

As Matérias-Primas Cerâmicas. Parte I: O Perfil das Principais Indústrias Cerâmicas e Seus Produtos

**José Francisco Marciano Motta¹, Antenor Zanardo²
e Marsis Cabral Junior¹**

¹*Divisão de Geologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo*

IPT Cidade Universitária — 05508-901 São Paulo - SP

e-mail: jfmotta@ipt.br

²*Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP/Rio Claro - SP*

Resumo: As matérias-primas minerais básicas são consumidas em grande volume e em diversidade na cerâmica tradicional e vem ganhando importância dentro do processo de aprimoramento da competitividade e da modernização tecnológica do setor, que se amplia para o abastecimento interno e se qualifica para a exportação. O presente trabalho aborda o perfil técnico-econômico da indústria cerâmica tradicional brasileira, com ênfase aos segmentos de cerâmica estrutural ou vermelha, cerâmica branca e cerâmica de revestimento, e os seus principais produtos, visando estabelecer um diagnóstico atualizado sobre as matérias-primas utilizadas na composição das massas básicas, que serão tratadas em uma série de mais três artigos, previstos para publicações subsequentes.

Palavras-chaves: *matérias-primas; indústria cerâmica, revestimento cerâmico; pesquisa mineral*

Introdução

O presente trabalho trata dos produtos cerâmicos e do perfil técnico-econômico das indústrias cerâmicas brasileiras, constituindo o primeiro de uma série de quatro artigos seqüenciais, que integram um panorama atualizado das matérias-primas cerâmicas¹⁶. Neste primeiro artigo são apresentadas as principais características técnicas e econômicas dos segmentos de cerâmica estrutural ou vermelha, cerâmica branca e cerâmica de revestimento, e dos seus produtos, bem como as respectivas matérias-primas utilizadas. Nos três outros artigos previstos para publicação posterior serão tratadas as matérias-primas cerâmicas básicas, dentro do universo dos minerais industriais no Brasil; a composição das massas cerâmicas e funções dos minerais no processo produtivo; e as características físicas, químicas e mineralógicas das matérias-primas plásticas e fundentes. A ênfase geral dos artigos é a compreensão do funcionamento do setor mínero-cerâmico e contribuir no aperfeiçoamento do abastecimento das matérias-primas para as indústrias brasileiras.

A Indústria Cerâmica e as Matérias-Primas Básicas Utilizadas

Os grupos cerâmicos podem ser classificados com base no emprego dos seus produtos, natureza de seus constituintes, características texturais do biscoito (massa base), além de outras características cerâmicas ou técnico-econômicas.

Aqui serão tratadas as indústrias de cerâmica vermelha, cerâmica branca e de revestimentos, que podem ser classificadas com base em critérios de uso final dos seus produtos. Esses setores enquadram-se dentro das cerâmicas tradicionais (ou silicáticas) de base argilosa, quando classificadas de acordo com a natureza de suas matérias-primas. O Quadro 1, que alia as duas classificações, relaciona os diversos setores cerâmicos e seus produtos e as respectivas matérias-primas utilizadas, bem como algumas características do processo de fabricação.

Os três setores abordados (grupos 1 a 3) são grandes consumidores de matérias-primas minerais e a grande maioria das unidades fabris, bem como as minerações, concentram-se geograficamente nas regiões nas regiões Sul

CLASSIFICAÇÃO		PRODUTO	Matéria-prima							Moagem via úmida	Moagem via seca	Processo de conformação			Temperatura de Queima (°C)					
Tipo de cerâmica*	GRUPO**/ SETOR		Plástica		Não-plástica							Extrusão	Tornearia	Prensagem	Colagem	800	900	1.000	1.100	1.200
		Argila comum	Argila plástica	Feldspato (***)	Filito	Talco	Calcário	Quartzo	Outros											
Cerâmica silicática de base argilosa (ou tradicional)	1	Cerâmica	Blocos, lajes	P								P								
		Vermelha	Telha	P			O					P	P							
			Agregado leve	P						O		P								
	2		Grês sanitário		P S	P	O	S	O	P										
		Cerâmica	Porcelana Mesa		P	P			P	P	S	S	O							
		Branca	Porcelana Eletr.		P	P			P	P	S	S	O							
			Faiança		P O	S S S	P S			P				P						
			Pisos rústicos	P	O					O		P								
			Pisos via seca	P								P		P						
		3	Revesti-mentos	Azulejo		P P		O S	S		P			P						
Piso gresificado	O			P S	S P	O	S		P	O	P									
Grês porcelânico				P S	P		O	S	O	P			P							
Outras	4	Refratários			O			O	P											
	5	Isolantes			O			O	P											
	6	Especiais						O	P											
	7	Cimento	S				P S	O	P											
	8	Vidro			S		S P	P												
P	Processo ou composição principal (> 20%)		S	Processo ou composição secundária (< 10%)					O	Processo ou composição ocasional										

Obs.: * Classificação de Schuller & Henniche¹⁰; ** 21,26; *** O feldspato (ou concentrado de feldspato) é utilizado apenas nas porcelanas e, eventualmente, no grês porcelânico, enquanto que nos demais produtos são utilizadas rochas feldspáticas.

Quadro 1. Principais setores cerâmicos, matérias-primas utilizadas e características do processo de fabricação.

e Sudeste. Os principais pólos produtores e indústrias de cerâmica branca e de revestimento encontram-se ilustrados na Figura 1 e os de cerâmica vermelha, na Figura 2.

Cerâmica estrutural ou vermelha

Este segmento caracteriza-se pela cor vermelha de seus produtos, que são tijolos, blocos, telhas, tubos, lajes para forro, lajotas, vasos ornamentais, agregados leve de argila expandida e outros.

Segundo estudos do SENAI⁹, na região Sudeste do Brasil, localizam-se cerca de 3600 empresas - 1600 cerâmicas e 2000 olarias -, sendo que as cerâmicas produzem uma média de 500000 peças/mês, com 40 funcionários cada, e as unidades oleiras 75000 peças/mês, com 8 funcionários cada. Ao todo, são estimadas cerca de 11000 empresas no Brasil, com faturamento da ordem de R\$ 2,8 bilhões¹. Apesar da expressiva produção apontada, a tecnologia das cerâmicas ainda é antiga, desenvolvida há mais de 50 anos, conforme referido por Zandonadi²⁷ e reafirmado por Duailibi Filho⁹.

A necessidade de investimento na melhoria de qualidade e produtividade é uma preocupação crescente do setor. A materialização desta tendência vem sendo reali-

zada ainda lentamente, através de novas técnicas de gestão e, principalmente, pela introdução de plantas mais atualizadas e eficientes, observadas em algumas fábricas de blocos cerâmicos estruturais e de telhas. Esses e outros produtos da cerâmica vermelha apresentam demanda reprimida no Brasil, devido ao *deficit* habitacional, e está sempre prestes a um crescimento significativo.

Do ponto de vista da matéria-prima, o setor de cerâmica vermelha utiliza basicamente argila comum, em que a massa é tipo monocomponente - só argila -, e pode ser denominada de simples ou natural, na concepção de Emiliani, Corbara¹⁰.

Essa formulação de massa busca, em geral de forma empírica, uma composição ideal de plasticidade e fusibilidade, para propiciar trabalhabilidade e resistência mecânica na queima. A preparação da massa é feita geralmente através da mistura de uma argila "gorda", que é caracterizada pela alta plasticidade, granulometria fina, e composição essencialmente de argilominerais; com uma argila "magra", esta rica em quartzo e menos plástica, podendo ser caracterizada também como material redutor de plasticidade. A composição granulométrica das massas e seus respectivos campos de aplicação são previstos no

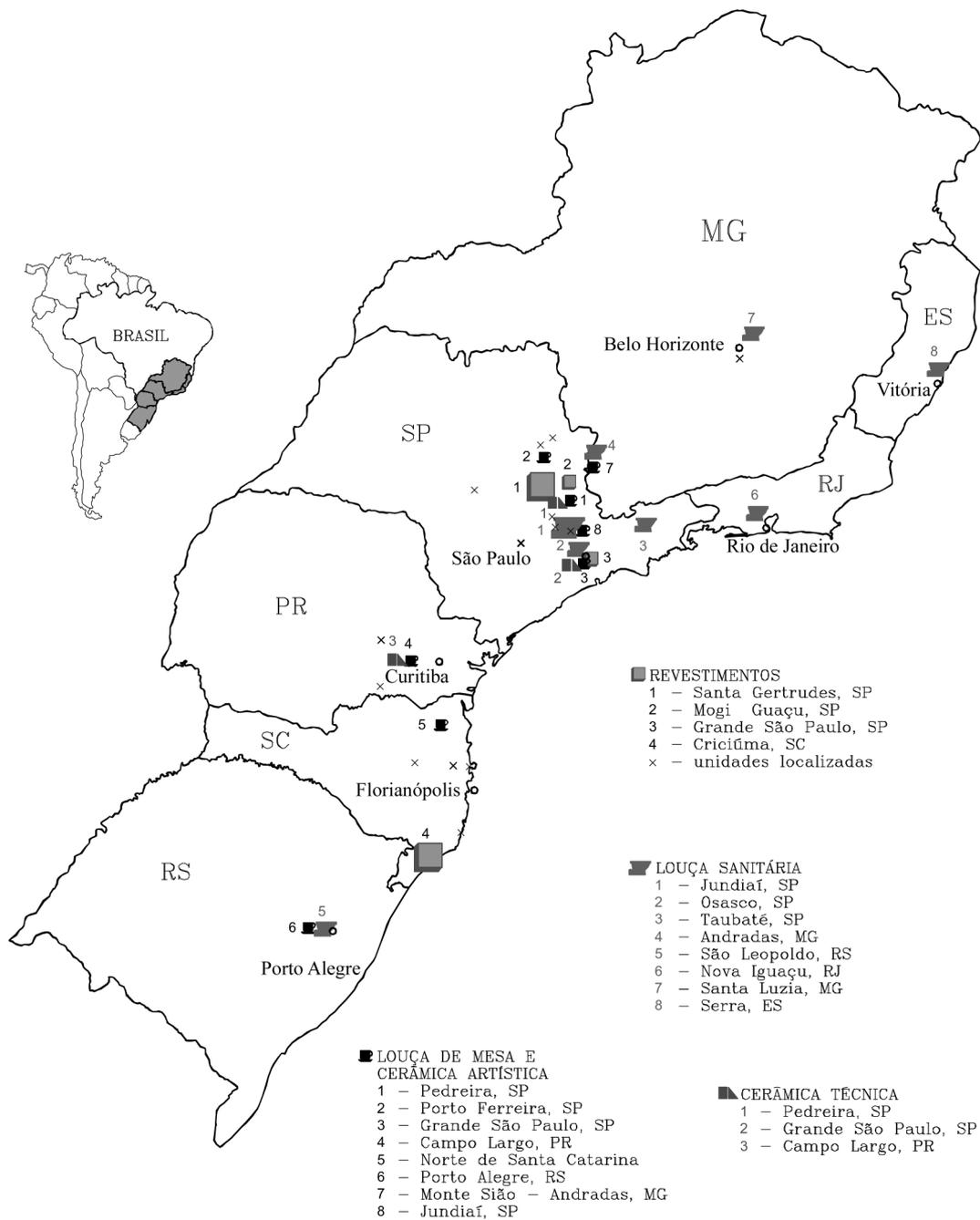


Figura 1. Localização das indústrias de cerâmica branca e de revestimentos no Sul e Sudeste do Brasil.

diagrama de Winkler, apresentado na Figura 3. Observa-se que, na prática ceramista, a utilização da classificação granulométrica da massa é empírica, baseada na experiência do cerâmico prático, o que dificulta a padronização e a transferência do saber cerâmico. Outra observação é que os limites entre as classes de argila não é rígido, notadamente entre as classes C e D, pois vários ceramistas usam a mesma

massa para a confecção de telhas e blocos cerâmicos (tijolos furados). Adicionalmente à composição granulométrica, que reflete o conteúdo de argilominerais e quartzo, as argilas contêm também proporções variadas de matéria orgânica, material que contribui para maior plasticidade e resistência mecânica a cru das peças.

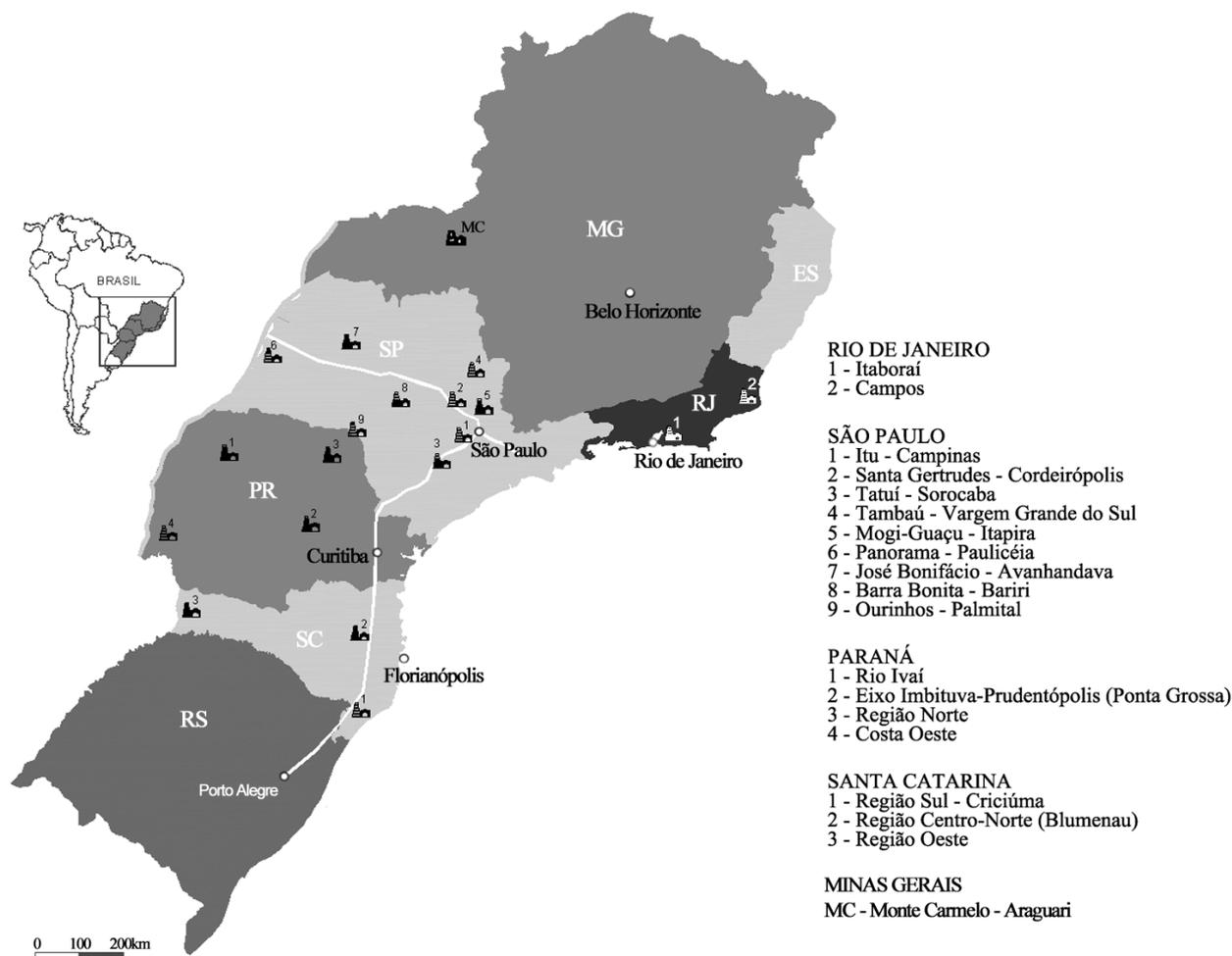


Figura 2. Principais pólos de cerâmica vermelha em alguns estados do Sul/Sudeste.

Na seqüência do processo de fabricação, a massa é umidificada acima do limite de plasticidade (geralmente acima de 20%), e processada em misturadores e homogeneizadores rústicos, sendo conformadas a seguir em extrusoras (marombas), quando adquirem as suas formas finais (blocos, lajes, lajotas, tubos) ou seguem para prensagem (telhas) ou tornearia (vasos). A Figura 4 ilustra os fluxogramas dos processos de fabricação de blocos cerâmicos e telhas.

Processo diferente é utilizado na obtenção de agregado leve manufaturado, em que o material argiloso - com teores adequados de fundentes e de substâncias formadoras de gases - é queimado em fornos rotativos, com altas temperaturas (1100-1200 °C), propiciando grande quantidade de fase vítrea.

Com exceção do agregado leve, a maioria dos produtos apresenta alta porosidade aberta, com pouca fase vítrea, decorrente da baixa temperatura de queima (800 a 900 °C). Mesmo assim, mostram resistência mecânica suficiente para os usos a que são propostos. Os fundentes presentes

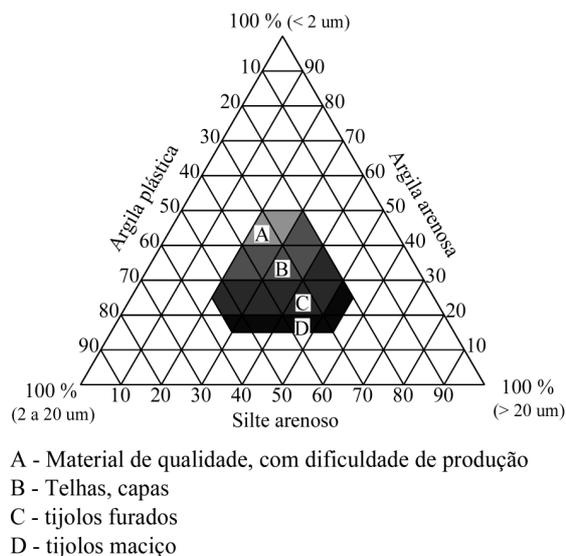


Figura 3. Aptidão das massas de cerâmica vermelha segundo a composição granulométrica, conforme diagrama de Winkler²⁰.

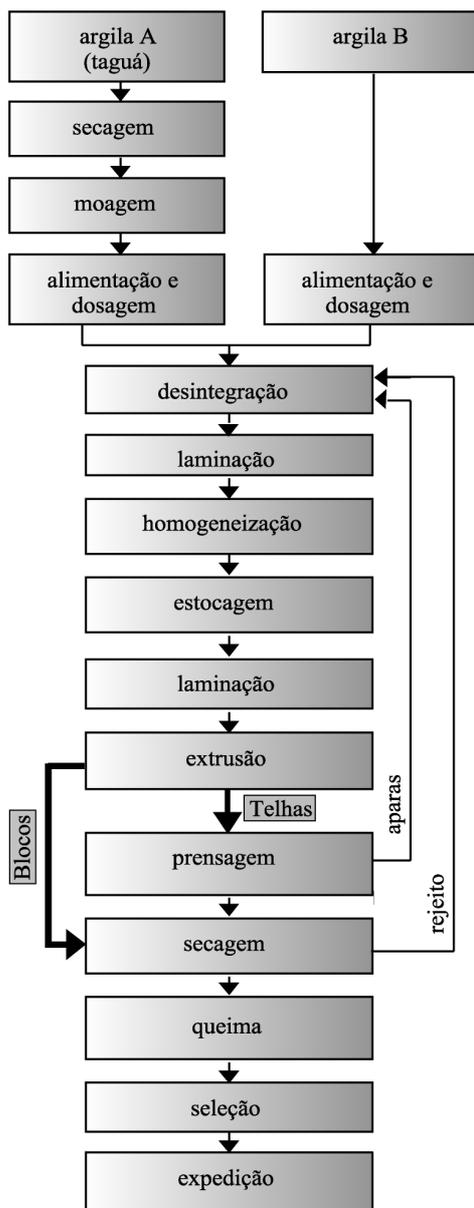


Figura 4. Fluxogramas dos processos de fabricação de blocos e telhas²¹.

estão contidos nas estruturas das argilas illíticas e esmec-títicas presentes ou adsorvidos nos argilominerais, tais como complexos ferruginosos e sais solúveis, que podem reagir durante os longos períodos de queima.

A exigência técnica dos produtos de cerâmica vermelha é mais rigorosa para telhas e blocos estruturais, requerendo maior sinterização das peças. Nesses materiais, as argilas devem ser mais illíticas ou conter a mistura destas ou de outros fundentes como filitos, como já vem sendo experimentado em algumas regiões (i.e. Monte Carmelo, MG – Figura 2).

As argilas empregadas em cerâmica vermelha, como recurso mineral apresentam alto valor locacional, ou seja, devem necessariamente estar situadas nas proximidades das cerâmicas. Desta forma, as distribuições das unidades produtoras são controladas pelas ocorrências dos depósitos de argila. A localização dos principais pólos cerâmicos em alguns estados do Sul/Sudeste pode ser revista na Figura 2.

Cerâmica branca

A expressão “cerâmica branca” é proveniente do fato de que, no passado, devido à transparência dos vidrados, procurava-se produzir corpos brancos e isentos de manchas. Posteriormente, com o advento dos vidrados opacos, essa exigência deixou de existir, conforme referido em São Paulo, Secretaria de Estado da Fazenda²¹.

O setor de cerâmica branca agrupa uma grande variedade de produtos, tais como louças e porcelanas (utilitárias e decorativas), sanitários e porcelana técnica, que se diferenciam, entre outros fatores, pela temperatura de queima e pela composição da massa, notadamente o tipo de fundente. A massa é do tipo composta, constituídas de argilas plásticas de queima branca, caulins, quartzo e fundentes (feldspato, filito, rochas feldspáticas, carbonatos).

Uma classificação usual da cerâmica branca baseia-se no teor em peso da água absorvida pelo corpo cerâmico: denomina-se **porcelana** quando a absorção é zero (pode-se admitir até 0,5%); **grês** são designados os materiais com baixíssima absorção (geralmente entre 0,5% e 3%); e **louça** (ou faiança, maiólica, pó-de-pedra) refere-se os corpos mais porosos (geralmente superior a 3%).

Em síntese bibliográfica sobre a indústria cerâmica²¹, dentro da série de manual de conhecimentos, a cerâmica branca é agrupada em três principais subsetores, apesar da profusão de termos e expressões para designar os seus produtos: **porcelana**, **grês** e **faiança**. Entretanto, esta classificação não é apresentada com precisão quantitativa quanto às suas características, sobretudo ao limite da absorção d’água.

As **porcelanas** são fabricadas com massas constituídas a partir de argilominerais (argila plástica e caulim), quartzo e feldspato bastante puros, que são queimados a temperaturas superiores a 1250 °C. Os produtos apresentam porosidade próxima a zero e compreendem a porcelana doméstica e de hotelaria (pratos, xícaras, jogos de chá etc.); porcelana elétrica (isoladores e peças para componentes eletroeletrônicos); e porcelana técnica, que apresentam elevada resistência física ou ao ataque químico.

O **grês** é feito a partir de matérias-primas menos puras, podendo incluir rochas cerâmicas como granito, pegmatito e filito como fundentes, ao invés de feldspato puro. Os produtos são queimados por volta de 1250 °C e apresentam absorção de água reduzida (geralmente entre 0,5% e 3%). Os principais produtos são os artigos sanitários, também

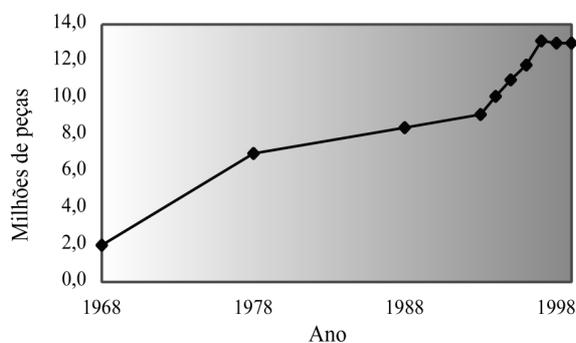
denominados de louças sanitárias, que inclui as diversas peças de lavatório e higiene.

Os produtos **faiança** são compostos de massas semelhantes ao grês, mas usualmente podem incorporar, diferentemente da composição do grês, fundentes carbonáticos, portadores dos minerais calcita e dolomita. As peças são fabricadas a temperaturas inferiores a 1250 °C e caracterizam-se pela maior porosidade (> 3%) e menor resistência do que as porcelanas e o grês. Seus produtos incluem aparelhos de jantar, aparelhos de chá, xícaras e canecas, peças decorativas etc.

Para abordar as indústrias de cerâmica branca no Brasil, quanto ao desempenho recente, serão tratados os setores de sanitários (produtos do tipo grês), louça de mesa (porcelana e faiança), cerâmica artística (faiança e porcelana) e porcelana elétrica (porcelana).

A indústria de sanitários se destaca pelo volume de peças produzidas e consumo de matérias-primas, com 16 plantas industriais e capacidade instalada para 19,5 milhões de peças/ano, constituindo-se no segundo maior produtor mundial. No ano de 1998 o setor brasileiro de sanitários faturou U\$ 200 milhões, com a manufatura de 13 milhões de peças, conforme ilustra a Figura 5. Os outros principais produtores mundiais são China (32 milhões de peças), Itália (10 milhões), Estados Unidos (9 milhões), Espanha (7,6 milhões), Japão (7,5 milhões), Grã-Bretanha (7,3 milhões), França (7,1 milhões), Turquia (6,8 milhões) e Portugal (6,2 milhões), segundo SILVA²². Quanto ao perfil empresarial, o setor apresenta dois aspectos, aparentemente antagônicos, que é importante destacar: por um lado, nos últimos anos, houve a concentração da produção em praticamente dois grupos econômicos enquanto, por outro, está havendo uma entrada de pequenos produtores.

O segmento de louça de mesa vem passando por reestruturação desde 1993, com a abertura do mercado e ingresso de produtos estrangeiros, sobretudo da China. Após 1999, com o choque cambial e a estabilidade monetária até o momento, as empresas remanescentes (5 de porcelana e 1 de faiança) vem experimentando uma tênue recuperação, com a produção de 100 milhões de



Fonte: Silva (1999)

Figura 5. Evolução da produção de louça sanitária no Brasil²².

peças/ano, e faturamento anual estimado de U\$ 54 milhões¹.

Outra produção significativa é de cerâmica artística (decorativa e utilitária), que agrega cerca de 200 micro e pequenas empresas, concentradas em Porto Ferreira e Pedreira, no Estado de São Paulo, e Campo Largo, no Paraná. Ressalta-se, que nesse segmento, pode-se desenvolver nichos de mercado, como é o caso de caneca de chopp, com a produção de mais de 1,8 milhões de peças para exportação, com faturamento de U\$ 14 milhões¹.

O setor de porcelana elétrica, principal produto da cerâmica técnica tradicional, que vinha trabalhando com capacidade ociosa na primeira metade da década de 90, passou a produzir 27 mil toneladas de isoladores em 1999, com sete unidades fabris, que estão vivendo a expectativa de expansão com as privatizações, projetos de construção de termoeletricas e programas de eletrificação rural, apesar da concorrência de isoladores de vidro e poliméricos, de acordo com Maurício¹⁴ e ABC¹.

A Figura 6 ilustra o fluxograma do processo produtivo de sanitários, desde a entrada das matérias-primas até o produto final. No processo de fabricação dos demais produtos de cerâmica branca, as matérias-primas são geralmente moídas a úmido e seguem para a conformação por várias técnicas – colagem, extrusão e tornearia.

Nos processos cerâmicos que envolvem o manuseio de barbotinas (colagem em moldes de gesso ou por pressão), a exemplo dos sanitários, a argila tem também o papel fundamental de controle de determinadas características reológicas da suspensão, tais como defloculação e velocidade de sedimentação.

Revestimentos

Na definição de Zandonadi²⁶, este grupo engloba azulejos, ladrilhos e pastilhas, produtos de formato regular, que permite o maior grau de automação. Este fato pôde ser comprovado pela produção brasileira ao longo da última década, altamente automatizada, o que levou ao grande volume produzido, diminuiu preços e popularizou o uso das placas cerâmicas.

O grupo de revestimentos é abordado com maior destaque em relação aos outros setores cerâmicos por se tratar de um segmento em expansão e que consome grande quantidade de matérias-primas.

São estimadas mais de 6 milhões de toneladas a quantidade de matérias-primas utilizadas pelo setor em 1998, assim distribuídas: 40-50% de argilas fundentes; 15-20% de argilas plásticas e caulim; 20-25% de outros minerais e rochas fundentes (filito, feldspato, talco carbonatos etc.); e até 5% de quartzo. Além do cenário de produção crescente de revestimentos, há a tendência do crescimento relativo de fundentes na massa, em razão do incremento da produção de grês porcelânico (*porcelanatto*).

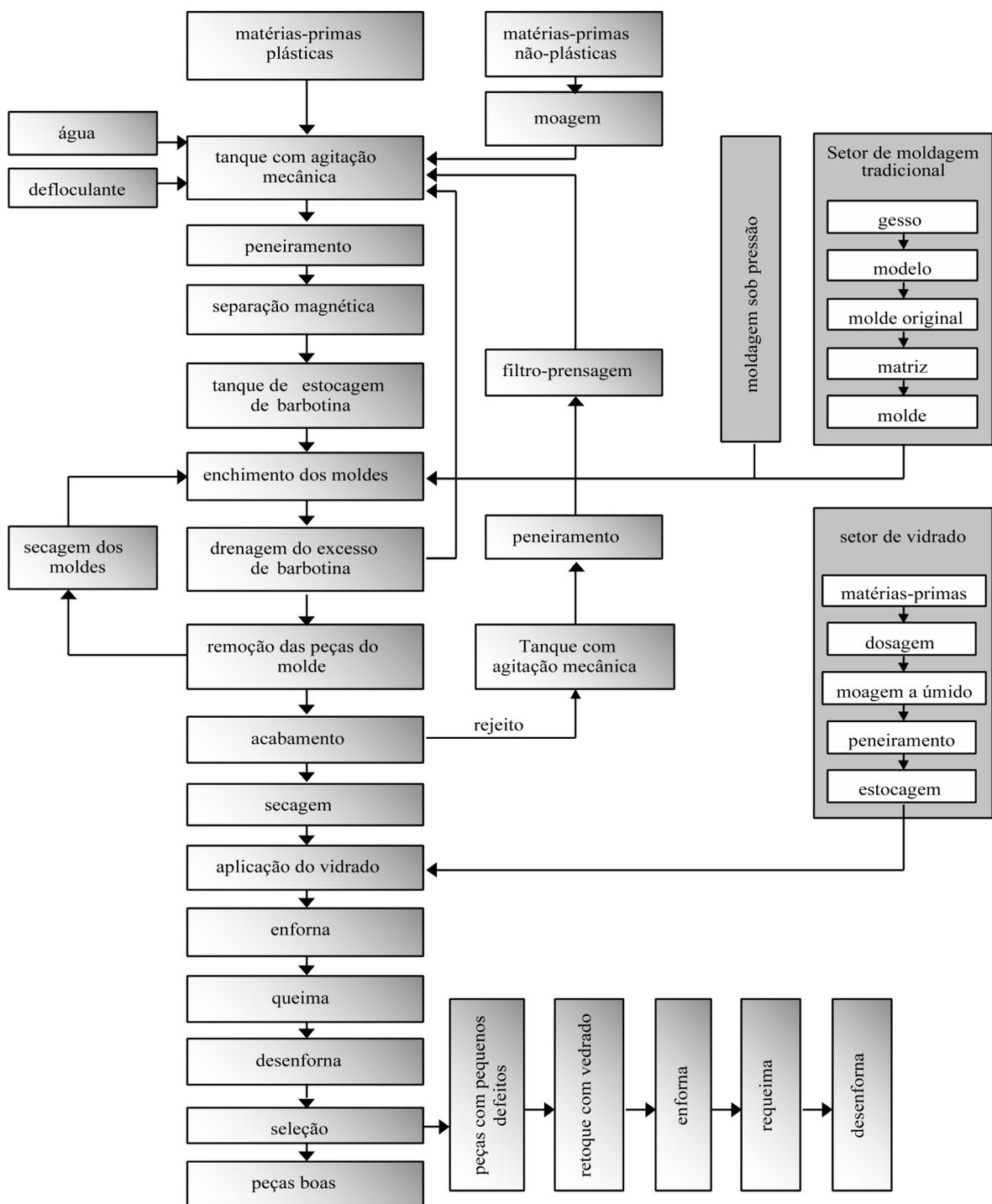


Figura 6. Fluxograma do processo de fabricação de sanitários²¹.

O rápido e continuado crescimento do setor na década de 90 despertou o interesse da comunidade afim, como traduz o Projeto Plataforma para a Indústria de Revestimento⁸, que reuniu o setor produtivo, a universidade e outras instituições de pesquisa para diagnosticar os proble-

mas e propor ações de melhoria da qualidade no setor, integrando toda a sua cadeia produtiva.

As matérias-primas foram apontadas como um dos pontos dessa cadeia que precisa de maior aporte de ações para garantir a qualidade, conforme destacado pelos grupos

de trabalho de Mineração e Matérias-Primas²⁴, de Desenvolvimento de Massas e Produtos Cerâmicos⁷ e de Avaliação Ambiental¹¹.

Ao se analisar o mercado brasileiro, observa-se que a década de 90 consolidou a produção e o consumo interno⁴ (Figura 7). O desempenho do setor vem sendo muito expressivo, com crescimento médio anual de 11% na década de 90, atingindo a produção de 428,5 milhões m² de placas em 1999, proporcionando faturamento da ordem de US\$ 2,3 bilhões. A capacidade instalada está distribuída no Sudeste (58%), Sul (33%), Nordeste (6%), Centro-Oeste (2%) e Norte (1%). Neste cenário de expansão de mercado, destacam-se o Sudeste, sobretudo o Pólo de Santa Gertrudes, onde os empresários da região estão ampliando e construindo novas unidades; e o Nordeste, com a entrada de novos grupos empresariais do Sul e Sudeste, além da participação de grupos locais e regionais.

O crescimento da indústria de revestimento é uma tendência mundial. Em 1995 eram produzidos globalmente 3,2 bilhões m², distribuídos na Ásia (40%), Europa (40%), América do Sul (14%), América do Norte (3%) e África (3%)²⁵. Em 1998, a produção já atingia 3,1 bilhões m² somente entre os 5 maiores produtores, como ilustra a Figura 8.

Com relação ao mercado externo, o Brasil exporta cerca de 10% da sua produção (42,6 milhões de m² em 1998), representando apenas 5% das exportações mundiais. Segundo as entidades do setor⁴, o País tem condições técnico-econômicas para o avanço significativo nesta participação e vem fazendo esforço nesse sentido. Entretanto, nem todo o setor mostra tal grau de competitividade, sobretudo em relação ao abastecimento e preparação de matérias-primas, uma das partes mais fragilizadas da cadeia produtiva, conforme diagnóstico do Projeto Plataforma para a Indústria Cerâmica de Revestimento^{8,15}.

Tecnicamente, vários tipos de placas cerâmicas podem ser produzidas, através de distintas combinações de matérias-primas e processos de produção. Os principais produtos, classificados de acordo com a absorção de água e resistência mecânica são apresentados no Quadro 2.

Aqui ressaltam-se as técnicas de moagem da matéria-prima e preparação massa como fator importante no produto cerâmico. Os dois processos principais são via seca e via úmida.

Nas indústrias de revestimentos via seca é utilizada a massa simples ou natural, conforme definição de Emiliani, Corbara¹⁰. A massa é formada de argila de queima avermelhada, que é seca abaixo de 5% de umidade, cominuída em moinhos de martelo e/ou pendulares, levemente umidificadas, e encaminhadas ao processamento cerâmico (prensagem a seco, secagem, decoração e queima). Algumas fábricas fora do Brasil, como na Itália, já vêm utilizando, de forma inovadora, massas compostas preparadas por

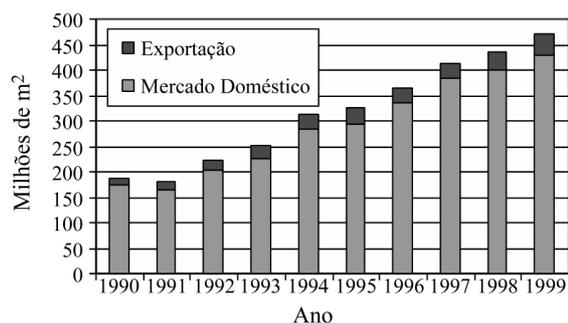


Figura 7. Evolução da produção brasileira de revestimentos⁴.

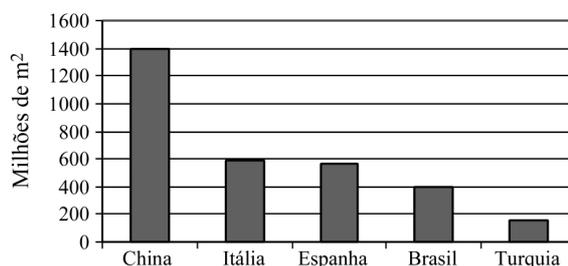


Figura 8. Produtores mundiais de pisos e revestimentos em 1998⁴.

moagem via seca, conforme estudos de Nassetti e colaboradores^{13,17-19}.

Os revestimentos da via úmida são de base preferencialmente clara, formulados com massa composta ou artificial¹⁰, que é constituída de argilas, caulim, filito, rochas feldspáticas, talco, carbonatos e quartzo, que reúnem os materiais fundentes, inertes e formadores de vidro. Essa mistura é moída e homogeneizada em moinhos de bola, em meio aquoso; seca e granulada em *spray dryer* (atomizador); e conformada por prensagem a seco, para seguir então para a decoração e queima.

A seleção das matérias-primas busca dar cor branca ou clara aos produtos (biscoito ou suporte) e boa sinterização nas condições de queima rápida e temperaturas abaixo de 1200 °C.

Os pólos cerâmicos via úmida estão concentrados em Criciúma, SC, e, secundariamente, em Mogi Guaçu e Grande São Paulo, SP, além de outras unidades isoladas nos estados de São Paulo, Santa Catarina e Paraná. Também já apresenta as primeiras unidades fabris se utilizando desse processo no Pólo de Santa Gertrudes, SP.

Por outro lado, as indústrias “via seca” utilizam apenas argilas de queima vermelha ou avermelhada para a fabricação dos revestimentos. A produção das matérias-primas é feita pelas operações de lavra, secagem e moagem a seco, seguindo-se para os processos cerâmicos subsequentes, similares aos da via úmida. O grande produtor deste tipo de revestimento é o Pólo de Santa Gertrudes, no Estado de São Paulo, sendo que a argila é proveniente da Formação

Tipologia Cerâmica	Absorção de Água (%)	Grupo ISO	Carga de Ruptura e >7,5mm(N)	Módulo de Ruptura (N/mm ²)
Grês Porcelânico	0,0 - 0,5	Ia	> 1300	> 35
Grês	0,5 - 3,0	Ib	> 1100	> 30
Semi-Grês	3,0 - 6,0	IIa	> 1000	> 22
Semi-Poroso	6,0 - 10	IIb	> 900	> 18
Piso-Poroso	10 - 20	III	> 600	> 15
Azulejo	10 - 20	III	> 400	> 15
Azulejo Fino	10 - 20	III	> 200	> 12

Quadro 2. Tipologia de placas cerâmicas quanto a Absorção de Água, Carga e Módulo de Ruptura².

Tabela 1. Evolução da formulação da massa de grês porcelânico na Itália, com ênfase nas matérias-primas e óxidos que tiveram aumento de consumo⁶.

	Formulação da Massa de Grês Porcelânico						
	em Matérias-primas			em Óxidos			
	1 ^a fase (1985-90)	2 ^a fase (atual)	Tendência	1 ^a fase	2 ^a fase	Tendência	
Argilas plásticas	15-30	20-35	↑	SiO ₂	68,0	73,5	↑
Caulim	10-30	5-10	↓	Al ₂ O ₃	25,5	18,7	↓
Feldspato	20-30	25-40	↑	TiO ₂	0,2	0,4	↑
Areia feldspática	5-15	10-20	↑	Fe ₂ O ₃	0,3	0,5	↑
Areia quartzosa	5-10	5-10	↔	CaO	0,3	0,3	↔
Talco, dolomito	0-5	0-3	↓	MgO	0,4	0,2	↓
				K₂O	1,4	2,1	↑
				Na₂O	3,9	4,3	↑

Obs.: 1^a fase: (período 1985 a 1990, utilizava-se ciclo de queima de 40 h e temperatura máxima de 1200 °C); 2^a fase: (desde 1990, passando-se a utilizar ciclo de queima de 50-70 min e temperatura máxima de 1200 °C a 1230 °C).

Corumbataí (Permocarbonífero da Bacia do Paraná). As rochas sedimentares utilizadas variam de termos extremamente argilosos (folhelhos, argilitos e lamitos) a termos mais grossos, como ritmitos, siltitos, siltitos arenosos. Para a composição da massa há, geralmente, uma mistura de rocha fina e fresca, mais fundente, com rocha parcialmente alterada, mais plástica.

Mundialmente, tem havido um crescimento significativo da produção de revestimentos porcelanizados (Grupo Ia – Quadro 2), com reflexos também na indústria brasileira, verificada através de várias indústrias entrantes nesse segmento. A Tabela 1 ilustra a evolução da formulação da massa italiana do grês porcelânico, com destaque ao aumento de consumo de materiais feldspáticos e argilas plásticas.

A Figura 9 mostra o fluxograma esquemático da produção de revestimentos prensados a seco, preparados por moagem via úmida e via seca. As localizações dos principais pólos de revestimentos podem ser revistas na Figura 1.

Um terceiro processo de fabricação é feito por extrusão de massa plástica. Esse tipo de revestimento tem se

mostrado cada vez mais presente no mercado, sobretudo na linha de produtos de aspecto mais rústico. Quanto à composição, podem ser formulados por massa simples ou composta, moídas via seca e via úmida, respectivamente.

Considerações Finais

A indústria cerâmica no Brasil, incluindo os setores de cerâmica vermelha, cerâmica branca e revestimentos, fatura anualmente (base 98/99) cerca de US\$ 5 bilhões, equivalente a aproximadamente 1% do Produto Interno Bruto (PIB). Ao se analisar o crescimento econômico no setor cerâmico em comparação com o PIB na década de 90, enquanto este último cresceu em média 2,7% ao ano, alguns segmentos cerâmicos cresceram mais de 10% a.a., como é o caso dos revestimentos. Como consequência direta do aumento da produção de placas cerâmicas se dá o aumento do volume de matérias-primas que o setor de mineração tem que abastecer. Adicionalmente, a mineração deve ficar atenta também a fenômenos internos da indústria cerâmica (inovações tecnológicas, surgimento de novos centros consumidores e descentralização da produção), que podem re-

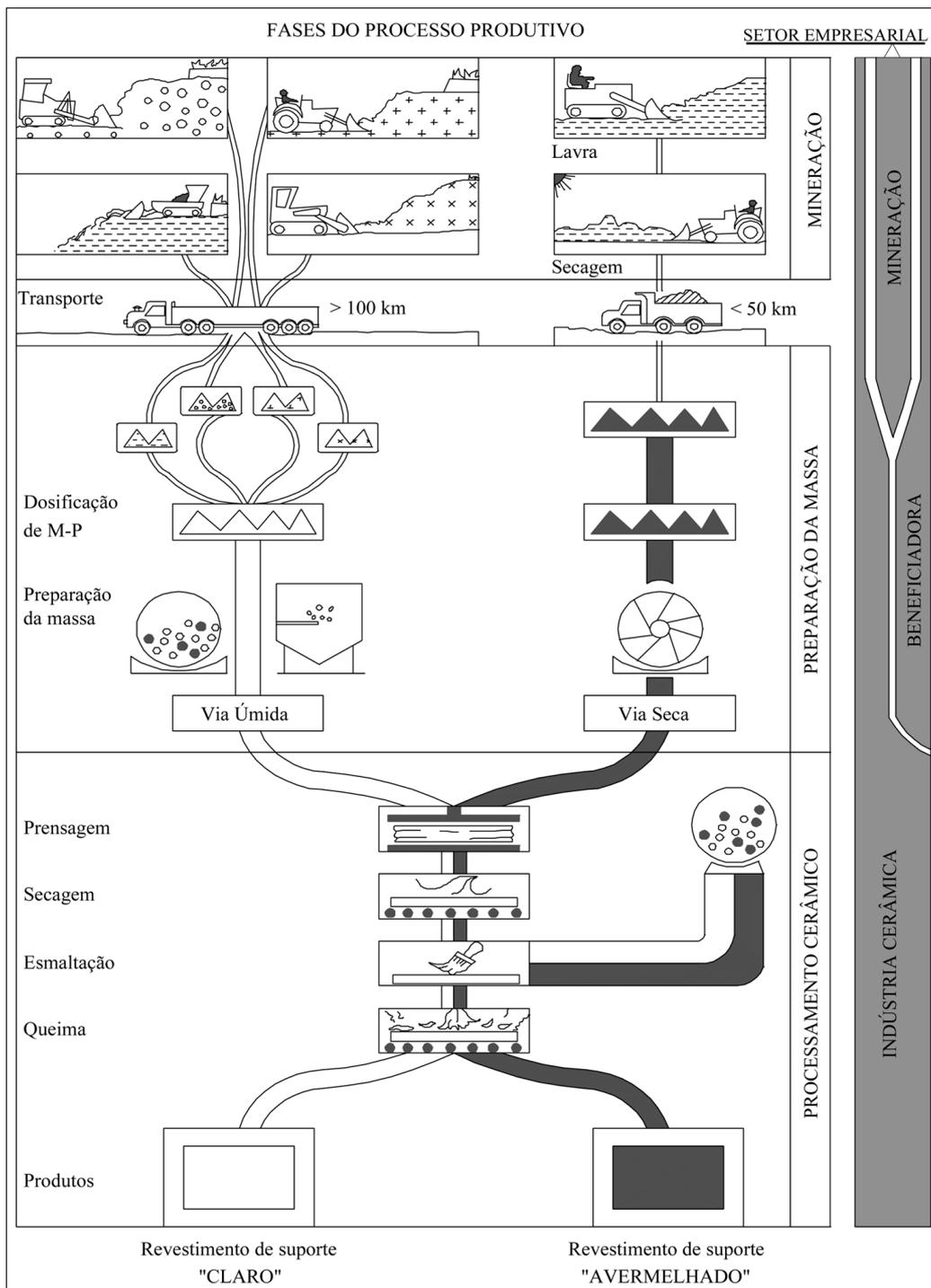


Figura 9. Fluxograma do processo de produção de revestimentos prensados^{5,15}.

fletir na localização geográfica, qualidade e tipo dos bens minerais produzidos.

Dentre algumas tendências atuais, destacam-se, por exemplo, o aumento de produtos de maior resistência mecânica e baixa porosidade, tais como o grês porcelânico (BIIa) nas indústrias de Santa Catarina e revestimentos mais gresificados no Pólo de Santa Gertrudes (passando de BIIb

para BIIa); a corrida de empresas para o Nordeste; a ampliação de revestimentos rústicos; e a diversificação e especialização em determinados produtos (faixas, filetes, peças artesanais etc.). Observa-se também a instalação das primeiras unidades via úmida no Pólo de Santa Gertrudes e uma discreta ampliação de monoporosas. Para exemplificar o atendimento às tendências aqui relatadas, o setor de

mineração deve buscar: fundentes e argilas plásticas para o porcelanato; argilas fundentes com capacidade de defloculação para o processo via úmida de Santa Gertrudes; novos depósitos para o Nordeste (em partes já encontrados); e argilas carbonáticas para monoporosas. O exemplo dos revestimentos aplica-se, em menor intensidade, para outros setores cerâmicos. Para atender plenamente a todos esses segmentos industriais é colocado um desafio ao setor de mineração, que é ofertar minérios padronizados, a custos baixos, para garantir a competitividade e, concomitantemente, atender às exigências ambientais cada vez mais rígidas. Quanto à questão ambiental, sobretudo em áreas de alta competitividade entre a mineração e outras formas de uso e ocupação do solo, torna-se necessária a adoção de políticas públicas, como a elaboração de planos diretores de mineração, que estabeleçam áreas e parâmetros de funcionamento da atividade, de forma ordenada, para garantir o abastecimento de matérias-primas. Do ponto de vista do aperfeiçoamento tecnológico no sistema produtivo de matérias-primas, é importante que o setor compartilhe o desafio com laboratórios e equipes de universidades e institutos de pesquisa, tendo em vista que a indústria mineral é constituída principalmente de pequenas e médias empresas, que nem sempre dispõe de capital e equipe técnica suficientes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapesp, CNPq e IPT pelo apoio recebido no desenvolvimento deste trabalho.

Referências Bibliográficas

1. ABC – Associação Brasileira de Cerâmica. 2001. Cerâmica no Brasil: Panoramas Setoriais. [online] Disponível na Internet via [www](http://www.abceram.org.br/cerambrasil/panoramas/index.htm), URL: <http://www.abceram.org.br/cerambrasil/panoramas/index.htm>. Arquivo capturado em 20 de Abril de 2001.
2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1997. Placas cerâmicas para revestimento – especificação e métodos de ensaio. (NBR 13.818). Rio de Janeiro, 1997. 78p.
3. ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento, 1999. Panorama da indústria cerâmica brasileira, SP: ANFACER, 24p.
4. ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes De Cerâmica Para Revestimento. 2001. Conquistando o crescimento sustentável. [online] Disponível na Internet via [W.W.W](http://www.w.w.w). URL: . Arquivo capturado em 28 de março de 2001.
5. Barba, A. *et al.* 1997. Materias primas para la fabricación de soporte de baldosas cerámicas. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica. 291p.
6. Biffi, G. 1997. Il gres porcellanato- manuale di fabbricazione e tecniche di impiego. Gruppo Editoriale Faenza Editrice. Faenza. Italia. 312p.
7. Boschi *et al.* 1999. Relatório do grupo desenvolvimento de massas e produtos cerâmicos. In: Centro Cerâmico do Brasil – CCB. 1999. Projeto plataforma para a indústria brasileira de revestimentos cerâmicos. CCB/PADCT. São Paulo (inédito).
8. CCB – Centro Cerâmico do Brasil. 1999. Projeto plataforma para a indústria brasileira de revestimentos cerâmicos. São Paulo: CCB/PADCT. (inédito).
9. Duailibi Filho, J. 1999. Mercado de cerâmica vermelha estrutural. ABC Informativo, n.26.
10. Emiliani, G.P., Corbara, F. 1999. Tecnologia cerâmica. Faenza: Editoriale Faenza Editrice. v.1.
11. Figueiredo Filho, P.M. de. 1999. Relatório do grupo de Avaliação Ambiental. In: Centro Cerâmico do Brasil – CCB. 1999. Projeto plataforma para a indústria brasileira de revestimentos cerâmicos. CCB/PADCT. São Paulo (inédito).
12. Kendall, T. 1998. US container glass-food for thought. Industrial Minerals Magazine, n.369, p.23-33, jun.
13. Lolli, L., Nasseti, G., Marino, L.F.B. 2000. A preparação a seco de massas cerâmicas. Cerâmica Industrial, v.5, n.2, mar./abr., p.30-38.
14. Maurício, M.R.D. 1996. Cerâmica elétrica. In: Anuário Cerâmico Brasileiro. São Paulo: ABC, p.19.
15. Motta, J.F.M., Cabral Jr., Tanno, L.C. 1998. Panorama das matérias-primas utilizadas na indústria de revestimentos cerâmicos: desafios ao setor produtivo. Cerâmica Industrial, v.3, n.4, p.30-38.
16. Motta, J.F.M. 2000. As matérias-primas cerâmicas e o estudo de três casos de rochas fundentes. Rio Claro: UNESP. 208p. (Tese, Doutorado).
17. Nasseti, G. 1990. Innovative system for the preparation of ceramic tile bodies. Tile & Brick, n.3, may, p.1211-1219.
18. Nasseti, G. 1997. L'evoluzione della machinazione a secco-advances in dry grinding. Ceramic World Review, n. 25, p.82-86.
19. Nasseti, G., Brighenti, G., Sillen, H. 1992. Nuovi sviluppi nella preparazione a secco dille polveri per pressatura: New developments in dry preparation of pressing powders. Ceramica Acta, v.4, n. 5-6, p.31-44.
20. Pracidelli, S., Melchiades, F.G. 1997. A importância da composição granulométrica de massas para a cerâmica vermelha. Cerâmica Industrial, v.2, n.1-2, jan./abr., p.31-35.
21. São Paulo. Secretaria de Estado da Fazenda. 1992. Cerâmica: manual de conhecimentos. São Paulo. 57p.
22. Silva, F.R. 1999. A indústria sanitária no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 43, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABC.

23. Tanno, L.C., Motta, J.F.M., Cabral Jr., T.L.C. 1994. Pólos de cerâmica vermelha no Estado de São Paulo: aspectos geológicos e econômicos. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 38, Blumenau. *Anais*. Blumenau: ABC. p.378-383.
24. Tomi *et al.* 1999. Relatório do grupo de Mineração e Matérias-Primas. In: Centro Cerâmico do Brasil – CCB. 1999. Projeto plataforma para a indústria brasileira de revestimentos cerâmicos. CCB/PADCT. São Paulo (inédito).
25. Tsai, T 1996. Asian tiles: production satisfies demand. *Industrial Minerals Magazine*, n.349, oct., p.61-67.
26. Zandonadi, A.R. 1988. Fundamentos da tecnologia cerâmica: programa de treinamento para terceiros países, São Paulo: IPT/JICA. 112p. (Apostila de curso de treinamento em tecnologia cerâmica, inédito).
27. Zandonadi, A.R. 1996. Cerâmica Estrutural. In: *Anuário Brasileiro de Cerâmica*. São Paulo: ABC, 154p.