

Estudo Estratégico da Cadeia Produtiva da Indústria Cerâmica no Estado de São Paulo: Parte III – Indústrias de Colorifícios, Sanitários e Cerâmica Técnica - Isoladores

Marsis Cabral Junior^{a*}, Paulo Brito Moreira de Azevedo^b, Gláucia Cuchierato^c,
José Francisco Marciano Motta^d

^a Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental - LABGEO/ Centro de Tecnologias Geoambientais / Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT

^b Coordenadoria de Planejamento e Negócios / Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT

^c GeoAnsata Projetos e Serviços em Geologia, São Paulo – SP, Brasil

^d Consultor – Bolsista Fapesp, São Paulo – SP, Brasil

*e-mail: marsis@ipt.br

RESUMO

Este trabalho deriva de estudo de maior abrangência dirigido à elaboração de um diagnóstico técnico-econômico da indústria cerâmica no estado de São Paulo, com vistas a subsidiar ações de governo que garantam o abastecimento sustentável de matérias-primas minerais a este setor da economia. Entre as cerâmicas tradicionais foram priorizados os segmentos industriais de maior relevância econômica no Estado e com consumo significativo de bens minerais, a saber: Cerâmica Vermelha, Revestimentos, Louça Sanitária, Louça e Porcelana – Mesa, Utilitários e Decoração, Colorifícios (Fritas, Esmaltes e Corantes) e Isoladores Elétricos (Cerâmica Técnica). Nesse contexto, as avaliações desses segmentos e a análise estratégica efetuadas buscaram estabelecer um arcabouço de informações, bem como sugestões de iniciativas para o fortalecimento do setor produtivo, que poderão auxiliar a formulação de políticas para modernização e aprimoramento do sistema de suprimento mineral ao parque cerâmico paulista.

Os principais resultados desse estudo estão sendo apresentados em uma série de quatro artigos. Os dois primeiros, já publicados, abordaram a contextualização e fatos motivadores do estudo, breve histórico e características gerais da indústria cerâmica no Estado, sendo tratados os segmentos de cerâmica vermelha e revestimentos. Neste terceiro artigo são analisadas as indústrias de colorifícios, sanitários e de isoladores elétricos. O segmento de louça e porcelana - mesa, utilitários e decoração, e a análise estratégica da cadeia produtiva mínero-cerâmica farão parte do quarto artigo.

Palavras-Chave: cerâmica; matérias-primas, indústria; mineração; tecnologia

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho decorre de estudo desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 2018) e financiado pela Subsecretaria de Mineração da Secretaria de Energia e Mineração - SEM do Estado de São Paulo¹, que envolveu a elaboração de um diagnóstico técnico-econômico da indústria cerâmica no Estado de São Paulo, com a finalidade de coletar subsídios que permitam orientar ações de governo que garantam o abastecimento sustentável de matérias-primas minerais necessárias a este setor da economia, a curto, médio e longo prazo.

¹ Com a reforma da estrutura administrativa do governo paulista em 2019, as atribuições da Subsecretaria de Mineração foram integradas a Coordenadoria de Petróleo, Gás e Mineração dentro da Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente- SIMA.

Contido nesse escopo geral, o desenvolvimento do estudo contemplou as seguintes metas:

- a) caracterização qualitativa da estrutura de mercado e empresarial do elo central da cadeia produtiva cerâmica, isto é, do segmento de manufatura cerâmica, abrangendo os principais segmentos de manufatura cerâmica intensivos em consumo de minerais industriais, a saber: Cerâmica Vermelha, Revestimentos, Louça Sanitária, Louça e Porcelana de Mesa e Decorativa, Isoladores Elétricos e Colorifícios (fritas, esmaltes e corantes);
- b) projeções de consumo de bens minerais: estimativa de crescimento do parque cerâmico e da demanda derivada de insumos minerais, circunstanciada em três cenários de crescimento (pessimista, neutro e otimista); e

- c) avaliação estratégica do setor cerâmico: indicações conclusivas sobre os principais fatores que interferem na competitividade da indústria cerâmica paulista e sugestão de diretrizes e ações para o aprimoramento competitivo, mormente relacionadas à demanda de bens minerais.

Os principais resultados desse estudo estão sendo apresentados em uma série de quatro artigos. Os dois primeiros, já publicados (Cabral Junior et al., 2019a; b), abordaram a contextualização e fatos motivadores do estudo, breve histórico e características gerais da indústria cerâmica no Estado, sendo tratados os segmentos de cerâmica vermelha e revestimentos. Neste terceiro artigo são analisadas as indústrias de coloríficos, sanitários e de isoladores elétricos, buscando-se caracterizar a estrutura produtiva e empresarial, o sistema de suprimento mineral e as matérias-primas consumidas. O segmento de louça e porcelana (mesa, utilitários e decoração) e a análise estratégica da cadeia produtiva minero-cerâmica farão parte do quarto artigo.

2 A INDÚSTRIA DE COLORÍFICOS

O principal produto fabricado pelos coloríficos são as fritas cerâmicas, que são compostos vítreos, insolúveis em água, obtidos pela fusão seguida de resfriamento rápido de misturas controladas de matérias-primas. As fritas são utilizadas nas formulações de esmaltes e engobes, insumos essenciais para as indústrias cerâmicas, utilizadas no recobrimento superficial das peças, sendo consumidos em mais larga escala pelo segmento de revestimentos e, secundariamente, pelas indústrias de louças sanitárias e de mesa, isoladores elétricos, entre outras.

Até uma década atrás esse segmento estava organizado em uma associação denominada Abracolor - Associação Brasileira de Coloríficos, mas foi desativada e não há disponibilização sistematizada de informações do setor. Sendo o segmento de revestimento responsável por grande parte do consumo dos insumos fabricados nos coloríficos, as estimativas de produção desse segmento e, conseqüentemente, da sua demanda de matérias-primas minerais, foram balizadas pelo desempenho da indústria de placas cerâmica, aferidas adicionalmente com entrevistas com produtores, fornecedores e especialistas do setor.

Além das fritas, outros produtos fornecidos pelos coloríficos são compostos, esmaltes, engobes, pastas serigráficas, granilhas e corantes. Todos esses insumos são elaborados a partir da mistura das fritas pré-produzidas com outras matérias-primas naturais e sintéticas adquiridas pelos coloríficos, e atendem às necessidades específicas das etapas do processo de fabricação das peças cerâmicas em que são introduzidos, assim como às características desejadas no produto final. Os esmaltes, como o recobrimento mais externo, são aplicados à superfície dos corpos cerâmicos e, após queima, formam uma camada vítrea, delgada e contínua. As finalidades básicas desses vidrados são aprimorar a estética, tornar o produto impermeável e melhorar a resistência à abrasão.

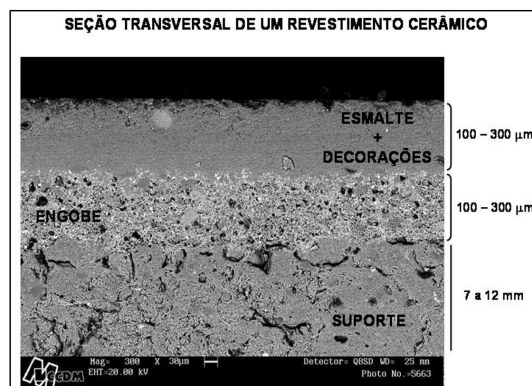
Ilustrando a interação entre o esmalte e o corpo de uma peça cerâmica, a Figura 1 apresenta uma seção transversal típica de um placa vista ao microscópio eletrônico de varredura, na qual estão identificadas as camadas produzidas a partir de insumos fornecidos pelos coloríficos - engobe, esmalte e decorações - bem como suas respectivas espessuras. O suporte ou biscoito, como também é conhecido, constitui a parte basal, mais espessa da placa cerâmica e que recebe as sucessivas coberturas do engobe e do esmalte, incluindo a decoração.

Pioneiramente, as empresas líderes foram a Colorobia (Itália), Degussa (Alemanha), Ferro Enamel e Johson & Mathy (EUA). A partir dos anos 2000, uma ação agressiva do setor produtivo, articulada a centros de pesquisa e com importante suporte governamental, alçou os coloríficos espanhóis, concentrados no *cluster* cerâmico de Castellon, no domínio do mercado internacional (Cabral Junior et al., 2010a).

2.1 Contexto Brasileiro

Seguindo as características do mercado internacional, a produção de coloríficos no país é relativamente concentrada. Na década de 1990, apenas cinco fornecedores respondiam por 64% das vendas. Já nos anos 2000, dez empresas respondiam por 80% da oferta, o que prevalece até os dias atuais. No entanto, nesse período houve movimentações, com paralizações, saída e entrada de novas empresas no mercado nacional. A Tabela 1 relaciona as empresas que conta com unidades no país, discriminando-se a origem do capital, localização e especialização produtiva.

Em 1999, o faturamento no Brasil do segmento foi de US\$ 140 milhões com a produção de 72.000 t de fritas, 2.400 t de corantes, 4.000 t de granilha, 6.600 t de produtos para serigrafia e 145.000 t de compostos (ABCeram, 2001). Fortemente alavancado pelo expressivo crescimento da indústria de revestimento, já em 2008, a produção dos coloríficos alcançou cerca de 500 mil toneladas de produtos, correspondendo a um faturamento de R\$ 1,26 bilhão (Coelho e Boschi, 2009). Atualmente, estima-se que o nível de atividade do segmento situa-se praticamente nesse mesmo patamar, haja vista que a produção embora tenha crescido até 2015, começou



Fonte: Boschi (2005).

Figura 1- Seção transversal de uma placa de revestimento cerâmico.

Tabela 1 - Colorifícios e empresas de processamento de produtos de acabamento de peças cerâmicas.

	COLORIFÍCIO	ORIGEM	LOCAL	ATIVIDADE
1	ESMALTEC-TERRAR I. C.	Brasil	Rio Claro- SP	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias-primas, formulação e mistura de compostos
2	COLOROBIA DO BRASIL	Itália	Itatiba - SP	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos
3	ESMALGLASS DO BRASIL	Espanha	Morro da Fumaça - SC Rio Claro- SP	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos Formulação e mistura de compostos
4	TORRECID BRASIL F.E.C.	Espanha	Içara - SC Araras- SP	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos Formulação e mistura de compostos
5	FERRO ENAMEL DO BRASIL	EUA	Americana- SP	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos. Em agosto de 2019, a empresa comunicou que encerrará a produção de fritas e compostos no Brasil, continuando a comercializar produtos para decoração de vidros, chapas metálicas, tintas digitais, entre outros; adicionalmente alguns produtos para compostos cerâmicos serão fornecidos a partir de fábricas fora do Brasil.
6	COLORTEC	Brasil	Cordeirópolis - SP	Fabricação de Fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos
7	SMALTICERAM DO BRASIL	s.i.c.	Içara - SC Rio Claro- SP	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos Formulação e mistura de compostos
8	VIDRADOS BS	Brasil	Ipeuna - SP	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos
9	COLORMINAS	Brasil	Içara - SC Rio Claro- SP	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos Formulação e mistura de compostos (fábrica de fritas e moagem atualmente desativadas)
10	NOVACOLOR	Brasil	Içara - SC Cordeirópolis- SP	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos Formulação e mistura de compostos
11	ROCHAFORTE	Brasil	N. S. Socorro- SE	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos
12	TERRACOR	Brasil	Cordeirópolis- SP	Produção de corantes
13	ICRA PROD. P/ CERÂMICA	Brasil	Mogi Guaçu - SP	Produção de aditivos, corantes, tintas
14	IND. JACERU DUREX S.A.	Brasil	São Paulo - SP	Fabricação de fritas cerâmicas
15	RISI PROD. CERÂMICOS	Brasil	Mogi Guaçu - SP	Comercialização de matérias-primas, esmaltes, tintas
16	ÔMEGA	Brasil	Cocal do Sul - SC	Comércio de corantes cerâmicos
17	GRANTEC	Brasil	Estiva Gerbi- SP.	s.i.c.
18	EUROGLAZE IND. COM.	Brasil	Cosmópolis – SP Paralisada	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos
19	ENDEKA CERAMICA	Inglaterra	Estiva Gerbi- SP Paralisada	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos
20	FRITTA SL PROD. P/ CER.	Espanha	Cordeirópolis- SP Paralisada	Fabricação de fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos
21	TAUS PROD. CERÂMICOS	s.i.c.	Sta Gertrudes – SP Paralisada	Fabricação de Fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos
22	VIDRES DO BRASIL LTDA.	s.i.c.	Sta Gertrudes - SP Paralisada	Fabricação de Fritas, moagem de fritas e matérias primas, formulação e mistura de compostos

Obs.: (1) Indústrias relacionadas de acordo como o volume de produção; (2) na coluna Colorifício, as assinaladas em negrito são as maiores unidades e as em itálico são unidades paralisadas; (3) na coluna “Local”, as assinaladas em negrito correspondem às unidades em cidades paulistas; (4) sic – sem informação complementar.

Fonte: elaborado pelos autores.

a decair a partir desse ano, acompanhando a queda na produção de revestimentos.

Após um longo período de expansão, com as principais empresas sediando-se no sul do país em função do *cluster* pioneiro de revestimentos em Santa Catarina, ocorreu uma descentralização das operações dos coloríficos, com instalações em São Paulo e na região Nordeste.

O mercado recessivo nos últimos anos e elevada capacidade de produção instalada acirraram a competição no segmento, diminuindo margens de lucro e causando paralisações ou fechamento de unidades. Por sua vez, as empresas não têm montado novos fornos de fusão, mas apenas estruturas de mistura de compostos. Assim, a maior parte dos novos empreendimentos que se instalou no polo de Santa Gerturdes só conta com operações de processamento de misturas, acompanhada de equipe de desenvolvimento e assistência técnica. É o caso da Esmalglass, Torrecid, Smaltceram, Colorminas e Novacolor. Ressalta-se que a Colorminas, que era um das empresas líderes brasileira e possuía fábricas em Rio Claro (SP) e Nossa Senhora do Socorro (ES), foi reestruturada e, atualmente, dispõe de produção de fritas apenas em Santa Catarina.

A produção brasileira dos coloríficos (Figura 2) foi estimada com base na produção de revestimentos cerâmicos. Houve crescimento até 2014, com certa estabilização em 2015 e decréscimo em 2016 e 2017, quando foram produzidas cerca de 550 mil t de material.²

A segmentação do mercado pode ser observada na Figura 3, depreendendo-se que os compostos³ e esmaltes são os principais insumos comercializados.

Considerando que a importação dos insumos fornecidos pelos coloríficos é insignificante, pode-se inferir que a indústria brasileira de coloríficos está entre as maiores do mundo, pois acompanha a produção da indústria de revestimento, onde o país ocupa o terceiro lugar, atrás de China e Índia.

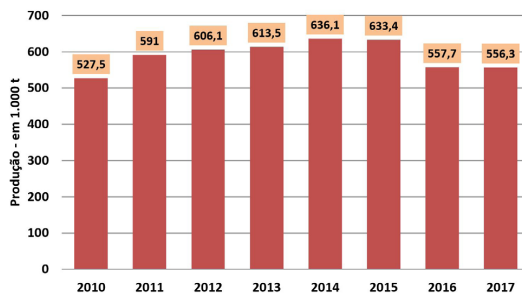
A Figura 4 apresenta de forma esquemática o processo de fabricação da frita cerâmica, que corresponde ao principal produto sintetizado pelos coloríficos. Os demais insumos fornecidos pelos coloríficos para as indústrias cerâmicas são constituídos, basicamente, de misturas das fritas com outras matérias-primas minerais (naturais e sintéticas) adquiridas de outros fornecedores.

Em termos de configuração, as plantas industriais são compostas de três segmentos: estrutura de armazenamento e mistura de matérias-primas minerais, o setor de fusão (fornos com queima de gás natural enriquecido com oxigênio) e estrutura de resfriamento e secagem.

Os coloríficos consomem uma grande variedade de matérias-primas naturais e sintéticas, requerendo, mais do que os outros segmentos cerâmicos, elevada pureza e

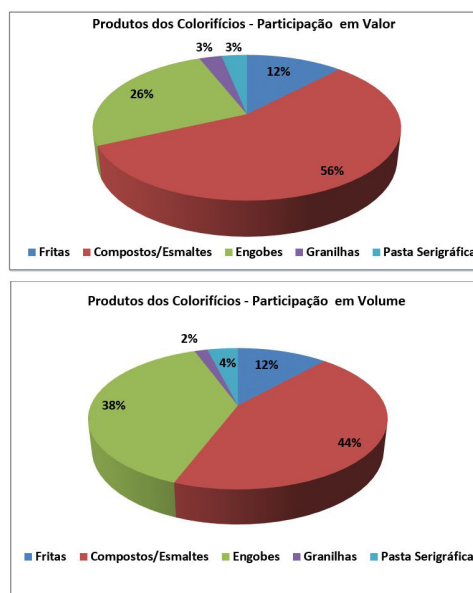
² A estimativa de produção foi efetuada a partir da produção de revestimentos, considerando uma relação média de consumo de 700 g de cobertura (engobe e esmalte) por m² de placa cerâmica.

³ Compostos referem-se a misturas de frita com matérias-primas naturais – feldspato, quartzo e caulim com propriedades rigidamente controladas.



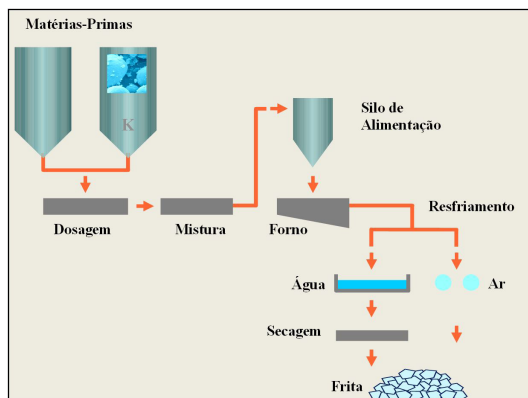
Fonte: elaborado pelos autores a partir de informações da produção de revestimentos computada em Cabral Junior et al. (2019b).

Figura 2 - Produção brasileira da indústria de coloríficos - período 2010-2017.



Fonte: elaborado a partir de atualização de Cabral Junior et al. (2010a).

Figura 3 - Produtos dos coloríficos: segmentação do mercado brasileiro.



Fonte: extraído de apresentação do Instituto de Tecnologia Cerâmica – ITC, Castellon - Espanha (2006).

Figura 4 - Processo de produção de fritas cerâmicas.

Tabela 2 - Consumo total estimado de matérias-primas minerais pelos coloríficos no Brasil - ano base 2017.

	Matéria-Prima	Toneladas/ano
Naturais	Quartzo	167.000
	Feldspato	128.000
	Argila	33.000
	Calcário	27.000
	Caulim	42.000
	Zircônio	25.000
Sintéticas	Talco	8.300
	Boratos	22.000
	Óxido de zinco	11.000
	Nitratos	2.700
	Vidro	70.000
	Outros	14.000
	Total	550.000

Obs. Outros: carbonatos, minérios de lítio, barrilha, etc.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de informações coletadas com especialistas do segmento de coloríficos.

controle rígido das especificações químicas. As principais substâncias minerais utilizadas são quartzo, feldspatos, calcários, caulim, argilas, zircônio e talco. Para esses minerais industriais cerâmicos são requeridos elevada pureza e controle rígido das especificações químicas.

Com base na produção anual de 550 mil toneladas de insumos e a partir das formulações médias para fritas e demais produtos fabricados, é estimado o consumo anual de matérias-primas pelos coloríficos, que se encontra discriminado na Tabela 2.

Entre os segmentos da cadeia produtiva cerâmica, os coloríficos correspondem a um dos elos com maior investimento em inovação, podendo alcançar, entre as empresas líderes, valores da ordem ou superiores a 1% do faturamento das corporações (Cabral Junior et al., 2010a). Além de designers, as empresas contam com engenheiros e técnicos de nível médio que prestam serviços de assistência técnica e dão assessoria de processo às empresas cerâmicas. Em termos do padrão tecnológico, as maiores empresas brasileiras equiparam-se às grandes empresas estrangeiras. Seus atualizados processos produtivos seguem as tendências internacionais, hoje ditadas principalmente pela Espanha, líder mundial em esmaltação. No entanto, os esforços inovativos no país restringem-se, na maior parte das vezes, a adaptações de produtos e processos às matérias-primas e demais condições locais.

2.2 Cenário Paulista

O Estado de São Paulo conta atualmente com cinco dos maiores coloríficos em operação no país. Dispõe ainda de pelos menos outras 10 unidades de processamento, mistura e comercialização de insumos de acabamento de corpos cerâmicos. A retração econômica que prejudicou o setor de revestimento refletiu-se fortemente no segmento, com a paralisação das operações no Estado de outras cinco fábricas de menor porte (ver Tabela 1).

Tabela 3 - Consumo total estimado de matérias-primas minerais pelos coloríficos no Brasil e Estado de São Paulo – ano base 2017.

	Matérias-Primas	Consumo – Toneladas/Ano	
		Brasil	São Paulo
Naturais	Quartzo	167.000	117.323
	Feldspato	128.000	89.924
	Argila Plástica	33.000	23.184
	Calcário	27.000	18.968
	Caulim	42.000	29.506
	Zircônio	25.000	17.563
Sintéticas	Talco	8.300	5.831
	Boratos	22.000	15.456
	Óxido de zinco	11.000	7.728
	Nitratos	2.700	1.897
	Vidro	70.000	49.177
	Outros	14.000	9.835
	Total	550.000	386.392

Obs. Outros: carbonatos, minérios de lítio, barrilha, etc

Fonte: elaborado pelos autores a partir de informações coletadas com especialistas do segmento de coloríficos.

No Polo de Santa Gertrudes, aglomeração produtiva que se consolidou a partir dos anos 1990, observa-se que ultimamente só tem se instalado unidades de misturas (p.ex. *Esmalglass* e *Torreid*), sendo que as plantas com fornos de fusão são relativamente antigas.

A Tabela 3 apresenta o consumo de matérias-primas pelo segmento em São Paulo, que totalizou cerca de 385.000 toneladas em 2017, correspondendo a 70% do total demandado pelos coloríficos no país⁴.

Somente as matérias-primas naturais (quartzo, feldspato, argila, calcário, caulim, zircônia e talco) somam mais de 300.000 toneladas, o que indica que os coloríficos representam um grande consumidor de algumas variedades especiais de minerais cerâmicos no estado, caso dos feldspatos de primeira qualidade, proveniente de pegmatitos da região Nordeste, argilas plásticas de queima clara, caulim, além de areia silicosa, esta a única substância mineral abundante no território paulista (areias quartzosas lavradas em grandes minas na região de Descalvado e Analândia).

3 INDÚSTRIA DE SANITÁRIOS

O segmento cerâmico de Louça Sanitária produz bacias, caixas d'água, bidês, lavatórios, colunas, mictórios, tanques de lavar roupas e acessórios.

⁴ A relação de 70% de consumo de matérias-primas em relação à demanda total no país é indicada pela relação da produção paulista e brasileira de revestimentos cerâmicos, respectivamente, de 555 e 790 milhões de m². Considerou-se que a produção de insumos dos coloríficos localizados no estado é responsável pelo suprimento de todo o parque cerâmico paulista.

A indústria de sanitários surgiu no Brasil na década de 1920. Até então, toda louça sanitária era importada. Na ocasião, duas empresas cerâmicas distintas se uniram para a formação da Companhia Cerâmica Jundiáense para a produção de louças sanitárias brancas vitrificadas, e em 1968 foi incorporada à Deca (Grupo Duratex). No final da década de 1940 foi fundada a Cerâmica Colônia, que introduziu a louça sanitária colorida. Em 1958 esta empresa foi adquirida pela multinacional americana Ideal Standard.

Na década de 1970 houve uma grande expansão desse segmento, com surgimento de novas unidades industriais. Inicialmente concentrada na região Sudeste, a cerâmica de louça sanitária expandiu-se para o Nordeste e, mais timidamente, para o Sul, contando em 2018 com 17 unidades fabris de porte médio a grande (capacidade produtiva em torno de 1 milhão peças/ano ou mais) e pelo menos outras sete de porte pequeno (menos de 200 mil peças/ano).

Diferentemente dos setores de revestimentos e cerâmica vermelha, constituídos por uma estrutura industrial desconcentrada e de capital nacional, o segmento de sanitários é concentrado e conta com importante participação de capital estrangeiro. Atualmente, as empresas nacionais são responsáveis por 60% da produção no país, sendo que as duas empresas líderes (Roca e Deca) detêm mais de 60% do mercado.

3.1 Estrutura Produtiva e Empresarial – Contexto Brasileiro

Em 2016, o Brasil produziu cerca de 22,5 milhões de peças de cerâmica sanitária (Anfacer, 2018) entre bacias com caixa acoplada (39%), cubas (24%), bacia convencional (18%), lavatório e coluna (10%), tanques (5%) e mictórios (4%). Se considerarmos que toda a produção foi comercializada no país, esse montante correspondeu, ao preço mínimo no varejo, a R\$ 2,7 bilhões. As poucas referências na evolução da produção nacional podem ser vista na Tabela 4.

As unidades fabris do segmento de sanitários, suas respectivas localizações, capacidade instalada e produção estão relacionadas na Tabela 5, com a regionalização da sua estrutura produtiva ilustrada na Figura 5.

Os estados líderes em capacidade instalada e produção são Minas Gerais, Pernambuco e São Paulo. As regiões Nordeste e Sudeste concentram o parque fabril, respectivamente com 60% e 36% da capacidade instalada.

Tabela 4 - Produção brasileira de louça sanitária – triênio 2006 – 2008 e 2016.

Ano	Produção Milhões de Peças
2006	16
2007	18
2008	21
2016	22,5
2017	22,8

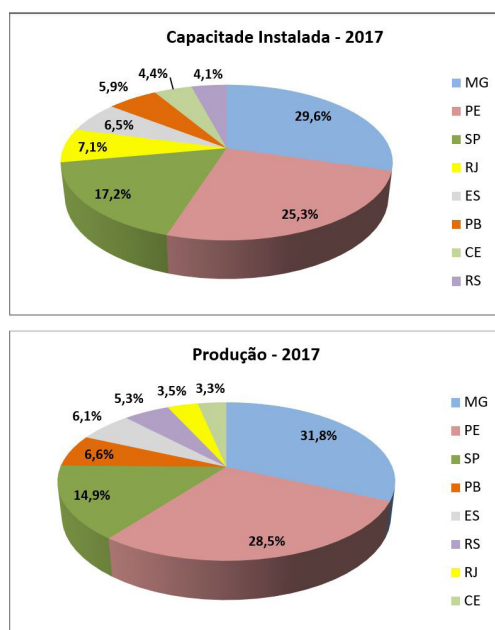
Fonte: Cabral Junior et al. (2010) e Anfacer (2018)

Completando a estrutura de produção, o Rio Grande do Sul, com uma planta industrial operando, dispõe de cerca de 4% da capacidade instalada no país.

A produção de louça sanitária em 2017 superou em pouco mais de 1% a de 2016, alcançando 22,8 milhões peças, correspondendo a uma ociosidade de 33% do parque industrial. Dentre o universo de produtores, a Deca, maior empresa nacional, possui plantas em Jundiá – SP, São Leopoldo – RS (atualmente paralisada), Nova Iguaçu – RJ, Cabo de Santo Agostinho – PE e João Pessoa – PB. O Grupo Roca, de origem espanhola, detém as marcas Roca, Incepa, Logasa e Celite, com fábricas em Jundiá – SP, Serra – ES, Recife – PE e Santa Luzia – MG. As demais fábricas são de grupos ou empresas familiares brasileiras, exceto a Kolher/Fiori, de capital americano, que reduziu temporariamente a produção em 2019.

As informações disponíveis, bem como as apreciações coletadas com empresas líderes e profissionais do setor, indicam que a produção da indústria brasileira deva se situar entre as maiores no mundo, nas quais devem participar, além do Brasil, países como China, México, Turquia, Bulgária e Rússia. O Brasil detém também um consumo expressivo de louças sanitárias, que o coloca entre os principais mercados mundiais como China, EUA, Índia, Japão, Rússia, Espanha, entre outros.

O mercado interno consome a maior parte da produção brasileira e está plenamente atendido com os produtos convencionais e de maior luxo. Estima-se que o mercado doméstico absorvia 80% do total produzido na primeira década dos anos 2000. Posteriormente, as exportações foram bastante afetadas, primeiro pela crise imobiliária nos EUA e, em seguida, pela contaminação da economia mundial,



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 5 – Regionalização da capacidade instalada e produção da indústria de sanitários – ano base 2017.

Tabela 5 - Relação das unidades industriais de louça sanitária, localização e estimativa da capacidade instalada e produção no Brasil - ano base 2017.

EMPRESA / GRUPO		UNIDADES	LOCALIDADE	UF	CAPACIDADE ANUAL INSTALADA MIL PEÇAS	PRODUÇÃO 2017 MIL PEÇAS
DURATEX S.A	1	DECA Louças - PB	João Pessoa	PB	2.000	1.500
	2	DECA Louças - PE	Cabo Sto Agostinho	PE	2.800	1.800
	3	DECA Louças - RJ	Queimados	RJ	2.400	800
	4	DECA Louças - RS*	São Leopoldo	RS	1.400	1.200
	5	DECA Louças - SP	Jundiaí	SP	3.000	1.500
ROCA BRASIL	6	CELITE - MG	Santa Luzia	MG	4.200	2.400
	7	LOGASA	Serra	ES	2.200	1.400
	8	CELITE - PE	Recife	PE	2.200	2.200
	9	INCEPA	Jundiaí	SP	1.430	850
ETERNIT	10	CSC - Cia Sulam de Cerâmica	Caucaia	CE	1.500	750
KOHLER	11	Fiori/ Kohler	Andradas	MG	1.700	1.700
HERVY	12	Cerâmica Ind. de Taubaté	Taubaté	SP	950	600
ICASA	13	Ind. Cerâm. Andradense - ICASA	Andradas	MG	2.400	2.100
LORENZETTI	14	Lorenzetti Louças	Poços de Caldas	MG	1.400	700
LUZARTE	15	Luzarte Estrela	Caruaru	PE	2.400	1500
MARI	16	Mari Louças Sanitárias	São Caetano	PE	1.200	1.000
ONIX	17	Onix Louças Sanitárias	Uberaba	MG	120	120
SANTA CLARA	18	Louças Sanit. Sta Clara	Araxá	MG	150	150
CASA SANTAMARINA	19	Casa Santamarina Louças Sanitárias	Perdizes	MG	100	100
ZETA	20	Zeta	Itupeva	SP	120	120
MGA	21	MGA	Itupeva	SP	140	140
MELATE (ASTRA)	22	Melate/Japi/	Itupeva	SP	100	100
MONDIALLE	23	Mondialle	Santa Barbara do Oeste	SP	100	100
TOTAL					34.010	22.830

Obs.: * Atualmente paralisada.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de informações coletadas em pesquisa de campo e criticadas por especialistas do setor de louça sanitária.

caindo de um patamar histórico de 20% para menos de 10% da produção nacional (Cabral Junior et. al., 2010b). Essa queda reflete-se até os dias de hoje, sendo que apenas a empresa Kohler, situada em Poços de Caldas- MG, de capital americano, apresenta um forte percentual de exportação para o próprio grupo nos Estados Unidos. No entanto, com a desvalorização do real frente ao dólar, alguns especialistas do setor acreditam na retomada das exportações, aproveitando-se da capacidade ociosa do parque fabril.

Os preços relativamente baixos das louças sanitárias no mercado internacional, mormente para as peças mais comuns, constituem uma forte barreira à entrada de produtos importados. Outro fator que inibe a importação, mas limita também a exportação, é o grande volume das peças e o baixo peso das mesmas nos contêineres dos navios.

Quanto à comercialização dos produtos, há uma grande variação de preços em função dos tipos de louças, e da

qualidade e sofisticação dos produtos, com peças mais simples, populares, na faixa de R\$ 100,00 ou menos (bacias convencionais, cubas, lavatórios, colunas), até conjuntos sofisticados, tecnicamente e em seu design, que podem alcançar valores superiores a R\$ 2.000,00. Informações mais detalhadas, com faixas de preço por tipos de produtos, são fornecidas na Tabela 6.

Fato importante verificado nos últimos anos foi o surgimento de novas empresas dentro desse setor eminentemente concentrado, a maioria de pequeno porte e fabricante de peças populares, no Nordeste, sul de Minas Gerais e na região de Jundiaí- SP. Apesar da pequena fatia do mercado interno conquistado por esses novos empreendimentos, trata-se de uma movimentação empresarial significativa em busca de oportunidades relacionadas às camadas de renda relativamente mais baixas. Contudo, diante da demanda atual reprimida, detectou-se que parte dessas empresas

Tabela 6 - Preços de louças sanitárias comercializadas no mercado brasileiro.

Louça	Faixa Intermediária R\$	Faixa Luxo R\$	Faixa Popular R\$	Participação Mercado (Quantidade)
Bacia com Box (caixa acoplada)	350 – 700	>3.000	165	39%
Bacia convencional (com válvula)	250 – 350	>2.000	90	18%
Lavatório e Coluna	150 -300	>500	100	10%
Cuba	200 - 300	>2.000	57	24%
Tanque	280	350	215	5%
Mictório	700	>2.000	195	4%

* Faixa de valores mais frequente praticados no comércio varejista.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de informações coletadas em pesquisa de campo e criticadas por especialistas do setor de louça sanitária.

Tabela 7 - Indústrias de louça sanitária no Estado de São Paulo.

GRUPO	EMPRESAS E SUAS UNIDADES	LOCALIDADE	CAPACIDADE ANUAL INSTALADA MIL PEÇAS	PRODUÇÃO 2017 MIL PEÇAS
DECA	Deca Louças - SP - Fábrica Louças Jundiaí I	Jundiaí	3.000	1.500
ROCA	Incepa	Jundiaí	1.430	850
HERVY	Cerâmica Industrial de Taubaté	Taubaté	950,00	600
Zeta	Zeta	Itupeva	120,00	120
MGA	MGA	Itupeva	140,00	140
Melate (Astra)	Melate - Japi	Itupeva	100,00	100
Mondialle	Mondialle	Sta. Bárbara do Oeste	100,00	100
TOTAL ESTIMADO			5.840	3.410

Fonte: elaborado pelos autores.

encontra-se em dificuldade e estão buscando parcerias e, até mesmo, a sua venda para as empresas maiores e mais estruturadas.

3.2 Cenário Paulista

Foi no território paulista que se iniciou a implantação da indústria de louça sanitária no país, onde se consolidou, em Jundiaí, o primeiro importante polo produtor nacional, com a maior planta industrial da Deca e importante fábrica do Grupo Roca. Adicionalmente, pequenas empresas vêm se instalando na região, contando-se atualmente com sete plantas industriais no Estado (Tabela 7).

A indústria paulista de sanitários operou em 2017 com uma capacidade ociosa de 40%, resultando em uma produção de 3,4 milhões de peças, o que representou 15% do total de peças fabricadas no país.

3.2.1 Processo produtivo

Em termos de configuração, as plantas industriais de maior porte e mais estruturadas são compostas, basicamente, de três segmentos: unidade de beneficiamento de matérias-primas minerais e composição de massa, setor de fundição (conformação das peças cerâmicas), e queima realizada em fornos túneis de queima contínua. Predominam instalações com fornos a gás natural (GN) de

seção baixa. As pequenas fábricas trabalham com fornos intermitentes, produzindo pouca variedade de peças.

De forma geral, o setor produtivo, liderado pelas maiores empresas, tem buscado o aprimoramento constante, em termos de tecnologia em equipamentos, processo e produtos. Motivadas pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), a maior parte das empresas possui certificação de produto e processo. Trata-se de um segmento industrial dominado por tecnologias maduras, sendo que as maiores empresas brasileiras rivalizam-se com as empresas líderes estrangeiras (europeias, asiáticas e norte-americanas). A Figura 6 ilustra de forma simplificada o processo produtivo de sanitários, desde a entrada das matérias-primas até o produto final.

3.2.2 Sistema de suprimento mineral

A cerâmica de sanitários utiliza na composição da massa matérias-primas plásticas e matérias-primas “duras”, não plásticas. De modo geral, as matérias-primas plásticas são desagregadas em água e peneiradas, e as não plásticas são moídas a seco, até atingir a granulometria adequada. Em seguida, esses materiais são misturados em tanques com agitação mecânica, nos quais se adicionam reagentes químicos (por exemplo, silicato de sódio) para corrigir as propriedades da suspensão. A polpa assim obtida

classicamente como *ball clays*, que exercem funções específicas no processo de fabricação de louças sanitárias, destacadas a seguir:

- capacidade de dispersão e concentração de sólidos na suspensão (barbotina), que permite fluidez, bombeamento e enchimento dos moldes;
- facilidade e rapidez de formação de parede da barbotina no molde, que confere produtividade ao processo de moldagem das peças;
- aporte de resistência mecânica à peça verde, que evita a deformação das peças durante a secagem e manuseio; e
- cor clara de queima.

Para aportar essas características técnicas, as argilas tipo *ball clay* devem possuir um conjunto de propriedades específicas, tais como alta plasticidade, certo conteúdo de matéria orgânica, distribuição granulométrica específica, capacidade de troca catiônica especial, baixo conteúdo de óxidos cromóforos, como Fe_2O_3 , e baixo conteúdo de sais solúveis.

Em razão de suas propriedades especiais, as ocorrências dessas argilas são escassas no país, sendo que aquelas mais adequadas ao processo de fabricação de louças sanitárias localizam-se em São Simão- SP e arredores de Recife- PE, ambas com dificuldades de produção⁶. Para minimizar o consumo desses minérios mais nobres e caros, argilas provenientes de outros depósitos são agregadas adicionalmente nas massas. Dentre essas argilas “de apoio”, destacam-se jazidas no Paraná e Minas Gerais. Em razão da escassez e custo de transporte, essas argilas também possuem valores relativamente elevados.

O caulim constitui a segunda matéria-prima de maior valor unitário. Geralmente após a lavra, passam por processo de beneficiamento a úmido, com separação da areia, filtro prensagem e secagem, que aumenta os custos de produção e valor de aquisição para os fabricantes. No entanto, essa substância tem uso percentual menor na composição da massa, não influenciando tanto no custo final. O caulim geralmente está associado a corpos de rochas pegmatíticas, constituindo depósitos de pequeno porte, como é o caso das ocorrências na região do Embu Guaçu (SP). Outros fornecedores são de Minas Gerais e Paraná.

Tendo em vista o elevado valor dos componentes plásticos, tem havido interesse de produtores especializados internacionais em se estabelecer no mercado doméstico, como os grupos Sibelco e Imerys, produzindo misturas balanceadas de argilas e caulins em centrais de produção de massa.⁷

A matéria-prima que tem maior peso percentual na massa e, portanto, grande influência na formação de

preço, é o feldspato, o qual é aportado a partir de rochas feldspáticas, geralmente granitoides leucocráticos (baixo teor de ferro). Comercialmente, o produto mais tradicional no mercado é o granito Tavares Pinheiro, de Jundiá-SP, que, além de fornecer a fundência exigida nas queima, situa-se próximo ao centro consumidor e tem escala de produção, pois é um coproduto de uma pedreira de brita. No entanto, a expansão desta mina encontra-se limitada na fácies leucocrática desse maciço granítico (porção da rocha com baixa conteúdo de ferro), que é o litotipo mais adequado à indústria de louça sanitária. Em decorrência da limitação futura desse tradicional fornecedor, outras opções de rochas feldspáticas já vêm sendo utilizadas ou encontram-se em etapa de estudo, como o granito da Pedreira São Jerônimo em Itupeva e o feldspato de Salto de Pirapora.

A outra matéria-prima que compõe a massa das louças sanitárias é o filito, rocha mista de plasticidade e fundência, introduzida ainda no início do desenvolvimento dessa indústria no Brasil, em meados do século passado. O filito substituiu parcialmente o feldspato, barateando a massa, sobretudo no processo de moagem. Nas indústrias paulistas, o filito contribui com 12% da massa e é proveniente de Itapeva-SP e de Minas Gerais (região de Arcos e Ouro Preto).

Para a produção dos esmaltes ou vidrados utilizam-se matérias-primas naturais (feldspato, quartzo, caulim, calcita) e sintéticas (bórax, ácido bórico, carbonato de sódio, nitrato de sódio, óxidos de chumbo, óxido de zinco, entre outras). Os esmaltes são aplicados à superfície dos corpos cerâmicos e após queima, formam uma camada vítrea, delgada e contínua. As finalidades desses vidrados são aprimorar a estética, tornar o produto impermeável e melhorar a resistência mecânica. Essas matérias-primas são beneficiadas ou processadas artificialmente com alto controle de qualidade, sendo fornecidas por colorificios, empresas químicas ou moageiras, essas últimas apenas no caso da cominuição de substâncias naturais.

De forma geral, constata-se que há deficiências em termos de qualidade e custo no abastecimento de algumas matérias-primas, o que pode seguir interferindo na competitividade dessa indústria. Com o reaquecimento da economia, as adversidades no suprimento mineral tendem a se agravar pela escassez de matérias-primas, sobretudo no caso de argilas plásticas de queima clara.

4 INDÚSTRIA DE ISOLADORES ELÉTRICOS

A cerâmica técnica tradicional engloba porcelana elétrica (isoladores e peças para componentes eletroeletrônicos) e porcelana técnica.⁸ Aqui são tratados apenas os isoladores, que se constituem um dos principais produtos da cerâmica técnica tradicional.

⁶ Entre os fatores que dificultam a produção de argilas plásticas destaca-se: no caso paulista, as poucas jazidas conhecidas são de pequeno porte, com reservas restritas e de distribuição errática e, em Pernambuco, os principais depósitos estão situados em áreas com restrições ambientais e alta valorização imobiliária.

⁷ O Grupo Imerys conta com uma planta em Rio Claro (SP) e a Sibelco com uma unidade desativada em Ipojuca (PE).

⁸ O segmento de porcelana técnica compreende uma série de produtos aplicados em situações sujeitas a amplas variações de temperatura, obtidos por diferentes matérias-primas e processos, para finalidades diversas, tais como: química, eletroeletrônica, térmica, mecânica, óptica, magnética e nuclear.

Os isoladores elétricos são dispositivos utilizados para garantir o isolamento de fios ou cabos energizados, apresentando grande capacidade de se opor à passagem de corrente elétrica (alta resistividade), além de elevada resistência mecânica.

4.1 Estrutura Produtiva e Empresarial

A primeira indústria no Brasil teve origem a partir de uma fábrica de porcelanas decorativas para uso doméstico na cidade de Pedreira (SP). Em 1943, com as dificuldades geradas ao comércio internacional durante a II Guerra Mundial e com o foco na substituição de importações, iniciou-se, pela Cerâmica Santana, a produção de isoladores elétricos no país. Outras empresas foram surgindo nas décadas subsequentes, fomentadas pela grande expansão do parque energético nacional, com a construção de grandes hidroelétricas.

Desde então, a produção de isoladores concentrou-se nessa cidade do interior paulista, que conta atualmente com três empresas: Cerâmica Santa Terezinha S/A, Electro Vidro S/A (antiga Cerâmica Santana – PCC Insulators) e Cerâmica São José Ltda.

Os dados disponíveis sobre a produção no país datam da década passada. Como a estrutura do parque produtivo mantém-se praticamente as mesmas, estima-se que a produção anual de isoladores elétricos situa-se entre 25.000 a 35.000 toneladas de cerâmica queimada.

4.2 Processo Produtivo

A produção das peças inicia-se com a mistura das matérias-primas, seguida de processo de moagem com água em moinho de bola, promovendo-se a cominuição e a homogeneização da massa. A partir de então, os produtos podem ser conformados a seco ou por massa plástica.

A massa plástica é obtida por meio da passagem da barbotina (suspensão proveniente do moinho de bolas) por processo de filtro-prensagem. Em seguida, a mistura passa por uma extrusora com câmara de vácuo, para compactação em forma cilíndrica. Para a conformação das peças são utilizadas duas rotas, por prensagem ou tornearia. Pelo processo de prensagem, os cilindros são segmentados em tamanhos adequados e são prensados no estado plástico. Na rota por tornearia, os cilindros (inteiros ou segmentados) são submetidos a um estágio mais rigoroso de secagem, de forma a garantir uma elevada resistência mecânica, permitindo o torneamento de peças até grandes dimensões, o que depende, dentre outros componentes da massa, de uma argila qualificada.

No caso de prensagem isostática (conformação a seco), a barbotina é seca em *spray dryer* e depositada em moldes em câmaras de alta pressão. Esse método vem sendo utilizado mais recentemente em algumas indústrias.

Após a conformação, a secagem é concluída, sendo que as peças mais úmidas ainda passam por estufa. Em seguida, recebem uma camada de esmalte com a finalidade de proteção e impermeabilização da superfície e potencialização de suas propriedades mecânicas e elétricas. Os produtos são sinterizados em temperaturas entre 1.200 °C e 1.400 °C, sendo então finalizados com

a adição de ferragens, quando necessário, e testados mecânica e eletricamente. A Figura 7 apresenta de forma mais detalhada as etapas e variantes do processo produtivo.

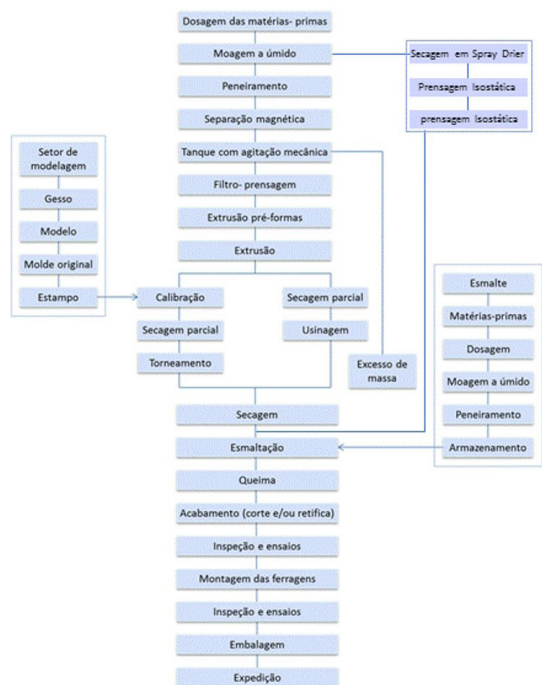
4.3 Sistema de Suprimento Mineral

Os isoladores elétricos são constituídos de matérias-primas plásticas e não plásticas, conformadas por processos úmidos e plásticos. Para atender as especificações técnicas, sobretudo as propriedades elétricas e mecânicas, a composição da massa deve ter baixo teor de Fe_2O_3 , proporcionar alta resistência mecânica das peças, a seco e queimadas, além de controlar outros parâmetros importantes, como retração de secagem e queima, deformações piropelásticas, afora os problemas comuns de secagem e queima (trincas, empenamentos, etc.).

Os produtos são de composição de porcelana triaxial (quartzo, feldspato e caulinita), incluindo ainda produtos inertes para controle de retração e aumentar a resistência mecânica. Para a elevação da resistência mecânica, o quartzo pode ser substituído, total ou parcialmente, por sinter de argila aluminosa ou alumina. As principais substâncias minerais utilizadas são argila plástica, caulim, feldspato, talco e quartzo.

Para utilização em isoladores de baixa tensão empregam-se, geralmente, composições de porcelanas ricas em quartzo (silicosas), com a quantidade de argila caulinitica e caulim variando entre 40% e 60%, feldspato entre 20% e 35% e quartzo entre 20% e 30%.

As porcelanas que incorporam alumina, por possuírem propriedades dielétricas adequadas e propriedades



Fonte: São Paulo, 1992, modificado.

Figura 7 - Fluxograma típico do processo produtivo de isoladores elétricos.

Tabela 9 - Consumo de matérias-primas minerais pela indústria de isoladores elétricos no Estado de São Paulo – ano base 2017.

MATÉRIA-PRIMA	%	Toneladas/ Ano
Argilas Plásticas	25	7.500
Caulim	20	6.000
Feldspato	30	9.000
Quartzo	20	6.000
Talco	5	1.500
TOTAL	100	30.000

Fonte: elaborado pelos autores.

mecânicas superiores às das porcelanas que utilizam quartzo, são utilizadas especialmente na fabricação de isoladores elétricos de alta tensão.

A presença de impurezas, a temperatura, o tempo e a atmosfera de sinterização influenciam fortemente as reações químicas e o desenvolvimento microestrutural da porcelana. Dessa maneira, é necessário o entendimento da relação entre essas variáveis para desenvolver produtos de baixo custo e com propriedades mecânicas e dielétricas adequadas às suas aplicações. Nesse caso, como um dos principais componentes plásticos das massas, destaca-se a elevada qualidade das argilas provenientes da região de Oeiras no Piauí, tradicionalmente usadas pelas indústrias de isoladores.

A Tabela 9 apresenta o consumo de matérias-primas naturais pelas indústrias de isoladores elétricos.

Em função das escassas informações disponíveis sobre a produção de isoladores e a variação na composição de suas massas, essa estimativa deve ser vista com reservas, com os valores indicados sendo entendidos como ordens de grandeza. A quantidade total de matérias-primas consumida anualmente deve alcançar cerca de 30.000 toneladas.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e a Subsecretaria de Mineração da Secretaria de Energia e Mineração - SEM do Estado de São Paulo (atualmente integrada às funções da Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente – SIMA) pelo suporte e financiamento do projeto “Estudo estratégico da cadeia produtiva da indústria cerâmica no Estado de São Paulo – Fase 1”, que gerou os resultados apresentados neste artigo.

REFERÊNCIAS

- ABCERAM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA – **Anuário Brasileiro de Cerâmica, 2001.**
- ABCERAM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Informações gerais na homepage.** Disponível em: <<http://www.abceram.org.br>>. Acesso em: 03 de abr. 2018.
- ANFACER – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA DE REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES. **Informações gerais na homepage.** Disponível em: <<http://www.abceram.org.br>>. Acesso em: 05 de abr. 2018.
- BOSCHI, A. O. **Minerais Cerâmicos.** Rio de Janeiro: CETEM. Palestra apresentada na Oficina – Minerais Industriais para elaboração da publicação *Tendências Tecnológicas Brasil 2015, 2005.*
- CABRAL JUNIOR, M.; BOSCHI, A.; FERREIRA, A. L. B.; COELHO, J. M. A indústria de coloríficos no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. *Cerâmica Industrial*, v. 15, p. 13-18, 2010a.
- CABRAL JUNIOR, M.; TANNO, L. C.; MOTTA, J. F. M.; RUIZ, M. S.; COELHO, J. M. Panorama da indústria cerâmica de sanitários no Brasil. *Cerâmica Industrial* (Impresso), v. 15, p. 12-18, 2010b.
- CABRAL JUNIOR, M.; AZEVEDO, P. B. M. de; CUCHIERATO, G.; MOTTA, J. F. M. Estudo Estratégico da Cadeia Produtiva da Indústria Cerâmica no Estado de São Paulo: Parte I – Introdução e a Indústria de Cerâmica Vermelha. *Cerâmica Industrial*, v. 24, n. 1, p. 20 – 34, 2019a.
- CABRAL JUNIOR, M.; AZEVEDO, P. B. M. de; CUCHIERATO, G.; MOTTA, J. F. M. Estudo Estratégico da Cadeia Produtiva da Indústria Cerâmica no Estado de São Paulo: Parte II – Indústria de Revestimentos. *Cerâmica Industrial*, v. 24, n. 2, p. 13 – 21, 2019b.
- COELHO, J. M.; BOSCHI, A.O. **Perfil de coloríficos.** Produto 43. Cadeia de Coloríficos. RT 70. MME- SGM/ BANCO MUNDIAL. Projeto Estal. Brasília 2009.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estudo estratégico da cadeia produtiva da indústria cerâmica no Estado de São Paulo – Fase 1.** São Paulo: IPT, 2018. (Rel. n. 153900-205).
- ITC – INSTITUTO DE TECNOLOGIA CERÂMICA, Castellon - Espanha (2006).
- SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Fazenda. (1992). **Cerâmica: manual de conhecimentos.** São Paulo. 57 p.