



Instituto de Planejamento Econômico e Social

INPES
Instituto de Pesquisas

TEXTOS PARA DISCUSSÃO
GRUPO DE ENERGIA
Nº XXIV

"Energia na Indústria
Cerâmica".

Luciane P. de Mendonça

Janeiro de 1985

ERRATA

TDE Nº XXIV

"Energia na Indústria Cerâmica"

página	linha	onde se lê	leia-se
SUMÁRIO	15	4.2.1-Substituição dos derivados de petróleo na indústria de refratário	4.2.1-Substituição dos derivados de petróleo nas indústrias de refratário e cerâmica branca
SUMÁRIO	17	4.2.2-Análise de viabilidade econômica da aquisição de fornos elétricos por uma indústria de azulejo	4.2.2-Análise de viabilidade econômica de algumas tecnologias de substituição
25	8	4.2.1-Substituição dos derivados de petróleo na indústria de refratário	4.2.1-Substituição dos derivados de petróleo nas indústrias de refratário e cerâmica branca
33	11	<u>4.2.2-Análise da viabilidade econômica da aquisição de fornos elétricos por uma indústria de azulejo</u>	4.2.2-Análise da viabilidade econômica de algumas tecnologias de substituição
72	9/10	quilocaloria	megacaloria

TEXTOS PARA DISCUSSÃO
GRUPO DE ENERGIA
Nº XXIV

"Energia na Indústria
Cerâmica".

Luciane P. de Mendonça

Janeiro de 1985

Tiragem: 100 exemplares

Trabalho elaborado em : Setembro 1984

Instituto de Pesquisas do IPEA
Instituto de Planejamento Econômico e Social
Avenida Presidente Antonio Carlos, 51-13/17º andar
20020 Rio de Janeiro RJ
Tel.: (021) 210-2423

Este trabalho é da inteira e exclusiva responsabilidade de seu autor. As opiniões nele emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista da Secretaria de Planejamento da Presidência da República.

SUMÁRIO

	Página
1- INTRODUÇÃO	1
2- PERFIL DA INDÚSTRIA CERÂMICA	2
2.1- Importância da indústria	3
2.2- Oferta e demanda de produtos cerâmicos	4
2.2.1- Oferta e demanda de ladrilhos e azulejos .	4
2.2.2- Histórico, oferta e demanda de refratários	7
2.2.3- Oferta dos demais produtos da indústria cerâmica	8
3- PROCESSOS DE FABRICAÇÃO	9
3.1- Os equipamentos e seus requerimentos energéticos.	12
4- A ENERGIA NO PROCESSO PRODUTIVO	17
4.1- Custo da energia x preço do produto	22
4.2- Substituição dos derivados de petróleo e conserva ção de energia na indústria cerâmica	24
4.2.1- Substituição de derivados de petróleo na in dústria de refratário	25
4.2.2- Análise da viabilidade econômica da aquisi ção de fornos elétricos por uma indústria de azulejo	33
4.2.3- Redução do consumo de combustíveis na in dústria de cerâmica branca com o uso de oxigênio	40
4.2.4- Substituição de derivados de petróleo na indústria de cerâmica estrutural	41
5- PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGÉTICOS NA INDÚSTRIA CERÂ- MICA	44
5.1- Projeção do consumo de energéticos nas indústrias de azulejo, ladrilho, refratário e louça sanitá- ria	45
5.2- Projeção do consumo de energéticos nas indústrias de laje e lajota, louça de mesa, cerâmica elétri- ca, manilha e pastilha	50
5.3- Projeção do consumo de energéticos na indústria de cerâmica estrutural	58
5.4- Conclusões	63
6- SÍNTESE E CONCLUSÕES	69
ANEXOS	74
BIBLIOGRAFIA	106

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 2.1 - Distribuição Regional das Vendas de Azulejos e Ladrilhos em 1980	6
Tabela 2.2 - Distribuição do Consumo de Refratários por Setores	7
Tabela 3.1 - Participação de Cada Serviço na Fabricação dos Produtos Cerâmicos - 1980	13
Tabela 3.2 - Algumas Características de Produtos Cerâmicos.	16
Tabela 4.1 - Evolução do Consumo de Energia na Indústria ..	18
Tabela 4.2 - Evolução do Consumo Aparente de Carvão Vapor e Lenha na Indústria Cerâmica	20
Tabela 4.3 - Evolução da Participação dos Gastos com Combustíveis no Preço do Azulejo	23
Tabela 4.4 - Estimativa da Economia de Óleo Combustível Através da Mistura de Álcool na Indústria de Refratários no Brasil - 1980, 1982 e 1985	26
Tabela 4.5 - Investimentos para a Instalação de um Gaseificador de Lenha ou Carvão Vegetal com Capacidade para 4 GCAL/h	27
Tabela 4.6 - Substituição de Óleo Combustível por Energia Elétrica	28
Tabela 4.7 - Investimentos em Substituição de Óleo Combustível - Economia Gerada	29
Tabela 4.8 - Custos de Limpeza do Gás de Carvão Mineral ...	30
Tabela 4.9 - Investimentos em ORTN (set. 1981) para a Instalação de uma Central de Gaseificação de Lenha ou Carvão Vegetal e Adaptação de Fornos para Consumir Gás	32
Tabela 4.10 - Investimento por Tonelada Economizada de Óleo Combustível	32

Tabela 4.11 - Investimentos para Substituição do GLP por Gás de Carvão Vegetal e de Óleo Combustível por Eletrotermia	33
Tabela 4.12 - Capacidade, Consumo Específico e Custo Médio dos Fornos Elétricos	34
Tabela 4.13 - Investimentos para Construção do Sistema de Queima em Grelha	37
Tabela 4.14 - Comparação de Custos Operacionais para Diferentes Combustíveis Utilizados em Fornalhas de Spray-driers	38
Tabela 4.15 - Investimento para a Substituição do Óleo Combustível por Carvão Mineral em Fornalhas de Spray-driers	39
Tabela 4.16 - Investimentos para a Substituição de Óleo Combustível por Gás de Lenha	42
Tabela 4.17 - Substituição de Óleo Combustível por Carvão Mineral	43
Tabela 5.1 - Regressões para o Consumo de Alguns Produtos Cerâmicos	46
Tabela 5.2 - Taxas de Crescimento Anual do PIB	47
Tabela 5.3 - Projeção da Produção de Azulejos, Ladrilhos, Louça Sanitária e Refratários	47
Tabela 5.4 - Projeção da Produção de Laje e Lajota, Cerâmica Elétrica, Louça de Mesa, Pastilha e Manilha	51
Tabela 5.5 - Região Norte: Projeção do Consumo de Energia na Indústria de Cerâmica Branca e dos Materiais Resistentes a Altas Temperaturas	53
Tabela 5.6 - Região Nordeste: Projeção do Consumo de Energia na Indústria de Cerâmica Branca e dos Materiais Resistentes a Altas Temperaturas ...	54

Tabela 5.7	- Região Sudeste: Projeção do Consumo de Energia na Indústria de Cerâmica Branca e dos Materiais Resistentes a Altas Temperaturas ...	55
Tabela 5.8	- Região Sul: Projeção do Consumo de Energia na Indústria de Cerâmica Branca e dos Materiais Resistentes a Altas Temperaturas	56
Tabela 5.9	- Região Centro-Oeste: Projeção do Consumo de Energia na Indústria de Cerâmica Branca e dos Materiais Resistentes a Altas Temperaturas .	57
Tabela 5.10	- Demanda Gerada de Telhas e Tijolos	59
Tabela 5.11	- Projeção da Demanda de Telhas e Tijolos	60
Tabela 5.12	- Projeção do Consumo Nacional e Regional de Energia na Indústria de Cerâmica Estrutural.	61
Tabela 5.13	- Projeção do Consumo regional de Energéticos na Indústria de Cerâmica Estrutural	62
Tabela 5.14	- Produção Estimada de Produtos Cerâmicos	63
Tabela 5.15	- Região Norte: Projeção do Consumo de Energia na Indústria Cerâmica	64
Tabela 5.16	- Região Nordeste: Projeção do Consumo de Energia na Indústria Cerâmica	65
Tabela 5.17	- Região Sudeste: Projeção do Consumo de Energia na Indústria Cerâmica	66
Tabela 5.18	- Região Sul: Projeção do Consumo de Energia na Indústria Cerâmica	67
Tabela 5.19	- Região Centro-Oeste: Projeção do Consumo de Energia na Indústria Cerâmica	68

ENERGIA NA INDÚSTRIA CERÂMICA

Luciane Pierri de Mendonça

1 - INTRODUÇÃO

Em decorrência da substancial elevação dos preços do petróleo no mercado internacional e dos conseqüentes problemas de balanço de pagamentos, as autoridades governamentais adotaram políticas visando à redução do consumo dos seus derivados.

Se até o início da década de 80 a otimização do uso de energia no setor cerâmico foi deixada em segundo plano, dando-se prioridade à qualidade dos seus produtos, esta atitude teria então de ser mudada. A fixação de quotas decrescentes de fornecimento do óleo combustível e de outros derivados e a elevação acelerada de seus preços criaram uma situação que não permitiu mais demora e exigiu um estudo urgente e cuidadoso de medidas para conservação de energia e substituição destes energéticos. E dentre os setores amplamente afetados por estas limitações encontra-se a indústria cerâmica, que até 1981 apareceu como a sexta consumidora industrial de energia, sendo a sua participação neste ano de 5,43%.

Com esta motivação foi elaborado o presente trabalho, que discute alguns aspectos de ordem tecnológica e econômica vinculados à substituição dos derivados de petróleo por insumos nacionais.

Inicialmente, busca-se dar uma breve visão do perfil da indústria cerâmica nacional, descrevendo-se o histórico da fabricação de alguns produtos, a distribuição geográfica das empresas e o mercado dos artefatos cerâmicos (Capítulo 2).

Muitos são os produtos da indústria cerâmica, e uma classificação comumente adotada os divide em três grandes grupos:

a) cerâmica vermelha ou de materiais de argila para a construção civil (telhas, tijolos, manilhas e ladrilhos vermelhos);

b) cerâmica branca: de revestimento (azulejos, pisos, pastilhas) e de mesa e toucador (louça de mesa, porcelana, louça sanitária);

c) cerâmica dos materiais resistentes a altas temperaturas (refratários e isolantes).

A diversidade dos produtos conduz a processos produtivos que envolvem diferentes requerimentos energéticos, tornando específicas as alternativas de substituição para cada um deles. Isto levou à consideração das principais características da fabricação de cada produto após se descrever o processo de uma forma bastante genérica (Capítulo 3). Como a ênfase do presente estudo concentra-se nos aspectos energéticos, a finalidade de se considerar o processo é diagnosticar o relacionamento direto ou indireto de cada uma de suas etapas com o consumo de energia (Capítulo 4).

Na análise das medidas de substituição, busca-se estabelecer aquelas que foram efetivamente adotadas nos últimos anos, aquelas que estão em andamento e outras alternativas viáveis do ponto de vista tecnológico e econômico. Nesta consideração, dá-se ênfase aos ladrilhos, azulejos e refratários, que em 1980, segundo pesquisa do Conselho Nacional do Petróleo (CNP), participaram no consumo de óleo combustível e global de energia da indústria cerâmica com 71,59 e 69,83%, respectivamente.

Recorre-se à simulação do fluxo de caixa de empresas típicas das indústrias de azulejo e ladrilho para se investigar quais as políticas energéticas do óleo combustível que são atraentes, adotando-se o método do valor presente (Capítulo 5).

Identificado o potencial do setor cerâmico no sentido de reduzir o consumo dos derivados de petróleo, discutem-se os possíveis caminhos que ele pode seguir no que se refere à demanda de óleo combustível, energia elétrica, biomassa e carvão mineral ao se estimar o perfil energético da indústria até o ano 2000 (Capítulo 6). Projeções são feitas para cada um dos produtos da indústria, e a sua confiabilidade está intimamente relacionada com a

disponibilidade de dados. Felizmente, para os produtos mais significativos do ponto de vista energético (anteriormente mencionados) o nível de informações é razoável. Em cada caso, procurou-se explorar ao máximo as informações disponíveis.

2 - PERFIL DA INDÚSTRIA CERÂMICA

Existem operando no Brasil cerca de cinco mil unidades fabris produtoras de artefatos cerâmicos, todas bastante diferenciadas quanto ao tamanho, nível de especialização do corpo técnico e apoio financeiro. Destas, estima-se que quatro mil pertençam ao grupo da cerâmica vermelha ou de materiais de argila para a construção civil, que, embora constituam a maioria em número, não representam as empresas de maior porte.

Consideram-se, a seguir, alguns aspectos da importância da indústria cerâmica brasileira, nos cenários nacional e internacional, e da oferta e demanda de seus produtos.

2.1 - Importância da indústria

O Brasil é o segundo produtor mundial de revestimentos cerâmicos, sendo superado apenas pela Itália. Os produtos de cerâmica branca de revestimento, os refratários e os isolantes atingiram um padrão de qualidade internacional, o que foi propiciado por dois fatores importantes: a especialização do corpo técnico das cerâmicas e a instalação, nos últimos anos, de equipamentos com tecnologia idêntica à européia. Em 1981, a indústria cerâmica brasileira exportou 157 980 toneladas de produtos moldados, gerando aproximadamente US\$ 84.047.738 (FOB) [cf. Banco do Brasil/CACEX (1970/80)]. No ano seguinte, somente a indústria cerâmica dos materiais resistentes a altas temperaturas faturou, sem IPI, cerca de Cr\$ 54,2 bilhões e exportou 216 203 toneladas, gerando aproximadamente US\$ 39.292.928,60 (FOB) [cf. Associação Brasileira de Fabricantes de Refratários - ABRAFAR (1982)].

Um aspecto social relevante da indústria cerâmica é a sua grande capacidade de absorção de mão-de-obra. Conforme dados do

Sindicato da Indústria Cerâmica para a Construção do Estado de São Paulo (1980), estima-se que as indústrias de cerâmica estrutural tenham gerado, em 1980, cerca de 650 mil empregos diretos e as de azulejo aproximadamente 120 mil empregos nas atividades fabris e de mineração [cf. Conselho de Desenvolvimento Industrial (1981)].

A indústria de refratários ocupa hoje uma posição de destaque no País, tendo em vista a crescente necessidade de se reduzir o consumo energético através de conservação de energia, onde os refratários têm uma participação efetiva.

2.2 - Oferta e demanda de produtos cerâmicos

Muitos dos produtos cerâmicos podem ser considerados como bens intermediários, insumos para a indústria da construção civil, e sua produção, portanto, vai depender da demanda dos bens desta, ao passo que outros destinam-se ao consumo final, como é o caso da louça de mesa e de toucador, de uso doméstico. Isto faz com que numa consideração sobre a demanda dos produtos cerâmicos seja mais apropriado um enfoque não agregado da indústria, conforme agora se procede, analisando-se também a oferta de tais itens.

2.2.1 - Oferta e demanda de ladrilhos e azulejos

Os primeiros azulejos fabricados no Brasil foram produzidos em Niterói, por Survilho & Cia., por volta de 1861. Porém, a mais antiga fábrica brasileira ainda em operação é a atual Klabin, do Rio de Janeiro, fundada na década de 20, com o nome de Manufatura Nacional de Porcelanas, produzindo apenas azulejos brancos.

O início da fabricação de pisos cerâmicos ocorreu um pouco mais tarde, na década de 40, provavelmente no Estado de São Paulo (região de Mogiguauçu e da capital), com a produção do tipo terracota ou vermelho. A maioria das empresas, desde o início da fabricação de pisos, já se dedicava à produção de telhas e tijolos com as argilas locais. Gradativamente, as empresas de pisos foram diversificando os seus produtos. Surgiram os pisos terracota, nas cores amarela e preta (década de 50), os ladrilhos esmal-

tados produzidos por biqueima¹ (1967/69) e, por fim, os ladrilhos esmaltados fabricados por monoqueima (1968/72).

Como verificado com os demais segmentos da nossa economia, a década de 70 foi de fundamental importância para a cerâmica de revestimento. Da capacidade de produção em 1980, 67% foram instalados nesta década, em consequência do grande desenvolvimento da construção civil, tendo contribuído para este crescimento a elevação da renda per capita, o nível de emprego e o financiamento da casa própria através do Sistema Financeiro da Habitação.

O Anexo 2.1 mostra o crescimento das indústrias cerâmicas de revestimento na década de 70, que apresenta taxas médias de 13% ao ano para a indústria de ladrilhos e de 12,11% ao ano para a indústria de azulejos, superior portanto ao crescimento do PIB.

O crescimento da indústria de ladrilhos não se deu de maneira uniforme nas duas linhas básicas de produtos (terracota e esmaltados). No piso terracota a média anual no período de referência foi de apenas 3%, ao passo que nos esmaltados foi de 23%.

Em 1977, a oferta de ladrilhos cerâmicos cresceu 31%, taxa bem superior à média da década (13%). Esta situação, somada aos efeitos da retração da indústria da construção predial, gerou um grande aumento nos estoques e na capacidade ociosa das fábricas, o que continuou até o primeiro semestre de 1979. Em 1980, elas já estavam operando a plena capacidade, porém a partir de abril de 1981 houve uma nítida tendência ao desaquecimento, chegando a 28% de ociosidade em 1982. Considerando-se o biênio 1981/82, percebe-se um decréscimo de 7% no total produzido, sendo que a produção de pisos esmaltados teve um aumento de 5% e a de terracota diminuiu em 46%.

A localização das jazidas foi um dos fatores que mais influenciou na concentração das empresas. Em 1980, 48,65% da capacidade instalada para a produção de azulejos encontravam-se na região Sul do País. Somente Santa Catarina respondeu por 34,15% da oferta (Anexo

¹Veja Capítulo 3 a seguir.

nos 2.2 e 2.3). A oferta de ladrilhos concentra-se no Estado de São Paulo, que absorve mais de 55% da capacidade instalada de cada um dos diferentes tipos de ladrilhos, atingindo esta participação a taxa de 80% nos pisos vermelhos (Anexos 2.4 e 2.5).

Quanto à demanda, a Associação Nacional dos Fabricantes de Ladrilhos Cerâmicos (ANFLACER) concluiu, através de duas pesquisas realizadas, que é de cerca de 85% (!) a participação da demanda de ladrilhos cerâmicos para reformas de construções.

A demanda de produtos cerâmicos de revestimento mostra-se bastante instável, afetada pelas oscilações observáveis na política habitacional traçada pelo Governo, provocando, assim, considerável incerteza quanto a programas que determinem os níveis de produção ótimos nos quais as indústrias devem operar.

Os maiores consumidores localizam-se em São Paulo (47%) e no Rio de Janeiro (14%), Estados que apresentam os mais acentuados volumes de construção civil. A Tabela 2.1 exibe a distribuição regional das vendas, podendo-se perceber a participação majoritária da região Sudeste em 1980.

TABELA 2.1
DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DAS VENDAS DE
AZULEJOS E LADRILHOS EM 1980

Regiões	Participações (%)	
	Azulejos	Ladrilhos
1) Norte e Nordeste	5	9
2) Centro-Oeste	5	6
3) Sudeste	61	72
4) Sul	29	13

Fonte: BNDES - projetos.

A exportação de azulejos tornou-se mais expressiva nos últimos cinco anos, quando ultrapassou a cifra de 10^6 m^2 , atingindo $2,7 \times 10^6 \text{ m}^2$ em 1980 (Anexo 2.6).

2.2.2 - Histórico, oferta e demanda de refratários

A indústria de materiais refratários no Brasil começou a se desenvolver com bases científicas por volta de 1939, quando a Guerra Mundial obrigou a utilização do material refratário nacional. Outro fator importante é que neste mesmo ano estava sendo planejada a usina de Volta Redonda, que veio a demandar grandes quantidades do material refratário brasileiro.

A seguir foram descobertas jazidas de material refratário na Bahia (magnesita de elevada pureza) e em São Paulo (quartzito), que motivaram a criação de fábricas para processá-los.

Na década de 50, começa a ser exportado sínter de magnesita para a Europa, que desde 1973 também consome nossos tijolos refratários em seus fornos de cimento.

As principais consumidoras de refratários são as indústrias metalúrgica, cimenteira e de vidro. A indústria de refratários apresenta elevada dependência da indústria siderúrgica, que consome cerca de 68% da sua produção, como se pode apreciar na Tabela 2.2, e é afetada por seus ciclos econômicos.

TABELA 2.2
DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE REFRATÁRIOS POR SETORES

SETORES INDUSTRIAIS	ANO						
	1972 (%)	1979		1980		1981	
		1.000 t	%	1.000 t	%	1.000 t	%
1 - Setor Siderúrgico	75	523	67	643	68	503	68
2 - Setor Cimenteiro	10	78	10	104	11	81	11
3 - Setor de Vidro		31	4	38	4	30	4
4 - Setor de Não-Ferrosos	15	23		29	3	22	3
5 - Outros		125	16	132	4	104	14
Total	100	780	100	946	100	740	100

Fontes: Associação Brasileira de Cerâmica (1979/82) e Conselho de Desenvolvimento Industrial (1979/82).

Uma das principais inovações da indústria siderúrgica na última década, que teve influência importante sobre a indústria de refratários, foi o desenvolvimento do processo LD, que substituiu o Siemens-Martin no início da década de 70 e reduziu significativamente o consumo de refratários por tonelada de aço produzido, passando de 20/30 kg para 5 kg/t de aço. Esta mudança também causou alterações básicas nos tipos e nas formulações dos refratários usados, pois a produção do aço pelo processo LD usa primariamente refratários básicos, ao passo que os refratários ácidos (de sílica) eram muito usados nos fornos Siemens-Martin.

Com o crescente uso de altos-fornos de grande porte e o melhoramento de suas operações, reduz-se a quantidade de refratários consumidos por tonelada de gusa produzida, exigindo-se entre tanto a produção de refratários de melhor qualidade.

A oferta de refratários acha-se concentrada nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Bahia, que respondem por cerca de 98% da capacidade instalada, como pode ser observado no Anexo 2.7, que também indica a mão-de-obra empregada em cada empresa.

No mapa (Anexo 2.8) estão localizados os pontos de oferta e demanda de refratários. Os últimos aparecem dispersos por todo o território nacional, com exceção da região Norte.

2.2.3 - Oferta dos demais produtos da indústria cerâmica

Do grupo cerâmica branca ainda podemos considerar dois produtos: a louça sanitária e a louça de mesa. A oferta do primeiro concentra-se basicamente no Estado de São Paulo, havendo fábricas também no Espírito Santo, Minas Gerais, Pernambuco, Paraná e Rio Grande do Sul. A capacidade instalada da indústria de louça sanitária era de 7.800.000² peças grandes em 1979. Atualmente, com a implantação de novas indústrias e a expansão de outras já existentes ela já é bem maior, embora o nível de ociosidade tenha crescido. Os três Estados que produzem louça de mesa em cerâmica são: Santa Catarina, São Paulo e Paraná. Do consumo interno de louça

de mesa, 47% é a taxa correspondente a produtos cerâmicos (29% de porcelana e 18% da faiança), 49% são de produtos de vidro e os 4% restantes de produtos plásticos.³

Uma característica do grupo cerâmica vermelha ou de materiais de argila para a construção civil é a coexistência no mercado de inúmeras olarias de pequeno e médio portes, o que resulta em produtos com falta de uniformidade, dimensões pouco padronizadas, diferentes técnicas utilizadas e variação nos preços. Estes produtos costumam ser demandados nas próprias regiões onde são produzidos. As manilhas ou tubos cerâmicos, pertencentes a este grupo, são utilizadas em canalizações subterrâneas, notadamente em esgotos sanitários, e seu mercado pode ser classificado em: a) tubos cerâmicos sem teste, cujos diâmetros não ultrapassam 15 cm, utilizados em obras particulares; e b) tubos cerâmicos com teste, cujos diâmetros variam de 15 a 30 cm, utilizados em obras públicas.

Segundo pesquisa realizada pelo Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais,⁴ 20% da demanda nacional de manilhas são atribuídos aos consumidores particulares e 80% às companhias estaduais de saneamento.

3 - PROCESSOS DE FABRICAÇÃO⁵

Na indústria cerâmica, os processos de fabricação são tão variados quanto os produtos. Podem ser muito rudimentares, como na fabricação de telhas e tijolos, em algumas olarias sem a supervisão de um corpo técnico ou de muitos recursos tecnológicos. Mas podem ser também muito sofisticados, como na produção dos produtos de cerâmica branca ou dos materiais resistentes a altas temperaturas, em empresas com profissionais e equipamentos especializa

²BNDES - projetos.

³Ibid.

⁴Ibid.

⁵Para se ter mais informações a respeito dos processos de fabricação de produtos cerâmicos, cf. Norton (1973).

dos, satisfazendo os requisitos de rigoroso controle da matéria-prima e de curvas de queima.

De uma forma bastante genérica, podemos identificar como sendo três as etapas básicas de processamento: a preparação das matérias-primas, a conformação e o processamento térmico.

As matérias-primas utilizadas na indústria cerâmica podem ser naturais ou sintéticas, basicamente argilas, feldspatos, sílica ou quartzo, fundentes e chamotas. Após serem extraídas de suas jazidas, elas são desagregadas, moídas e peneiradas, a seco ou em dispersão aquosa, até a granulometria conveniente para melhorar o nível de mistura e de conformação. São purificadas, têm suas propriedades corrigidas e, depois de misturadas e homogeneizadas, seguem para a conformação. De acordo com o teor de umidade, teremos: massa plástica, barbotina ou pó com baixa umidade.

A conformação é a etapa do processo produtivo na qual ocorre a transformação da mistura das matérias-primas em corpos com a forma final desejada. A peça crua obtida já terá definidas e determinadas as suas propriedades mecânicas e físicas que permitem o manuseio, a secagem e a queima sem o risco de inutilização.

São quatro os processos de conformação, e a escolha de um deles dependerá da forma genérica que o produto terá e do tipo de mistura empregado. Quando na forma de barbotina, que é uma suspensão de materiais cerâmicos em água, suficientemente fluida para ser vertida, utiliza-se o processo de colagem em moldes de gesso, como, por exemplo, na confecção de xícaras e de louça sanitária. Se na forma de massa plástica, serão conformadas por extrusão, conformação plástica e, às vezes, prensagem (tijolos, telhas e pratos). A extrusão é um processo no qual a mistura de um modo geral é forçada através de um molde para formar coluna contínua, a qual pode ser cortada em comprimentos apropriados. A prensagem é o processo escolhido quando a mistura está na forma de pó com baixo teor de umidade.

O processamento térmico é a etapa mais importante do processo ce

râmico e pode ocorrer em estágios tais como a preparação de matérias-primas, secagens intermediárias de matérias-primas e produtos, calcinações ou tratamento térmico de peças acabadas (recozimento). Porém, sua maior relevância está na secagem e queima das peças já preparadas, operação na qual se dão as transformações físicas e químicas, responsáveis pela obtenção de propriedades finais como brilho, cor, porosidade, resistência à flexão, ao gretamento, a altas temperaturas, etc.

Na operação de queima, as peças cruas e secas são levadas ao forno e submetidas a um perfil de temperaturas em atmosfera mais homogênea possível. Nos fornos contínuos, essa curva de queima se estabelece ao longo do equipamento numa situação de equilíbrio para dada régulagem de queimadores e sistema de exaustão para determinada carga e condições externas. Neste tipo de fornos as cargas são móveis, ao passo que nos fornos descontínuos, utilizados nas indústrias de menor porte, as cargas são fixas e as temperaturas em cada ponto variáveis com o tempo.

O forno de câmaras de Hoffmann, desenvolvido na Europa em meados do Século XIX, é utilizado em algumas indústrias de refratários e em olarias de maior porte, apresentando grande economia de combustível em comparação com o forno descontínuo. É constituído por uma série de câmaras ligadas lateralmente e aquecidas seqüencialmente, o que permite dirigir os gases de combustão da câmara que está sendo queimada para a adjacente, que seria a próxima a sofrer combustão, e assim por diante, reaproveitando o calor de escape para preaquecer o forno. Assim, a queima do combustível se movimenta câmara a câmara, de forma regular. Para evitar interrupção da transmissão de calor, as câmaras são dispostas em forma de anel. A carga permanece estática, ao passo que o fogo se movimenta sempre em sentido de rotação.

O principal tipo de forno contínuo é o forno-túnel, amplamente utilizado na produção de ladrilhos, azulejos, louça sanitária e de mesa. O produto percorre o túnel para a queima empilhado em vagonetas, muitas vezes sem necessidade de caixas refratárias, o que representa significativa economia de combustível. Podem ser

muflados,⁶ semimuflados,⁷ ou de chama direta⁸ e alimentados por combustíveis líquidos ou gasosos.

As concepções mais modernas dos fornos-túnel utilizadas em indústrias cerâmicas de revestimento são as do tipo rolo ou placa deslizante automatizados, onde não há necessidade de vagonetas para transportar os produtos que serão queimados. A soleira do forno serve como veículo, sendo composta por rolos sincronizados com velocidade de rotação constante. De acordo com o espaçamento entre tais rolos, os produtos são transportados sobre placas ou diretamente sobre os rolos.

Estes fornos podem apresentar vários canais sobrepostos, tendo a carga de canais adjacentes deslocamentos em sentidos contrários. Deste modo, os azulejos ou ladrilhos quentes que estão saindo de um canal cedem seu calor para outros que estão entrando no canal vizinho. Eles queimam gás ou óleo emulsionado ou são aquecidos eletricamente, sendo todos os fornos elétricos utilizados na indústria cerâmica de revestimento de natureza resistiva. Um deles é utilizado na primeira queima dos azulejos, conhecido por "forno elétrico de passagem", constituído por canais em diferentes planos superpostos.

3.1 - Os equipamentos e seus requerimentos energéticos

Como já se viu, o forno cerâmico é o cerne do processo produtivo. Porém, o que o faz mais relevante para este estudo é o fato de ser o maior consumidor de energia, cabendo a ele uma parcela superior a 70% do consumo global da indústria (Tabela 3.1). Em alguns subsetores, a participação é maior, como na produção de pastilhas cerâmicas, onde é quase total.

⁶Os muflados são aqueles que apresentam muflas - paredes delgadas que evitam inconveniências tais como a presença de enxofre nos gases de combustão, a existência de cinzas ou partículas de carvão incandescentes e a falta de homogeneidade deste combustível.

⁷São semimuflados no caso de se injetarem gases no túnel por sob as muflas.

⁸Os de chama direta não apresentam muflas.

TABELA 3.1
PARTICIPAÇÃO DE CADA SERVIÇO NA FABRICAÇÃO
DOS PRODUTOS CERÂMICOS - 1980

PRODUTOS	GERADORES + FLUIDOS	FORNALHAS + SECADORES	FORNOS	OUTROS	TOTAL
Louça de Mesa	3,21	2,28	92,83	1,68	100,00
Refratários	2,98	2,87	88,00	6,15	100,00
Manilhas	6,52	-	84,43	9,05	100,00
Ladrilhos	1,53	17,43	80,17	0,87	100,00
Azulejos	5,09	24,03	70,04	0,84	100,00
Pastilhas	0,99	-	98,50	0,51	100,00
Telhas e Tijolos	0,12	9,52	86,12	4,24	100,00
Cerâmica Elétrica e Téc- nica	4,21	3,44	91,66	0,69	100,00
Lajes	1,25	4,79	87,61	6,35	100,00
Louça Sanitária	8,36	3,48	88,15	0,01	100,00
Setor Cerâmico	2,94	11,41	82,62	3,03	100,00

Fonte: Cf. Conselho Nacional de Petróleo (1981), dados brutos.

Obs.: Na tabela não foi incluído o consumo de energia elétrica.

O consumo específico de um energético pode variar muito de um tipo de forno para outro, como pode ser observado, por exemplo, na produção de telhas e tijolos e na de azulejos. Se for utilizado um forno descontínuo para a produção dos dois primeiros, observar-se-á um consumo de 120 a 140 kg⁹ de óleo combustível por tonelada de produto queimado, sendo a temperatura inicial de queima a do ambiente. No entanto, se for utilizado o forno de Hoffmann para o cozimento destes produtos, o consumo específico do óleo cai para 35 a 40 kg por tonelada, o que representa uma economia de 67% do consumo de óleo em comparação com o forno descontínuo (neste caso, a temperatura inicial de combustão varia de 300 a 350°C).

Para a produção de azulejos, o forno de rolos sem placas refratárias consome de 300 a 380 kcal/kg líquido de azulejos para a segunda queima pelo processo de biqueima ou de 400 a 500 kcal/kg líquida de azulejos em monoqueima, com tempos de combustão variando entre 30 e 60 minutos para o primeiro caso e durando cerca de três horas para o segundo.¹⁰ Estes consumos específicos são em muito inferiores àqueles verificados para os fornos-túneis tradicionais, que consomem mais de 1.000 kcal/kg de azulejo produzido, em ciclos de 50 a 60 horas.

Ao se analisar a Tabela 3.1, verifica-se que na fabricação de ladrilhos e azulejos os secadores respondem por uma parcela significativa do consumo de energia, o que se deve principalmente ao atomizador, ou spray-drier, que é um equipamento utilizado na preparação das matérias-primas. No atomizador, a matéria-prima é refinada pela ação de discos ou de lanças, ao mesmo tempo que recebe um jato de ar em contracorrente. Como resultado, tem-se na saída do equipamento um material pulverizado com 6 a 9% de umidade e granulometria definida. Os gases quentes utilizados no atomiza-

⁹Cf. Associação Brasileira de Cerâmica (1979/82).

¹⁰Por monoqueima entende-se o processo no qual a mistura da matéria-prima, depois de estar prensada e seca, é esmaltada e passa por queima única. Na bi-queima, inicialmente queima-se o prensado, que recebe o nome de biscoito, o qual é esmaltado e volta ao forno para receber uma nova queima, sendo, então, depois desta operação, chamado de vidrado.

dor encontram-se numa temperatura em torno de 700°C , inferior àque-
las que precisam ser atingidas nos fornos cerâmicos, conforme se
pode observar na Tabela 3.2.

O consumo energético do atomizador varia entre 400 e 450
kcal/kg de massa atomizada, sendo, portanto, em média, superior ao
do forno de rolos para a segunda queima do azulejo. Isto salien-
ta a necessidade de não desconsiderá-lo num programa de atomiza-
ção de consumo de energia.

A geração de calor para o spray-drier pode ocorrer a partir
da gaseificação da biomassa ou da queima de material sólido em
grelha, nos geradores de calor. As temperaturas atingidas por es-
tes equipamentos estão próximas de 1.300°C e 700°C respectivamen-
te, o que faz com que somente o uso da primeira seja viável para
alimentar os fornos. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnolôgi-
cas - IPT (1983), para os atomizadores a segunda opção é a melhor
pelos seguintes motivos:

a) o custo inicial do gaseificador de carvão vegetal, acopla-
do aos sistemas de lavagem de gases e de queima do gás produzido,
é superior ao da fornalha com queima de material sólido em gre-
lha, acoplado a um sistema de ciclones para retenção de particula-
do dos gases (os investimentos em maio de 1983 eram da ordem de
Cr\$ 160 milhões para o sistema de gaseificação e de Cr\$ 67,3 mi-
lhões para o de queima em grelha);

b) o custo operacional do sistema de gaseificação é superior
ao da fornalha com queima em grelha;

c) a manutenção e os procedimentos operacionais da fornalha
com queima em grelha são mais simples que os do sistema de gasei-
ficação;

d) a confiabilidade operacional da fornalha com queima em
grelha é superior à do sistema de gaseificação; e

e) a fornalha com queima de material em grelha oferece a van-
tagem de utilizar como combustível tanto carvão mineral quanto ma-

deira ou moimha, o que permite uma grande versatilidade ao equipamento e o torna bastante atraente do ponto de vista estratégico.

Estas vantagens não foram despercebidas pelos empresários em geral, que, ao substituírem o óleo pesado por combustível sólido, optaram pela queima deste em grelha (isto é visto com mais detalhes no Capítulo 6).

TABELA 3.2
ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE PRODUTOS CERÂMICOS

PRODUTOS	MÉTODO DE CONFORMAÇÃO	PROCESSO TÉRMICO	TEMPERATURA DE QUEIMA
Ladrilhos	Prensagem	Monoqueima ou Biqueima	800 a 1.000°C
Azulejos	Prensagem	Monoqueima ou Biqueima	Bisc. - 1.050°C Vidr. - 950 a 1.000°C
Louça de Mesa	Colagem Prensagem	Monoqueima ou Biqueima	Bisc. - 1.150°C Vidr. - 1.050°C
Louça Sanitária	Torneamento Colagem (Moldes de Gesso)	Monoqueima	Dec. - 700 a 900°C 1.230 a 1.250°C
Tijolos Refratários: Sílico-Aluminosos	Extrusão	Monoqueima	1.280 a 1.400°C
de Sílica	Prensagem		1.500 a 1.550°C
de Magnesita			1.600 a 1.700°C
Tijolos de Argila de Baixa Refratariedade	Prensagem Extrusão		1.250°C
Porcelana Elétrica para Baixa Frequência		Monoqueima	1.310°C
Pastilhas	Prensagem	Monoqueima	

FONTE: Norton (1973).

Secadores e fornos que queimam produtos cerâmicos distintos podem operar em temperaturas bem diferentes. Para salientar esta variabilidade de produto para produto elaborou-se a Tabela 3.2, onde verifica-se que os tijolos refratários de magnesita requerem

para a sua queima uma temperatura que é praticamente o dobro daquela requerida para a queima dos ladrilhos. Estas particularidades são relevantes porque conduzem a diferentes tecnologias possíveis de serem implantadas para reduzir o consumo de derivados de petróleo.

4 - A ENERGIA NO PROCESSO PRODUTIVO

No capítulo anterior, onde foram descritos os processos de fabricação de produtos cerâmicos, analisou-se brevemente os equipamentos e suas necessidades energéticas, indicando-se aqueles que são os principais responsáveis pelo consumo de energia. Neste capítulo serão focalizados os insumos energéticos, associando-os aos serviços nos quais são utilizados, exibindo-se as evoluções dos seus consumos no período 1976/80 e a posição da indústria cerâmica no contexto da demanda nacional de energia.

Até 1981, a indústria cerâmica apareceu como a sexta consumidora industrial de energia, com uma participação de 5,43% e respondendo, neste mesmo ano, por 2% do consumo nacional.¹¹

A Tabela 4.1 nos fornece a evolução do consumo de energéticos na indústria cerâmica. Os dados para os anos de 1976 e 1980 provêm de um levantamento realizado pelo Conselho Nacional do Petróleo numa pesquisa que considerou, em 1978, todas as empresas cadastradas no setor e, em 1980, somente aquelas que demandassem 500 t/ano ou mais de derivados de petróleo. Extraiu-se de tais dados a maior amostra, constante ao longo dos anos, constituída por 187 empresas e representativa do setor quanto às indústrias de cerâmica branca e de refratários, principalmente, das quais de têm quase todo o universo. As empresas não constantes desta amostra pertencem principalmente à indústria cerâmica estrutural, ou seja, as olarias produtoras de telhas e tijolos que no período consumiram biomassa (95,67%) e carvão mineral (4,33%).¹² Porém, po

¹¹Cf. Ministério das Minas e Energia (1983, p. 34).

¹²Participações estimadas em relação a 1980 (ver Capítulo 6 - Seção 6.3).

TABELA 4.1

EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA

(Em Gcal)

ENERGÉTICOS	A N O S											
	1976		1977		1978		1979		1980		1983*	
	Quantidade	%										
Óleo Combustível	5 513 620	83,76	6 081 119	83,76	6 561 283	83,89	6 571 434	82,04	6 789 381	80,57	6 504 410	62,60
Óleo Diesel + Querosene	361 553	5,49	376 257	5,18	356 670	4,56	289 504	3,61	179 937	2,13	311 920	3,00
Gás Liquefeito de Petróleo	90 099	1,37	127 606	1,76	185 126	2,37	246 365	3,08	255 689	3,03	552 957	5,32
Gás de Nafta	16 344	0,25	15 724	0,22	5 752	0,07	2 716	0,03	5 948	0,07	146 832	1,41
Gás Natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6 997	0,07
Total Derivados de Petróleo	5 981 616	90,87	6 600 706	90,91	7 108 831	90,89	7 110 019	88,76	7 239 955	85,80	7 523 116	72,40
Biomassa	252 799	8,85	271 871	3,74	255 377	3,27	426 679	5,33	600 661	7,12	2 223 416	21,40
Carvão Mineral	-	-	-	-	-	-	17 008	0,21	15 288	0,18	161 901	1,55
Energia Elétrica	347 960	5,28	387 921	5,35	456 882	5,84	456 638*	5,70	582 375*	6,90	483 118	4,65
TOTAL GERAL	6 582 375	100,00	7 260 498	100,00	7 821 090	100,00	8 010 344	100,00	8 438 279	100,00	10 391 551	100,00

FONTES: Conselho Nacional do Petróleo (1981).

* Estimado.

de-se afirmar seguramente que, para as indústrias de cerâmica branca e refratários, a energia para o processo produtivo veio sendo gerada basicamente por derivados de petróleo, notadamente óleo combustível.

O óleo combustível vem sendo utilizado com a finalidade de gerar calor, para os fornos cerâmicos e secadores, e vapor, quando alimenta caldeiras para aquecer o próprio óleo ou outros combustíveis participantes do processo produtivo. A partir de 1978, a participação do óleo pesado começou a cair, com um decréscimo lento, porém gradativo, até 1980 e de uma forma mais acelerada no período 1981/83, quando foi substituído principalmente por biomassa.

A biomassa em forma de lenha é consumida, quando em cavacos, nas fornalhas acopladas a secadores, que operam a temperaturas de até 700°C, ou sobre grelhas nos fornos descontínuos. Gaseificada, pode-se obter com o seu uso temperaturas superiores a 1.000°C nos fornos cerâmicos contínuos. A louça de mesa foi, até 1980, o único produto cerâmico que consumia gás de lenha na sua queima, que atualmente também é usado por empresas que fabricam azulejos e drilhos.

A biomassa em forma de carvão vegetal é utilizada em gaseificadores junto a fornos e secadores de cerâmicas de revestimento. Sob a forma de finos, pode ser incorporada na confecção de tijolos cerâmicos e, na sua forma natural, alimenta os fornos descontínuos de algumas olarias e fornalhas que geram ar quente para secadores.

Outras biomassas utilizadas pelo setor cerâmico, como a serragem, ao natural ou sob a forma de pelets, a casca de dendê e de coco e os resíduos florestais, são consumidas apenas nas regiões onde estão disponíveis, não em caráter predominante, mas sim complementar, na composição dos energéticos.

Dentre os insumos não derivados de petróleo, têm-se também o carvão mineral e a energia elétrica. O primeiro tem tido o mesmo

emprego descrito para o carvão vegetal, excetuando-se a gaseificação, e é consumido principalmente nas olarias e em algumas cerâmicas de revestimento. Dados que exibem a sua demanda e a da lenha, não apenas para uma amostra do setor, mas para a totalidade são apresentados na Tabela 4.2.

TABELA 4.2
EVOLUÇÃO DO CONSUMO APARENTE* DE CARVÃO VAPOR E
LENHA NA INDÚSTRIA CERÂMICA

ANOS	CARVÃO VAPOR		LENHA		PARTICIPAÇÕES (%)	
	1.000 t	Gcal	1.000 t	Gcal	Carvão Vapor	Lenha
1976	1	4 500	4 652	11 741 648	0,04	99,96
1977	12	54 000	4 696	11 852 704	0,44	99,56
1978	13	58 500	4 807	12 138 868	0,48	99,52
1979	69	310 500	4 935	12 455 940	2,43	97,57
1980	134	603 000	5 030	12 695 720	4,53	95,47
1981	57	256 500	5 149	12 996 076	1,94	98,06
1982	35	157 500	4 983	12 557 092	1,24	98,76
1983	28	126 000	4 880	12 317 120	1,01	98,99

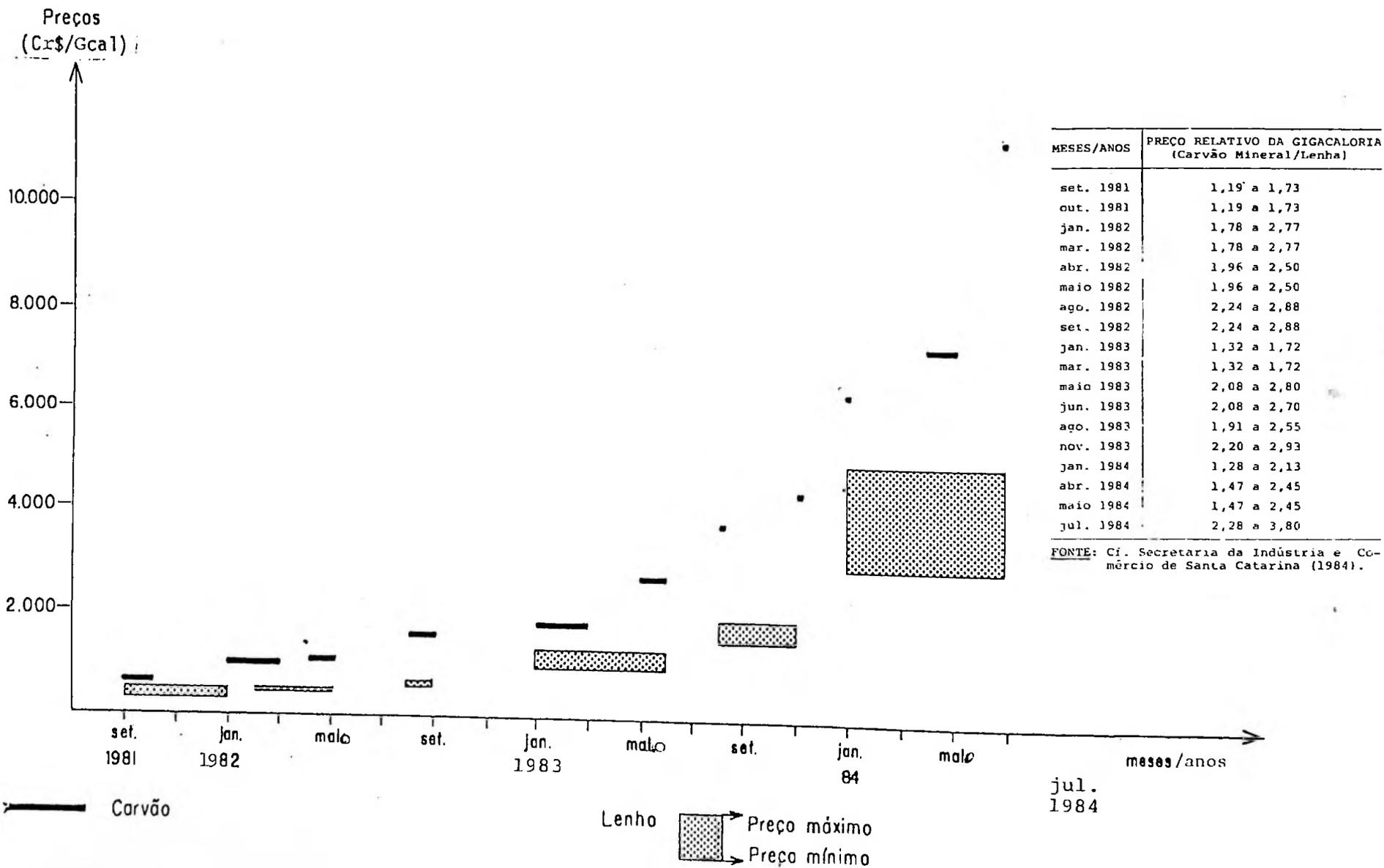
FONTE: Ministério das Minas e Energia (1984).

* Estes dados referem-se ao consumo aparente da lenha e do carvão vapor, ou seja, contabilizam a compra destes insumos pela indústria cerâmica, e não a demanda efetiva.

A redução progressiva do consumo de carvão mineral a partir de 1981 deve-se a dois fatos: ao crescimento do nível de ociosidade do setor oleiro, resultante da crise na indústria da construção civil; e à variação do seu preço em relação ao da lenha, sua forte concorrente. Este segundo fato pode ser ilustrado através do gráfico a seguir, que considera a evolução dos preços da gigacaloria a partir da lenha e do carvão mineral em Santa Catarina, de setembro de 1981 a julho de 1984.

EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DA LENHA E DO CARVÃO VAPOR NO ESTADO DE SANTA CATARINA —

SETEMBRO de 1981/JULHO DE 1984



A energia elétrica é utilizada sob a forma de força motriz e para a produção de calor. Na sua primeira função, ela aciona motores, moinhos e prensas, transporta materiais e ilumina. A eletrotermia tem sido usada para a queima e decoração de azulejos e ladrilhos, a requeima de louça sanitária, o aquecimento do óleo combustível e em alguns secadores dos produtos crus.

Ainda figuram na Tabela 4.1 o óleo diesel, o querosene e os gases de nafta, natural e liquefeito de petróleo. Estes quatro últimos insumos aparecem alimentando fornos cerâmicos, sendo, no caso dos gases, especialmente aqueles que queimam peças esmaltadas. O óleo diesel é utilizado principalmente para fins não térmicos, no transporte das matérias-primas e produtos acabados, e para o acionamento de motores de diversos equipamentos utilizados na extração das argilas.

Esta alocação dos insumos energéticos para os diferentes serviços aparece, dentre outros, em função do poder calorífico e da composição química daqueles. Teores de enxofre ou cinzas excessivos contaminariam produtos esmaltados, tornando-os qualitativamente inferiores. Isto faz com que se utilize os gases de nafta, liquefeito de petróleo ou natural em fornos de queima direta e o óleo combustível em fornos muflados, além da energia elétrica, para a queima destes produtos.

4.1 - Custo da Energia x Preço do Produto

A participação dos custos com a energia no processo produtivo tem crescido ao longo dos últimos anos. Isto pode ser exemplificado com a indústria de azulejo, que, segundo pesquisa realizada pelo CNP, teve 92,75% da energia utilizada na fabricação deste produto proveniente do óleo combustível e 3,2% do GLP em 1980. Na Tabela 4.3 apresenta-se a evolução dos gastos com combustíveis em queimas e secagens no preço do azulejo, supondo que a empresa tenha usado somente o óleo combustível para o processamento térmico. A participação da energia nos custos de produção é maior que a apresentada na tabela, uma vez que não se está considerando seu

dispêndio para fins não térmicos e se está usando o preço de venda do produto. Se considerarmos que o GLP foi o insumo utilizado para a segunda queima, esta participação ainda se eleva, sendo superior a 6% nos últimos quatro anos.

TABELA 4.3
EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS GASTOS COM
COMBUSTÍVEIS NO PREÇO DO AZULEJO

ANOS	PREÇO DO M ² DO AZULEJO NO RIO DE JANEIRO* (Cr\$) (A)	CUSTO COM ÓLEO COMBUSTÍVEL PARA SE PRODUZIR UM M ² DE AZULEJO** (Cr\$) (B)	(B) / (A) %
1971	16,70	0,38	2,28
1972	16,50	0,39	2,36
1973	26,55	0,49	1,85
1974	37,05	0,83	2,24
1975	47,05	1,25	2,66
1976	73,60	1,99	2,70
1977	132,50	2,59	1,95
1978	152,50	3,70	2,43
1979	194,00	8,28	4,27
1980	589,50	41,68	7,07
1981	774,50	78,94	10,19

* Cf. Revista de Preços da Construção Civil (dez. 1971/dez.1981).

** Cf. Petrobrás (1983).

Um relatório enviado ao BNDES por uma empresa de ladrilhos mostrou valores superiores a 30%, em fevereiro de 1984, para a participação dos custos com energéticos no custo do produto. Esta tem sido a "força" que impele o empresário a voltar a sua atenção para a energia no processo produtivo.

Para um determinado produto, o custo com energéticos pode variar bastante de empresa para empresa, e algumas vezes numa mesma

unidade industrial, de uma linha de produção para a outra. Alguns dos muitos fatores envolvidos neste custo são:

- a) a idade, a eficiência e o estado dos equipamentos;
- b) os insumos energéticos utilizados;
- c) os padrões de operação e controle dos equipamentos;
- d) a manutenção dos mesmos; e
- e) o modo pelo qual as matérias-primas são elaboradas e o grau de elaboração.

O primeiro fator mencionado já recebeu consideração no presente trabalho. Focalizar-se-á um pouco mais o segundo, na próxima seção, que aborda a substituição dos derivados de petróleo.

4.2 - Substituição dos derivados de petróleo e conservação de energia na indústria cerâmica

A substituição dos derivados de petróleo na indústria cerâmica não tem ocorrido de forma homogênea, variando de produto para produto. A "falta de sincronia" em substituir, entre as diferentes indústrias componentes da indústria cerâmica,¹³ surge como uma consequência natural de muitos fatores de ordem técnica e econômica. Pode-se destacar, dentre os primeiros, os diferentes níveis de temperatura que o insumo alternativo deve atingir e os teores de enxofre que são tolerados.

As temperaturas mais altas são requeridas na queima de refratários, variando de 1.280°C a 1.700°C,¹⁴ respectivamente, para refratários à base de cordierita e os magnesianos. Passa-se agora à consideração de algumas destas indústrias em separado, o que per-

¹³Como indústrias componentes da indústria cerâmica, entende-se as de: ladrilho; azulejo; pastilha; refratário e isolante; louça sanitária; louça de mesa; telha e tijolo; cerâmica elétrica; e laje e lajota.

¹⁴Estas temperaturas referem-se a refratários formados. Na preparação das matérias-primas, elas podem chegar a atingir 2.600°C.

mitirá uma melhor análise destes fatores. Serão apresentados projetos de substituição elaborados pelas empresas. Os custos associados e os resultados de alguns deles devem ser examinados com cautela, pois podem tratar-se de projetos para pedido de financiamento, dos quais não se tem informações posteriores. Em todo caso, procurar-se-á explicitar claramente se os dados são observados ou estimados.

4.2.1 - Substituição de derivados de petróleo na indústria de refratário

Neste tópico serão consideradas quatro políticas alternativas ao uso do óleo combustível na indústria de refratário. Duas delas abordam a substituição parcial deste óleo pesado, uma por tratar do seu uso em conjunto com outro energético e a outra por prever a substituição somente em secadores.

Dentre os projetos considerados o que apresentou menor investimento por tonelada economizada de óleo combustível e menor custo total foi o que fixava o uso do gás de carvão vegetal como opção alternativa, embora possa ser implantado somente em algumas das empresas produtoras de refratários.

Um projeto elaborado pela Associação Brasileira de Fabricantes de Refratários (ABRAFAR), em abril de 1980, ilustra a viabilidade técnica de se reduzir o consumo de óleo combustível na queima de refratários, prevendo uma substituição parcial do óleo por álcool hidratado ou anidro numa mistura "óleo-álcool" que teria taxas de até 20% para o álcool anidro ou de até 70% para o álcool hidratado (as estimativas de economia de óleo através desta mistura são apresentadas na Tabela 4.4).

Do ponto de vista econômico, esta substituição é inviável, pois, embora esteja havendo um decréscimo do preço do álcool hidratado em relação ao do óleo combustível nos últimos anos, o preço real daquele ainda é maior.

TABELA 4.4

ESTIMATIVA DA ECONOMIA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL ATRAVÉS DA MISTURA
DE ÁLCOOL NA INDÚSTRIA DE REFRAATÓRIOS NO
BRASIL - 1980, 1982 E 1985

ANOS	CONSUMO ESTIMADO			ECONOMIA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL COM SUBSTITUIÇÃO (t)	ÁLCOOL UTILIZADO
	Sem Substituição Óleo Comb. (t)	Com Substituição			
		Óleo Comb. (t)	Álcool (ℓ)		
1980	135.360	40.608	137.390	94.752	Álcool Hidratado
1982	144.540	43.362	146.708	101.178	
1985	160.000	48.000	162.400	112.000	
1980	135.360	115.420	28.832	19.898	Álcool Anidro
1982	144.540	123.293	30.787	21.247	
1985	160.000	136.480	34.080	23.520	

FONTE: Associação Brasileira dos Fabricantes de Refratários - ABRAFAR (1982).

Empresas que produzem refratários queimados a temperaturas inferiores a 1.300°C podem ter como opção alternativa ao óleo combustível os gases pobres. A Tabela 4.5 exibe os investimentos envolvidos para a instalação de um gaseificador de carvão vegetal ou lenha com a capacidade de gerar 4 Gcal/h de gás para alimentar um forno-túnel.

TABELA 4.5

INVESTIMENTOS PARA A INSTALAÇÃO DE UM GASEIFICADOR
DE LENHA OU CARVÃO VEGETAL COM
CAPACIDADE PARA 4 GCAL/h

USOS	ORTN
Estudos e projetos	1.126
Equipamentos nacionais	22.526
Obras e instalações	4.505
TOTAL	28.157

FONTE: BNDES - projetos.

A implantação deste projeto representaria uma economia anual de 1.200 t de óleo BPF a um nível de substituição de 50%. O investimento por tonelada economizada de óleo combustível seria de 23,46 ORTN, e a economia anual gerada na aquisição de insumos energéticos seria de 29.580 ORTN, sendo o preço da megacaloria proveniente do óleo combustível 1,36 vez superior ao da lenha.

Uma outra opção alternativa ao uso de derivados de petróleo na indústria de refratário é a eletrotermia, sendo que já existe no Brasil tecnologia desenvolvida para utilizar fornos elétricos resistivos, dotados de resistências especiais como as GLOBAR,⁵ para a produção de refratários com temperaturas de queima inferiores a 1.500°C em atmosfera redutora ou a 1.300°C se em atmosfera oxidante. Uma indústria de refratários elaborou um projeto visando substituir progressivamente seu consumo de óleo diesel nos fornos por energia elétrica. Os investimentos e a economia gerada de óleo diesel estão exibidos na Tabela 4.6, tendo sido efetivada até o momento a etapa 1.

¹⁵Estas resistências são diferentes daquelas utilizadas em fornos elétricos para a cerâmica de revestimento.

TABELA 4.6

SUBSTITUIÇÃO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL
POR ENERGIA ELÉTRICA

ETAPAS	INVESTI- MENTOS (ORTN)	ECONOMIA DE ÓLEO DIESEL (m ³)	INVESTIMENTO POR M ³ ECO- NOMIZADO DE ÓLEO DIESEL (ORTN/m ³)	NÍVEL DE SUBSTI- TUIÇÃO (%)
1	13.546	264	51,31	11
2	34.222	1.080	31,69	47,5*

* Percentagem calculada em relação ao consumo de óleo diesel, após implantada a etapa 1.

Uma outra empresa produtora de refratários pretende instalar um sistema de aquecimento na linha de óleo por cinta térmica (tracer elétrico), substituindo as serpentinas de vapor do tanque de armazenamento deste óleo. Esta medida eliminaria o consumo de apenas 66 toneladas de óleo combustível em caldeiras para gerar vapor e introduziria a demanda de 514 MWh, acarretando uma economia anual de gastos com energia da ordem de 523 ORTN.

O serviço energético ao qual está ligado o uso da lenha na indústria de refratário é a secagem. Uma das empresas desta indústria substituiu duas fornalhas acopladas a secadores (de matéria-prima e do produto já conformado), que consumiam óleo combustível, por outras à base de lenha (na Tabela 4.7 são apresentados os investimentos associados a esta medida). Vê-se que ela representou o maior dispêndio por tonelada economizada dentre os projetos apresentados neste tópico.

TABELA 4.7

INVESTIMENTOS EM SUBSTITUIÇÃO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL - ECONOMIA GERADA

EMPRESA	MEDIDA ADOTADA	INVESTI- MENTO (ORTN)	ECONOMIA DE ÓLEO COMBUS- TÍVEL (t)	INV/TEOC (ORTN/t)	NÍVEL DE SUBS- TITUIÇÃO (%)
1	Substituição de óleo combustível por lenha em secadores de matéria-prima e do produto	658.230,72	4.704	139,93	47

FONTE: Dados fornecidos por uma empresa do setor.

As opções aqui consideradas não se aplicam à queima dos refratários especiais,¹⁶ que requer temperaturas mais elevadas que aquelas atingidas com estas alternativas. A substituição dos fornos a óleo combustível por fornos elétricos a resistência ou a eletrodo não é viável, embora o plasma seja uma solução a ser estudada.

Já a indústria de cerâmica branca pode substituir totalmente os derivados de petróleo, quer seja pela gaseificação da biomassa ou do carvão mineral, quer pelo uso da eletrotermia. A substituição parcial pode ser efetivada pelo uso de combustível sólido sobre grelhas. Para a gaseificação, o uso da lenha ou do carvão vegetal é mais atraente que o do carvão mineral, porque este possui um teor de enxofre excessivamente alto, o que torna impróprio o

¹⁶Refratários especiais são aqueles que possuem teor de alumina superior a 70%, e incluem refratários de magnesita, cromita, cromomagnesita e magnesita-cromita.

seu uso em cerâmicas de revestimento sem a instalação de equipamentos especiais para dessulfuração. Tais equipamentos elevam so bremaneira o custo total da instalação de uma central de gás.

Empresas que analisaram a substituição do óleo combustível por gás de carvão mineral calcularam que o investimento por tonelada equivalente de petróleo economizada por ano seria de US\$ 1.300. Para instalar uma central de gaseificação de lenha, o investimento estimado é de US\$ 315 por TEP economizada, incluindo as modificações necessárias nos queimadores de óleo, para que o gás produzido no gaseificador possa ser utilizado, e a instalação de sistemas eletrônicos de programação de queima, visando obter maior uniformidade entre as diversas zonas de queima. A Tabela 4.8 exibe os investimentos para a instalação de unidades de dessulfuração em gaseificadores que produzem 25 gcal/h e 63 gcal/h. O retorno de escala destes investimentos é 0,64 exponencial.

TABELA 4.8

CUSTOS DE LIMPEZA DO GÁS DE CARVÃO MINERAL

CAPACIDADE INSTALADA (Gcal/h)	CUSTOS (ORTN)		
	Baixo	Médio	Alto
25	233.580	261.364	298.288
63	420.463	470.510	536.846

FONTE: Energy and Environmental Analysis, Inc. (1978).

As Tabela 4.9 e 4.10 apresentam investimentos envolvidos em plantas de gaseificação de gás de lenha ou carvão vegetal para em presas de cerâmicas de revestimento. O Projeto 1 refere-se à geração de gás para fornos de primeira e segunda queimas, atomizadores e secadores. A empresa, embora tenha eliminado totalmente o

seu consumo de óleo combustível, permaneceu utilizando o gás liquefeito de petróleo em um dos fornos de segunda queima. Na época de implantação deste projeto, era de Cr\$ 1,97 o custo da megacaloria gerada com óleo BTE e de Cr\$ 1,51 com gás de lenha, ou seja, a substituição propiciou uma redução de cerca de 24% dos gastos com energéticos para os equipamentos que passaram a consumir gás de lenha e uma economia de cerca de Cr\$ 9,23 (setembro de 1981) no custo do m² do azulejo.

A empresa que implantou o segundo projeto também eliminou totalmente o seu consumo de óleo combustível. Seus fornos já eram alimentados por insumos nacionais, destinando-se o gás de lenha a secadores de biscoito e spray-drier. A redução do custo da energia verificada foi de aproximadamente 20%, uma vez que a megacaloria gerada passou de Cr\$ 1,97 para Cr\$ 1,57 quando a substituição se efetivou. A economia por m² de produto fabricado foi de Cr\$ 5,75 (setembro de 1981) para o ladrilho e de Cr\$ 2,67 para o azulejo.

Uma outra empresa produtora de cerâmicas de revestimento substituiu o GLP dos fornos e atomizadores por gás de carvão vegetal e adaptou os secadores de biscoito para o uso de energia elétrica que antes consumiam óleo combustível. Os investimentos associados a essa substituição e adoção de medidas de conservação de energia pela recuperação de ar quente dos fornos são apresentados na Tabela 4.11.

Como a autora deste projeto está localizada em área de concentração de indústrias, com altos índices de poluição atmosférica, acredita-se que este tenha sido um dos fatores que a levaram a usar, além do gás de carvão, a energia elétrica. Com relação a este projeto, verificou-se que a economia de GLP pelo uso de gás de carvão foi de 8.160 toneladas e custou 17,40 ORTN por tonelada poupada anualmente, sendo que o GLP representava 58% dos derivados de petróleo consumidos anteriormente. O investimento com a adaptação dos secadores e com a instalação da subestação rebaixadora de tensão foi de 11,75 ORTN por tonelada anual economizada de óleo combustível. O nível de substituição alcançado foi de 100%.

TABELA 4.9

INVESTIMENTOS EM ORTN (SETEMBRO DE 1981) PARA A INSTALAÇÃO
DE UMA CENTRAL DE GASEIFICAÇÃO DE LENHA OU CARVÃO
VEGETAL E ADAPTAÇÃO DE FORNOS PARA CONSUMIR GÁS

DISCRIMINAÇÃO	PROJETO 1 (10 Gcal/h de Capacidade Instalada da Central de Gasei- ficação)	PROJETO 2 (8 Gcal/h de Capacidade Instalada da Central de Gasei- ficação)
Estudos e Pesquisas	22.923	13.754
Construções Civas e Instalações	35.420	26.559
Equipamentos Nacionais	169.851	118.407
TOTAL	228.194	158.720

FONTE: BNDES - Projetos.

TABELA 4.10

INVESTIMENTO POR TONELADA ECONOMIZADA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL

PROJETO	VALOR DO INVESTI- MENTO (ORTN) (A)	ECONOMIA DE ÓLEO COMBUSTÍ- VEL (t) (B)	(A)/(B) (ORTN/t)	(A)/(B)	
				NÍVEL DE SUBSTITUI- ÇÃO DE: a) Deriva- dos de Pe- tróleo b) Óleo Combustí- vel	ECONOMIA ANUAL NA COMPRA DE ENERGÉTI- COS (ORTN)
1	228.194,11	8.550	26,69	a) 95 b) 100	45.115
2	158.719,88	5.540	28,65	a) 93 b) 100	23.880

FONTE: BNDES - Projetos:

TABELA 4.11
INVESTIMENTOS PARA SUBSTITUIÇÃO DO GLP POR GÁS
DE CARVÃO VEGETAL E DE ÓLEO
COMBUSTÍVEL POR ELETROTERMIA

DISCRIMINAÇÃO	ORTN
Subestação rebaixadora de tensão	39.091,23
Recuperação de ar quente para secadores	10.362,42
Instalação de gaseificadores	64.254,46
Dois gaseificadores	77.996,75
Adaptação dos secadores	38.434,12
TOTAL	230.138,98

FONTE: BNDES - Projetos.

A eletrotermia foi a opção escolhida por uma indústria de azulejos que substituiu quatro fornos-túneis convencionais a óleo por três fornos elétricos. O investimento associado com esta substituição foi de 191.344 ORTN e propiciou uma economia anual de 4.800 toneladas de óleo combustível. Portanto, o custo da tonelada anual economizada foi de 39,86 ORTN. Para melhor analisar a viabilidade econômica da adoção desta política energética, são apresentados a seguir fluxos de caixa de uma indústria típica de azulejos que passa a usar a eletrotermia para a queima de seus produtos.

4.2.2 - Análise da viabilidade econômica da aquisição de fornos elétricos por uma indústria de azulejo

Conforme mencionado no capítulo anterior, há pelo menos três

diferentes tipos de fornos elétricos para a indústria cerâmica de revestimento: o de passagem para a primeira queima, o de placas deslizantes e o de rolos.

No Anexo 2.2, observa-se que a mediana das capacidades instaladas das indústrias de azulejo é de três milhões de m² ao ano por unidade industrial. Assumiu-se este valor para a capacidade instalada de uma indústria de azulejo típica.

De posse dos custos médios de fornos elétricos (Tabela 4.12), simulou-se o fluxo de caixa da indústria típica pelo método do valor presente, adotando-se as seguintes hipóteses para a indústria:

a) seus fornos de primeira e segunda queimas utilizavam óleo combustível BTE; e

b) os consumos específicos de óleo BTE para as queimas são médias observadas - 0,7625 kg/m² (queima do biscoito) e 0,9720 kg/m² (queima do vidrado) - e referem-se a fornos-túneis com queima direta para a primeira queima e com mufla para a segunda.

TABELA 4.12

CAPACIDADE, CONSUMO ESPECÍFICO E CUSTO MÉDIO
DOS FORNOS ELÉTRICOS

TIPOS DE FORNOS	CAPACIDADE ANUAL INSTALADA (m ²)	CONSUMO ESPECÍFICO MÉDIO (kwh/m ²)	CUSTO EM ORTN (agosto 1983)
a) Forno de passagem	2 x 10 ⁶	2,63	70 509
b) Forno de placas deslizantes	10 ⁶	6,00	75 549
c) Forno de rolos	10 ⁶	4,23	80 581

FONTE: Fabricantes de equipamentos.

Para que a empresa típica continue produzindo 3×10^6 m² de azulejos por ano (sua capacidade instalada anterior) ela precisa adquirir dois fornos de passagem e três fornos para a segunda queima.

Primeiramente, simulou-se o fluxo de caixa do investimento necessário quando os fornos de segunda queima adquiridos são os de placas deslizantes, deixando-se o preço de um kwh da EGTD como incógnita (Anexo 4.1). Necessário se faz observar que nada se conclui por este fluxo sobre a viabilidade da adoção desta política alternativa se para implantá-la houver necessidade de uma subestação rebaixadora de tensão.

Os cálculos efetuados indicam que o preço de um kwh de EGTD inferior a Cr\$ 6,04, em março de 1983, tornaria a aquisição de fornos elétricos (de passagem para a primeira queima e de placas deslizantes para a segunda) economicamente atrativa a uma taxa de desconto de 10% para a indústria de azulejos. Isto de fato ocorreu, pois naquela data o preço da EGTD, incluindo o empréstimo compulsório e o imposto único, era de Cr\$ 4,51. A taxa de retorno para este investimento é de 12,8%.

Um segundo fluxo de caixa foi simulado (Anexo 4.2) para a empresa típica, considerando-se desta vez que o forno elétrico para a segunda queima é o de rolos. O limite superior obtido de Cr\$ 7,12/kwh de EGTD em março de 1983 mostra que esta política energética envolvendo a eletrotermia também seria economicamente viável a uma taxa de desconto de 10%. Considerando-se o preço da EGTD na ocasião, obtém-se para o projeto uma taxa de retorno de 13,8%.

É importante ressaltar também o fato de indústrias que estiverem operando a um nível de produção múltiplo de 2×10^6 m² por ano terão uma lucratividade maior que a empresa típica aqui considerada. Isto ocorreria como consequência da utilização plena, por parte das primeiras, dos "fornos de passagem".

Alguns combustíveis sólidos podem ser usados de duas maneiras na indústria cerâmica de revestimento: a primeira, já apresen

tada, é na forma de gás e pode permitir uma substituição total dos derivados de petróleo; a segunda, que será agora tratada, é sobre grelhas de fornalhas acopladas a secadores. Oito indústrias de cerâmica de revestimento optaram pela primeira maneira e participaram com 27,34% da capacidade instalada para a produção de pisos em 1982 e 16,66% para a produção de azulejos em 1980. Pelo menos seis das empresas de cerâmica de revestimento (22,18 e 10,17% das capacidades instaladas para a produção de pisos em 1982 e de azulejos em 1980, respectivamente) estão utilizando combustível sólido nas fornalhas de secadores. O carvão mineral¹⁷ foi o insumo energético escolhido por cinco de tais empresas.

Da maior importância, na abordagem deste texto, é o que estas substituições representaram em economia de derivados de petróleo. Como ilustrativo disto, seguem observações sobre alguns dos projetos.

Num caso típico¹⁸ de substituição de óleo pesado por combustível sólido implantado numa indústria de ladrilhos em São Paulo foi eliminado o consumo de 535 kg de óleo BPF por hora, passando-se a consumir, inicialmente, 1.354 kg de carvão mineral por hora e, numa segunda etapa, cerca de 1.200 kg de moinha (finos) de carvão vegetal, comprada de uma indústria siderúrgica. Esta última representou uma economia operacional de cerca de Cr\$ 9,7 milhões mensais, para um investimento inicial de Cr\$ 67,3 milhões. Nesta situação, o prazo de retorno do investimento foi estimado em 12 meses, considerando-se uma taxa de juros real de 2% ao mês.

Além da fornalha geradora de gases quentes com grelha em escada, foi necessário instalar um sistema de alimentação de combustível (constituído por uma correia transportadora e por um alimentador), um sistema de remoção de cinzas (constituído por um des-

¹⁷É interessante observar que o carvão é aqui utilizado "in natura" não havendo, portanto, dispêndios adicionais de energia para a sua moagem.

¹⁸Cf. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1983).

carregador de cinzas, uma rosca transportadora e um quebrador de cinzas) e um sistema de remoção de particulados. Este último é de grande importância para o bom funcionamento do secador, pois deve remover grande parte das partículas que são arrastadas do leito de combustão. A não remoção desse material implica a contaminação do material a ser secado, o que compromete o comportamento do "pó seco" em relação ao processo de manufatura do piso. Os investimentos para a implantação do sistema são apresentados na Tabela 4.13.

TABELA 4.13

INVESTIMENTOS PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE QUEIMA EM GRELHA

EQUIPAMENTOS	INVESTIMENTOS (Cr\$ 10 ⁶ de maio de 1983)
1) Fornalha completa com ventiladores, acionamento de grelhas, aparelhos de controle e quadro elétrico	42,0
2) Silo de carvão, correia transportadora	5,1
3) Descarregador automático de cinzas, rosca transportadora e quebrador de cinzas	7,2
4) Bateria de ciclones	5,0
5) Construção civil	3,0
6) Mão-de-obra e fretes	5,0
TOTAL	67,3

FONTE: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1983).

Com base nos ensaios e estimativas realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas, foi possível estabelecer os custos operacionais para a utilização de diferentes combustíveis, como indicado na Tabela 4.14. Como os preços considerados na confecção da tabela foram os posto fábrica, o do carvão inclui o transporte, que no caso é alto devido à distância entre a instalação e o entreposto.

TABELA 4.14

COMPARAÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS PARA DIFERENTES COMBUSTÍVEIS
UTILIZADOS EM FORNALHAS DE SPRAY-DRIERS

ALTERNATIVAS	COMBUSTÍVEL	CONSUMO (kg/h)	COTAÇÃO DO COMBUSTÍVEL (Cr\$ de maio de 1983)	CUSTO MENSAL (Cr\$ 10 ⁶ de maio de 1983)
Fornalha para óleo	Óleo BPF	535	61,30/kg	20,5
Queima em grelha	Carvão mineral	1 354	18,00/kg	14,6
	Lenha *	2 660	3 500,00/m ³	14,4
	Moinha de carvão de vegetal	1 200	15,00/kg	10,8

FONTES: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1983).

* Densidade da lenha: 400 kg/m³

Pela Tabela 4.14, pode-se verificar que a queima da moinha é a solução que se apresenta claramente como a mais vantajosa. Porém, como ela é resíduo de processo, há necessidade de um acordo de distribuição com a empresa fornecedora para que a sua disponibilidade seja regular.

Os investimentos por tonelada economizada de óleo combustível variam de projeto para projeto (como pode ser visto pela Tabela 4.15) em função de muitos fatores, dentre os quais pode-se destacar a eficiência do sistema a óleo anteriormente usado (a infraestrutura preexistente).

As empresas autoras dos projetos mencionados na Tabela 4.15 localizam-se nos Estados de Santa Catarina e São Paulo, em cidades cuja distância dos entrepostos de venda do carvão mineral não é tão grande a ponto de tornar o seu uso antieconômico.

TABELA 4.15

INVESTIMENTO PARA A SUBSTITUIÇÃO DO ÓLEO COMBUSTÍVEL POR CARVÃO
MINERAL EM FORNALHAS DE SPRAY-DRIERS

PROJETO	VALOR DO INVESTIMENTO (ORTN)	ECONOMIA ANUAL DE ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	INVESTIMENTO TOTAL ANUAL DE ÓLEO COMBUSTÍVEL ECONOMIZADO (ORTN/t)	NÍVEL DE SUBSTITUIÇÃO (%)
1	8 475,94	1 490	5,69	20
2	32 124,26	3 227	9,96	19
3	30 453,61	3 400	8,96	23
4	19 284,10	2 274	8,48	28
5	19 250,33	4 000	4,81	25

FONTE: BNDES - Projetos.

Para as empresas situadas em localidades¹⁹ em que há companhias distribuidoras de gás natural, este insumo apresenta-se como um bom substituto do gás liquefeito de petróleo, uma vez que esta substituição não requer investimentos e o custo do gás natural é inferior. Em dezembro de 1983, os custos de uma megacaloria de GLP e de gás natural eram, respectivamente, de Cr\$ 20,68 e Cr\$ 13,86.

Já a substituição do óleo combustível (BPF ou BTE) por gás natural requer uma consideração mais cautelosa. Fabricantes de equipamentos estimaram, em novembro de 1983, em 17.008 ORTN o custo de transformação de um forno a rolos, com capacidade instalada para a produção de 810 mil m²/ano de ladrilhos em monoqueima, para passar a consumir combustível gasoso no lugar de combustível líquido. Es-

¹⁹ Atualmente, existe distribuição do gás natural nos seguintes Estados: Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro (região de Campos), Ceará, Alagoas, Sergipe e Rio Grande do Norte. Futuramente, o mesmo deverá ocorrer em toda a Bacia Potiguar, com a construção do oleoduto "nordestão".

te forno consome neste processo cerca de 10.125 kcal/m² de ladrilho produzido. Cada empresa precisa estudar as suas condições, e a adoção de políticas energéticas alternativas também é função do nível de produção no qual ela opera. Assim sendo, em época de acentuada recessão econômica, quando os níveis de ociosidade das empresas são altos, deixa-se de ter a economia esperada (dependente da produção), e a substituição deixa de ser atraente. Neste caso, pode-se calcular um intervalo²⁰ para o nível de produção em que opera a empresa que opta por esta alternativa. Para isto calculou-se o fluxo de caixa do investimento necessário para esta substituição (Anexo 4.3).

Sendo o investimento de Cr\$ 110.034.106,40 e o valor em novembro de 1983 da economia gerada de 156,437 x PROD + 23.654.031,83, a uma taxa de 10% ao ano, obtém-se como limite inferior para o nível de produção 552.171,638 m², resultando o intervalo (552.172, 810.000) como determinante dos níveis de produção para os quais a transformação é economicamente viável.

A redução do consumo de derivados de petróleo na indústria cerâmica pode se dar não só pela substituição destes energéticos, mas também pelo emprego de medidas de conservação. Algumas dessas medidas são: uma melhoria no isolamento térmico dos equipamentos, a sua manutenção correta e regular e a introdução de oxigênio junto ao ar de combustão (esta última abordada na subseção a seguir).

4.2.3 - Redução do consumo de combustíveis na indústria de cerâmica branca com o uso de oxigênio

Em 1983, o oxigênio foi usado por empresas de cerâmica de revestimento com o intuito de enriquecer o ar de combustão dos seus fornos. Esta tecnologia consiste na injeção do oxigênio diretamente no duto de ar. Segundo a Oxigênio do Brasil S.A.,²¹ algumas van

²⁰ Aqui tem-se um intervalo e não uma produção de equilíbrio por que o investimento considerado permite uma produção de até 810.000 m²/ano.

²¹ Cf. Revista da Cerâmica (ago. 1979, set. 1979 e nov. 1983).

tagens energéticas desta aplicação são: a redução do consumo de combustível em função de uma melhor taxa de oxidação de seus componentes, uma menor velocidade dos gases no interior do forno, favorecendo a troca com o material cerâmico, melhor aproveitamento térmico dos gases e possibilidades de incremento na produção. De acordo com representantes do Departamento de Aplicações da empresa, o uso do oxigênio tem permitido que algumas indústrias façam uma economia de até 15% do óleo combustível nos fornos cerâmicos. Já nos gaseificadores à lenha ele tem sido utilizado em alguns casos, até uma taxa de excesso de 3%, como regulador do comprimento da chama, viabilizando a utilização do equipamento. Em outros casos foi utilizado para a queima do alcatrão, que é um subproduto da combustão da lenha.

4.2.4 - Substituição de derivados de petróleo na indústria de cerâmica estrutural

A substituição de derivados de petróleo na indústria produtora de telha e tijolo pode se dar mais facilmente que nos dois outros grupos da indústria cerâmica já considerados. O que ocorre é que muitas das empresas já consumiam lenha anteriormente e adaptaram seus fornos com queimadores para combustíveis líquidos, passando a consumir óleo no lugar da lenha ou em conjunto com ela. Os fornos são, na sua grande maioria, do tipo descontínuo, de concepção muito primitiva e construção própria, havendo em suas fornalhas uma combustão prejudicada pelo uso do óleo combustível, uma vez que foram originalmente dimensionadas para a queima da lenha. Portanto, praticamente não há necessidade de realizar investimentos para que tornem a ser alimentados por biomassa ou carvão mineral.

Os fornos contínuos tipo túnel²² são raros e só estão presentes nas poucas empresas de maior porte, aparecendo em uma proporção um pouco maior os fornos Hoffmann.²³

²²Cf. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1980).

²³Cf. Tupinambá (1983).

Discutem-se, a seguir, projetos de substituição de derivados de petróleo elaborados por quatro empresas do grupo. Um deles prevê a substituição do óleo combustível por gás, a ser produzido em gasogênio a partir de moinha de carvão vegetal (fornecido por empresa siderúrgica vizinha) e/ou casca de coco ou lenha. Esta substituição deveria se dar em duas etapas na maior empresa produtora de tijolos do País, que tem uma capacidade instalada de 239 mil toneladas por ano. Na primeira etapa, com a instalação de um dos gaseificadores, o consumo de óleo foi reduzido em 64%, com a eliminação de 3.350 toneladas por ano nos fornos-túneis. O capital investido para a instalação deste gaseificador foi de Cr\$ 32 milhões, em julho de 1980, representando um custo de Cr\$ 9.552,24 por tonelada/ano economizada de óleo combustível. A segunda etapa previa a instalação de um novo gaseificador, com a eliminação total do consumo do óleo. Dois outros projetos de substituição de óleo combustível por gás de lenha foram analisados. Na Tabela 4.16 têm-se os valores obtidos para esta amostra de três projetos de substituição.

TABELA 4.16

INVESTIMENTOS PARA A SUBSTITUIÇÃO DE ÓLEO
COMBUSTÍVEL POR GÁS DE LENHA

PROJETOS	VALOR DO INVESTIMENTO (ORTN)	ECONOMIA ANUAL DE ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	INVESTIMENTO POR TONELADA ECONOMIZADA DE ÓLEO (ORTN/t)	NÍVEL DE SUBSTITUIÇÃO (%)
1	52 902,18	3 550	14,90	64,00
2	32 823,43	1 500	21,88	53,57
3	50 530,57	5 400	9,36	100,00

FONTE: BNDES - Projetos.

O projeto 3 foi elaborado por uma empresa que já vinha consumindo lenha no processo produtivo, para elevar a temperatura das fornalhas até 700°C, e só então era injetado o óleo combustível.

O carvão mineral aparece pelo menos de duas maneiras reduzindo o consumo de óleo combustível: para alimentar fornalhas e adicionado à argila na confecção dos tijolos. Para a substituição de um forno a óleo BPF por outro a carvão mineral é necessária a aquisição de um moinho triturador e de esteiras de transporte e alimentadores, além do próprio forno. A Tabela 4.17 resume os investimentos relacionados com esta substituição em agosto de 1980, que permitiria a redução de 544 t/ano de óleo combustível, com um custo de Cr\$ 13.597,44 por tonelada anual economizada.

TABELA 4.17

SUBSTITUIÇÃO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL POR CARVÃO MINERAL

INVESTIMENTOS	Cr\$ DE AGOSTO DE 1980
1) Forno Hoffmann	6 710 055,00
2) Moinho a Martelo	200 000,00
3) Esteira Transportadora	260 000,00
4) Demais Equipamentos (+ IPI)	460 950,00
TOTAL	7 397 005,00

FONTE: BNDES - Projetos.

O carvão CV35 a ser utilizado proviria do entreposto da CAEEB no Rio de Janeiro, onde o custo da tonelada na ocasião era de Cr\$ 916,78, com acréscimo de Cr\$ 663,00 para o frete, totalizando Cr\$ 1.579,78. Nesta mesma ocasião, o custo da tonelada do BPF era de Cr\$ 10.950. Usando-se a equivalência energética de uma tonelada de BPF para duas e meia de carvão mineral, tem-se um prazo de retorno para este investimento de 1 ano e 11 meses.

Dentre os fatores que tornaram este projeto atraente, podem ser destacados o curto prazo de retorno do investimento e a flexibilidade do forno quanto aos insumos energéticos com os quais pode operar. Além do carvão mineral, ele poderia ser alimentado por bio

massa, permitindo que o empresário opte por aquele combustível sólido que estiver cotado com o menor preço do mercado.

O segundo uso do carvão mineral, adicionado à argila na confecção dos tijolos, tem sido adotado por empresários no Estado do Rio de Janeiro, cujas indústrias, localizadas próximas às siderúrgicas, obtêm destas o carvão residual. Segundo eles, este carvão, ao ser adicionado à matéria-prima na proporção de 4%, acarreta uma redução de 20% do consumo de óleo combustível, pois ocasiona uma alteração na curva de queima, limitando o tempo de cozimento.

Espera-se que as considerações feitas neste capítulo possam ter mostrado o grande potencial de substituição de derivados de petróleo por insumos nacionais existente na indústria cerâmica, visto só haver restrições tecnológicas para que ela ocorra na produção de alguns tipos de refratários.²⁴

Não seria apropriado apontar-se a melhor alternativa ao uso do óleo combustível no Brasil para o setor cerâmico como um todo, pois as soluções dependem tanto da região em que as empresas estão implantadas como das características do processo de fabricação de cada produto. Levando-se em conta estes fatores, elaborou-se a projeção do consumo de energéticos do setor até o ano 2000, que é apresentada no capítulo seguinte.

5 - PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGÉTICOS NA INDÚSTRIA CERÂMICA

Uma vez considerada a evolução do consumo de energéticos no setor cerâmico e alguns projetos de adoção de políticas alternativas ao uso de derivados de petróleo, resta verificar até que ponto estes estão sendo efetivamente implantados e como ficará a estrutura de consumo nos anos vindouros. A metodologia inicialmente idealizada para se projetar tal consumo até o ano 2000 consistia em três etapas: para cada indústria do setor, obter-se a projeção do

²⁴Os especiais, os sílico-aluminosos da classe super duty e os básicos.

consumo dos seus produtos; a partir desta, chegar-se à produção prevista das fábricas; e, de posse dos consumos específicos destas e de seus projetos de alteração do perfil energético, derivar-se a demanda pretendida. O apego a esta idéia e o grau de confiabilidade das projeções obtidas são função do nível de informações disponíveis para cada indústria e, dessa forma, pode-se separá-las em três grupos que serão agora considerados.

5.1 - Projeção do consumo de energéticos nas indústrias de azulejo, ladrilho, refratário e louça sanitária

Para as indústrias de azulejo, ladrilho, refratário e louça sanitária, sobre as quais havia disponibilidade de pequenas séries históricas do consumo de seus produtos, foi possível projetá-lo com o auxílio de regressões econométricas. Porém, tais ajustes são "frágeis", pois os parâmetros são estimados com 10 graus de liberdade para as indústrias de azulejo, ladrilho e refratário e com apenas quatro (!) para a indústria de louça sanitária.

Buscou-se explicar o consumo de refratários pelas produções dos setores metalúrgico e cimenteiro, dos quais depende fortemente (ver Tabela 2.8, Capítulo 2), porém o coeficiente estimado para esta última variável não foi significativamente não-nulo, o que conduziu à seleção da estrutura:

$$\text{CREFR} = 0,94326 \text{ METL} \\ (38,69)$$

$$R^2 = 0,8531 \quad \text{DW} = 2,04246 \quad n = 11$$

onde

CREFR = índices de consumo de refratários (base: CREFR₁₉₇₅ = 100); e

METL = índices de fabricação de produtos metalúrgicos (base: MTL₁₉₇₅ = 100).

Utilizou-se o PIB como variável macroeconômica explicativa para o consumo das demais indústrias (os parâmetros obtidos em cada regressão aparecem na Tabela 5.1). As taxas previstas de cresci-

mento do PIB (que aparecem na Tabela 5.2) foram empregadas para se projetar o consumo dos produtos destas indústrias e, para se passar deste para a produção (Tabela 5.3), considerou-se o aumento das exportações em 2% ao ano (taxa estimada para o crescimento do PIB mundial). As produções projetadas foram distribuídas entre as empresas de cada indústria com base na sua participação na capacidade instalada da mesma ou na sua produção em anos recentes, caso elas difiram significativamente.

A fonte primária de dados sobre os consumos específicos de energéticos de cada uma das empresas analisadas foi o levantamento realizado pelo Conselho Nacional do Petróleo, tendo 1980 como ano-base. Porém, estes consumos foram atualizados através de: questionários distribuídos entre as empresas, indagando a respeito do consumo atual e de projetos de substituição dos derivados de petróleo e de conservação de energia; visitas a algumas empresas; contatos telefônicos; e relatórios enviados ao programa CONSERVE por aquelas que dele se valeram para receber auxílio na mobilização inicial de recursos para efetivar a substituição.

TABELA 5.1

REGRESSÕES PARA O CONSUMO DE ALGUNS PRODUTOS CERÂMICOS

Nº	PERÍODOS	VARIÁVEL DEPENDENTE	CONSTANTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE		R ²	F	D.W.
				PIB	ln PIB			
1	1972/82	METL	-	0,62119 (34,12396)*	-	0,82177	-**	1,85707
2	1971/82	ln CLAD	-12,57286 (10,22753)	-	1,73017 (18,83195)*	0,97258	354,64	1,5429
3	1971/82	ln CAZUL	- 5,67036 (5,88661)	-	1,22621 (15,58611)*	0,96046	242,92	1,36080
4	1977/81	ln CLSAN	-	-	0,89281 (352,57)*	0,99997	-**	1,9100

* Valor da estatística t-Student para o parâmetro estimado.

** F = t².

NOTAS: a) ln CLAD, ln CAZUL e ln CLSAN são os logaritmos neperianos para o consumo de ladrilhos, azulejos e louça sanitária, respectivamente;
 b) o consumo de ladrilhos e azulejos está contabilizado em 1.000 m² e o de louça sanitária em toneladas;
 c) ln PIB é o logaritmo neperiano do Produto Interno Bruto. Para as regressões 2, 3 e 4, PIB₁₉₅₀ = 10⁵ e, para a regressão 1, PIB₁₉₇₀ = 100.

TABELA 5.2TAXAS DE CRESCIMENTO ANUAL DO PIB

PERÍODOS	TAXAS (%)
1984/85	3
1986	4
1987/88	5
1989/93	5,5
1994/2000	6,5

TABELA 5.3PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE AZULEJOS, LADRILHOS,
LOUÇA SANITÁRIA E REFRAATÓRIOS

ANOS	PRODUÇÃO			
	AZULEJOS (1.000 m ²)	LADRILHOS (1.000 m ²)	LOUÇA SANITÁRIA (t)	REFRAATÓRIOS (t)
1984	69 967	62 445	194 223	931 268
1985	72 435	65 687	199 417	958 554
1986	75 801	70 243	206 524	995 690
1988	84 823	82 998	225 323	1 093 819
1990	95 989	99 700	247 928	1 212 685
1992	108 536	119 793	272 801	1 344 760
1994	124 321	146 314	302 708	1 505 052
1996	144 223	181 667	338 735	1 700 113
1998	167 213	225 618	379 050	1 921 106
2000	194 008	280 260	424 163	2 171 508

Na produção do consumo de energéticos destas quatro indústrias, apresentada nos Anexos 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5, considerou-se a expansão simétrica das empresas de cada indústria ao se esgotar a capacidade instalada atual no horizonte da projeção, ou seja, previu-se que as empresas a serem instaladas terão um perfil de consumo de energético igual ao daquelas que já estarão operando na ocasião. Esta abordagem permite que se tenha, a partir destas projeções, limites inferiores para o consumo de não derivados de petróleo. Buscou-se estabelecer também cotas superiores para o consumo destes energéticos, verificando-se para cada indústria e serviço energético quais deles seriam de uso tecnologicamente viável. A seguir, procurou-se empregar consumos específicos de energia para este serviço observados em empresas componentes da indústria, considerando a eficiência do equipamento e dos insumos. No caso de estes coeficientes técnicos não estarem disponíveis ou de ainda não se ter implantado esta política substitutiva, adotou-se o consumo médio de energia das empresas componentes da indústria.

Para a indústria de refratário, que requer uma consideração mais cautelosa, supôs-se o uso de lenha de carvão vegetal e mineral nas etapas de secagem e geração de vapor com um consumo específico de 0,10283 gcal por tonelada de refratário produzido, valor que corresponde à média dos consumos das empresas de refratários componentes da pesquisa do CNP em 1980. Para os dois primeiros insumos, também levou-se em conta seu uso no forno de uma empresa de refratários, cuja temperatura de queima é inferior a 1.300°C e que participa com 4,93% da produção nacional com o consumo de 0,48 gcal/t. Os fornos elétricos contínuos são próprios para a queima de alguns refratários sílico-aluminosos e silicosos,²⁵ que responderam por cerca de 50% da produção nacional desta indústria nos últimos cinco anos.²⁶ Foram adotados os consumos específicos médios, para a produção destes refratários, de

²⁵A temperatura máxima de queima dos refratários silicosos varia entre 1.400 a 1.500°C e a dos sílico-aluminosos de 1.350°C a 1.450°C, o que faz com que apenas parte deles possa ser queimada em fornos contínuos elétricos. Cf. Associação Brasileira de Metais (1977, p. 31).

²⁶Cf. Associação Brasileira de Cerâmica (1979/82).

3.212,56 kcal/t e de 3.411,2 kcal/t para os refratários sílico-aluminosos e os silicosos, respectivamente.²⁷ Acredita-se que o consumo obtido estaria superestimado, uma vez que é comum empresas se utilizarem de um mesmo forno-túnel ou Hoffmann para a queima de refratários com diferentes requerimentos energéticos e períodos de queima, cujos níveis de produção não seriam suficientemente grandes para operarem em fornos distintos, isto é, ao ser adquirido um forno elétrico contínuo não se obteria a economia anual necessária para viabilizar a substituição quanto ao aspecto econômico.

Considerou-se também o uso de gás natural para a produção de refratários sílico-aluminosos. Apenas duas das empresas que produzem estes refratários estão situadas em locais onde há disponibilidade deste insumo, sendo de apenas cerca de 2% a sua participação na produção global de refratários.

Para as indústrias de ladrilho e azulejo foram obtidos limites superiores de consumo de lenha por se fixar o seu uso na forma de gás para secagens e queimas em todas as unidades fabris. O consumo específico adotado foi o de 28,6706 m³ de gás de lenha por m² de cerâmica de revestimento produzida. Considerou-se que a partir de um m³ de lenha gera-se 745 m³ de gás de lenha. Estes valores são médias daqueles observados para empresas deste grupo. Cálculos similares também foram feitos para o uso do gás de carvão vegetal.

Fixou-se o uso do carvão mineral nas indústrias de ladrilho, azulejo e louça sanitária apenas na operação de secagem, tendo em vista que elas produzem peças esmaltadas e o custo para a implantação de uma unidade de dessulfuração é bastante elevado (ver p. 34). Os consumos específicos utilizados foram de 4,900 toneladas de carvão mineral por 1.000 m² de produtos cerâmicos de revestimento e de 0,02958 t de carvão mineral por tonelada de louça sanitária fabricada, obtido a partir do consumo específico global mé-

²⁷Cf. Revista da Cerâmica (ago. 1979, set. 1979 e nov. 1983).

dio desta indústria, 1,12433 gcal/t,²⁸ e da participação da secagem na demanda total de energia, que para este caso é de 11,84% em média.

Foram adotados os consumos específicos de 3,1936 mil m³/1.000 m² de cerâmica de revestimento e de 0,2441 mil m³/t de louça sanitária, e de 10,3281 mwh/1.000 m² de cerâmica de revestimento e de 0,65368 mwh/t de louça sanitária, queimadas com o uso de gás natural e energia elétrica, respectivamente.

Observa-se que, dentre os consumos específicos médios de energia para a produção de cerâmica de revestimento verificados nas empresas desta indústria, o de energia elétrica mostrou-se bem inferior. Isto não só se deve ao fato de a única empresa produtora destes produtos que adquiriu secadores elétricos aproveitar gases quentes dos fornos para complementar as necessidades de calor para a secagem; mas da constatação de que as médias de consumo apenas para os diferentes fornos, atingem seu mínimo com os elétricos. Exemplificando, o forno de rolos, para produzir ladrilhos em monoqueima, consome 10.125 kcal/m², no caso de ser a gás,²⁹ contra 7.405,9 kcal/m², no caso de ser elétrico.

5.2 - Projeção do consumo de energéticos nas indústrias de laje e lajota, louça de mesa, cerâmica elétrica, manilha e pastilha

Para os produtos laje e lajota, pastilha, louça de mesa, cerâmica elétrica e manilha só havia disponibilidade dos níveis de produção para os anos de 1979 e 1980, e assim supôs-se que esta cresceria às mesmas taxas de crescimento do PIB (a Tabela 5.4 exibe estas projeções). Para se passar das produções projetadas de cada indústria para o consumo de energéticos adotou-se a mesma metodologia descrita na Seção 5.1.

Para a obtenção dos limites superiores para o consumo de ener

²⁸Cf. Conselho Nacional do Petróleo (1981).

²⁹Consumo específico fornecido pelo fabricante do equipamento.

géticos na indústria de louça de mesa adotou-se o consumo médio global de energia de 3,18814 gcal/t, obtido a partir dos dados da amostra que compôs o levantamento do CNP e que utilizavam principalmente óleo combustível no processo produtivo. Os consumos específicos para a produção de louça de mesa e adornos são bastante variáveis de empresa para empresa devido ao tamanho e à forma das peças produzidas, atingindo 3.000 kcal/kg para a produção acima de 200 t/mês e, abaixo deste nível, verificando-se consumos de até 13.000 kcal/kg no caso de fornos descontínuos e peças diminutas.³⁰ Com exceção do carvão mineral, que foi considerado apenas para a secagem, correspondente a 5,49% da energia consumida no processamento térmico deste produto,³¹ supôs-se, para a queima, o uso dos insumos alternativos ao óleo combustível.

TABELA 5.4

PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE LAJE E LAJOTA, CERÂMICA ELÉTRICA,
LOUÇA DE MESA, PASTILHA E MANILHA

ANOS	PRODUÇÃO				
	Laje e Lajota	Cerâmica Elétrica	Louça de Mesa	Pastilhas	Manilhas
1984	111.349	20.530	92.690	31.815	136.784
1985	114.690	21.146	95.471	32.769	140.888
1986	119.277	21.992	99.290	34.080	146.523
1988	131.503	24.246	109.467	37.573	161.542
1990	146.366	26.986	121.839	41.820	179.800
1992	162.909	30.030	135.610	46.546	200.122
1994	183.041	33.748	152.368	52.298	224.852
1996	207.610	38.278	172.820	59.318	255.033
1998	235.476	43.416	196.016	67.280	289.264
2000	267.083	49.243	222.327	76.311	328.091

³⁰Cf. Consultec (1980).

³¹Cf. Conselho Nacional do Petróleo (1981).

Para as indústrias de laje e lajota, manilha, cerâmica elétrica e pastilha foram adotados os seguintes consumos médios globais, respectivamente: 3,24 gcal/t, 1,8958 gcal/t, 5,37467 gcal/t e 0,4853 gcal/t. Com exceção da manilha, supôs-se que o uso do carvão mineral apenas para a operação de secagem, cujas participações no consumo global de energia são de 0,99% para a indústria de pastilha e de 7,65% para as de laje e lajota e de cerâmica elétrica.

Não se considerou o uso de energia elétrica para a queima de manilhas e de lajes, ao passo que para a queima de pastilhas supôs-se a utilização da eletrotermia, que, segundo a ELETROBRÁS,³² é 55% mais eficiente que a combustão a partir do óleo combustível (5,5 mwh de energia elétrica seriam equivalentes a 1 tonelada de óleo combustível para a queima de cerâmica de revestimento).

Os valores estimados para o consumo de energéticos por estas cinco indústrias para o cenário que prevê a expansão simétrica da indústria, bem como os limites superiores para o consumo de não derivados de petróleo das indústrias de cerâmica branca e dos materiais resistentes a altas temperaturas, são apresentados nos Anexos 5.6 a 5.11.

As projeções regionalizadas agregando-se estes grupos (nove indústrias) para as duas abordagens anteriormente descritas são apresentadas nas Tabelas 5.5 a 5.10.

³²Cf. ELETROBRÁS/DEME, Nota Técnica, 20.

TABELA 5.5

REGIÃO NORTE

ANOS	PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS					LIMITES SUPERIORES PARA O CONSUMO DE NÃO DERIVADOS DE PETRÓLEO		
	Óleo Combustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	GLP (t)	Carvão Vegetal (t)	Energia Elétrica (mwh)	Lenha (m ³)	Carvão Vegetal (t)	Energia Elétrica (mwh)
1984	3.521	465	3.333	600	4.809	184.425	25.372	50.381
1985	2.696	482	3.492	682	4.978	193.234	26.560	52.791
1986	3.939	504	3.728	713	5.210	205.546	28.215	56.150
1988	5.001	564	4.783	798	5.830	239.748	32.809	65.520
1990	5.505	638	5.253	904	6.597	284.109	38.750	77.662
1992	6.562	722	6.289	1.022	7.460	336.893	45.798	92.113
1994	7.953	827	7.653	1.170	8.544	406.053	55.015	111.049
1996	9.798	959	9.468	1.358	9.912	497.495	67.173	136.091
1998	12.078	1.112	11.719	1.574	11.492	610.022	82.091	166.915
2000	14.901	1.290	14.511	1.695	12.378	748.745	100.439	204.916

TABELA 5.6
REGIÃO NORDESTE

ANOS	PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS							LIMITES SUPERIORES PARA O CONSUMO DE NÃO DERIVADOS DE PETRÓLEO				
	Óleo Combustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	GLP (t)	Gás Natural (1.000 m ³)	Lenha (m ³)	Carvão Vegetal (t)	Energia Elétrica (mwh)	Lenha (m ³)	Carvão Vegetal (t)	Carvão Mineral (t)	Energia Elétrica (mwh)	Gás Natural (1.000 m ³)
1984	60.583	154	3.578	-	92.144	349	13.382	583.475	105.281	45.630	394.727	44.214
1985	58.785	159	3.757	4.080	95.372	359	18.922	607.223	109.313	47.523	397.817	51.075
1986	61.439	164	4.008	4.243	99.774	373	19.658	640.045	114.683	50.149	415.772	53.693
1988	68.575	181	4.711	4.678	111.565	410	20.084	729.724	129.973	57.344	464.026	60.812
1990	78.433	198	6.416	5.207	126.147	455	23.972	843.562	148.988	66.516	523.905	69.785
1992	87.451	224	6.722	5.795	142.527	504	26.597	975.660	170.859	77.214	591.974	80.117
1994	99.225	250	8.166	6.511	163.915	564	29.787	1.145.649	198.765	91.018	677.228	93.318
1996	115.812	283	10.083	7.385	189.032	638	33.669	1.363.886	234.581	108.961	784.629	110.286
1998	134.254	321	12.457	8.377	218.959	720	38.067	1.630.083	277.122	130.609	910.330	130.468
2000	155.870	363	15.398	9.501	253.809	814	43.001	1.948.688	327.937	156.838	1.058.020	154.604

TABELA 5.7

REGIÃO SUDESTE

ANOS	PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS											
	Óleo Combustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	Querosene (m ³)	GLP (t)	Gás de Nafta (1.000 m ³)	Gás Natural (1.000 m ³)	Lenha (m ³)	Gás de Lenha (1.000 m ³)	Carvão Vegetal (t)	Carvão Mineral (t)	Energia Elétrica (mwh)	Oxigênio (m ³)
1984	305.106	30.889	1.835	21.865	30.013	4.536	352.860	78.436	18.001	7.242	403.390	140.605
1985	290.990	16.356	1.924	22.354	30.899	4.745	341.687	84.600	327.909	7.618	429.463	144.830
1986	303.787	17.035	2.049	23.186	32.117	5.038	356.173	89.426	340.882	8.146	447.433	150.632
1988	338.171	18.850	2.401	25.457	35.377	5.848	394.979	102.683	375.282	9.625	495.420	166.098
1990	387.379	21.213	3.099	28.418	39.877	7.405	447.685	119.633	417.122	11.562	554.322	184.903
1992	429.158	23.565	3.403	31.296	43.854	8.145	496.554	139.470	465.274	12.892	620.382	205.843
1994	489.546	26.633	4.119	35.052	49.370	9.775	563.078	165.164	520.777	16.986	702.397	231.334
1996	565.373	30.422	5.069	39.654	56.197	12.073	645.700	198.697	590.506	21.068	803.994	262.457
1998	657.057	34.777	6.243	44.906	64.067	14.569	741.325	239.285	670.023	26.165	921.190	297.774
2000	758.077	39.793	7.698	50.906	73.173	17.824	852.621	288.621	760.763	32.501	1.056.783	337.855

ANOS	LIMITES SUPERIORES PARA O CONSUMO DE NÃO DERIVADOS DE PETRÓLEO				
	Lenha (m ³)	Carvão Vegetal (t)	Carvão Mineral (t)	Energia Elétrica (mwh)	Gás Natural (1.000 m ³)
1984	3.426.825	686.745	319.136	2.563.398	37.562
1985	3.575.230	713.279	332.932	2.651.500	39.003
1986	3.781.878	750.187	352.161	2.772.700	40.988
1988	4.351.772	850.556	405.211	3.099.525	46.383
1990	5.083.269	977.705	473.319	3.506.421	53.179
1992	5.944.606	1.125.241	553.592	3.972.264	61.005
1994	7.061.799	1.313.795	657.660	4.556.984	70.993
1996	8.523.639	1.556.664	793.811	5.296.457	83.822
1998	10.304.057	1.847.816	959.765	6.168.165	99.077
2000	12.478.019	2.197.978	1.162.477	7.198.653	117.315

TABELA 5.8

REGIÃO SUL

ANOS	PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS										LIMITES SUPERIORES PARA O CONSUMO DE NÃO DERIVADOS DE PETRÓLEO			
	Óleo Combustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	Querosene (m ³)	GLP (t)	Lenha (m ³)	Gás de Lenha (1.000 m ³)	Carvão Vegetal (t)	Carvão Mineral (t)	Energia Elétrica (mwh)	Oxigênio (m ³)	Lenha (m ³)	Carvão Vegetal (t)	Carvão Mineral (t)	Energia Elétrica (mwh)
1984	82.498	1.153	2.083	8.970	168.274	177.877	11.257	21.711	88.270	2.209	2.590.313	579.131	225.778	2.563.398
1985	79.196	1.150	2.149	6.546	202.660	184.152	11.596	22.838	92.270	6.971	2.785.475	600.088	234.757	2.651.500
1986	83.304	1.204	2.240	6.839	211.326	192.709	12.062	24.422	96.642	7.455	3.021.896	628.971	247.195	2.772.700
1988	97.541	1.349	2.485	7.749	234.540	215.646	13.305	28.857	108.413	8.808	3.332.370	707.172	281.201	3.099.525
1990	108.981	1.522	2.784	8.601	263.054	244.033	14.816	34.664	123.064	10.581	3.839.493	804.963	324.327	3.506.421
1992	125.575	1.720	3.119	9.711	295.084	275.931	16.501	41.649	147.630	12.713	4.426.740	906.793	374.419	3.972.264
1994	146.062	1.970	3.532	11.104	334.668	316.062	18.553	50.870	160.643	15.528	5.179.656	1.058.180	438.606	4.556.984
1996	173.109	2.285	4.043	12.862	383.791	366.659	21.060	63.162	187.231	19.280	6.151.685	1.238.001	516.697	5.296.457
1998	205.442	2.649	4.629	14.918	440.321	425.106	23.909	78.443	218.212	23.944	7.314.834	1.449.991	621.363	6.168.165
2000	244.275	3.074	5.301	17.334	505.570	493.227	27.145	97.440	254.781	29.743	8.713.478	1.701.112	741.475	7.198.653

TABELA 5.9

REGIÃO CENTRO-OESTE

ANOS	PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS		LIMITES SUPERIORES PARA O CONSUMO DE NÃO DERIVADOS DE PETRÓLEO			
	Gás de Lenha (1.000 m ³)	Energia Elétrica (mwh)	Lenha (m ³)	Carvão Vegetal (t)	Carvão Mineral (t)	Energia Elétrica (mwh)
1984	54.622	43.388	184.425	37.331	19.284	68.110
1985	57.099	45.261	193.234	38.908	20.161	71.077
1986	60.548	47.859	205.546	41.092	21.381	75.195
1988	70.082	55.000	239.748	47.082	24.753	86.527
1990	82.366	64.141	284.109	54.724	29.099	101.050
1992	97.781	74.846	336.893	63.644	34.232	118.087
1994	125.298	88.724	406.053	75.175	40.925	140.194
1996	152.450	106.852	497.495	90.193	49.723	169.106
1998	185.665	128.815	610.022	108.320	61.472	204.191
2000	226.410	155.538	748.745	130.302	73.644	246.936

5.3 - Projeção do consumo de energéticos na indústria de cerâmica estrutural

Na impossibilidade de se obterem estatísticas referentes à produção da indústria de cerâmica estrutural nas muitas olarias existentes no País, construiu-se uma série a partir dos índices técnicos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (PNB-140)³³ sobre a demanda de telhas e tijolos por m² construído, por tipo de construção, e dos dados estatísticos da FIBGE sobre áreas que obtiveram licença de habite-se nas capitais brasileiras. Sabe-se que o consumo obtido está subestimado, uma vez que os dados da FIBGE só são levantados para as capitais e, mesmo nestas, acredita-se que o número de novas habitações seja superior ao de licenças de habite-se. Na tentativa de corrigi-los, foram utilizados dois critérios. Um deles consistiu em se gerar também, a partir destas licenças e do coeficiente técnico da ABNT, uma série histórica para o consumo de azulejos, que correspondeu apenas a cerca de 33% do consumo real observado a cada ano. Porém, sabe-se que a demanda de azulejos também se destina a reformas de construções já existentes, o que requer a busca de outro critério. A segunda opção foi comparar os valores obtidos para a demanda de telhas e tijolos com os dados para a produção destes produtos fornecidos pela Pesquisa Industrial da FIBGE,³⁴ que considerou, em 1979, 3.060 estabelecimentos informantes e com um valor 4,11 vezes superior ao gerado. Aplicou-se este fator de correção à série obtida, esperando-se que a amostra considerada pela FIBGE esteja bem próxima da totalidade (a série corrigida é apresentada na Tabela 5.10).

³³Os índices apresentados pela ABNT que correspondem à demanda agregada de telhas e tijolos por m² construído são: 178,3416 unidades por m² de casas construídas, 65,6485, 63,8837 e 63,2226 unidades por m² construído de edifícios de quatro, oito e 12 andares, respectivamente.

³⁴Cf. FIBGE (1973/74 e 1976/79). Não se poderia obter uma série histórica para a produção a partir destas estatísticas porque a amostra de informantes não é a mesma ao longo dos anos.

TABELA 5.10

DEMANDA GERADA DE TELHAS E TIJOLOS

ANOS	DEMANDA (1.000 t)
1970	12 542
1971	14 105
1972	13 941
1973	14 769
1974	14 765
1975	14 113
1976	16 360
1977	15 870
1978	17 060
1979	17 063
1980	17 458

As projeções para a demanda de telhas e tijolos (Tabela 5.11) foram obtidas utilizando-se as taxas de crescimento populacional estimadas pela FIBGE (1970/82) e a seguinte regressão:

$$\text{CEST} = 0,14406 \text{ POPU} \\ (80,76818)$$

$$R^2 = 0,84232$$

$$\text{DW} = 2,09057$$

onde:

CEST = demanda de produtos de cerâmica estrutural em 1.000 t; e POPU = população do Brasil em 1.000 habitantes.

TABELA 5.11

PROJEÇÃO DA DEMANDA DE TELHAS E TIJOLOS

ANOS	DEMANDA (1.000 t)
1984	19.013
1985	19.529
1986	19.920
1988	20.725
1990	21.662
1992	22.515
1994	23.425
1996	24.186
1998	25.015
2000	25.857

Supôs-se ainda, por falta de elementos para se adotar outro critério, que o consumo e a produção são iguais, adotando-se o consumo específico médio de energia de 0,74718 gcal/t.³⁵ Fixou-se no horizonte da projeção a participação de cada região na demanda de produtos de cerâmica estrutural igual às suas participações no período 1970/80, as quais foram: 1,72% para o Norte, 12,11% para o Nordeste, 55,23% para o Sudeste, 17,82% para o Sul e 13,12% para o Centro-Oeste. A projeção do consumo nacional e regional de energia pela indústria de cerâmica estrutural é apresentada na Tabela 5.12.

³⁵Fonte: 17 empresas de cerâmica estrutural componentes da pesquisa do CNP.

TABELA 5.12

PROJEÇÃO DO CONSUMO NACIONAL E REGIONAL DE ENERGIA
NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA ESTRUTURAL

(Em Gcal)

ANOS	CONSUMO NACIONAL	CONSUMO REGIONAL				
		Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
1984	14.206.133	244.345	1.720.363	7.846.047	2.531.533	1.863.845
1985	14.591.678	250.977	1.767.052	8.058.934	2.600.237	1.914.428
1986	14.883.826	256.002	1.802.431	8.220.337	2.652.298	1.952.758
1988	15.485.306	266.347	1.875.271	8.552.535	2.759.482	3.031.672
1990	16.185.413	278.389	1.960.054	8.939.204	2.884.241	2.123.526
1992	16.822.758	289.351	2.037.236	9.289.527	2.997.815	2.207.146
1994	17.502.692	301.046	2.119.576	9.666.737	3.118.980	2.296.353
1996	18.071.295	310.826	2.188.434	9.980.776	3.220.305	2.370.954
1998	18.690.708	321.480	2.263.445	10.322.878	3.330.684	2.452.221
2000	19.319.833	332.301	2.339.632	10.670.344	3.442.794	2.534.762

Para que, a partir dos dados da Tabela 5.12, se pudesse derivar a composição do consumo de energéticos de cada região (Tabela 5.13), seguiram-se as seguintes etapas:

a) tomando-se como base o ano de 1980, verificou-se a participação das empresas que compuseram o levantamento do CNP no total regional gerado, fixando-se este valor no horizonte de projeção como sendo a parcela das indústrias que ainda consumiram derivados de petróleo, porém em processo de substituição;

b) para as empresas componentes da amostra do CNP, supôs-se a substituição de 5% no consumo dos derivados de petróleo por biomassa, a cada período de projeção considerado, em relação ao anterior; e

c) supôs-se para as empresas não componentes da amostra do CNP a utilização apenas da biomassa.

TABELA 5.13

PROJEÇÃO DO CONSUMO REGIONAL DE ENERGÉTICOS NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA ESTRUTURAL

REGIÕES	ENERGÉTICOS	A N O S									
		1984	1985	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Norte	Energia Elétrica (mwh)	5.682	5.837	5.954	6.194	6.474	6.729	7.001	7.229	7.476	7.728
	Biomassa (gcal)	239.458	250.957	250.882	261.020	272.821	283.564	302.026	311.838	322.527	325.655
Nordeste	Óleo Combustível (t)	11.035	10.401	10.233	9.955	9.683	9.550	9.439	9.265	9.096	8.970
	Biomassa (gcal)	1.605.594	1.655.944	1.696.009	1.771.738	1.859.335	1.935.048	2.018.578	2.089.298	2.166.117	2.246.342
Sudeste	Óleo Combustível (t)	30.484	28.307	26.653	25.419	24.153	24.135	23.851	23.413	23.009	20.181
	Biomassa (gcal)	7.535.179	7.762.257	7.940.837	8.285.773	8.685.501	9.028.678	9.408.825	9.727.464	10.073.787	10.457.460
	Energia Elétrica (mwh)	2.564	2.633	2.686	2.794	2.921	3.024	3.147	3.250	3.361	3.486
Sul	Óleo Combustível (t)	1.570	1.290	987	685	358	-	-	-	-	-
	Biomassa (gcal)	2.515.205	2.586.820	2.642.034	2.752.363	2.880.520	2.907.815	3.118.980	3.220.305	3.330.684	2.442.794
Centro-Oeste	Óleo Combustível (t)	80.647	73.630	62.032	58.606	51.027	44.464	36.636	27.884	20.136	12.186
	Biomassa (gcal)	1.006.476	1.129.531	1.249.765	1.401.854	1.571.609	1.723.054	1.892.352	2.057.216	2.218.198	2.382.676
	Energia Elétrica (mwh)	21.673	22.261	22.706	23.624	24.692	25.310	26.726	27.543	28.620	29.474

Através de uma pesquisa realizada pelo Banco Nacional da Habitação (1981/83) para algumas unidades federativas e através de contato com grupos de estudos de demanda de energia estaduais,³⁶ foi possível esboçar o perfil da composição de energéticos. Em biomassa, além da lenha, incluem-se: a serragem, nos Estados de Santa Catarina e Minas Gerais e no Centro-Oeste, na região da Grande Cuiabá, Altamira e Sinop; o carvão vegetal, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste; a moinha do carvão mineral e vegetal, bem como o fercok (que são três resíduos das siderúrgicas) e a casca de dendê e de coco, na região Nordeste; e os resíduos florestais, na região Norte.

5.4 - Conclusões

A Tabela 5.14 exhibe as projeções da produção para o setor como um todo a uma taxa média anual de 3,11% no período 1984/2000, a qual se eleva para 6,58, 9,84 e 5,43% se forem consideradas as indústrias de azulejo, ladrilho e refratário, respectivamente, em separado.

TABELA 5.14

PRODUÇÃO ESTIMADA DE PRODUTOS CERÂMICOS

(Em t)

<u>ANOS</u>	<u>PRODUÇÃO</u>
1984	22.386.562
1985	23.031.495
1986	23.600.882
1988	24.892.166
1990	26.443.764
1992	28.056.549
1994	29.829.086
1996	31.760.977
1998	33.992.856
2000	36.520.616

³⁶ Tecpar, do Paraná, Cientec, do Rio Grande do Sul, e Fundação de Ensinos de Engenharia de Santa Catarina (FEESC).

Não se prevê a eliminação total dos derivados de petróleo no horizonte da projeção por não haver até o momento uma política alternativa tecnologicamente viável para substituir o óleo combustível na fabricação de refratários especiais e básicos, que responderam nos últimos cinco anos por aproximadamente 3 e 30% da produção total desta indústria.³⁷ O consumo de óleo combustível para os básicos situa-se entre 343 kg/t a 478 kg/t,³⁸ o que acarretaria no final do século um consumo mínimo da ordem de 300 mil toneladas de óleo combustível. Por outro lado, o consumo máximo de derivados de petróleo é apresentado nas Tabelas 5.15 a 5.19 que se seguem.

TABELA 5.15

REGIÃO NORTE

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA CERÂMICA

						(Em Gcal)
ANOS	ÓLEO COMBUSTÍVEL	ÓLEO DIESEL	GLP	BIOMASSA	ENERGIA ELÉTRICA	TOTAL
1984	36.618	4.199	39.663	243.538	9.022	333.040
1985	33.438	4.352	41.555	250.595	9.302	344.242
1986	40.966	4.551	44.363	255.730	9.601	355.211
1988	52.016	5.093	56.918	266.446	10.341	390.808
1990	57.252	5.761	62.511	278.968	11.241	415.733
1992	68.245	6.520	74.839	290.514	12.203	452.321
1994	82.711	7.468	91.071	309.982	13.369	539.853
1996	101.899	8.660	112.669	321.072	14.741	559.041
1998	125.611	11.041	139.456	324.108	16.312	615.528
2000	154.970	11.549	172.681	337.181	17.291	693.772

³⁷Cf. Conselho de Não-Ferrosos e de Siderurgia (1983).

³⁸Cf. Revista da Cerâmica (ago. 1979, set. 1979 e nov. 1983).

TABELA 5.16

REGIÃO NORDESTE

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA CERÂMICA

(Em Gcal)

ANOS	ÓLEO COMBUSTÍVEL	ÓLEO DIESEL	GLP	GÁS NATURAL	BIOMASSA	ENERGIA ELÉTRICA	TOTAL
1984	744.827	1.391	42.578	-	1.718.540	13.382	2.519.327
1985	719.534	1.436	44.708	39.984	1.772.832	18.922	2.597.416
1986	745.389	1.481	47.695	41.581	1.818.274	19.658	2.674.078
1988	816.712	1.634	56.061	45.844	1.908.404	20.084	2.848.739
1990	916.406	1.788	76.350	51.029	2.013.805	23.972	3.083.350
1992	1.008.810	2.023	79.992	56.791	2.109.508	26.597	3.283.721
1994	1.130.106	2.258	97.175	63.808	2.219.111	29.787	3.542.245
1996	1.300.801	2.555	119.988	72.372	2.320.475	33.669	3.849.860
1998	1.490.840	2.899	148.238	82.095	2.433.764	38.067	4.195.903
2000	1.714.336	3.278	183.236	93.110	2.556.448	43.001	4.593.409

TABELA 5.17

REGIÃO SUDESTE

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA CERÂMICA

ANOS	CONSUMO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO								INSUMOS				TOTAL (1) + ... + (9)
	Óleo Combustível (1)	Óleo Diesel (2)	Querosene (3)	GLP (4)	Gás de Nafta (5)	Subtotal (1) + ... + (5)	Gás Natural (6)	Total (1) + ... + (6)	Biomassa (7)	Carvão Mineral (8)	Energia Elétrica (9)	Subtotal (7)+(8)+(9)	
1984	3.490.136	278.928	15.836	260.194	129.056	4.174.150	44.453	4.218.608	8.207.358	32.589	349.120	8.532.849	12.807.670
1985	3.320.689	147.695	16.604	265.775	132.866	3.867.025	46.501	3.913.526	10.538.331	34.281	371.603	10.944.215	14.857.741
1986	3.436.576	153.826	17.683	275.913	138.103	4.022.101	49.372	4.071.473	10.830.284	36.657	387.319	11.254.260	15.325.733
1988	3.781.336	170.216	20.721	302.938	152.121	4.427.332	57.310	4.484.642	11.477.061	43.313	428.464	11.948.838	16.433.480
1990	4.279.933	191.553	25.744	338.174	171.471	5.007.875	72.569	5.080.444	12.198.920	52.029	479.229	12.730.178	17.810.622
1992	4.714.434	212.792	29.368	372.422	188.572	5.517.588	79.821	5.597.409	13.013.055	62.514	536.129	13.611.698	19.209.107
1994	5.339.329	240.496	35.547	417.119	212.291	6.244.782	95.795	6.340.577	13.891.838	76.437	606.768	14.575.043	20.915.620
1996	6.123.374	274.711	43.745	471.883	241.647	7.155.360	118.315	7.273.675	14.837.794	94.806	694.230	15.626.830	22.900.505
1998	7.072.686	314.036	53.877	534.381	275.488	8.250.468	142.776	8.393.244	15.904.959	117.743	795.114	16.817.816	25.211.060
2000	8.093.883	359.331	66.434	605.781	314.644	9.440.073	174.675	9.614.748	17.118.155	146.255	911.831	18.176.241	27.790.989

TABELA 5.18

REGIÃO SUL

ANOS	PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA CERÂMICA									
	Consumo de Derivados de Petróleo (gcal)					Insumos				
	Óleo Combustível (1)	Óleo Diesel (2)	Querosene (3)	GLP (4)	Subtotal (1)+....+(4)	Biomassa (5)	Carvão Mineral (6)	Energia Elétrica (7)	Subtotal (5)+(6)+(7)	Total (1)+...+(7)
1984	874.307	10.412	17.976	106.743	1.009.438	3.080.194	97.700	75.912	3.253.807	4.263.245
1985	837.054	10.384	18.546	77.807	943.881	3.205.486	102.771	79.352	3.387.609	4.331.490
1986	876.626	10.872	19.331	81.384	988.213	3.288.051	109.899	83.112	3.481.062	4.469.275
1988	1.021.550	12.181	21.446	92.213	1.147.390	3.471.635	129.857	93.235	3.694.726	4.842.116
1990	1.137.126	13.744	24.026	102.352	1.277.248	3.690.007	155.988	105.835	3.951.830	5.229.078
1992	1.305.980	15.532	26.917	115.561	1.463.990	3.908.575	187.421	126.962	4.222.957	5.686.947
1994	1.519.045	17.789	30.481	132.138	1.699.453	4.155.835	228.915	138.153	4.522.903	6.222.356
1996	1.800.334	20.634	34.891	153.058	2.008.917	4.677.453	284.229	161.019	4.859.902	6.868.819
1998	2.136.597	23.920	39.948	177.524	2.377.989	4.706.385	352.994	187.714	5.247.093	7.625.082
2000	2.540.460	27.758	45.748	206.275	2.820.241	5.028.524	438.480	219.112	5.686.116	8.506.357

TABELA 5.19

REGIÃO CENTRO-OESTE

(Em gcal)

ANOS	PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA DA INDÚSTRIA CERÂMICA			
	INSUMOS			
	Óleo Combustível	Biomassa	Energia Elétrica	Total
1984	838.730	1.094.486	55.952	1.989.168
1985	765.763	1.221.503	58.069	2.045.335
1986	645.136	1.347.292	60.686	2.053.114
1988	609.501	1.514.737	67.617	2.191.855
1990	530.682	1.704.279	76.396	2.311.357
1992	462.325	1.880.553	86.134	2.429.012
1994	381.017	2.094.310	99.287	2.574.611
1996	289.991	2.302.833	115.580	2.708.404
1998	209.410	2.517.256	135.394	2.862.060
2000	126.738	2.747.364	159.110	3.033.212

6 - SÍNTESE E CONCLUSÕES

A indústria brasileira de cerâmica pode ser classificada de acordo com os seus produtos em três grandes grupos: a cerâmica vermelha ou de materiais de argila para a construção civil; a cerâmica branca (de revestimento, de mesa e toucador); e a cerâmica dos materiais resistivos a altas temperaturas. Os dois últimos grupos têm-se mostrado expressivos no contexto internacional, onde o Brasil aparece como o segundo produtor de revestimentos cerâmicos, sendo superado apenas pela Itália.

A cerâmica dos materiais resistivos a altas temperaturas ocupa hoje uma posição de destaque no País, tendo em vista a crescente necessidade de se reduzir o consumo de energéticos, através da conservação de energia, para a qual os refratários são peças fundamentais. A exportação destes produtos tem sido significativa, tendo gerado, em 1982, aproximadamente US\$ 39.294.298,00 (FOB), com 216.203 toneladas exportadas.

A década de 70 presenciou a grande expansão do setor cerâmico com a instalação de mais da metade da capacidade de oferta de 1980 dos seus produtos.

Para algumas das indústrias componentes do setor, a localização das jazidas acarretou a concentração das empresas. Assim, em 1980, 48,65% da capacidade instalada da indústria de azulejo eram absorvidos pela região Sul do País (34,15% somente em Santa Catarina), enquanto São Paulo respondeu sozinho por 55% da oferta de ladrilhos e, junto com Bahia e Minas Gerais, por 98% da oferta de refratários.

O exame dos processos de fabricação revelou que eles são tão variados quanto os produtos, porém podem ser divididos, de uma forma bastante genérica, em três etapas: preparação das matérias-primas, conformação e processamento térmico. Esta última é a mais importante e pode ocorrer em estágios como a preparação de matérias-primas, as secagens intermediárias de produtos e as calcinações de peças acabadas.

Dentre os equipamentos utilizados no processamento térmico, o forno é a "figura" principal, reagindo como nenhum outro às diversas operações do processo cerâmico, revelando problemas e defeitos oriundos de etapas anteriores. Porém, o que o fez relevante para este estudo é o fato de ser o maior consumidor de energia, respondendo por mais de 70% do consumo global na fabricação dos produtos cerâmicos. Verificou-se que, para a queima de um mesmo produto, o consumo específico de um insumo energético pode variar em muito de um tipo de forno para outro de acordo com a sua eficiência.

Observou-se que um segundo equipamento responsável por significativa parcela do consumo de energia na fabricação de ladrilhos e azulejos é o atomizador, utilizado na secagem das matérias-primas. Seu consumo energético médio pode ser superior ao do forno mais eficaz existente para a segunda queima do azulejo, o que salienta a necessidade de não desconsiderá-lo num programa de otimização de consumo de energia.

Verificou-se que até 1981 a indústria cerâmica apareceu como a sexta consumidora industrial de energia, sendo a sua participação neste ano de 5,4%.

As indústrias de cerâmica branca e refratários tiveram até 1980 a energia do processo produtivo gerada basicamente por insumos derivados de petróleo, destacando-se dentre eles o óleo combustível. Este insumo é utilizado para gerar calor para fornos e secadores e vapor para aquecimento de combustíveis. A partir de 1978, sua participação começou a cair, com um decréscimo lento, porém gradativo, até 1980, e de forma mais acelerada no período 1981/83, quando foi substituído principalmente por biomassa.

Constatou-se que a substituição dos derivados de petróleo por insumos nacionais na indústria cerâmica não tem ocorrido de forma homogênea, variando de produto para produto, como uma consequência natural de muitos fatores de ordem econômica e técnica. Dentre os últimos, podem ser destacados os diferentes níveis de temperatura que o insumo energético precisa atingir e os teores de

enxofre e cinzas que são tolerados. As temperaturas mais altas são requeridas na queima de refratários, variando de 1.280°C a 1.700°C , respectivamente, para os refratários à base de cordierita e os magnesianos. As indústrias mais exigentes quanto à composição química dos insumos energéticos são aquelas que produzem peças esmaltadas, que podem ser contaminadas por teores de enxofre excessivos.

Concluiu-se que, do ponto de vista tecnológico, é viável a substituição total para nove das dez indústrias componentes do setor, muito embora nem sempre haja viabilidade econômica. Para a indústria de refratário, pode não haver uma opção ao uso dos derivados de petróleo. Verificou-se que somente aqueles que queimam a temperaturas inferiores a 1.300°C podem se valer dos gases pobres, produzidos a partir da lenha ou do carvão vegetal. Se a sua temperatura de queima não ultrapassar 1.540°C em atmosfera redutora, podem ser utilizados fornos elétricos contínuos de natureza resistiva. Mas o que em geral tem ocorrido é a substituição parcial do óleo combustível por biomassa na etapa de secagem e por eletrotermia na geração de vapor para aquecimento do próprio óleo.

Observou-se que a geração de calor para o spray-drier pode ocorrer a partir da gaseificação da biomassa ou da queima de material sólido em grelha. As temperaturas atingidas por estes equipamentos estão próximas de 1.300°C e 700°C , respectivamente, o que faz com que somente o uso do primeiro seja viável para alimentar os fornos. Portanto, uma empresa que pretende efetivar a substituição total dos derivados de petróleo implantaria o sistema de gaseificação. Porém, se se tratar apenas da substituição em secadores, a queima de material sólido em grelha é mais atraente, uma vez que requer apenas cerca de 40% dos investimentos necessários para o outro caso, além de oferecer a vantagem de utilizar tanto carvão mineral como madeira ou lenha. Esta versatilidade do equipamento coloca o empresário numa posição estratégica quando há uma alteração significativa nos preços relativos destes insumos, conforme ocorreu com a lenha e o carvão mineral no período 1980/84 no Estado de Santa Catarina.

Outras opções consideradas para a indústria cerâmica de revestimento foram a eletrotermia e o uso do gás natural. Simulou-se o fluxo de caixa de uma indústria típica de azulejos que substitui seus fornos-túneis tradicionais a óleo combustível por fornos elétricos resistivos. A taxa de retorno do investimento obtida foi de 14%, considerando-se o uso da EGTD. Já o gás natural mostra ser um bom substituto do gás liquefeito de petróleo, uma vez que esta substituição não requer investimentos e o custo do gás natural é inferior. Em dezembro de 1983, o custo de uma quilocaloria era de Cr\$ 20,68, se a sua fonte fosse o GLP, ou de Cr\$ 13,86, se fosse o gás natural.

A substituição de derivados de petróleo na indústria produtora de telha e tijolo pode se dar mais facilmente que nos dois outros grupos da indústria cerâmica. Isto porque muitas das empresas já consumiam lenha anteriormente e adaptaram seus fornos com queimadores para combustíveis líquidos, passando a consumir óleo no lugar da lenha ou em conjunto com ela.

Ressaltou-se que cada empresa precisa estudar as suas condições e recursos disponíveis e que a lucratividade na adoção de políticas energéticas alternativas também é função do nível de produção no qual ela opera. Assim sendo, em época de acentuada recessão econômica, quando os níveis de ociosidade das empresas são altos, deixa-se de ter a economia esperada (dependente da produção), e a substituição deixa de ser atraente.

Depois de se analisar a evolução do consumo de energia pelo setor cerâmico, assim como o seu potencial de substituição de derivados de petróleo, discutiram-se as possíveis direções que a indústria pode tomar quanto ao consumo de energéticos, através da elaboração de cenários. Estimado o crescimento do setor cerâmico a taxas médias anuais de 3,11% no período 1984/2000, um dos cenários prevê a expansão simétrica das empresas de cada indústria ao se esgotar a capacidade instalada atual, no horizonte de projeção, isto é, este cenário supõe que as empresas a serem instaladas terão um perfil de consumo de energéticos igual ao daquelas que já estarão operando na ocasião. Os outros cenários fixam ca-

da um insumo energético alternativo do uso dos derivados de petróleo e supõem o seu uso em todas as empresas em que haja viabilidade econômica para isso, sem incorrer em "absurdos" do ponto de vista econômico. Estes cenários devem ser encarados apenas como fornecedores de cotas superiores para a demanda da biomassa, carvão mineral e energia elétrica pelo setor.

Estimou-se que a participação do óleo combustível no setor cerâmico, de 32,66% em 1980, tenha caído para 27,92% em 1983 e para 23,99% em 1990, segundo o cenário da expansão simétrica, sendo substituído principalmente por biomassa (nesses dados incluem-se aqueles referentes ao consumo estimado para a indústria de cerâmica estrutural, o que conduz a participações diferentes daquelas mencionadas na Tabela 4.1). Este cenário prevê para o ano 2000 um consumo de aproximadamente 1.200.000 toneladas de óleo combustível, contra cerca de 300.000 toneladas calculadas em função dos refratários básicos, que continuariam usando óleo combustível para a sua fabricação.

ANEXO 2.1

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE AZULEJOS E LADRILHOS CERÂMICOS NO BRASIL

ANOS	PRODUÇÃO (1.000 m ² /ano)							
	Pisos*						Azulejos**	
	Terracota		Esmaltados		Total			
	Quant.	Δ	Quant.	Δ	Quant.	Δ	Quant.	Δ
1966	4.909	-	2.710	-	7.619	-	12.644***	-
1967	5.952	21	3.297	22	9.249	21	13.983***	-
1968	7.000	18	4.200	27	11.200	21	17.082***	-
1969	8.600	23	5.800	38	14.400	29	19.772***	-
1970	11.700	36	5.970	3	17.670	23	22.501***	-
1971	13.100	12	6.720	12	19.820	12	24.788	-
1972	14.500	11	7.530	12	22.030	11	30.437	23
1973	15.800	9	8.410	12	24.210	10	35.147	15
1974	15.700	(0,63)	14.190	69	29.890	23	38.540	10
1975	15.500	(1,27)	18.850	33	34.350	15	43.271	12
1976	15.543	(0,28)	22.535	20	38.078	11	48.053	11
1977	20.667	33	29.133	29	49.800	31	55.076	15
1978	19.331	(6)	34.269	18	53.600	8	60.230	10
1979	17.100	(11)	41.080	20	58.180	9	63.844	6
1980	15.484	(10)	46.516	13	62.000	6	68.816	8
1981	15.484	-	50.516	9	66.000	6	70.886	3
1982	8.283	(46)	53.071	5	61.354	(7)	61.547	(13)

* Cf. Associação Nacional dos Fabricantes de Ladrilhos Cerâmicos - ANFLACER (1982/3).

** Cf. Conselho de Desenvolvimento Industrial (1981) e Associação Nacional dos Fabricantes de Azulejos - ANFA (1983).

*** Cf. Condição (1973).

ANEXO 2.2

CAPACIDADE INSTALADA PARA A PRODUÇÃO DE AZULEJOS, POR REGIÃO - 1980

EMPRESAS	LOCALIZAÇÃO	GRUPO	CAPACIDADE INSTALADA (1.000 m ² /ano)
<u>REGIÃO NORTE</u>			
AZPA - Azulejos do Pará S.A.	Belém - PA	Brennand	900
INCA - Ind. Cerâmica da Amazônia	Belém - PA	-	370
<u>REGIÃO NORDESTE</u>			
Ceramus Bahia	Salvador - BA	Brennand	1.500
IASA - Ind. de Azulejos S.A.	Salvador - BA	Brennand	2.880
IASA - Ind. de Azulejos do Ceará S.A.	Fortaleza - CE	Brennand	1.800
IASA - Ind. de Azulejos S.A.	Recife - PE	Brennand	3.780
SAMARSA - Cerâmica Sta. Márcia S.A.	Aracaju - SE	Franco	1.200
<u>REGIÃO SUDESTE</u>			
Brilhocerâmica Industrial e Comercial	Santo Amaro - SP	Bodry/Medzen/ Mininco	3.240
Santana Azulejos e Pisos S.A.	São Paulo - SP	Arruda	972
Ind. Matarazzo de Artefatos Cerâmicos S.A.	São Caetano do Sul - SP	Matarazzo	3.540
Keralux S.A. Revestimentos Cerâmicos	São Paulo - SP	Alfredo Mathias	Paralisada
Klabin Cerâmica S.A.	Sta. Luzia - MG	Klabin	4.500
Klabin Cerâmica S.A.	Rio de Janeiro - RJ	Klabin	7.200
Martini	Mogiguaçu - SP	Martini	1.404
PALMASA - Azulejos Várzea da Palma S.A.	Várzea da Palma - MG	Bessone	1.440
<u>REGIÃO SUL</u>			
CECRISA - Cer. Criciúma S.A.	Criciúma - SC		4.860
CESACA - Cer. Sta. Catarina S.A.	Criciúma - SC	Cechinel	4.560
INCEPA - Ind. Cer. Paranã S.A.	Curitiba - PR	Laufen	10.800
INCOCESA - Ind. Com. Cer. S.A.	Tubarão - SC		4.020
Maximiliano Gaidzinski - Eliane	Criciúma - SC	Gaidzinski	5.400
Maximiliano Gaidzinski - Eliane II	Criciúma - SC	Gaidzinski	1.800
Ind. Cerâmica Imbituba S.A.	Imbituba - SC	João Rinsa	4.800
<u>REGIÃO CENTRO-OESTE</u>			
CEMINA - Cer. e Mineração Nacional	Anápolis - GO		3.528
TOTAL			74.494

FONTE: Conselho de Desenvolvimento Industrial (1981).

OFERTA DE AZULEJOS CERÂMICOS



Legenda

OFERTA DE AZULEJOS CAPACIDADE INSTALADA (1.000 m²/ANO)

- ◩ SUPERIOR A 16.000
- ◻ SUPERIOR A 10.000 E INFERIOR A 11.000
- ⊙ SUPERIOR A 7.000 E INFERIOR A 8.000
- SUPERIOR A 4.000 E INFERIOR A 5.000
- △ SUPERIOR A 3.000 E INFERIOR A 4.000
- ◻ SUPERIOR A 2.000 E INFERIOR A 3.000
- ◊ SUPERIOR A 1.000 E INFERIOR A 2.000

CAPACIDADE INSTALADA PARA A PRODUÇÃO DE LADRILHOS POR REGIÃO

1000 m²/mês

EMPRESAS	LOCALIZAÇÃO	GRUPO	CAPACIDADE INSTALADA						
			VERM.	BISC.	ESMALTADOS		TOTAL 1	TOTAL 2	
					MONOQ.	BIQ.			
REGIÃO SUDESTE									
Estado de São Paulo									
1. Cer.Bologna S/A	Vergem Grande do Sul	Chiarelli	130	60		45	190	150	
2. Cer.Califórnia Ltda.	Jundiaí		-	40		40	40		
3. Cer.Cataguã Ltda.	Mogiguacu		100	10		10	110	90	
4. Cer.Chiarelli S.A.	Mogiguacu		200	300			500	200	
Unid.I	Mogiguacu				90		90		
Unid.II	Mogiguacu					300		380	
5. Guainco Pisos Esmaltados Ltda.	Mogiguacu		Chiarelli		150		150	150	175
6. Cer.Gerbi S/A	Mogiguacu				10		10	50	80
7. Cer.Indl.Ipê Ltda.	Mogiguacu			40				150	110
8. Cer.Martini S/A	Mogiguacu					150			
9. Cer. Mogiguacu S/A	Mogiguacu						230	370	390
10. Cer.S.José Guaçu S/A	Mogiguacu			140	230			420	400
11. Decorpiso Pisos Decorados Ind.e Com.	Mogiguacu	350		70				80	
12. Cer.Gyotokū Ltda.	Taubaté			40			40		
Unid.I	Suzano						35	350	
Unid.II	Suzano				235		235		
13. Cer.Porto Ferreira	Porto Ferreira	Cordeiro			90		90	90	110
14. Cer.Sul Americana S/A - Casa	S.Caetano do Sul				85		75	85	110
15. Cer.S.Caetano S/A	S.Caetano do Sul		30		120		150	180	
16. Cer.Sumarê S/A	Sumarê		40	90		80	130	170	
17. Cer.Windlin Ltda.	Jundiaí		65	65		65	130	150	
18. Cer.Idel Padrão Ltda.	Jundiaí		45	50		50	95	105	
19. Fiação e Tecelagem Sant'Ana S/A Ind.e Com.	Diadema				60		60	105	
20. Gail Guarulhos S/A Ind.e Com.	Guarulhos				70		70	30	
21. Ind.de Cer.Suzano S/A	Suzano			110		110	110		
22. Cordeiro S/A Ind.Cer.	Suzano			120		120	120	120	
23. Cer.Indaiatuba S/A	Indaiatuba			25	45	25	70	100	
24. Cer.Atlas Ltda.	Tambaú			60		60	60		
25. Gail (ex. Termocerâmica S.Martinho)	Suzano			30		30			
26. Antigua	Pirassúnunga			15		15			
27. Esmaltadeiras	Pirassununga				402				
Subtotal 1			1140	1605	815	1897	3560	3305	
Estado do Rio de Janeiro									
1. Klabin Cerâmica S/A	Rio de Janeiro	Klabin	-	200		200	200	175	
Subtotal 2			-	200	-	200	200	-	
Estado do Espírito Santo									
1. Ornato S/A Ind.Pisos e Azulejos	Carapina		-	-	82		82	150	
Subtotal 3			-	-	82	-	82	150	
Estado de Minas Gerais									
1. Klabin Cerâmica S/A	Santa Luzia			100(?)		100(?)	100	100	
Subtotal 4				100		100	100		
SUBTOTAL REGIÃO SUDESTE	(Inclui + 3 esmalta- deiras)		1140	1905	897	2309	3942	3455	

Continua

Continuação do Anexo 2.4

REGIÃO SUL								
Estado de Santa Catarina								
1. Cer.Porto Bello S/A	Florianópolis Criciúma	Eliane			110		110	303
2. Impisa Ind.de Pisos S/A Unid.1				120		120	120	633
3. Ind.Com.de Pisos Incopiso	Criciúma	Eliane		100		100	100	
4. Cer.Urussanga S/A	Urussanga			150		100	150	163
5. Celma Ind.de Pisos e Refratários	Mafrá			120			120	
Subtotal 1			-	490	110	320	600	930
Estado do Rio Grande do Sul								
1. Cerâmica Cordeiro S/A	Porto Alegre	Cordeiro	80	110	50	110	240	220
2. Cerâmica Decorite S/A	Porto Alegre			110		110	110	160
Subtotal 2			80	220	50	220	350	280
Estado do Paraná								
1. Ind.Cer.Florença S/A	Londrina			140		140	140	210
Subtotal 3				140		140	140	210
SUBTOTAL REGIÃO SUL (Inclui 7 esmaltadeiras)			80	850	160	710*	1090	1420
REGIÃO NORDESTE								
Estado do Ceará								
1. Cer.Norguaçu	Crato	Mogiguacu	130	20		20	150	
2. Cer.do Cariri S/A Cecasa	Crato		70	30		30	100	
Subtotal 1			200	50		50	250*	
Estado da Bahia								
1. Ceramus Bahia S/A	Salvador	Iasa			50		50	210
Subtotal 2			-	-	50	-	50	-
Estado do Pernambuco								
1. Massangana 1 esmaltadeira				17	10		10	17
Subtotal 3				17	10		27	
SUBTOTAL REGIÃO NORDESTE			200	67	60	50	327	
REGIÃO NORTE								
Estado do Pará								
1. Ind.Cer.da Amazônia S/A	Ananindeua	INCA	130	20		20	150	320
Subtotal 1			130	20		20	150	320
SUBTOTAL REGIÃO NORTE			130	20		20	150	320
REGIÃO CENTRO-OESTE								
Estado de Goiás								
1. Cemina - Cer.de Min.Nacional Ind. e Com.	Anápolis	Freitas	-	-	182	-	182	285
Subtotal 1					182	-	182	285
SUBTOTAL REGIÃO CENTRO-OESTE					182	-	182	285
T O T A L			1550	2842	1299	4206	5691	7100

FORNE: ANFLACER (1982/83).

OBS.: O total 1 e as quantificações correspondentes aos diferentes tipos são referentes a 1980. No total 2, referente a dezembro de 1982, aparecem acrescidos 475 mil m², não distribuídos entre as empresas.

OFERTA DE LADRILHOS CERÂMICOS



ANEXO 2.6EVOLUÇÃO DO CONSUMO APARENTE DE AZULEJOS E LADRILHOS(Em 1.000 m²)

ANOS	AZULEJOS		LADRILHOS	
	Consumo Interno	Exportação	Consumo Interno	Exportação
1971	25.740	1.040	19.820	
1972	30.060	1.248	22.030	
1973	35.630	408	24.210	
1974	38.803	1.243	29.890	
1975	42.591	1.045	34.350	
1976	47.331	914	37.621	457
1977	54.683	775	49.053	747
1978	59.475	1.120	52.689	911
1979	62.142	1.855	57.178	1.002
1980	57.593	5.536	59.300	2.700
1981	60.609	3.649	60.480	2.520
1982	57.593	6.536	59.204	1.050

FONTES: Associação Brasileira de Cerâmica (1979/82), Associação Nacional dos Fabricantes de Azulejos - ANFA (1983), Associação Nacional dos Fabricantes de Ladrilhos Cerâmicos - ANFLACER (1982).

INDÚSTRIA DE REFRAATÓRIOS - CAPACIDADE INSTALADA E MÃO-DE-OBRA EMPREGADA (ANO-BASE: 1983)

INDÚSTRIAS	LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE INSTALADA (t/ano)	MÃO-DE-OBRA EMPREGADA
Estado de MINAS GERAIS			
1 - Magnesita S.A.	Contagem	450.000	3.800
2 - Cerâmica Saffran S.A.	Betim	66.000	696
3 - Cerâmica Togni S.A.	Pocos de Caldas	60.000	460
4 - Refrat. João Pinheiro	Caeté	?	
5 - Cepali - Cerâmica de Pastilhas	Belo Horizonte	10.656	177
6 - Beka Bras. Produtos Refratários Especiais	Belo Horizonte	10.000	60
7 - Ikerá - Indústria e Comércio Ltda.	Betim	6.840	72
Subtotal		603.496	5.265
Estado de SÃO PAULO			
1 - Cerâmica São Caetano S.A.	São Caetano do Sul	126.000	1.108
2 - Indústria Brasileira de Art. Refratários S.A.-IBAR	São Paulo	150.000	1.591
3 - Cerâmica de Guarulhos	São Paulo	150.000	200
4 - Carbosil S.A.	São Bernardo do Campo	4.200	61
5 - Refrat. Paulista Indústria e Comércio	São Paulo	7.200	44
6 - Refrat. São Dimas Ltda.	São Paulo	9.600	49
7 - Refrat. Medelo Ltda.	São Paulo	22.000	105
8 - Refrat. Brasil Ltda.	São Paulo	66.000	490
9 - Refrat. São Carlos - RESCAL	São Carlos	7.200	18
10 - Morganite do Brasil Indústria Ltda.	São Paulo	14.400	160
11 - Cerâmica Scatonic Ltda.	São Caetano do Sul	34.200	35
12 - Cerâmica Porto Ferreira S.A.	São Paulo	2.160	30
13 - Carborundum S.A.	São Paulo	20.040	184
14 - Refrasil - Refrat. para Fundição Ltda.	Cambuci	?	?
15 - Isoltermic - Materiais Refratários Isolantes	Santo Amaro	1.582	71
16 - Ferro Enamel do Brasil - Ind. e Comércio Ltda.	Mauá	2.586	92
17 - Diamant Cadinhos	Guarulhos	600	40
18 - Dediní Refratários	Piracicaba	20.400	92
19 - Elfusa Geral de Eletrofusão Ltda.	Perdizes	50.400	507
Subtotal		688.568	4.877
Estado do RIO DE JANEIRO			
1 - Temporal S.A.	Rio de Janeiro	17.000	120
Subtotal		17.000	120
TOTAL REGIÃO SUDESTE		1.309.064	10.262
Estado de PERNAMBUCO			
1 - Cerâmica Bicopeba	Recife	10.000	155
Subtotal		10.000	155
Estado de ALAGOAS			
1 - Cerâmica de Alagoas Ltda.	Maceió	?	?
2 - Cesal - Cerâmica Sacramento Ltda.	Maceió	14.400	58
Subtotal (parcial)		14.400	58
Estado da BAHIA			
1 - Magnesita S.A.	Brunado	250.000 (?)	?
Subtotal		250.000	
TOTAL REGIÃO NORDESTE		274.400	208
Estado do PARANÁ			
1 - Refrat. Januário Escandelari S.A.	Lapa	4.400	30
Subtotal		4.400	30
Estado de SANTA CATARINA			
1 - Indústria de Cerâmica Imbituba	Imbituba	?	?
Subtotal		?	?
TOTAL REGIÃO SUL (parcial)		4.400	30
TOTAL		1.337.864	10.500

OFERTA E DEMANDA DE REFRÁTARIOS

INPES, XXIV/85



ANEXO 28

ANEXO 4.1
FLUXO DE CAIXA DE UMA INDÚSTRIA TÍPICA DE AZULEJO REFERENTE À SUBSTITUIÇÃO
DE FORNOS A ÓLEO COMBUSTÍVEL POR FORNOS ELÉTRICOS: DE PASSAGEM PARA
A PRIMEIRA QUEIMA E DE PLACAS DESLIZANTES PARA A SEGUNDA

Investimento: Cr\$ 1.210.470.833,00 (março de 1983)

Economia anual: EA $(75,80 \times 1,7345 - P_{egtd} \times 8,63) \times 3 \times 10^6 = 394.425.300 - 25,89 \times 10^6 P_{egtd}$

Depreciação: D = Cr\$ 121.047.083,30

Lucro taxável: EA - D = $273.378.216,70 - 25,89 \times 10^6 P_{egtd}$

Imposto sobre lucro (35%): ISL = $95.682.375,85 - 9,06 \times 10^6 P_{egtd}$

ANOS	SAÍDA	ENTRADA	VALOR GERADO (EA - ISL)	TAXA DE DESCONTO (10% a.a.)	VALOR EM MARÇO DE 1983
0	(1.210.470.833)	-	(1.210.470.833)	-	(1.210.470.833)
1	ISL	EA	VG	0,909	$271.557.318,05 - 15,30 \times 10^6 P_{egtd}$
2	ISL	EA	VG	0,826	$246.845.602,11 - 13,91 \times 10^6 P_{egtd}$
3	ISL	EA	VG	0,751	$224.382.652,32 - 12,64 \times 10^6 P_{egtd}$
4	ISL	EA	VG	0,683	$203.963.830,96 - 11,49 \times 10^6 P_{egtd}$
5	ISL	EA	VG	0,621	$185.403.122,34 - 10,44 \times 10^6 P_{egtd}$
6	ISL	EA	VG	0,564	$168.531.438,21 - 9,49 \times 10^6 P_{egtd}$
7	ISL	EA	VG	0,513	$153.195.077,33 - 8,63 \times 10^6 P_{egtd}$
8	ISL	EA	VG	0,467	$139.254.325,29 - 7,85 \times 10^6 P_{egtd}$
9	ISL	EA	VG	0,424	$126.582.181,69 - 7,13 \times 10^6 P_{egtd}$
10	ISL	EA	VG	0,386	$115.063.203,16 - 6,48 \times 10^6 P_{egtd}$

Valor em março de 1983 da economia gerada: $1.834.778.751,46 - 103,36 \times 10^6 P_{egtd}$

Valor em março de 1983 do capital investido: 1.210.470.833,00

Lucro: valor em março de 1983 da economia gerada - valor em março de 1983 do capital investido.

Lucro $\geq 0 + 624.307.918,46 - 103,36 \times 10^6 P_{egtd} \geq 0$

$$P_{egtd} \leq \text{Cr\$ } 6,04/\text{kwh}$$

ANEXO 4.2

FLUXO DE CAIXA DE UMA INDÚSTRIA TÍPICA DE AZULEJO REFERENTE À SUBSTITUIÇÃO
DE FORNOS A ÓLEO COMBUSTÍVEL POR FORNOS ELÉTRICOS: DE PASSAGEM PARA A
PRIMEIRA QUEIMA E DE ROLOS PARA A SEGUNDA - VALORES EM MARÇO DE 1983

Investimento: Cr\$ 1.260.171.696,00

Depreciação: Cr\$ 126.017.169,60

Economia Anual: $\left[P_{bte} (CPQ_{bte} + CSQ_{bte}) - P_{egtd} (CPQ_{egtd} + CSQ_{egtd}) \right] \times PROD = (75,80 \times 1,7345 - P_{egtd} \times 6,86) \times 3 \times 10^6 = 394.425.300 - 20,58 \times 10^6 P_{egtd} = E.A.$

Imposto sobre lucro: $93.942.845,64 - 7,20 \times 10^6 P_{egtd} = ISL$

Valor gerado: $300.482.454,36 - 13,38 \times 10^6 P_{egtd} = VG$

ANOS	SAÍDA	ENTRADA	VALOR GERADO (EA - ISL)	TAXA DE DESCONTO (10% a.a.)	VALOR EM MARÇO DE 1983
0	(1.260.171.696)	-	(1.260.171.696)	-	(1.260.171.696)
1	ISL	EA	VG	0,909	$273.138.551,01 - 12,16 \times 10^6 P_{egtd}$
2	ISL	EA	VG	0,826	$248.282.942,87 - 11,06 \times 10^6 P_{egtd}$
3	ISL	EA	VG	0,751	$225.689.195,07 - 10,05 \times 10^6 P_{egtd}$
4	ISL	EA	VG	0,683	$205.151.478,32 - 9,14 \times 10^6 P_{egtd}$
5	ISL	EA	VG	0,621	$186.482.693,79 - 8,30 \times 10^6 P_{egtd}$
6	ISL	EA	VG	0,564	$169.512.768,65 - 7,55 \times 10^6 P_{egtd}$
7	ISL	EA	VG	0,513	$154.087.106,71 - 6,86 \times 10^6 P_{egtd}$
8	ISL	EA	VG	0,467	$140.065.180,00 - 6,24 \times 10^6 P_{egtd}$
9	ISL	EA	VG	0,424	$127.319.248,62 - 5,67 \times 10^6 P_{egtd}$
10	ISL	EA	VG	0,386	$115.733.196,99 - 5,15 \times 10^6 P_{egtd}$

Valor em março de 1983 da economia gerada: $1.845.462.362,03 - 82,18 \times 10^6 P_{egtd}$

Lucro $\geq 0 \rightarrow P_{egtd} \leq \text{Cr\$ } 7,12/\text{kwh}$

ANEXO 4.3FLUXO DE CAIXA DE UMA INDÚSTRIA DE LADRILHO QUE TRANSFORMA SEU FORNO DE ROLOS A ÓLEO PARA PASSAR A CONSUMIR GÁS NATURAL

Processo empregado: Monoqueima

Capacidade instalada do forno: 810.000 m²/ano

O nível de produção do equipamento é deixado como incógnita

$$1) \text{ Economia anual: } \left(P_{\text{bte}} \times \frac{C_{\text{esp}}}{PC_{\text{bte}}} - P_{\text{gn}} \times \frac{C_{\text{esp}}}{PG_{\text{gn}}} \right) \cdot \text{PROD} = \text{EA}$$

onde:

P_{bte} = preço de um kg de óleo bte em novembro de 1983 = Cr\$ 190,00

P_{gn} = preço de um m³ de gás natural em novembro de 1983 = Cr\$ 136,10

C_{esp} = consumo específico de energia por m² produzido = 10.125 kcal/m²

PC_{bte} = poder calorífico do bte = 10.700 kcal/kg

PG_{gn} = poder calorífico do gás natural = 9.800 kcal/m³

PROD = produção de ladrilhos em m²

logo:

$$\text{EA} = \left(190 \times \frac{10.125}{10.700} - 136,1 \times \frac{10.125}{9.800} \right) \times \text{PROD} = \text{Cr\$ } 39,18 \times \text{PROD} \quad (\text{entradas})$$

2) Depreciação (10% do investimento): $D = \text{Cr\$ } 11.003.410,64$

3) Imposto: $0,35 (\text{EA} - D) = 25,47 \text{ PROD} + 3.851.193,72$ (saídas)

4) Investimento: Cr\$ 110.034.106,40

O valor da economia gerada, em novembro de 1983, é de $156.437 \times \text{PROD} + 23.654.031,83$, a uma taxa de 10% ao ano, obtendo-se como limite inferior, para o nível de produção, 552.171,638 m².

ANEXO 5.1

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGÉTICOS NA INDÚSTRIA DE AZULEJO

ANOS	INSUMOS								
	Região Norte					Região Nordeste			
	Óleo Com bustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	GLP (t)	Carvão Vegetal (t)	Energia Elétrica (mwh)	Óleo Com bustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	GLP (t)	Lenha (m ³)
1984	527	465	245	600	4.809	19.323	14	384	88.303
1985	546	482	243	682	4.978	20.005	15	398	91.418
1986	571	504	254	713	5.210	20.934	15	416	95.667
1988	639	564	284	798	5.830	23.426	17	466	107.053
1990	724	638	322	904	6.597	26.510	19	527	121.145
1992	818	722	364	1.022	7.460	29.975	22	596	136.980
1994	937	827	416	1.170	8.544	34.334	25	683	156.902
1996	1.087	959	483	1.358	9.912	39.831	29	792	182.019
1998	1.261	1.112	560	1.574	11.492	46.180	34	918	211.034
2000	1.463	1.290	650	1.695	12.378	53.580	39	1.065	244.852

ANOS	INSUMOS								
	Região Sul								
	Óleo Com bustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	Quero- sene (m ³)	GLP (t)	Lenha (m ³)	Gás de Lenha (1.000 m ³)	Carvão Mineral (t)	Energia Elétrica (mwh)	
1984	40.547	1.051	821	2.403	20.412	177.877	8.664	67.660	
1985	35.746	1.046	850	2.319	42.264	184.152	19.032	70.886	
1986	37.407	1.095	889	2.427	44.228	192.709	19.917	74.181	
1988	41.859	1.225	995	2.716	49.493	215.646	22.287	83.010	
1990	47.369	1.386	1.126	3.073	56.008	244.033	25.221	93.937	
1992	53.561	1.567	1.273	3.475	63.329	275.931	28.518	106.216	
1994	61.350	1.795	1.458	3.980	72.539	316.062	32.665	121.663	
1996	71.172	2.083	1.691	4.618	84.151	366.659	37.894	141.140	
1998	82.517	2.414	1.961	5.354	97.565	425.106	43.935	163.638	
2000	95.740	2.801	2.275	6.212	113.200	493.227	50.975	189.861	

ANOS	INSUMOS							
	Região Sudeste					Região Centro-Oeste		
	Óleo Com bustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	Gás Natural (1.000 m ³)	Gás de Lenha (1.000 m ³)	Energia Elétrica (mwh)	Gás de Lenha (1.000 m ³)	Energia Elétrica (mwh)	
1984	27.191	442	523	43.993	65.961	21.557	22.850	
1985	28.150	458	541	45.544	68.288	22.317	23.656	
1986	29.459	479	567	47.661	71.461	23.354	24.756	
1988	32.965	536	634	53.334	79.967	26.134	27.702	
1990	37.304	607	718	60.354	90.493	29.574	31.349	
1992	42.180	686	811	68.244	102.322	33.440	35.446	
1994	48.315	786	929	78.169	117.203	38.303	40.601	
1996	56.050	912	1.078	90.682	135.966	44.435	47.101	
1998	64.984	1.057	1.250	105.138	157.640	51.518	54.609	
2000	75.397	1.227	1.450	121.985	182.901	59.774	63.360	

ANEXO 5.2

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGÉTICOS NA INDÚSTRIA DE LADRILHO NAS REGIÕES NORTE, NORDESTE E SUL

ANOS	INSUMOS											
	Região Nordeste		Região Norte		Região Sul							
	Óleo Com bustível (t)	GLP (t)	Óleo Com bustível (t)	GLP (t)	Lenha (m ³)	Carvão Vegetal (t)	Carvão Mineral (t)	Energia Elétrica (mwh)	Oxigênio (m ²)	Óleo Com bustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	GLP (t)
1984	6.610	3.194	2.994	3.088	1.581	69	21.711	8.031	2.209	23.898	24	3.421
1985	6.953	3.359	3.150	3.249	9.726	73	22.838	8.448	6.971	24.964	24	996
1986	7.435	3.592	3.368	3.474	10.401	78	24.422	9.034	7.455	26.695	26	1.066
1988	8.785	4.245	4.362	4.499	12.289	92	28.857	10.675	8.808	34.570	34	1.380
1990	11.567	5.889	4.781	4.931	14.762	110	34.664	12.823	10.581	37.890	37	1.512
1992	12.680	6.126	5.744	5.925	17.737	133	41.649	15.407	12.713	45.527	44	1.817
1994	15.487	7.483	7.016	7.237	21.664	162	50.870	18.818	15.528	55.606	54	2.220
1996	19.229	9.291	8.711	8.985	26.899	201	63.162	23.365	19.280	69.041	67	2.756
1998	23.881	11.539	10.818	11.159	33.406	250	78.443	29.018	23.944	85.745	83	3.423
2000	29.665	14.333	13.438	13.861	41.497	310	97.440	36.045	29.743	106.511	103	4.251

ANEXO 5.3

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGÉTICOS NA INDÚSTRIA DE LADRILHO NAS REGIÕES SUDESTE E CENTRO-OESTE

ANOS	INSUMOS													
	Região Sudeste											Região Centro-Oeste		
	Lenha (m ³)	Gás de Lenha (1.000 m ³)	Carvão Vegetal (t)	Carvão Mineral (t)	Energia Elétrica (mwh)	Oxigênio (m ²)	Óleo Com- bustível (t)	Óleo Diesel (m ³)	Quero- sene (m ³)	GLP (t)	Gás de Nafta (1.000 m ³)	Gás Natural (1.000 m ³)	Gás de Lenha (1.000 m ³)	Energia Elétrica (mwh)
1984	31.574	34.443	6.427	7.242	29.127	286	44.117	1.061	1.582	1.458	3.307	3.302	33.065	20.538
1985	33.213	39.056	9.012	7.618	30.639	301	45.374	977	1.664	1.372	3.479	3.474	34.782	21.605
1986	35.517	41.765	9.637	8.146	32.764	322	48.521	1.045	1.779	1.467	3.720	3.715	37.194	23.103
1988	41.966	49.349	11.387	9.625	38.714	381	57.332	1.235	2.103	1.734	4.395	4.389	43.948	27.298
1990	50.411	59.279	13.678	11.562	46.504	457	75.488	1.625	2.768	2.282	5.787	5.779	52.792	32.792
1992	60.570	71.226	16.435	13.892	55.877	549	82.749	1.782	3.035	2.502	6.344	6.335	64.341	39.400
1994	73.980	86.995	20.074	16.968	68.247	671	101.068	2.176	3.706	3.056	7.748	7.738	77.474	48.123
1996	91.855	108.015	24.924	21.068	84.737	833	125.489	2.702	4.602	3.794	9.620	9.607	96.194	59.751
1998	114.078	134.147	30.954	26.165	105.238	1.035	158.849	3.356	5.715	4.712	11.948	11.931	119.466	74.206
2000	141.707	166.636	38.450	32.501	130.725	1.285	193.593	4.169	7.100	5.854	14.841	14.821	148.399	92.178

ANEXO 5.4

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGÉTICOS NA INDÚSTRIA DE LOUÇA SANITÁRIA

SUDESTE

ANOS	I N S U M O S							
	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	ÓLEO DIESEL (m ³)	QUEROSENE (m ³)	GLP (t)	GÁS DE NAFTA (1.000 m ³)	GÁS NATURAL (1.000 m ³)	CARVÃO VEGETAL (t)	ENERGIA ELÉTRICA (Mwh)
1984	43.354	12	39	17.480	26.706	711	4.731	59.858
1985	38.747	12	40	17.948	27.420	730	9.712	61.458
1986	40.128	12	41	18.587	28.397	756	10.058	63.649
1988	43.780	14	45	20.279	30.982	825	10.973	69.442
1990	48.172	15	50	22.314	34.090	908	12.074	76.409
1992	53.005	16	55	24.552	37.510	999	13.285	84.075
1994	58.816	18	61	27.244	41.622	1.108	14.742	93.292
1996	65.816	20	68	30.486	46.576	1.240	16.496	104.395
1998	73.649	23	76	34.115	52.119	1.388	18.460	116.819
2000	82.418	25	85	38.175	58.332	1.553	20.657	130.723

(continua)

(continuação do Anexo 5.4)

REGIÃO NORDESTE

ANOS	I N S U M O S		
	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	ÓLEO DIESEL (m ³)	ENERGIA ELÉTRICA (MWh)
1984	398	10	340
1985	409	10	349
1986	423	10	361
1988	462	11	394
1990	508	12	434
1992	559	14	477
1994	621	15	530
1996	694	17	593
1998	777	19	663
2000	870	21	742

REGIÃO SUL

ANOS	I N S U M O S			
	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	ÓLEO DIESEL (m ³)	GLP (t)	ENERGIA ELÉTRICA (MWh)
1984	4.768	78	3.146	6.031
1985	4.896	80	3.231	6.192
1986	5.070	83	3.346	6.413
1988	5.532	90	3.650	6.996
1990	6.087	99	4.016	7.698
1992	6.697	109	4.419	8.470
1994	7.431	121	4.904	9.399
1996	8.316	135	5.488	10.518
1998	9.306	152	6.141	11.770
2000	10.413	170	6.871	13.170

ANEXO 5.5

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGÉTICOS NA INDÚSTRIA DE REFRAATÁRIO

REGIÃO SUDESTE

ANOS	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	ÓLEO DIESEL (m³)	GLP (t)	LENHA (m³)	CARVÃO VEGETAL (t)	ENERGIA ELÉTRICA (mwh)
1984	154.306	20.228	2.162	142.655	-	204.535
1985	150.306	5.489	2.226	124.484	289.803	223.852
1986	156.129	5.701	2.312	129.307	301.030	232.524
1988	171.516	6.263	2.540	142.050	330.698	255.441
1990	190.155	6.944	2.816	157.487	366.635	283.199
1992	210.865	7.700	3.123	174.639	406.566	314.043
1994	236.000	8.618	3.495	195.456	455.028	351.476
1996	266.586	9.735	3.948	220.788	514.001	397.029
1998	301.239	11.000	4.461	249.487	580.815	448.637
2000	340.503	12.434	5.042	282.006	656.520	507.114

REGIÃO NORDESTE

ANOS	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	ÓLEO DIESEL (m³)	LENHA (m³)	CARVÃO VEGETAL (t)	ENERGIA ELÉTRICA (MWH)
1984	22.867	130	3.841	349	14.458
1985	23.537	134	3.954	359	14.882
1986	24.449	139	4.107	373	15.458
1988	26.859	153	4.512	410	16.982
1990	29.777	167	5.002	455	18.827
1992	33.021	188	5.547	504	20.877
1994	36.957	210	6.208	564	23.366
1996	41.746	237	7.013	638	26.394
1998	47.173	268	7.925	720	29.825
2000	53.321	303	8.957	814	33.713

(continua)

(continuação do Anexo 5.5)

REFRATÁRIO

REGIÃO SUL

ANOS	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)
1984	566
1985	583
1986	605
1988	665
1990	737
1992	818
1994	915
1996	1.034
1998	1.168
2000	1.320

ANEXO 5.6

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGÉTICOS NAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA

ELÉTRICA, DE LAJE E LAJOTA E DE MANILHA

- CERÂMICA ELÉTRICA -

REGIÃO SUDESTE

ANOS	I N S U M O S			
	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	ÓLEO DIESEL (m ³)	GLP (t)	LENHA (m ³)
1984	9.460	53	758	12.794
1985	9.744	55	780	13.178
1986	10.134	57	813	13.705
1988	11.173	63	895	15.110
1990	12.435	70	996	16.818
1992	13.841	78	1.108	18.718
1994	15.551	88	1.245	21.032
1996	17.633	100	1.412	23.855
1998	20.005	113	1.602	27.057
2000	22.691	128	1.817	30.688

- CERÂMICA ELÉTRICA -

NORDESTE

ANOS	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)
1984	476
1985	491
1986	510
1988	563
1990	626
1992	697
1994	783
1996	888
1998	1.007
2000	1.142

- CERÂMICA ELÉTRICA -

SUL

ANOS	LENHA (m ³)
1984	6.341
1985	6.532
1986	6.793
1988	7.489
1990	8.335
1992	9.278
1994	10.424
1996	11.823
1998	13.410
2000	15.210

(continua)

(continuação do Anexo 5.6)

- LAJE E LAJOTA -
REGIÃO SUDESTE

- LAJE E LAJOTA -
REGIÃO SUL

ANOS	I N S U M O S			ANOS	I N S U M O S	
	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	LENHA (m ³)	ENERGIA ELÉTRICA (MWh)		ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	LENHA (m ³)
1984	2.984	33.516	301	1984	4.565	106.970
1985	3.074	34.522	310	1985	4.702	110.179
1986	3.197	35.902	322	1986	4.890	114.586
1988	3.524	39.582	355	1988	5.392	126.331
1990	3.923	44.056	395	1990	6.001	140.610
1992	4.366	49.036	440	1992	6.679	156.502
1994	4.906	55.095	494	1994	7.505	175.842
1996	5.564	62.491	561	1996	8.512	199.445
1998	6.311	70.878	636	1998	9.655	226.215
2000	7.158	80.392	721	2000	10.950	256.579

- MANILHA -

REGIÃO SUL

ANOS	I N S U M O S		
	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	LENHA (m ³)	ENERGIA ELÉTRICA (MWh)
1984	5.321	11.777	2.599
1985	5.481	12.130	2.677
1986	5.700	12.616	2.784
1988	6.284	13.909	3.069
1990	6.994	15.481	3.416
1992	7.785	17.231	3.802
1994	8.747	19.360	4.272
1996	9.921	21.958	4.846
1998	11.252	24.906	5.496
2000	12.763	28.249	6.234

(continua)

(continuação do Anexo 5.6)

- MARILHA -
REGIÃO SUDESTE

ANOS	I N S U M O S			
	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	ÓLEO DIESEL (m ³)	ENERGIA ELE- (MWh)	LENHA (m ³)
1984	1.053	49	2.290	97.792
1985	1.145	51	2.358	100.726
1986	1.270	53	2.453	104.755
1988	1.606	58	2.704	115.493
1990	1.013	65	3.010	128.546
1992	1.467	72	3.175	143.075
1994	1.019	81	3.764	160.756
1996	1.692	92	4.269	182.333
1998	1.456	104	4.842	206.806
2000	1.323	118	5.492	234.565

ANEXO 5.7

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGÉTICOS NAS INDÚSTRIAS DE LOUÇA DE MESA E PASTILHAS

LOUÇA DE MESA

REGIÃO SUDESTE

ANOS	ÓLEO COMB. (t)	ÓLEO DIESEL (m³)	QUEROSENE (m³)	LENHA (m³)	CARVÃO VEGETAL (t)	ENERGIA ELÉTRICA (MWH)	OXIGÊNIO (m³)
1984	13.069	7.851	214	11.242	6.843	35.639	140.319
1985	4.651	8.086	220	11.579	19.382	36.708	144.529
1986	4.838	8.410	229	12.042	20.157	38.176	150.310
1988	5.333	9.272	253	13.276	22.224	42.090	165.717
1990	5.936	10.319	281	14.777	24.735	46.846	184.446
1992	6.607	11.486	313	16.447	27.531	52.141	205.294
1994	7.424	12.905	352	18.479	30.933	58.585	230.663
1996	8.420	14.637	399	20.960	35.085	66.448	261.624
1998	9.550	16.602	452	23.773	39.794	75.367	296.739
2000	10.832	18.831	513	26.964	45.136	85.484	336.570

LOUÇA DE MESA

REGIÃO SUL

ANOS	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	QUEROSENE (m³)	LENHA (m³)	CARVÃO VEGETAL (t)	ENERGIA ELÉTRICA (mwh)
1984	2.742	1.262	21.193	11.188	3.949
1985	2.824	1.299	21.829	11.523	4.067
1986	2.937	1.351	22.702	11.984	4.230
1988	3.239	1.490	25.029	13.213	4.663
1990	3.605	1.658	27.858	14.706	5.190
1992	4.012	1.846	31.007	16.368	5.777
1994	4.508	2.074	34.839	18.391	6.491
1996	5.113	2.352	39.515	20.859	7.362
1998	5.799	2.668	44.819	23.659	8.350
2000	6.578	3.026	50.835	26.835	9.471

(continuação do Anexo 5.7)

LOUÇA DE MESA
REGIÃO NORDESTE

ANOS	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	GÁS NATURAL (mil m ³)	ENERGIA ELÉTRICA (mwh)
1984	3.735	-	3.584
1985	-	4.080	3.691
1986	-	4.243	3.839
1988	-	4.678	4.233
1990	-	5.207	4.711
1992	-	5.795	5.243
1994	-	6.511	5.891
1996	-	7.385	6.682
1998	-	8.377	7.579
2000	-	9.501	8.596

- PASTILHAS -

REGIÃO SUDESTE (= TOTAL)

ANOS	I N S U M O S				
	ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)	ÓLEO DIESEL (m ³)	GLP (t)	LENHA (m ³)	ENERGIA ELÉTRICA (MWh)
1984	7.572	1.193	7	23.287	5.679
1985	7.799	1.228	8	23.985	5.850
1986	8.111	1.278	8	24.945	6.084
1988	8.942	1.409	9	27.502	6.707
1990	9.953	1.568	10	30.610	7.466
1992	11.078	1.745	11	34.069	8.309
1994	12.447	1.961	12	38.280	9.336
1996	14.118	2.224	14	43.418	10.589
1998	16.013	2.522	16	49.246	12.011
2000	18.162	2.861	18	55.856	13.623

ANEXO 5.8

ESTIMATIVA DO CONSUMO MÁXIMO DE CARVÃO VEGETAL NA INDÚSTRIA DE
CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS

REGIÃO NORTE

CONSUMO MÁXIMO - CARVÃO VEGETAL (t)

ANOS	AZULEJO	LADRILHO	TOTAL
1984	7.833	17.539	25.372
1985	8.110	18.450	26.560
1986	8.486	19.729	28.215
1988	9.497	23.312	32.809
1990	10.747	28.003	38.750
1992	12.151	33.647	45.798
1994	13.919	41.096	55.015
1996	16.147	51.026	67.173
1998	18.721	63.370	82.091
2000	21.721	78.718	100.439

REGIÃO NORDESTE

CONSUMO MÁXIMO - CARVÃO VEGETAL (t)

ANOS	AZULEJO	CERÂMICA ELÉTRICA	LADRILHO	LOUÇA DE MESA	LOUÇA SANITÁRIA	REFRATÁ RIO	TOTAL
1984	61.292	649	25.185	16.241	161	1.753	105.281
1985	63.454	669	26.492	16.729	165	1.804	109.313
1986	66.403	695	28.330	17.398	171	1.686	114.683
1988	74.306	767	33.474	19.181	186	2.059	129.973
1990	84.088	853	40.210	21.349	205	2.283	148.988
1992	95.079	949	48.313	23.762	225	2.531	170.859
1994	108.907	1.067	59.010	26.698	250	2.833	198.765
1996	126.341	1.210	73.268	30.282	280	3.200	243.581
1998	146.481	1.373	90.993	34.346	313	3.616	277.122
2000	169.954	1.557	113.031	38.956	351	4.088	327.937

(continua)

(continuação do Anexo 5.8)

REGIÃO SUDESTE

CARVÃO VEGETAL - CONSUMO MÁXIMO (t)

ANOS	AZULEJO	CERÂMICA ELÉTRICA	LADRILHO	LAGE	LOUÇA DE MESA	LOUÇA SANITÁ RIA	MANILHA	PASTI LHA	REFRATÁ RIO	TOTAL
1984	137.106	13.630	242.524	15.384	203.116	29.216	21.356	8.871	15.542	686.745
1985	141.942	14.039	255.115	15.845	209.210	29.997	21.997	9.137	15.997	713.279
1986	148.538	14.601	272.809	16.479	217.759	31.006	22.876	9.502	16.617	750.187
1988	166.217	16.098	322.347	18.168	239.880	33.894	25.221	10.476	18.255	850.556
1990	188.098	17.917	387.214	20.221	266.991	37.294	28.072	11.660	20.238	977.705
1992	212.685	19.938	465.251	22.507	297.168	41.036	31.245	12.978	22.443	1.125.251
1994	243.616	22.466	568.254	25.288	333.891	45.534	35.106	14.582	25.118	1.313.795
1996	282.616	25.416	705.557	28.683	378.708	50.954	39.818	16.539	28.373	1.556.664
1998	327.666	28.825	876.254	32.532	429.539	57.018	45.162	18.759	32.061	1.847.816
2000	380.173	32.694	1.088.472	36.899	487.195	63.804	51.224	21.277	36.240	2.197.978

REGIÃO SUL

CARVÃO VEGETAL - CONSUMO MÁXIMO (t)

ANOS	AZULEJO	CERÂMICA ELÉTRICA	LADRILHO	LAGE	LOUÇA DE MESA	LOUÇA SANITÁ RIA	MANILHA	REFRATÁ RIO	TOTAL
1984	232.434	1.947	107.975	37.663	179.452	2.729	16.780	151	579.131
1985	240.633	2.006	113.580	38.793	184.836	2.802	17.283	155	600.088
1986	251.815	2.086	121.458	40.345	192.230	2.902	17.974	161	628.971
1988	281.786	2.300	143.513	44.480	211.933	3.166	19.817	177	707.172
1990	318.880	2.560	172.393	49.507	235.886	3.484	22.056	197	804.963
1992	360.562	2.848	207.136	55.103	262.547	3.833	24.546	218	916.793
1994	413.000	3.201	252.994	61.913	294.992	4.253	27.583	244	1.058.180
1996	479.116	3.631	314.123	70.223	334.588	4.759	31.285	276	1.238.001
1998	555.489	4.118	390.119	79.648	379.496	5.326	35.484	311	1.449.991
2000	644.504	4.671	484.602	90.339	430.436	5.960	40.248	352	1.701.112

ANEXO 5.9

ESTIMATIVAS DO CONSUMO MÁXIMO REGIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA NA INDÚSTRIA DE
CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS

REGIÃO SUDESTE

ENERGIA ELÉTRICA - CONSUMO MÁXIMO (mwh)

ANOS	AZULEJO	CERÂMICA ELÉTRICA	LADRILHO	LOUÇA DE MESA	LOUÇA SANITÁRIA	PASTILHA	REFRATÁRIO	TOTAL
1984	216.282	53.880	525.775	77.262	115.533	8.164	1.566.502	2.563.398
1985	223.911	55.505	553.072	79.580	118.623	8.409	1.612.400	2.651.500
1986	234.316	57.725	591.433	82.763	122.851	8.745	1.674.867	2.772.700
1988	262.205	63.642	698.827	91.246	134.033	9.641	1.839.931	3.099.525
1990	296.721	70.597	839.455	101.559	147.480	10.731	2.039.878	3.506.421
1992	335.506	78.824	1.008.634	113.038	162.275	11.944	2.262.043	3.972.264
1994	384.301	88.583	1.231.936	127.006	180.065	13.420	2.531.673	4.556.984
1996	445.822	100.473	1.529.602	144.054	201.496	15.221	2.859.789	5.296.457
1998	516.889	113.960	1.899.661	163.389	225.477	17.264	3.231.525	6.168.165
2000	599.717	129.255	2.359.736	185.321	252.313	19.581	3.652.730	7.198.653

REGIÃO SUL

ENERGIA ELÉTRICA - CONSUMO MÁXIMO (mwh)

ANOS	LADRILHO	CERÂMICA ELÉTRICA	AZULEJO	LOUÇA DE MESA	LOUÇA SANITÁRIA	REFRATÁRIO
1984	234.082	7.698	366.660	87.553	10.792	3.407
1985	246.235	7.929	379.594	90.180	11.080	3.507
1986	263.313	8.246	397.233	93.787	11.475	3.643
1988	311.127	9.092	444.513	103.400	12.520	4.002
1990	373.736	10.116	503.028	115.087	13.776	4.437
1992	449.057	11.261	568.780	128.094	15.158	4.920
1994	548.474	12.655	651.501	143.924	16.819	5.506
1996	680.998	14.353	755.797	163.242	18.821	6.220
1998	845.753	16.280	876.276	185.153	21.061	7.028
2000	1.050.584	18.465	1.016.694	210.005	23.568	7.944

(continua)

(continuação do Anexo 5.9)

ESTIMATIVAS DO CONSUMO MÁXIMO REGIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA NA INDÚSTRIA DE
CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS

REGIÃO NORTE

ENERGIA ELÉTRICA - CONSUMO MÁXIMO

ANOS	AZULEJO	LADRILHO	TOTAL
1984	12.357	38.024	50.381
1985	12.793	39.998	52.791
1986	13.378	42.772	56.150
1988	14.981	50.539	65.520
1990	16.953	60.709	77.662
1992	19.169	72.944	92.113
1994	21.956	89.093	111.049
1996	25.471	110.620	136.091
1998	29.532	137.383	166.915
2000	34.264	170.655	204.919

REGIÃO NORDESTE

ENERGIA ELÉTRICA - CONSUMO MÁXIMO

ANOS	AZULEJO	CERÂMICA ELÉTRICA	LADRILHO	LOUÇA DE MESA	LOUÇA SANITÁRIA	REFRATÁ RIO	TOTAL
1984	96.687	2.566	54.598	6.993	635	233.248	394.727
1985	100.097	2.643	57.433	7.202	652	229.789	397.817
1986	104.749	2.749	61.417	7.490	675	238.692	415.772
1988	117.217	3.031	72.569	8.258	736	262.215	464.026
1990	132.647	3.373	87.172	9.192	810	290.711	523.905
1992	149.986	3.754	104.740	10.230	892	322.372	591.974
1994	171.799	4.218	127.929	11.495	989	360.798	677.228
1996	199.302	4.784	158.839	13.038	1.107	407.559	784.629
1998	231.071	5.427	197.268	14.788	1.239	460.537	910.330
2000	268.099	6.155	245.044	16.772	1.386	520.564	1.058.020

ANEXO 5.10

ESTIMATIVAS DO CONSUMO MÁXIMO REGIONAL DE LENHA DAS INDÚSTRIAS COMPONENTES DA
INDÚSTRIA DE CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS

LENHA - CONSUMO MÁXIMO (m³)

ANOS	NORTE			NORDESTE						
	Azulejo	Ladri- lho	Total	Azulejo	Cer. Elétrica	Ladri- lho	Louça de Mesa	Louça Sani- tária	Refra- tário	Total
1984	46.044	138.381	184.425	360.271	3.678	198.702	10.023	910	9.891	583.475
1985	47.668	145.566	193.234	372.979	3.788	209.018	10.323	934	10.181	607.223
1986	49.883	155.663	205.546	390.311	3.940	223.515	10.736	968	10.575	640.045
1988	55.820	183.928	239.748	436.767	4.344	264.102	11.837	1 056	11.618	729.724
1990	63.168	220.941	284.109	494.262	4.835	317.249	13.175	1 161	12.880	843.562
1992	71.425	265.468	336.893	558.869	5.381	381.185	14.664	1 278	14.283	975.660
1994	81.813	324.240	406.053	640.148	6.046	465.576	16.476	1 418	15.985	1 145.649
1996	94.910	402.585	497.495	742.627	6.858	578.070	16.687	1 587	18.057	1 363.886
1998	110.039	499.983	610.022	861.006	7.778	717.924	21.195	1 776	20.404	1 630.083
2000	127.672	621.073	748.745	998.978	8.822	891.797	24.040	1 987	23.064	1 948.688

LENHA - CONSUMO MÁXIMO (m³)

ANOS	SUDESTE									
	Azulejo	Cer. Elétrica	Ladrilho	Laje	Louça de Mesa	Louça Sani- tária	Manilha	Pasti- lha	Refra- tário	Total
1984	805.898	77.239	1.913.472	87.186	110.743	165.598	121.026	57.903	87.760	3.426.825
1985	834.325	79.557	2.012.816	89.802	114.065	170.026	124.658	59.640	90.341	3.575.230
1986	873.095	82.740	2.152.424	93.394	118.628	176.086	129.644	62.026	93.841	3.781.878
1988	977.013	91.220	2.543.267	102.967	130.787	192.114	142.932	68.383	103.089	4.351.772
1990	1.105.626	101.529	3.055.061	114.605	145.569	211.388	159.087	76.112	114.292	5.083.269
1992	1.250.146	113.003	3.670.761	127.558	162.022	232.595	177.068	84.714	126.739	5.944.606
1994	1.431.962	126.969	4.483.432	143.321	182.044	258.094	198.949	95.182	141.846	7.061.799
1996	1.661.198	144.012	5.566.738	162.559	206.479	288.811	225.653	107.959	160.230	8.523.639
1998	1.926.002	163.343	6.913.508	184.378	234.193	323.184	255.941	122.450	181.058	10.304.057
2000	2.234.634	185.265	8.587.878	209.126	265.628	361.649	290.295	138.886	204.658	12.478.019

(continua)

(continuação do Anexo 5.10)

LENHA - CONSUMO MÁXIMO (m³)

ANOS	SUL								
	Azulejo	Cer. Elétrica	Ladrilho	Laje	Louça de Mesa	Louça Sanitária	Manilha	Refratário	Total
1984	1.319.736	11.034	809.883	213.456	125.493	15.468	95.092	151	2.590.313
1985	1.414.877	11.365	896.131	219.861	129.259	15.882	97.945	155	2.785.475
1986	1.480.149	11.320	1.048.372	228.654	134.429	16.448	101.863	161	3.021.896
1988	1.656.319	13.031	1.132.295	252.091	148.208	17.945	112.304	177	3.332.370
1990	1.874.356	14.504	1.360.152	280.584	164.958	19.745	124.997	197	3.839.493
1992	2.119.359	16.143	1.634.269	312.297	183.603	21.726	139.125	218	4.426.740
1994	2.427.588	18.138	1.996.079	350.890	206.292	24.108	156.317	244	5.179.656
1996	2.816.210	20.573	2.478.380	397.988	233.982	26.977	177.299	276	6.151.685
1998	3.265.130	23.335	3.077.980	451.407	265.387	30.188	201.096	311	7.314.834
2000	3.788.352	26.466	3.823.431	511.998	301.010	33.780	228.089	352	8.713.478

LENHA - CONSUMO MÁXIMO (m³)

ANOS	CENTRO-OESTE		
	Azulejo	Ladrilho	Total
1984	127.630	123.221	250.851
1985	129.306	129.618	258.924
1986	138.272	138.609	276.881
1988	154.729	163.778	318.507
1990	175.098	196.735	371.833
1992	197.985	236.384	434.369
1994	226.779	288.718	515.497
1996	263.083	358.479	621.562
1998	305.020	445.206	750.266
2000	353.898	553.030	906.928

ANEXO 5.11

ESTIMATIVAS DO CONSUMO MÁXIMO REGIONAL DE CARVÃO MINERAL NA INDÚSTRIA DE

CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS

REGIÃO SUL

CARVÃO MINERAL - CONSUMO MÁXIMO (t)

ANOS	AZULEJO	CERÂMICA ELÉTRICA	LADRILHO	LAJE	LOUÇA DE MESA	LOUÇA SANITÁRIA	MANILHA	REFRATÁ RIO	TOTAL
1984	80.545	225	81.304	4.355	33.465	488	25.356	40	225.778
1985	83.386	232	85.525	4.485	34.469	501	26.117	42	234.757
1986	87.261	241	91.457	4.665	35.848	519	27.161	43	247.195
1988	97.647	266	108.064	5.143	39.522	567	29.945	47	281.201
1990	110.501	296	129.811	5.724	43.989	623	33.330	53	324.327
1992	124.945	329	155.972	6.371	48.961	686	37.097	58	374.419
1994	143.117	370	190.503	7.158	55.011	761	41.681	65	438.666
1996	166.028	420	236.533	8.119	62.395	852	42.276	74	516.697
1998	192.494	476	293.757	9.209	70.770	953	53.621	83	621.363
2000	223.340	540	364.902	10.445	80.269	1.066	60.819	94	741.475

REGIÃO CENTRO-OESTE

CARVÃO MINERAL - CONSUMO MÁXIMO (t)

ANOS	LADRILHO	AZULEJO	TOTAL
1984	11.760	7.524	19.284
1985	12.371	7.790	20.161
1986	13.229	8.152	21.381
1988	15.631	9.122	24.753
1990	18.776	10.323	29.099
1992	22.560	11.672	34.232
1994	27.555	13.370	40.925
1996	34.213	15.510	49.723
1998	43.490	17.982	61.472
2000	52.780	20.864	73.644

(continua)

(continuação do Anexo 5.11)

ESTIMATIVAS DO CONSUMO MÁXIMO REGIONAL DE CARVÃO MINERAL NA INDÚSTRIA DE
CERÂMICA BRANCA E DOS MATERIAIS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS

REGIÃO NORDESTE
CARVÃO MINERAL - CONSUMO MÁXIMO (t)

ANOS	AZULEJO	CERÂMICA ELÉTRICA	LADRILHO	LOUÇA DE MESA	LOUÇA SANITÁRIA	REFRATÁRIO	TOTAL
1984	21.240	75	18.964	2.673	29	2.649	45.630
1985	21.989	77	19.948	2.753	29	2.727	47.523
1986	25.011	80	21.332	2.863	31	2.832	50.149
1988	25.749	89	25.205	3.156	33	3.112	57.344
1990	29.139	99	30.278	3.513	37	3.450	66.516
1992	32.948	110	36.380	3.910	40	3.826	77.214
1994	37.740	123	44.434	4.394	45	4.282	91.018
1996	43.781	140	55.170	4.983	50	4.837	108.961
1998	50.760	159	68.517	5.652	56	5.465	130.609
2000	58.894	180	85.112	6.411	63	6.178	156.838

REGIÃO SUDESTE
CARVÃO MINERAL - CONSUMO MÁXIMO (t)

ANOS	AZULEJO	CERÂMICA ELÉTRICA	LADRILHO	LAJE	LOUÇA DE MESA	LOUÇA SANITÁRIA	MANILHA	PASTILHA	REFRATÁRIO	TOTAL
1984	47.511	1.576	182.619	1.779	29.531	5.228	32.271	31	18.590	319.136
1985	49.187	1.623	192.100	1.832	30.417	5.368	33.239	32	19.134	332.932
1986	51.473	1.688	205.424	1.905	31.634	5.559	34.569	33	19.876	352.161
1988	57.599	1.861	242.725	2.101	34.877	6.065	38.112	36	21.835	405.211
1990	65.181	2.071	291.570	2.338	38.818	6.674	42.420	40	24.207	473.319
1992	73.702	2.305	350.331	2.602	43.206	7.343	47.214	45	26.844	553.592
1994	84.420	2.590	427.891	2.924	48.545	8.148	53.049	50	30.043	657.660
1996	97.935	2.938	531.280	3.316	55.061	9.118	60.169	57	33.937	793.811
1998	113.546	3.332	659.813	3.761	62.451	10.203	68.245	65	38.349	959.765
2000	131.741	3.779	819.612	4.266	70.834	11.418	77.406	74	43.347	1.162.477

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Anuário brasileiro de cerâmica. São Paulo, 1979/82.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FABRICANTES DE REFRAATÓRIOS - ABRAFAR. Dados de mercado e consumo energético da indústria de refratários. Dados não publicados. Rio de Janeiro, 1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GÁS. Anais do 1º Congresso Brasileiro de Gás. Rio de Janeiro, nov. 1981.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METAIS. Refratários para a siderurgia. São Paulo, 1977.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE AZULEJOS - ANFA. Dados de mercado. Dados não publicados. Rio de Janeiro, 1983.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE LADRILHOS CERÂMICOS - ANFLACER. Aspectos sobre o setor de pisos cerâmicos no Brasil. Mogiguaçu, São Paulo, 1982.
- . Dados sobre mercado de pisos cerâmicos. Dados não publicados. Mogiguaçu, São Paulo, 1983.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Relatório. Rio de Janeiro, 1982.
- BANCO DO BRASIL/CACEX. Exportações. Rio de Janeiro, 1978/80.
- BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO. Pesquisa de oferta de materiais de construção. 21 vols. Rio de Janeiro, 1981/83.
- . Sistema nacional de pesquisa de custos e índices de equipamentos urbanos - SICURB. 2 vols. Rio de Janeiro, 1983.
- BUSSE, Adolpho Gomes, SERRA, Maria Teresa, e ERBER, Pietro. Substituição de óleo combustível por energia elétrica. ELETROBRÁS/DEME, Nota técnica, 20. Rio de Janeiro, ELETROBRÁS, 1983.
- CARVALHO, Celso Monteiro de. O controle de qualidade na indústria cerâmica de materiais refratários: In: Congresso ALAFAR (1976). Santiago, ILAFA, 1976.
- CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGÍA. Cerâmica. Técnicas energéticas en la industria, 4. Madri, 1980.

- CONCEIÇÃO, José Augusto Wanderley. Uma análise do mercado brasileiro de azulejos. Tese (M). Rio de Janeiro, PUC, 1973.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. A resposta das fontes energéticas nacionais a um eventual corte nas importações de petróleo. Rio de Janeiro, 1983.
- CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Relatório de Atividades. Rio de Janeiro, 1979/82.
- . Mercado brasileiro de cerâmica - azulejos. Brasília, 1981.
- CONSELHO DE NÃO-FERROSOS E DE SIDERURGIA - CONSIDER. Anuário estatístico, setor metalúrgico - 1982. Brasília, 1983.
- CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO. Leis, decretos, portarias, etc., ... sobre evolução dos preços do carvão energético. Brasília, 1975/84.
- . Pesquisa de consumo e desempenho energético. Dados não publicados. Brasília, 1981.
- CONSULTEC - SOCIEDADE CIVIL DE PLANEJAMENTO E CONSULTAS TÉCNICAS LTDA. Possibilidades de substituição do óleo combustível na indústria cerâmica. Rio de Janeiro, 1980.
- CONVERSION to fuel oils and their influence on refractories - part I: oils for immediate term. Industrial Heating, nov. 1977.
- CONVERSION to fuel oils and their influence on refractories - part II: impact on various industries. Industrial Heating, 1977.
- CONVERSION to fuel oils and their influence on refractories - part III: effects on combustion products. Industrial Heating, jan. 1978.
- COOPERATIVA AGROFLORESTAL LTDA. - COOFLORESTA. Estatística mensal de preços de carvão vegetal. Montes Claros, Minas Gerais, set. 1980/jan. 1983.
- DUALIBI FILHO, Jamil. Economia de combustível na indústria cerâmica e de cimento. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1979.
- DUNCAN, Lorne R., e McCracken, William H. El impacto de la energía en las materias primas para refractarios. In: Congreso de Refratários ILAFA/ALAFAR. (Lima, 1980). Santiago, ILAFA, 1980.

- ENERGY AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS, INC. Industrial sector technology use model - ISTUM: industrial energy use in the United States, 1974/2000. Prepared for Department of Energy. Vol. 4. Arlington, Vi, 1978.
- FERREIRA, José Vicente, REIS, Roberto Tropia, e MELO, Marco Antonio Lima de. Os altos-fornos brasileiros e suas necessidades em refratários. In: Congresso de Refratários ILAFA/ALAFAR (Medelín, 1977). Santiago, ILAFA, 1977.
- FIBGE. Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1970/82.
- . Pesquisa industrial. Rio de Janeiro, 1973/74 e 1976/79.
- GATZKE, Horst. Reflexões sobre racionalização de manipulação e consumo de energia na produção de materiais refratários em geral. In: Congresso ALAFAR (6, Salvador, 1976). Santiago, ILAFA, 1976.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ. Aspectos do setor oleiro paraense. Estudos paraenses, 53. Belém, 1982.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DE MINAS GERAIS - INDI. O mercado brasileiro de refratários. Belo Horizonte, 1972.
- . Mercado brasileiro de louça sanitária. Belo Horizonte, dez. 1977.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Conservação de energia da indústria cerâmica; manual de recomendações. São Paulo, 1980.
- . Uso racional de energia na indústria. Caso típico nº 2. São Paulo, jun. 1983.
- MENEZES, Ivan de. Transferência de tecnologia na indústria de refratários. In: Congresso ALAFAR (6, Salvador, 1976). Santiago, ILAFA, 1976.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Balanco energético nacional. Brasília, 1983 e 1984.
- NORTON, Frederick Harwood. Introdução à tecnologia cerâmica. São Paulo, Ed. da USP, 1973.

- PETROBRÁS. Evolução de preços de álcool hidratado e derivados de petróleo. Dados não publicados. Rio de Janeiro, 1983.
- REVISTA DA CERÂMICA. São Paulo. ago. 1979, set. 1979 e nov. 1983.
- REVISTA DE PREÇOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Rio de Janeiro, dez. 1971/ dez. 1981.
- SECRETARIA DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE SANTA CATARINA. Dados sobre a demanda de energia no setor oleiro de Santa Catarina e sobre o custo de energia de consumidor. Florianópolis, ago. 1984.
- SILVA, Augusto Francisco da. Participação do setor da construção na renda interna do Brasil. Rio de Janeiro, Comissão Nacional da Indústria da Construção Civil, 1983.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA CERÂMICA PARA A CONSTRUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Informativo. São Paulo, dez. 1980.
- TUPINAMBÁ, Haroldo Dart. Dados sobre possibilidades de substituição dos derivados de petróleo na indústria de cerâmica: estrutural, elétrica e doméstica. Dados não publicados, out. 1983.
- WEMA AUTOMOÇÃO INDUSTRIAL LTDA. Preços de aquisição e transformação de equipamentos para a indústria cerâmica de revestimento. Dados não publicados. São Paulo, 1983.

