



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

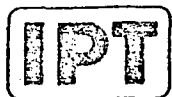
RELATÓRIO IPT/DEES-APAT Nº 31.050 - 06/93

NATUREZA DO TRABALHO: Análise Comparativa do Consumo Energético
em Doze Setores Industriais: Argentina,
Brasil, Paraguai e Uruguai

RELATÓRIO BRASILEIRO
SETOR: CERÂMICA DE REVESTIMENTO

CLIENTE: Instituto de Planejamento Econômico e Social - IPEA

Maio, 1993



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

RELATÓRIO IPT/DES-APAT/PROENE Nº 31.050 - 06/93

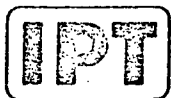
Natureza do Trabalho: Análise Comparativa do Consumo Energético em
Doze Setores Industriais: Argentina, Brasil,
Paraguai e Uruguai

Relatório Brasileiro

Setor: CERÂMICA DE REVESTIMENTO

CLIENTE: Instituto de Planejamento Econômico e Social-IPEA

MAIO/1993



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

SETOR CERÂMICA DE REVESTIMENTO

Equipe Técnica

Alexandre Romildo Zandonadi

Laiete Soto Messias

Ricardo Henrique dos Santos

Apoio Administrativo

Arlete Maria Inez Silva

Edna Maria Barcala

Janet Maria Cardoso



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

SUMÁRIO

	pag.
RESUMO EXECUTIVO.....	04
1. INTRODUÇÃO.....	06
2. DIAGNÓSTICO SETORIAL.....	07
2.1. A Indústria Cerâmica.....	07
2.2. A Indústria Cerâmica de Revestimento.....	08
2.3. Panorama Internacional.....	12
2.4. Aspectos Tecnológicos.....	13
2.5. Distribuição Geográfica.....	17
2.6. Cadeia Produtiva.....	18
3. PADRÃO TECNOLÓGICO.....	19
3.1. As Etapas de Processamento.....	19
3.1.1. Preparação das matérias primas.....	20
3.1.2. Conformação.....	21
3.1.3. Processo térmico.....	21
3.2. Processo de Fabricação de Pisos e Azulejos.....	22
3.3. Alternativas Tecnológicas Atuais e Potenciais.....	25
4. INDICADORES DO CONSUMO ENERGÉTICO.....	28
4.1. Estimativa do Consumo Energético.....	28
4.2. Estimativa do Consumo Específico Médio.....	30
4.3. Estimativa dos Custos.....	31
5. CONCLUSÕES.....	32
6. BIBLIOGRAFIA.....	37
7. TABELAS E FIGURAS.....	38



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

RESUMO EXECUTIVO

A abundância de matérias primas, a extensão do mercado interno de materiais para a indústria de construção civil e a disponibilidade de tecnologias de fabricação embutidas nos equipamentos industriais tem colocado o setor de cerâmica de revestimento em posição importante no contexto industrial brasileiro, com destaque a nível internacional no que se refere ao volume de produção, apresentando níveis de qualidade competitivos em mercados internacionais.

Tem-se observado nos últimos anos uma evolução tecnológica significativa no setor, acompanhada, e em certos casos garantida, pela indústria de equipamentos seguindo as tendências verificadas nos países considerados líderes mundiais no setor.

A implantação de instalações e equipamentos utilizando novas tecnologias tem alterado significativamente os consumos energéticos específicos, assim como afetado a participação dos diferentes insumos energéticos na matriz energética do setor. Observam-se também o desenvolvimento de tecnologias próprias para aproveitamento de energéticos com disponibilidade regional, como é o caso do carvão mineral.

Na indisponibilidade de dados globais de consumos de energéticos foram feitas estimativas a partir de informações relativas a processos, equipamentos e tipos de combustíveis utilizados. A partir dos valores obtidos foram estimados os consumos globais para o ano de 1992, sendo construída uma matriz de



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

consumo de energéticos, o que permitiu a obtenção de valores médios indicativos de consumos específicos para pisos e azulejos.

Estes dados, com as devidas restrições assinaladas poderão ser utilizados em análises comparativas da utilização de insumos energéticos, com setores semelhantes nos outros países integrantes do MERCOSUL. Acreditamos também que possam servir como subsídios para elaboração de estratégias energéticas setoriais.

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório é parte integrante do trabalho de "Análise Comparativa do Consumo Energético em Doze Setores Industriais: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai" onde são apresentadas informações e feitas análises relativas à Indústria de Cerâmica de Revestimento (Pisos e Azulejos) no Brasil.

Inicialmente é apresentado um diagnóstico setorial onde são descritas as características principais do setor no Brasil, abordando aspectos históricos e atuais que definem a estrutura industrial, bem como informações relativas à evolução do volume de produção, consumo aparente e exportações verificadas nos últimos anos.

Em seguida são descritos os vários processos produtivos utilizados pelo setor e apresentadas várias alternativas tecnológicas atuais e potenciais para melhoria da eficiência dos processos e para a racionalização energética.

A partir das informações obtidas foram feitas estimativas de consumo dos diversos insumos energéticos no setor, que serviram de base para a realização de análises e avaliações de consumos específicos de energia globais visando estabelecer parâmetros e fornecer subsídios para uma análise comparativa com os setores de outros países.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

2. DIAGNÓSTICO SETORIAL

2.1. A Indústria Cerâmica

A cerâmica exerce um papel importante dentro do contexto industrial brasileiro. A abundância de matérias-primas e disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que as indústrias brasileiras evoluíssem rapidamente e vários tipos de produtos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial com alguma quantidade exportada. Por exemplo, o Brasil é o terceiro produtor mundial, em volume, de materiais cerâmicos de revestimento (pisos e azulejos), exportando cerca de 10% da produção.

A cerâmica é praticamente tão antiga quanto a descoberta do fogo e os antigos métodos artesanais podem produzir artigos de excelente qualidade. Nos últimos anos, acompanhando a evolução industrial, a indústria cerâmica adotou a produção em massa, tornando-se importante o controle de matérias-primas, dos produtos e dos processos.

A evolução da cerâmica no Brasil foi acompanhada, e em certos casos garantida, pela indústria de equipamentos que tem razoavelmente acompanhado a tendência mundial. Em alguns setores, é sensível a influência de tecnologia estrangeira.

O setor industrial da cerâmica é bastante diversificado e de acordo com o uso específico dos produtos pode ser dividido nos seguintes sub-setores:

- . Cerâmica de revestimento
- . Cerâmica sanitária

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

- . Isoladores elétricos de porcelana
- . Refratários
- . Louça e porcelana de mesa
- . Cerâmica vermelha para construção
- . Cerâmica técnica

Esta subdivisão permite uma avaliação mais realista do setor cerâmico, uma vez que cada sub-setor tem suas características bem individualizadas e com níveis de avanço tecnológico distintos.

2.2. A Indústria Cerâmica de Revestimento

O sub-setor de cerâmica de revestimento engloba os produtos denominados por:

- . Azulejos
- . Pisos cerâmicos
- . Pastilhas ou mosaicos

Os azulejos são materiais cerâmicos utilizados no revestimento de paredes. Caracterizam-se por serem constituídos por um corpo cerâmico de cor branca, recoberto numa das faces maiores por uma camada de vidro com ou sem decoração vítrea adicional. Por serem destinados ao revestimento de paredes onde são muito pequenas as solicitações mecânicas e abrasivas, os azulejos apresentam usualmente baixas resistência mecânica e à abrasão. Por isso não é recomendado seu uso no revestimento de pisos.

No mercado brasileiro, os azulejos são comercializados em três tipos: decorados, coloridos e brancos.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Os pisos cerâmicos são, por definição, materiais cerâmicos para revestimento de pisos, e compreendem 9 tipos distintos de produtos de acordo com o processo de fabricação e com suas características intrínsecas, a saber:

- pisos cerâmicos vidrados, obtidos por monoqueima;
- pisos cerâmicos vidrados, obtidos por biqueima;
- pisos cerâmicos monoporosos, obtidos por monoqueima de massa porosa, também denominados lajotas vidradas;
- lajotões glasurados (ou salgados), conformados por extrusão;
- lajotões não vidrados, conformados por extrusão;
- pisos cerâmicos não-vidrados;
- pastilhas cerâmicas;
- pisos de cerâmica artística;
- pisos industriais.

De modo geral, o corpo cerâmico desses pisos é de cor vermelha ou avermelhada. Alguns tipos, como pisos vidrados obtidos por monoqueima e as pastilhas apresentam corpo cerâmico com cor tendendo para o branco, geralmente creme, já que são constituídos por misturas de matérias-primas, algumas utilizadas em cerâmica branca.

Os produtos denominados lajotões (glasurados ou não vidrados) conformados por extrusão, embora destinados ao revestimento de pisos, devem ser tratados como produtos do sub-setor de cerâmica vermelha, pois são obtidos mediante processos bastante distintos, e apresentam características diferenciadas dos demais produtos

citados, não sendo portanto abordados nas informações e análises que se seguem.

As pastilhas ou mosaicos, são peças de pequenas dimensões (máximo de 5,0 cm x 5,0 cm) utilizadas para revestimento de paredes e pisos. O processo de fabricação é semelhante ao de azulejos ou de pisos e a massa é de cerâmica branca, como a de azulejos ou de porcelanas.

Os materiais cerâmicos de revestimento têm longa história. Há centenas de anos são conhecidos os azulejos utilizados no revestimento de paredes, sobretudo exteriores. Devido a suas características de impermeabilização e higiene, os azulejos passaram a ser cada vez mais intensamente utilizados em banheiros e cozinhas. Esses revestimentos inicialmente se restringiam as regiões ao redor das pias e paredes de chuveiros até uma altura de cerca de 1,5m. Os pisos cerâmicos são conhecidos desde os romanos, mas ganharam destaque industrial nas últimas décadas.

Os pisos cerâmicos inicialmente também se destinavam ao revestimento de pisos de banheiros, cozinhas e ambientes que lidavam com água. Com a evolução das técnicas de vidração e decoração, seu uso foi se diversificando, ganhando hoje lugar nos ambientes mais nobres das residências, quando não das residências inteiras. Além disso, para efeito decorativo e às vezes monocromático, os pisos cerâmicos passaram a ser usados, além dos pisos, em todas as paredes dos banheiros, cozinhas e outras áreas molháveis. As dimensões dos pisos e azulejos eram pequenas (entre 25 cm² e 225 cm²). Hoje, com o avanço da tecnologia, há pisos de

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

4000 cm² (40cm x 100cm). O aumento das dimensões visa economia industrial, facilidade de assentamento e eliminação de juntas, estas sendo consideradas locais de acúmulo de sujeira. Igualmente, dadas as dimensões dos equipamentos, sobretudo dos fornos, da velocidade de produção dos equipamentos de conformação e dos baixos níveis de automação, a capacidade de produção das primeiras fábricas modernas variava de 20.000 m²/mês a 50.000m²/mês. Com a evolução das três variáveis anteriores (dimensões dos fornos, capacidade dos equipamentos de conformação de peças e níveis de automação), cerca de 10 anos atrás, uma fábrica de bom porte já produzia 120.000 m²/mês. Hoje em dia, uma fábrica moderna é projetada para produzir ao redor de 500.000 m²/mês.

A produção brasileira de cerâmica de revestimento é suprida por cerca de 80 fábricas, das quais 45 são empresas filiadas à ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO - ANFACER.

As produções das 45 empresas filiadas à ANFACER somaram no ano de 1992, 80.821 mil m² de pisos e 69,913 mil de m² de azulejos, com capacidade instalada de 240,6 milhões de m²/ano.

Para as demais empresas não associadas à ANFACER estima-se em 53.000 mil m² como produção do ano de 1992, com uma capacidade instalada da ordem de 72.000 mil m²/ano. A capacidade total instalada do setor no Brasil é da ordem de 312.6 milhões m²/ano.

A tabela 1 apresenta um quadro geral do setor de revestimentos cerâmicos com dados referentes ao ano de 1990. Verifica-se que os pisos e azulejos representaram 95% de uma produção total de 192.157

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

mil m², e os 5% restantes relativos a produção de outros materiais como pastilhas, cerâmica artística e pisos industriais.

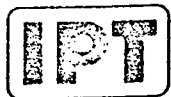
Em particular os materiais denominados genericamente pastilhas e mosaicos são produzidos por apenas 3 fábricas, responsáveis por apenas 2% da produção global do setor no país no referido ano.

Constata-se uma predominância, a nível de volume de produção, dos fabricantes de azulejos (37%) e pisos cerâmicos (58%), sendo portanto tratados com maior enfoque nas informações e análises que se seguem.

A tabela 2 apresenta a evolução de 1980 a 1992 da produção brasileira, do volume de exportação e do consumo aparente de azulejos. A tabela 3 apresenta valores referentes a pisos cerâmicos, correspondentes às 45 empresas associadas à ANFACER. Das demais empresas dedicadas à produção de piso que não são associadas dispõe-se apenas de estimativas de produção e capacidade instalada relativas a 1991 apresentadas na tabela 4.

2.3. Panorama Internacional

Tradicionalmente, as exportações brasileiras de pisos e azulejos tem se dirigido ao mercado da América do Norte (USA e Canadá) e tem sido ao redor de 8% da produção. Em 1990, as exportações brasileiras atingiram 12.700 mil m² ou 6,6% da produção daquele ano. Recentemente surgiu nova frente de exportação rumo a Argentina, mas ainda não são disponíveis dados estatísticos oficiais.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Os principais fabricantes mundiais de revestimentos cerâmicos, em termos de volume de produção, são respectivamente Itália, Espanha e Brasil (ver tabela 5). Quanto às exportações, o desempenho do Brasil frente aos demais líderes mundiais tem se mostrado bastante modesto (ver tabela 6).

Os demais países desenvolvidos possuem fábricas locais que nem sempre são suficientes para abastecer os próprios mercados internos, enquanto que nos países em desenvolvimento as fábricas locais, com indústrias não tão modernas, em muitos casos também não conseguem atender as demandas internas. Na América Latina sobressaem além do Brasil, Colômbia, Argentina, Venezuela e México como maiores produtores e com alguma exportação.

Os preços dos materiais cerâmicos para revestimento no mercado internacional são bastante variáveis em função da grande diversidade existente no que se refere as diferentes aplicações, padrões de qualidade e "design". Se considerarmos no entanto os preços médios posto fábrica, os valores expressos em dólares/m² variam na faixa de US\$ 8 a US\$ 10 na Itália, e US\$ 6 a US\$ 8 na Espanha, enquanto no Brasil os valores estão na faixa de US\$ 4 a US\$ 6.

2.4. Aspectos Tecnológicos

Como regra geral a tecnologia de fabricação de revestimentos cerâmicos está embutida nos equipamentos industriais. A Itália é a maior e mais tradicional fabricante de equipamentos para indústria de revestimentos cerâmicos, seguida pelo Japão e Alemanha em

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

menores escalas, países estes que possuem centros próprios de desenvolvimento.

Quanto à competitividade internacional, três situações bem distintas devem ser assinaladas:

A primeira é o caso do Japão, cuja tecnologia cerâmica prima pelo alto nível de desenvolvimento tecnológico. Em termos de equipamentos industriais, tem acompanhado as evoluções e tendências Européias. Em termos de qualidade, tem se mostrado superior, sem contudo mostrarem-se competitivos a nível de mercados populares no Ocidente, embora tenham alguma participação em mercados, como Europa e América do Norte. O principal mercado japonês de cerâmica de revestimento é o Asiático e Australiano, embora Indonésia e Malásia já tenham suas fábricas.

A segunda é da Itália que é o país líder nesse segmento. Desenvolveu novas tecnologias (sobretudo a queima rápida, a monoqueima e a monoqueima porosa) e os equipamentos para utilizá-las. Na Itália ficam as maiores fábricas de equipamentos para produção de cerâmica de revestimento, várias delas com filiais espalhadas pelo mundo, inclusive no Brasil. Todas as fábricas italianas possuem também seus próprios centros de pesquisa, desenvolvimento e aplicação. Possui também vários centros governamentais de pesquisa e várias universidades com centros cerâmicos de pesquisa e desenvolvimento. Na Itália acontece anualmente uma exposição e feira de cerâmica e de equipamentos cerâmicos. Numerosos, também são os congressos, simpósios e encontros sobre cerâmica que lá acontecem anualmente. Por isso, a



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Itália é líder mundial na produção e exportação de cerâmica de revestimento. Além de geradora de novas tecnologias e sede das principais indústrias de equipamentos, a Itália também tem várias fábricas de fritas, corantes e vidrados, duas delas com filiais no Brasil.

A terceira situação é a da Espanha que disputa com o Brasil posição de 2º produtor e ocupa a posição de 2º exportador do mundo ocidental. A tecnologia utilizada na Espanha é a italiana, já que várias fábricas italianas de equipamentos estão instaladas na Espanha. Esta se caracteriza por possuir várias fábricas de fritas, vidrados e corantes de boa qualidade, todas suportadas por centros de tecnologia que garantem assistência técnica aos usuários de seus produtos.

No Brasil não tem se verificado nenhum desenvolvimento próprio, sendo que as tendências de modelos, formatos e decorações dos produtos têm inspiração nos europeus. As matérias primas utilizadas no acabamento e decoração como corantes e vidrados, que são componentes muito importantes para o sub-setor, são produzidos no Brasil por uma empresa americana (Ferro Enamel), por uma alemã (Degussa), por duas italianas (Colorobia e Maurazzi Fritas) e uma espanhola, além de outras em fase de instalação.

O que tem determinado a defasagem do setor no Brasil em relação a indústria Européia, é a capacidade de investimento na aquisição de equipamentos industriais cada vez mais modernos, nos quais estão embutidos os avanços tecnológicos, onde se inclui a automação computadorizada do processo produtivo. A tabela 7



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

apresenta os índices de mão de obra empregada na produção para os três maiores produtores mundiais, o que permite visualizar a defasagem existente, pelo menos no que se refere ao nível de automação do processo produtivo.

No Brasil este sub-setor da indústria de materiais cerâmicos é o que apresenta desenvolvimento tecnológico mais avançado. Mantidos os ritmos atuais de modernização, estima-se que o sub-setor poderá se equiparar, dentro de alguns anos, ao italiano que é o mais avançado e dinâmico do mundo.

Todos os equipamentos são construídos no Brasil por filiais de empresas multinacionais (a maioria italiana), por empresas nacionais associadas a multinacionais ou por empresas nacionais que adquirem tecnologia por meio de engenharia reversa ou cópia.

As principais fábricas instaladas no Brasil e produtoras de instalações completas (podendo inclusive se servir de componentes fabricados por terceiros) para cerâmica de revestimento são:

SITI S/A. Sociedade de Instalações Termelétricas Industriais (São Paulo)

WEMA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL LTDA. (São Paulo, SP)

ENAPLIC - Industria e Comércio Ltda. (São Caetano do Sul, SP)

NASSETI CONSTRUMEC - Equip. para Indústria Química (Mogi-Guaçu, SP)

CIFEL TERMOINDUSTRIAL - Ind. e Com. Ltda. (Jundiaí, SP)

CONSTRUÇÕES MECÂNICAS GARDELIN LTDA. (São Paulo, SP)

ICON - Industrial Conventos S.A. (Criciúma, SC)



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

NETZSCH DO BRASIL IND. E COM. LTDA. (São Paulo, SP)

Os projetos dessas fábricas (com exceção dos da Gardelin e da Netczsh) são trazidos da Itália, onde as matrizes os desenvolveram juntamente com os processos correspondentes. As empresas acima citadas adaptam os projetos às condições brasileiras, estudam as matérias-primas locais e definem as condições em que essas matérias-primas devem ser usadas para atender às exigências do processo, dos equipamentos e dos produtos.

2.5. Distribuição Geográfica

A distribuição geográfica das indústrias de revestimentos cerâmicos no Brasil apresenta diferenças entre as indústrias de pisos cerâmicos e azulejos (ver tabela 8). No caso de azulejos verifica-se que a quantidade produzida na região sul representou em 1991 cerca de 85% da produção do país, seguida pelas regiões norte/nordeste com 11% e região sudeste com cerca de 4%. Este perfil de distribuição de produção não apresentou alterações significativas em relação ao ano de 1989, quando se verificou o maior volume de produção da história.

No caso de pisos cerâmicos a quantidade produzida pelas empresas situadas na região sudeste representou no ano de 1991 cerca de 69% da produção nacional, seguida pelas regiões sul com 24%, ficando as regiões centro-oeste e norte/nordeste com 4% e 3% respectivamente.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

A maior concentração de fábricas ocorre nos Estados de São Paulo e de Santa Catarina, mas há fábricas também nos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Goiás, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Ceará e Pará.

2.6. Cadeia Produtiva

Na cadeia produtiva da indústria de revestimento cerâmico podem ser identificados três grupos de matérias primas. As argilas são os constituintes básicos do material cerâmico, enquanto que os demais minerais (caulins, quartzitos, feldspatos, filitos, talcos, calcários e outros) são utilizados na composição dos produtos com objetivos de se atingir as características desejadas para cada produto.

As argilas são obtidas por mineração na maioria dos casos em minas de propriedade da própria indústria cerâmica. Os demais são adquiridos de empresas de mineração. Estas matérias primas são em geral beneficiadas nas próprias indústrias cerâmicas.

O terceiro grupo de matérias primas se constitui nos corantes e vidrados utilizados na decoração e acabamento do produto. Como já citado anteriormente, estes importantes componentes são fornecidos por empresas filiais de multinacionais instaladas no país.

Como insumos energéticos utilizados identificam-se a energia elétrica, utilizada basicamente para acionamento de motores elétricos, e atualmente utilizada em raros casos para aquecimento de fornos. Os demais insumos energéticos apresentam grande

diversidade quanto à natureza (sólidos, líquidos ou gasosos), cujas aplicações são dependentes de fatores como: tipo de processo de fabricação (via seca ou via úmida), tipo de equipamentos de processos (fornos tipo túnel, forno a rolos), e localização geográfica da unidade industrial.

Os produtos finais são distribuídos ao mercado consumidor por extensa rede de revendedores.

3. PADRÃO TECNOLÓGICO

3.1. As Etapas de Processamento

A indústria cerâmica é uma indústria de processo químico, onde as matérias-primas passam por uma seqüência de processamentos, adquirindo em cada etapa novas propriedades ou alterando suas características físicas e químicas, até obtenção do produto final.

Na indústria cerâmica brasileira os processos são tão variados quanto os produtos, havendo desde os mais rudimentares como na produção de telhas e tijolos em olarias, até os mais sofisticados, que exigem rigoroso controle de matérias-primas e do processo de fabricação, como na produção de sanitários, cerâmicas especiais, pisos, azulejos ou louças em modernas instalações.

Apesar dessa diversidade, constata-se a existência, a grosso modo, de três etapas fundamentais de processamento: preparação das matérias-primas, conformação e processamento térmico.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas**3.1.1. Preparação das matérias primas**

Conhecidas as matérias-primas básicas, são fundamentais o beneficiamento adequado das mesmas e a correção de suas propriedades para garantir as características finais do corpo cerâmico após a queima, assim como para viabilizar sua conformação (moldagem) e até seu manuseio a cru.

Assim, para atender a esse tipo de exigência as matérias-primas, naturais ou sintéticas, basicamente argilas, feldspatos, sílica ou quartzo, fundentes e chamotas, podem ser submetidas às seguintes operações: são desagregadas, moídas e peneiradas, a seco ou em dispersão aquosa, até a granulometria mais conveniente para melhorar o nível de mistura e de conformação, são purificadas e têm suas propriedades corrigidas; misturadas e homogeneizadas, seguem para a conformação na forma de massa plástica, suspensão aquosa (barbotina) ou pó com baixa umidade.

3.1.2. Conformação

A transformação das matérias-primas em peças na forma geométrica desejada dá-se através de três processos principais, cuja escolha está necessariamente ligada à geometria (forma e dimensões) das peças, às propriedades das matérias-primas e sua conseqüente aptidão a um deles. Em geral, quando se apresentam na forma de suspensão aquosa (barbotina) utiliza-se o processo de colagem em moldes de gesso (sanitários, xícaras); quando na forma de massa plástica serão conformadas por extrusão, conformação plástica e às vezes prensagem (tijolos, telhas, pratos);

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

finalmente, se estiverem como pó, com baixo teor de umidade, por prensagem (azulejos, pisos). Dessa forma, deseja-se obter uma peça crua com geometria definida e determinadas propriedades mecânicas e físicas que permitam seu manuseio, sua secagem e queima sem risco de inutilização.

3.1.3. Processo térmico

Processos térmicos podem ocorrer nos diferentes estágios de fabricação, tais como preparação de matérias-primas, secagens intermediárias de matérias-primas e produtos, calcinações ou tratamento térmico de peças acabadas. Porém sua maior importância reside na secagem e na queima das peças já preparadas, operação na qual se dão as transformações de estrutura e composição responsáveis pela obtenção de propriedades finais como brilho, cor, porosidade, resistência mecânica, ao gretamento, a altas temperaturas, ao ataque de agentes químicos, etc. Durante a secagem, o corpo cru perde a maior parte de sua água livre, adquire maior resistência mecânica e torna-se apto para decoração, esmaltação e queima.

Na operação de queima, as peças cruas e secas são levadas ao forno e submetidas a um perfil de temperaturas (curva de queima), em atmosfera controlada (oxidante, neutra ou redutora) e a mais homogênea possível.

A curva de queima (temperatura versus tempo) é determinada essencialmente em função das substâncias constituintes do corpo, de suas propriedades físicas e químicas, e dos fenômenos físicos e

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

químicos que ocorrem nas diferentes temperaturas do ciclo, especialmente nas mais elevadas, e que determinam as características finais do produto.

3.2. Processo de Fabricação de Pisos e Azulejos

Os produtos classificados como cerâmica de revestimento, considerados neste relatório, incluem basicamente azulejos e pisos cerâmicos. As diferenças entre esses dos tipos básicos são devidas essencialmente às matérias primas utilizadas, e à aplicação ou utilização do produto, sendo similares quanto aos processos de fabricação.

A composição da massa cerâmica de um azulejo é usualmente semelhante a de outros produtos de cerâmica branca, sendo constituída por mistura de matérias primas ditas "plásticas" (argilas, caulins, fílitos) e "não plásticas" (quartzo e feldspato). Na fabricação de pisos cerâmicos são usados basicamente argilas que dão cor vermelha após a queima, podendo ser adicionadas outras matérias primas além de argila, quando se deseja determinado comportamento durante o processo de queima.

A preparação das matérias primas, que consiste na moagem e mistura dos vários componentes, podem ser feita por duas vias alternativas. No processo denominado "via úmida", as matérias primas em granulometrias adequadas, são moídas em presença de água em moinhos de bolas de grandes dimensões, garantindo uma homogeneização de granulometria e de composição. Os moinhos são

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

responsáveis por importante parcela do consumo de energia elétrica para acionamento de motores.

A suspensão aquosa obtida, matérias primas moídas mais água, passa para tanques de mistura, onde são acertadas as propriedades, com a adição de reagentes químicos. A eliminação de quase toda a água utilizada na moagem e homogeneização é feita em equipamentos denominados secadores atomizadores, ou "spray-dryer", deixando o material cerâmico na forma de um pó com tamanhos de grãos relativamente uniformes, pronto para a etapa seguinte de conformação do produto.

A separação da água do material sólido no interior do secador é feita mediante contato com gases quentes produtos da queima de combustíveis (óleo combustível, carvão mineral, ou outros). O consumo de energia nos secadores atomizadores podem representar 30% a 40% do consumo global de energia para aquecimento de uma unidade industrial.

No processo alternativo denominado "via seca", a moagem e mistura das matérias primas é feita a seco, ou seja com a umidade em que se encontram as matérias primas, até que atinjam homogeneidade desejada quanto a granulometria e composição, e adequada à conformação. O processo "via seca" implica em menor consumo de energia na etapa de preparação das matérias primas, em relação ao processo "via úmida".

A qualidade do pó obtido nos dois processos é ainda objeto de discussões e controvérsias, pois a homogeneidade da mistura quanto

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ao tamanho das partículas e quanto à composição, podem ser distintas, com vantagens para o processo via úmida, o que pode garantir melhor qualidade no produto final. Entretanto verifica-se uma tendência à utilização de processo via seca em novas indústrias, em função do menor consumo específico (Kcal/kg), sendo necessárias alterações na composição das matérias primas.

No Brasil constata-se que na indústria de azulejos o processo via úmida é predominante, sendo que apenas 3% de produção atual correspondente a uma única unidade industrial, é feita "via seca". No caso de indústria de pisos cerâmicos, a situação atual é bastante distinta, com cerca de 55% da produção por via úmida e os restantes 45% por via seca. Em termos de mercado os pisos obtidos por via seca, apresentam qualidade inferior aos demais, com preços inferiores.

Após a conformação por prensagem o corpo do material cerâmico é submetido novamente à um processo de secagem para eliminação de água residual, conferindo ao corpo maior resistência mecânica. A secagem nesta etapa é feita em temperaturas mais baixas, em muitos casos mediante reaproveitamento de gases dos fornos, ou com vapor d'água.

Na sequência de produção de azulejos o material é submetido à queima em temperaturas da ordem de 1150°C, obtendo-se o "biscoito" queimado, pronto para a aplicação de decoração e vidrado. Em seguida à vidração o material é submetido à uma nova queima para fixação do vidrado sobre a superfície. O processo nesta sequência é denominado biqueima.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

No processo denominado monoqueima a decoração e vidração é feita sobre o material ainda cru, sendo posteriormente submetido à queima em fornos onde se obtém as características finais dos produtos.

No caso de azulejos observa-se uma predominância do processo biqueima, cerca de 87% da produção de 1992, sobre o processo monoqueima, cerca de 13% da produção no mesmo período. No caso de pisos o processo monoqueima representa atualmente 98% da produção do país enquanto que os 2% restantes ainda se utilizam do processo biqueima.

Nas figuras 2 e 3 são apresentados os fluxogramas simplificados do processo de fabricação de azulejos e pisos.

3.3. Alternativas Tecnológicas Atuais e Potenciais

Há tendência mundial na uniformização da decoração de ambientes, por exemplo, piso e paredes de banheiro da mesma cor. Como os azulejos não se prestam para revestimento de pisos, os pisos cerâmicos passaram a revestir pisos e paredes. Com a sofisticação da decoração, das cores e do acabamento, pisos cerâmicos estão substituindo materiais tradicionais como madeira e mármore ou granito em ambientes nobres das residências, como salas de visitas. Outra tendência é no sentido de aumentar a resistência ao desgaste dos vidrados a fim de que os pisos cerâmicos possam ser usados em ambientes de intensa circulação de pessoas como corredores de escolas, quartéis, hospitais, hotéis, etc.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Para garantir a qualidade todos os países têm suas próprias normas técnicas. Mas, como a tendência do mercado mundial é ficar restrito à pequeno número de países exportadores, a ISO (Internacional Standards Organization) está acelerando a uniformização das normas dos diferentes países produtores, exportadores e importadores.

Outra tendência atual é automação de processos e equipamentos para garantir uniformização de qualidade. A informatização das fábricas (equipamentos industriais, processo, administração e vendas) caminha acelerada.

Esse fato (computadorização das indústrias) está trazendo problemas de gerenciamento e esforços estão sendo feitos no sentido de preparar administradores, gerentes e operadores.

A ciência, baseada fortemente em Ciências dos Materiais, está desenvolvendo os já famosos novos materiais cerâmicos. Os conhecimentos adquiridos na pesquisa e desenvolvimento desses novos materiais estão sendo repassados à cerâmica tradicional que inclui os materiais de revestimento e novos avanços provavelmente virão.

A evolução verificada no desenvolvimento de novos produtos e como consequência, novos processos (monoqueima) e equipamentos (secadores e fornos a rolos) foi marcada pela busca e obtenção de tempos de processamento térmico menores, com menor consumo de energia nos processos de secagem e de queima. Tal evolução implicou na substituição de secadores e fornos túneis que utilizam combustíveis líquidos derivados do petróleo (óleo diesel, óleos

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

combustíveis residuais) por outros concebidos para queima de combustíveis gasosos.

Os fornos e secadores de projeto mais recente que utilizam gás combustível, permitem o contato direto dos produtos de combustão com o material cerâmico, proporcionando maior eficiência no processamento térmico. Nos fornos mais antigos que utilizavam combustíveis líquidos o contato direto dos produtos de combustão nem sempre era possível, sobretudo nos produtos decorados, sob pena de haver deposição de partículas combustíveis nas superfícies decoradas, ou mesmo o ataque de produtos de combustão (SO_2/SO_3) no material cerâmico.

O contato direto dos produtos de combustão com o material cerâmico, associado à implementação do processo de monoqueima significa em sensível redução no consumo específico (Kcal/kg de produto) bem como no índice de rejeitos, o que pode significar menores custos operacionais. No entanto, os combustíveis gasosos são considerados mais nobres do que os anteriormente utilizados e, portanto, mais caros, existindo restrições legais à sua utilização (caso GLP), ou de disponibilidade (caso gás natural).

Quanto à melhoria de processo pode-se dizer que a evolução nos níveis de automação dos processos e uma melhor definição quanto à disponibilidade de gás natural próxima as unidades industriais certamente permitirão obter melhores índices de qualidade com racionalização de insumos energéticos.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

4. INDICADORES DO CONSUMO ENERGÉTICO

4.1. Estimativa do Consumo Energético

As informações disponíveis no Balanço Energético Nacional, nas análises setoriais e na entidade representativa do setor não apresentam dados relativos ao consumo energético global do setor cerâmico de revestimento.

Para tentar suprir esta lacuna, foi realizado um estudo estimativo adotando-se a seguinte metodologia, tanto para pisos como para ajulejos:

- I. Obtenção da produção média mensal de cada empresa (informações da ANFACER)
- II. Obtenção de informações relativas ao processo de fabricação, aos principais equipamentos e aos tipos de combustíveis utilizados por cada empresa (informações da ANFACER e consulta direta a alguns fabricantes).
- III. Adoção de consumos específicos médios para cada processo/equipamento levando em conta cada energético utilizado e as eficiências energéticas em eventuais conversões (baseados em levantamentos realizados por instituições de pesquisas em algumas empresas, em dados de literatura especializada, e em informações de técnicos especialistas no setor).
- IV. Cálculo estimativo dos consumos globais para cada empresa/processo/energético e totalização dos valores.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Algumas considerações são necessárias para a compreensão mais adequada das estimativas realizadas:

- a) As informações obtidas não representam uma fotografia do setor mas um conjunto de dados médios. A ANFACER realiza atualmente um censo entre seus associados que tornará possível a obtenção de dados relativos à produção, processo, equipamentos e energéticos, mais rigorosos e atualizados.
- b) Cada empresa utiliza um "mix" de energéticos em função da sua localização geográfica, da disponibilidade do insumo, do seu processo produtivo, dos seus objetivos estratégicos e da qualidade de seus produtos.
- c) Na indisponibilidade de consumos de cada empresa, os consumos específicos médios utilizados representam uma avaliação da eficiência média de cada processo/equipamento/energético.

Os resultados globais do estudo realizado encontram-se sintetizados nas tabelas 9 e 10 e devem ser observados como indicativos da ordem de grandeza do consumo energético global e da matriz energética de 1992 para setor de cerâmica de revestimento.

Em termos gerais não há um energético cujo uso seja largamente predominante no consumo global.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Para os pisos cerâmicos destaca-se o GLP (33%) que somado ao óleo combustível (14%) fazem com que os derivados de petróleo representem quase metade do consumo total em tEP.

Para os azulejos o carvão mineral e o óleo combustível, cada um com mais de 30%, são os mais consumidos, atingindo 70% em tEP dos energéticos.

Para todo o sub-setor de cerâmica de revestimento, os derivados de petróleo (GLP e óleo combustível) respondem por mais de 40% do total em termos de tEP. Individualmente, o energético masi consumido é o carvão mineral (mais de um quarto do total), impulsionado pela localização de várias empresas produtoras na região sul do país, próximas a grandes carboníferas.

É importante notar que praticamente todo o carvão vegetal e cerca de 45% do carvão mineral são utilizados para gerar gases que alimentam os fornos. Portanto cerca de 55% dos energéticos, em tEP, são utilizados na forma gasosa.

4.2. Estimativa do Consumo Específico Médio

Adotando o consumo médio em kcal por quilo de produto, como indicador energético, os estudos realizados estimam os seguintes índices médios para o país:

Pisos - $1,45 \times 10^3$ kcal/kg

Azulejos - $2,54 \times 10^3$ kcal/kg

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

A dispersão dos consumos específicos é muito grande dada a grande variedade de produtos e de características de qualidade, ao emprego de processos diferenciados e ao uso de fontes de energia diversas.

Para os pisos a faixa estimada de variação vai de $1,0 \times 10^3$ kcal/kg a $2,8 \times 10^3$ kcal/kg enquanto que para os ajulezos vai de $1,2 \times 10^3$ kcal/kg a $3,2 \times 10^3$ kcal/kg.

4.3. Estimativas dos Custos

Considerando-se o ano de 1991, foi realizada uma estimativa de custo energético, baseada na produção estimada e na mesma matriz de consumo de energéticos estimado para 92. Os preços médios adotados foram retirados do Balanço Energético Nacional e corrigidos pelo IGP-DI para o dia 31/12/91 e foi adotada a taxa cambial de Cr\$ 1.405,10/US\$ para o dia 31/12/91. Para o carvão mineral o preço médio do BEN foi acrescido de 50% devido o uso de carvão de melhor qualidade para a gaseificação. Os resultados são apresentados na Tabela 11.

Como podemos observar o sub-setor de cerâmica de revestimento gastou, estimativamente, 80 milhões de dólares com os insumos energéticos, sendo cerca de 50% do custo devido aos derivados de petróleo (GLP e óleo combustível). É interessante notar que o carvão mineral, responsável pelo maior consumo individual em TEP, apresenta uma baixa participação no custo global energético.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Considerando uma produção aproximada de 170 milhões de m^2 (pisos e azulejos) em 91, o custo médio da energia consumida pelo setor foi de US\$ 0,46/ m^2 .

Os dados relativos a estrutura de custos para o produto são muito diferenciados e são tratados pelas empresas como dados reservados por razões de estratégia empresarial. Por esta razão não estão aqui quantificados esses dados e nem o valor agregado.

Segundo informação da ANFACER a estrutura de custos médios para o produto do sub-setor, em 1992, pode ser vista, em valores percentuais, na Tabela 12.

Associando o custo médio da energia por m^2 com a porcentagem de participação percentual da energia na estrutura de custos médios para o produto, este estudo estimativo conduz a um custo médio para setor de cerca de US\$ 3/ m^2 .

5. CONCLUSÕES

A evolução tecnológica que se verifica no setor, tem alterado significativamente o quadro de consumo de energéticos, sobretudo quanto a diversidade dos insumos energéticos utilizados. A introdução do processo monoqueima na fabricação de pisos cerâmicos e a substituição dos tradicionais fornos do tipo túnel por fornos a rolo, ainda em curso, tem implicado na substituição dos combustíveis líquidos tradicionalmente utilizados, como óleos combustíveis, por combustíveis gasosos (GLP, gás natural, gás de carvão, etc).

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Em passado recente, em função de disponibilidades sazonais e de políticas de custos de energéticos, a utilização de energia elétrica em fornos mostrou-se técnica e economicamente viável, favorecida por uma diferenciação tarifária circunstancial. Atualmente é pequena a participação da energia elétrica para aquecimento na matriz energética do setor, tendendo a ser suprimida.

Em função de custos relativos e de limitações impostas pela legislação do uso do GLP, as indústrias foram levadas a buscar alternativas considerando as disponibilidades regionais, quando existentes, dos diversos insumos energéticos. Observaram-se a partir daí várias soluções: na região sul optou-se pelo carvão mineral mediante a conversão dos geradores de ar quente dos atomizadores para queima direta de carvão mineral, e pela geração de gás pobre a partir de carvão vegetal ou mesmo carvão mineral, em gaseificadores, com tecnologias desenvolvidas no país.

Em outras regiões onde tais soluções se mostraram economicamente inviáveis justificou-se o uso de GLP, apesar de preços altamente diferenciados. Mais recentemente observa-se a substituição deste insumo por gás natural nos casos em que as unidades industriais situam-se próximas aos gasodutos existentes. Mesmo nestas regiões observaram-se temporariamente a utilização de derivados de biomassa (lenha, carvão vegetal) tanto na substituição de óleo combustível nos atomizadores, quanto na geração de gás pobre para os fornos, situações que ainda vigoram em muitas empresas.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Logicamente a utilização indireta de um combustível sólido nos fornos, ou seja a produção de um gás a partir de carvão mineral, vegetal ou de lenha, implica em rendimentos energéticos globais menores em função das eficiências do processo de conversão. No entanto as evoluções tecnológicas vem sucessivamente melhorando os rendimentos no aproveitamento destas fontes alternativas, por exemplo utilizando gaseificadores e combustores a leito fluidizado em substituição aos de leito fixo.

Quanto às possibilidades de uso mais eficiente da energia verifica-se que a redução do consumo específico pode ser obtida mediante a implementação de processos alternativos provenientes de uma evolução tecnológica de fabricação, ou da adoção de medidas que visem a racionalização do uso dos insumos energéticos.

Quanto às alterações em processos de fabricação observa-se que, embora a indústria de azulejos apresente semelhanças com a de pisos, as trajetórias do processo de evolução tecnológica têm se mostrado distintas.

A introdução do processo monoqueima na fabricação de azulejos em substituição ao tradicional processo biqueima, não apresenta unanimidade quanto à sua eficiência na manutenção das características de qualidade do produto final, sendo ainda objeto de diferentes avaliações, entre os países tradicionalmente tidos como inovadores.

Enquanto que na Espanha já praticamente se produz somente por monoqueima, a Itália tem mantido o processo biqueima, com fornos a rolos modernos.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

No Brasil, como reflexo da situação européia, observa-se que atualmente cerca de 97% da produção total de pisos já é em processo monoqueima, enquanto que para azulejos esta parcela é da ordem de 12% da produção total.

A alternativa ao processo monoqueima para azulejos, é a substituição dos tradicionais fornos do tipo túnel, por fornos a rolo que possuem tempos de processamento térmico significativamente menores, nas etapas de queima de biscoito e do vidrado.

Uma outra perspectiva de evolução tecnológica que tenha como objetivo a redução de custos com energia e que se coloca também à nível de alteração de processo é a substituição do processo de preparação via úmida pela via seca.

Embora isso possa parecer um retrocesso em termos históricos, o desenvolvimento de matérias primas e a otimização do processo poderia ser suficiente para a obtenção de homogeneidade e características de desempenho do produto final comparáveis aos obtidos quando a preparação é feita por via úmida.

A título de quantificação o consumo específico médio em kcal/kg pode atingir valores na faixa de 60% a 70% dos valores obtidos por via úmida. No caso de pisos a produção por processo via seca representa mais de 40% da produção atual, e 3% da produção de azulejos.

No que se refere ao uso racional e substituição de insumos energéticos pode-se dizer que no caso do carvão mineral, utilizado em larga escala em região responsável por parcela significativa da produção nacional, tem se observado evoluções bastante

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

satisfatórias de rendimento ao longo do tempo em algumas unidades industriais. Estes resultados não são, entretanto, compartilhados com as demais indústrias do setor, situadas na mesma região, pois observam-se ainda consumos significativos de carvão vegetal com os mesmos propósitos, e provavelmente a custos bastante desfavoráveis e com outros tipos de impactos ambientais.

Em regiões onde não existe disponibilidade de carvão mineral, avalia-se que possam ser consideradas outras soluções regionais como a utilização de resíduos sólidos (bagaço de cana, serragem, etc)) na geração de gases quentes para secadores e atomizadores, e a substituição do GLP por gás natural quando este for disponível.

O nível de ociosidade do setor tem se caracterizado como um problema, a partir de 1990, quando se verificou um declínio da produção em função da queda nos níveis de consumo interno, embora as exportações tenham apresentado valores crescentes no mesmo período.

Estima-se que o nível de ociosidade do setor situou-se em torno de 40% em 1991, e 30% em 1992. Em termos atuais as produções médias mensais do ano de 1993 tem ultrapassado os valores do ano anterior, reduzindo estes valores para cerca de 20% para azulejos e 10% para pisos.

Logicamente estas flutuações no nível de atividade do setor interferem nos consumos específicos de energia, além de alterar os ritmos de implantação das inovações tecnológicas.

À nível de competitividade no mercado internacional a principal limitação à expansão das vendas está no "design" dos

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

produtos, identificando uma defasagem no desenvolvimento em relação aos europeus, embora com qualidade comparável e preços inferiores. O mercado latino americano tem-se mostrado bastante promissor, com níveis de exportação crescentes.

Com relação as vantagens comparativas, o setor apresenta um cenário bastante promissor, em função da grande disponibilidade de matérias primas, ao bom nível de qualidade atingido e ao potencial de mercado interno enorme em consequência do déficit habitacional existente. As perspectivas de ampliação das exportações atingindo mercados internacionais são promissoras em função do preço; neste sentido as alterações na matriz energética do setor e a variação dos preços dos energéticos jogam papel preponderante, em função da participação do custo da energia nos custos de produção.

6. BIBLIOGRAFIA

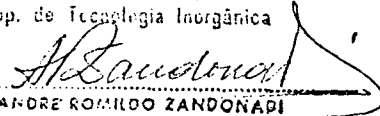
- . Programa de Atualização Tecnológica - PATI. Cerâmica de Revestimento; São Paulo, 1988.
- . CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA CERÂMICA - MANUAL DE RECOMENDAÇÕES, São Paulo - IPT 1980.
- . MME - Balanço Energético Nacional, Brasília, 1992.
- . PADOA, L. La cottura dei prodotti ceramici. Faenza, Faenza Editrici, 1971

**Instituto de Pesquisas Tecnológicas**

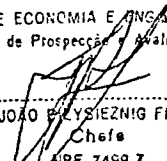
. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO NA INDÚSTRIA DE AZULEJOS - FEESCS,
Florianópolis - Santa Catarina, 1982.

São Paulo, 18 de maio de 1993.

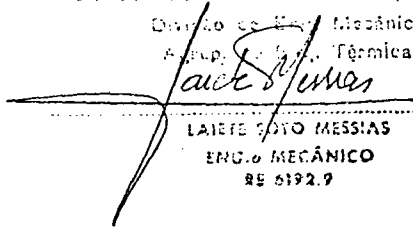
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. — IPT
Divisão de Química e Eng. Química
Agrup. de Tecnologia Inorgânica


ALEXANDRE ROMILDO ZANDONADI
QUÍMICO
RE 0019.0

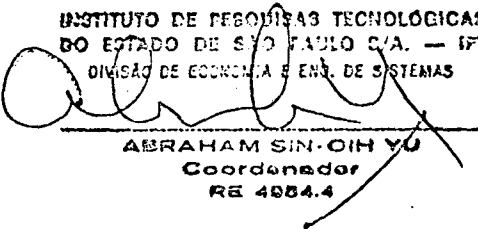
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. — IPT
DIVISÃO DE ECONOMIA E ENG. DE SISTEMAS
Agrupamento de Prospeção e Avaliação Tecnológica


JOÃO EYSIEZNIG FILHO
Chefe
NRE 7499.7

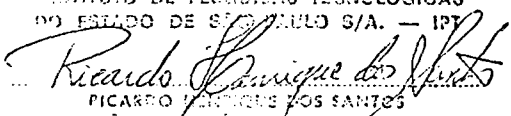
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. — IPT
Divisão de Eng. Mecânica
Agrup. de Eng. Térmica


LAERTE SOTO MESSIAS
ENG.º MECÂNICO
RE 6192.9

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. — IPT
DIVISÃO DE ECONOMIA E ENG. DE SISTEMAS


ABRAHAM SIN-OIH YU
Coordenador
RE 4084.4

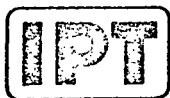
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. — IPT


RICARDO HENRIQUE DOS SANTOS
DIVISÃO DE MECÂNICA E ELETRICIDADE
AGRUPAMENTO DE TECNOLOGIA DE
EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS
NRE 7507.7



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

TABELAS E FIGURAS



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Cadeia Produtiva

FIGURA 2 - Fluxograma Simplificado do Processo - Piso

FIGURA 3 - Fluxograma Simplificado do Processo - Azulejo

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Quadro Geral do Setor de Revestimento Cerâmico no Brasil - Ano Base 1990.

TABELA 2 - Evolução do Setor de Azulejos no Brasil (mil m²/ano)

TABELA 3 - Evolução do Setor de Pisos Cerâmicos - Empresas Associadas a ANFACER (mil m²/ano).

TABELA 4 - Pisos e Azulejos - Ano Base 1991.

TABELA 5 - Principais Países Produtores de Revestimentos Cerâmicos.

TABELA 6 - Produção e Exportação de Revestimentos Cerâmicos Pelos Três Maiores Produtores Mundiais.

TABELA 7 - Produção x Mão-de-Obra - Ano Base 1990.

TABELA 8 - Produção Regionalizada de Revestimentos Cerâmicos no Brasil - Ano Base 1991.

TABELA 9 - Consumo Energético Anual Estimado - 1992.

TABELA 10 - Estimativa de Consumo Energético Global - 1992.

TABELA 11 - Estimativa de Custo Energético - 1991 (170000 mil m**2)

TABELA 12 - Estrutura de Custos Médios Para o Produto - 1992.

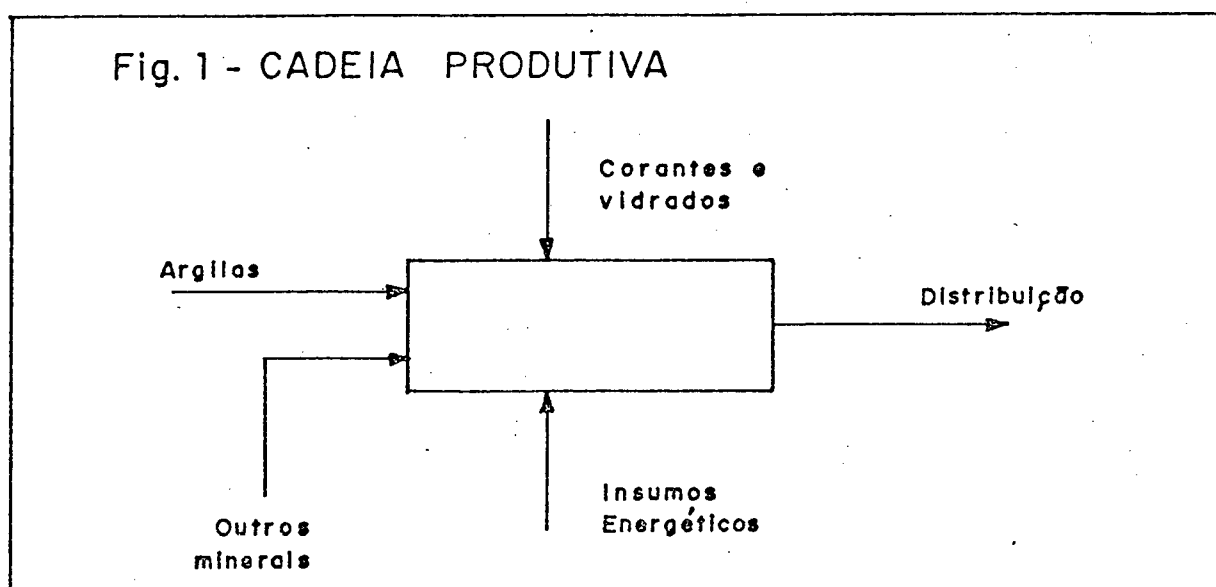
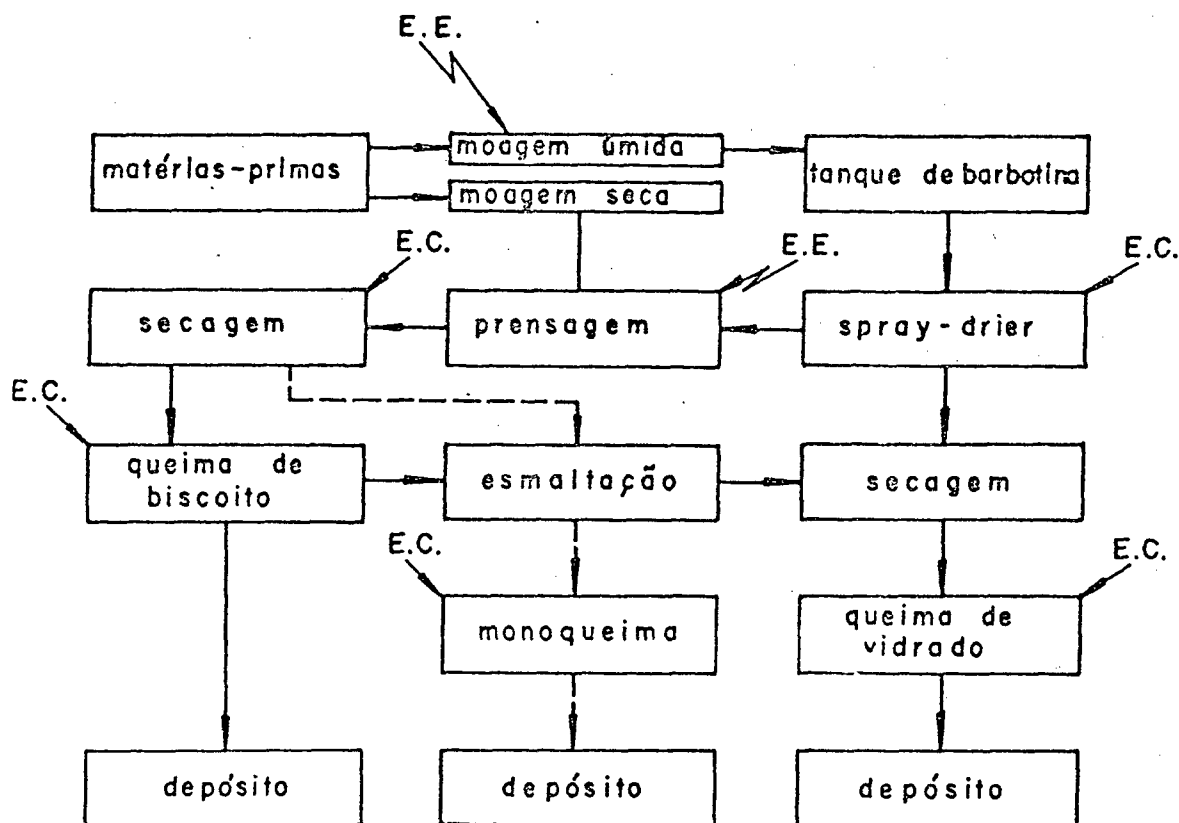


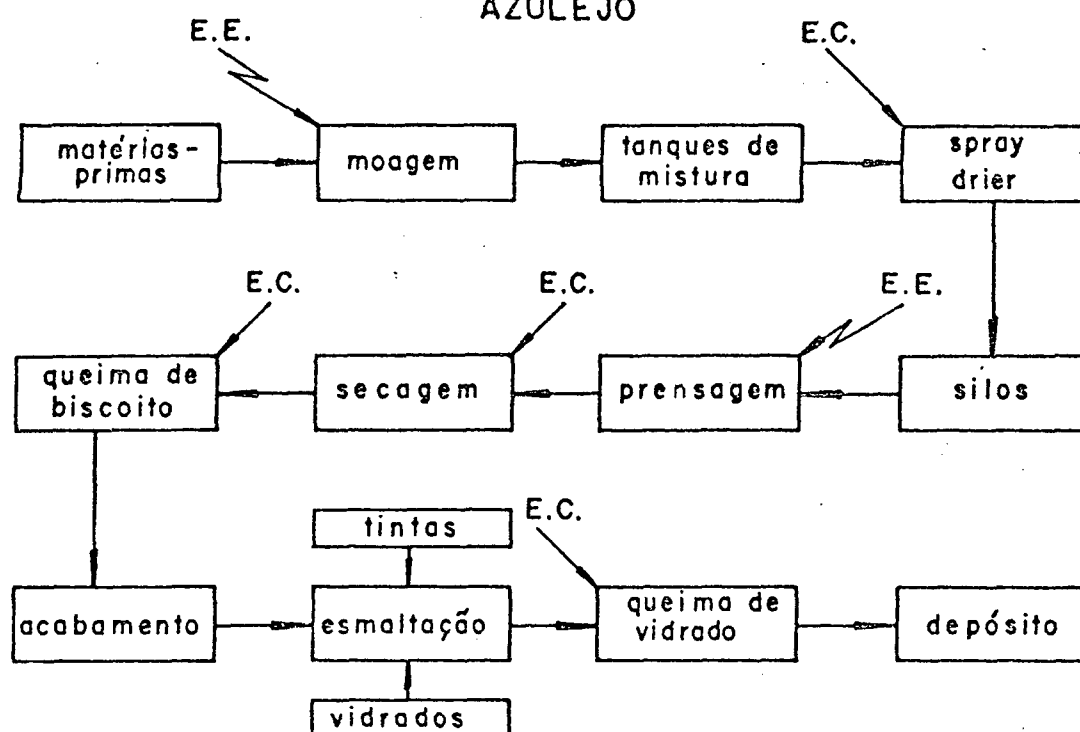
Fig. 2 - FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO PISO



E.E. - Energia Elétrica

E.C. - Energia proveniente da utilização de combustível de diversas fontes (derivados de petróleo, derivados de biomassa, carvão mineral, etc)

Fig. 3 - FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO AZULEJO



E.E. - Energia Elétrica

E.C. - Energia proveniente da utilização de combustível de diversas fontes (derivados de petróleo, derivados de biomassa, carvão mineral, etc)

TABELA 1 - QUADRO GERAL DO SETOR DE REVESTIMENTO CERÂMICO NO BRASIL
- ANO BASE 1990PRODUÇÃO (mil m²)

PISOS CERÂMICOS

- EMPRESAS ASSOCIADAS À ANFACER	69451
- EMPRESAS NÃO ASSOCIADAS	42000
SUBTOTAL PISOS	111451
AZULEJOS	71406
PASTILHAS E MOSAÍCOS	4200
CERÂMICA ARTÍSTICA	3600
PISOS INDUSTRIAIS	1500
TOTAL	192157

CAPACIDADE INSTALADA (DEZ 90) 305000

Nº DE EMPRESAS (DEZ 90) 86

Nº DE TRABALHADORES DIRETOS (DEZ 90) 37000

FATURAMENTO US\$ 900 milhões

EXPORTAÇÕES	(mil m ²)	12700
		US\$ 69.800.000

Fonte: ANFACER

TABELA 2 - EVOLUÇÃO DO SETOR DE AZULEJOS NO BRASIL (mil m²/ano)

ANO	PRODUÇÃO	EXPORTAÇÃO	CONSUMO APARENTE
1.980	67.753	3.308	65.134
1.981	70.903	3.663	60.514
1.982	61.390	3.554	57.811
1.983	66.865	4.087	63.248
1.984	66.706	5.603	62.305
1.985	69.929	6.642	63.704
1.986	76.679	7.612	72.506
1.987	83.637	11.748	67.453
1.988	92.048	14.362	66.870
1.989	99.652	16.765	84.348
1.990	71.406	9.859	69.333
1.991	62.400	10.733	62.677
1.992	69.913	14.563	55.289

FONTE: ANFACER

TABELA 3 - EVOLUÇÃO DO SETOR DE PISOS CERÂMICOS - EMPRESAS ASSOCIADAS A ANFACER (mil m²/ANO)

ANO	PRODUÇÃO	EXPORTAÇÃO	CONSUMO APARENTE
1.980	62.000	2.700	59.300
1.981	66.000	2.520	60.480
1.982	61.354	1.050	59.204
1.983	57.054	1.350	57.604
1.984	51.841	1.026	51.342
1.985	59.575	839	57.881
1.986	67.846	1.462	67.052
1.987	71.091	1.968	64.864
1.988	81.920	3.898	72.843
1.989	85.673	3.611	83.784
1.990	69.451	2.818	68.269
1.991	63.555	3 242	60.924
1.992 *	80.821	6 532	71.594

* Produção Estimada de não Associados - 53.000 mil m²/ano

Instituto de Pesquisas Tecnológicas
TABELA 4 - PISOS E AZULEJOS - ANO BASE 1991

PRODUÇÃO (mil m ²)	
PISOS	111.559
AZULEJOS	62.400
TOTAL	173.959
CAPACIDADE INSTALADA (mil m ²)	
TOTAL	312.600
FONTE: ANFACER	

TABELA 5 - PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS
POSIÇÃO JAN/92 - 320 DIAS/ANO DE PRODUÇÃO

PAIS	M ² /DIA	% SOBRE TOTAL MUNDIAL	POSIÇÃO
ITÁLIA	1.595.000	22,26	1
ESPANHA	919.000	12,82	2
BRASIL	886.000	12,36	3
ALEMANHA	318.000	4,5	4
JAPÃO	280.000	3,91	5
TAIWAN	280.000	3,91	6
U.S.A.	203.000	2,83	7
PORTUGAL	178.000	2,58	8
COREA DO SUL	170.000	2,37	9
TURQUIA	155.000	2,16	10

FONTE: ANFACER

TABELA 6 - PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS PELOS TRÊS MAIORES PRODUTORES MUNDIAIS

1988		
	PRODUÇÃO (MILHÕES m ² /ANO)	EXPORTAÇÃO
ITÁLIA	360	196 (54%)
ESPANHA	218	67 (31%)
BRASIL	200	18 (9%)
1989		
ITÁLIA	434	216 (50%)
ESPANHA	242	82 (24%)
BRASIL	230	20 (9%)
1990		
ITÁLIA	480	234 (49%)
ESPANHA	258	95 (37%)
BRASIL	192	13 (7%)

FONTES: ANFACER

ASSOPIASTRELLE (ITÁLIA)

ASCER (ESPANHA)

TABELA 7 - PRODUÇÃO X MÃO DE OBRA - ANO BASE 1990

ITÁLIA :	480.000 mil m ²
C/	24.000 homens
MÉDIA :	1.6 mil m ² /h
ESPAÑA :	258.000 mil m ²
C/	16.500 homens
MÉDIA :	1.3 mil m ² /h
BRASIL :	192.000 mil m ²
C/	23.000 homens
MÉDIA :	0.7 mil m ² /h

FONTE: ANFACER

ASSOPIASTRELLE (ITÁLIA)

ASCER (ESPAÑA)

TABELA 8 - PRODUÇÃO REGIONALIZADA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS NO BRASIL - ANO BASE 1991.

		SUDESTE	NORTE/NORDESTE	SUL	CENTRO-OESTE	TOTAL
PISOS	mil m ²	76.738	3.439	26.937	4.441	111559
	%	69	3	24	4	100
AZULEJOS	mil m ²	2.361	7.016	53.023	-	62400
	%	4	11	85	-	100

FONTE: ANFACER

Tab.9-CONSUMO ENERGETICO ANUAL ESTIMADO - 1992

PISOS (133821 mil m**2)				
Energetico	unidade comercial		tEP	%
GAS NATURAL	29130	1000 m**3	25020	7
GLP	187760	m**3	112660	33
CARVAO VEGETAL	101820	t	64140	19
CARVAO MINERAL	118630	t	61740	18
OLEO COMBUSTIVEL	48950	t	45670	14
ELETRICIDADE	347450	Mwh	29880	9
GAS DE XISTO	-----		-----	
TOTAL	-----		339110	100

AZULEJOS (69913 mil m**2)				
Energetico	unidade comercial		tEP	%
GAS NATURAL	11440	1000 m**3	9830	5
GLP	7900	m**3	4740	2
CARVAO VEGETAL	33860	t	21330	10
CARVAO MINERAL	153430	t	79850	37
OLEO COMBUSTIVEL	77250	t	72070	34
ELETRICIDADE	271780	Mwh	23370	11
GAS DE XISTO	4070	m**3	1750	1
TOTAL	-----		212940	100

Tab. 10-ESTIMATIVA DE CONSUMO ENERGETICO GLOBAL - 1992

Energetico	Unidade Comercial	tEP	%
GAS NATURAL	40570 (1000 m**3)	34850	6
GLP	195660 (m**3)	117400	21
CARVAO VEGETAL	135680 (t)	85480	15
CARVAO MINERAL	272060 (t)	141580	26
OLEO COMBUSTIVEL	126200 (t)	117740	21
ELETRICIDADE	619230 (Mwh)	53250	10
GAS DE XISTO	4070 (m**3)	1750	0
TOTAL		552050	100

Tab. 11-ESTIMATIVA DE CUSTO ENERGETICO - 1991 (170000 mil m**2)

Energetico	Consumo Anual	Preco Medio(1) Cr\$(2) US\$(3)	Custo Global 10**6 US\$
GAS NATURAL	33600 (1000 m**3)	112364 107.52	3.61
GLP	157300 (m**3)	158592 151.75	23.87
CARVAO VEGETAL	112000 (t)	84058 80.43	9.01
CARVAO MINERAL(4)	233000 (t)	26694 25.54	5.95
OLEO COMBUSTIVEL	108700 (t)	166928 159.72	17.36
ELETRICIDADE	522600 (Mwh)	40724 38.97	20.36
TOTAL			80.17

(1)-Preco medio da unidade comercial em 31/12/91

(2)-Balanco Energetico Nacional e IGP-DI

(3)-Taxa cambial de 31/12/91:Cr\$1045,10/US\$

(4)-Preco 50% superior ao preco medio do BEN

Tab. 12-ESTRUTURA DE CUSTOS MEDIOS PARA O PRODUTO - 1992

Item	Proporcao(%)
MAO DE OBRA	12
ENCARGOS SOCIAIS	11
MATERIA PRIMA	20
ENERGIA	15
IMPOSTOS INDIRETOS	6
IMPOSTOS DIRETOS	32
JUROS	4
TOTAL	100

Fonte: ANFACER