTRIAIS, POLÍTICA MINERAL E QUALIDADE". **Anais...** São Paulo: ABC, 1996.
- TANNO, I.C., CABRAL, M.J., MOTTA, J.F.M. **Geologia das Matérias-Primas**. São Paulo: IPT, 1989. 92p. (Relatório IPT/JICA.)
- UNITED STATES Bureau of Mines. United States industrial mineral statistics and prices. In: CARR, D.D.(Ed.) **Industrial Minerals and Rocks**. 6.Ed. Littleton: Society for Mining, Metallurgical, and Exploration, 1994. 1.196p., p.7-14.
- \_\_\_\_\_. Mineral Commodity Summaries - 1995. Washington. 102p.
- O UNIVERSO da mineração - 1992. **Minérios/Minerales**, v.18, n.203, p. 26-46, jul. 1995.
- VALVERDE, F.M. Conflito e soluções: o caso São Paulo. **Brasil Mineral**, São Paulo, v. 11, n.125, p.60-66, fev. 1995.
- VANCA, Paulo. Dois Mundos. **Revista CNI**, mar./abr., 1995. 35p.
- VARSOS, D.; SIKALIDIS, K. The preparation of ceramic raw materials through the dry process. **Tile & Brick International**, v.9, n.3, p.133-140, 1993.
- VAZ, L. Crise do estado - dívida social brasileira alcança R\$ 80 bi. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 08 jan. 1996. Caderno 5, p.1.
- VOLTOLINI, A. Evolução técnica e tecnológica do setor cerâmico brasileiro de pisos, azulejos e revestimentos. **Programe**, Criciúma, v.3, n.29, p.6-7., abr. 1996.
- ZANDONADI, A.R.; MESSIAS, L.S.; SANTOS, R.H. **Análise Comparativa do Consumo Energético de Doze Setores Industriais: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai - Setor Indústria de Cerâmica de Revestimentos (Pisos e Azulejos) no Brasil**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1993, 53p. (Relatório IPT/DES-APAT/PROENE, n.31. 050 - 06/93).
- ZANDONADI, A.R. Histórico da Cerâmica no Brasil 1996 In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4, 1996, Águas de São Pedro. **Anais...**São Paulo: SBG, 1996. (No prelo.)