



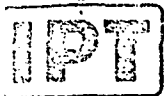
Instituto de Pesquisas Tecnológicas

RELATÓRIO IPT/DEES-APAT Nº 31050 - 05/93

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

RELATÓRIO BRASILEIRO
SETOR: CIMENTO

CLIENTE: Instituto de Planejamento Econômica e Social - IPEA



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

RELATÓRIO IPT/DES-APAT No 31050-05/93

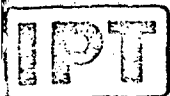
Natureza do trabalho: "Análise Comparativa do Consumo Energético
em Doze Setores Industriais: Argentina,
Brasil, Paraguai e Uruguai"

Relatório Brasileiro

SETOR: CIMENTO

Cliente: Instituto de Planejamento Econômico e Social - IPEA

Maio, 1993



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

SETOR DE CIMENTO

Equipe Técnica

Antonio José Braga do Carmo

Solange Aparecida Machado

Estagiários

Melissa Helena Marson

Lício da C. Raimundo

Apoio Administrativo

Iêda Bezerra Cavalcanti

Solange Carlos de Oliveira

Edna Gubitoso (Bibliotecária)

SUMÁRIO

	Pág
RESUMO EXECUTIVO	V
1. INTRODUÇÃO	1
2. DIAGNÓSTICO SETORIAL	2
2.1 Evolução Nacional	2
2.2 Inserção Internacional	5
2.3 Políticas setoriais	9
2.4 A produção de cimento e o mercosul	12
2.5 Faturamento, Preço e Localização da Indústria de Cimento..	24
3. PADRÃO TECNOLÓGICO	30
3.1 Descrição do sistema produtivo	30
3.2 Alternativas Tecnológicas/ Padrão de Inovação	46
4. INDICADORES DE CONSUMO ENERGÉTICO	54
5. CONCLUSÕES	64
6. BIBLIOGRAFIA	66
ANEXO I - CIMENTOS PORTLAND - ATUAIS ESPECIFICAÇÕES E SUAS APLICAÇÕES	
ANEXO II - PREÇOS MÉDIOS CONSTANTES DE FONTES DE ENERGIA	

SUMARIO DE ILUSTRAÇÕES

TABELAS

Pág

TABELA 1 - BRASIL - Evolução da Capacidade Instalada, Consumo Aparente de Cimento Portland, Total e Per Capita, 1970-91	4
TABELA 2 - BRASIL - Taxas Médias de Crescimento do Consumo e da Produção de Cimento, Produção Industrial e do PIB, em Períodos Selecionados, 1926-91	6
TABELA 3 - Evolução da Produção e do Consumo Aparente de Cimento, Principais Países, 1980-90	8
TABELA 4 - BRASIL - Produção dos Grupos nos Mercados Regionais de Cimento, 1991	14
TABELA 5 - BRASIL - Evolução da Produção de Cimento, por tipo, 1970-91	16
TABELA 6 - Evolução das Importações de Cimento, por Tipo, 1970-91	17
TABELA 7 - Evolução das Exportações de Cimento, por Tipo e País, 1970-91	19
TABELA 8 - Exportação de Cimento Portland por Tipo, Segundo a Origem (Fábrica) e o Destino (País), 1983-91	20
TABELA 9 - Evolução da Produção, Exportação, Importação e Consumo Aparente de Cimento, Países do MERCOSUL, 1980-89	21
TABELA 10 - Perfil da Distribuição do Cimento Portland Consumido - 1990-91	23
TABELA 11 - BRASIL - Patrimônio Líquido, Faturamento, Lucro Líquido e Número de Empregados por Empresa de Cal e Cimento, 1990	25
TABELA 12 - Evolução dos Preços Correntes e Reais do Cimento e Cal. Cidade de São Paulo, 1970-92	26
TABELA 13 - BRASIL - Localização das Fábricas de Cimento e Ano de Inauguração	28
TABELA 14 - Evolução percentual da produção de cimento por tipo (igual tabela 5)	32
TABELA 15 - BRASIL - Estrutura de custos de produção de cimento p/uma escala de 700.000 t/ano	34
TABELA 16 - Distribuição Percentual do Consumo de Energia Elétrica na Indústria de Cimento	55
TABELA 17 - Participação do Consumo de Energia do Setor de Cimento, 1976-91	58

FIGURAS

	Pág
FIGURA 1 - Localização das Fábricas de Cimento no Brasil	29
FIGURA 2 - Produção Acumulada por Tipo de Cimento	35
FIGURA 3 - Fluxograma Detalhado do Processo Produtivo de Cimento	36
FIGURA 4 - Fluxograma Resumido do Processo Produtivo de Cimento	38
FIGURA 5 - Esquema de Fabricação do Cimento Segundo os Processos Via Úmida e Seca - Preparação das Matérias Primas	40
FIGURA 6 - Esquema de Fabricação do Cimento Segundo os Processos Via Úmida e Seca - Produção do Cimento Cru	41
FIGURA 7 - Esquema de Fabricação do Cimento Segundo os Processos Via Úmida e Seca - Transformação do Cru em Clínquer	42
FIGURA 8 - Esquema de Fabricação do Cimento Segundo os Processos Via Úmida e Seca - Moagem Final e Ensacamento	43
FIGURA 9 - Fases de Transformação do Crú em Clínquer nos Diferentes Tipos de Instalações	47
FIGURA 10- Processo de Produção do Clínquer	56
FIGURA 11- Consumo de Energia na Fabricação do Cimento	59
FIGURA 12 - Consumo de Energia no Setor de Cimento - 1976- 91.	60
FIGURA 13 - Consumo acumulado de Energia de Cimento - 1976-91.	13
FIGURA 14 - Participação do Consumo de Energia no Setor de Cimento - 1991	62

RESUMO EXECUTIVO

O consumo brasileiro de cimento esteve praticamente estagnado de 1986 a 1990, na faixa de 25 milhões de toneladas/ano. Tanto as importações como as exportações de cimento têm pequena participação no consumo aparente.

A indústria de cimento apresenta uma capacidade ociosa elevada e é altamente concentrada do ponto de vista da propriedade do capital. A participação estrangeira é mínima, em torno de 10%.

O custo do transporte onera muito o custo final do cimento no Brasil, onde a maior parte do cimento é embalada em sacos e transportada em caminhões.

Os preços de cimento no Brasil são mais altos do que os de muitos países, como por exemplo, os EUA. Um dos fatores inibidores do comércio internacional é o alto valor dos fretes, e no caso brasileiro, os elevados custos de utilização do sistema portuário.

Tecnologicamente, a Indústria de Cimento é madura, o que significa que as inovações são incrementais. Quem dá as diretrizes das mudanças tecnológicas, ou seja, quem "puxa" as inovações, são os fornecedores de equipamentos internacionais.

Do ponto de vista do consumo de energia, os índices de produtividade variam muito de planta para planta, denotando uma possibilidade de melhoria do parque industrial.

O maior consumo de energia está no forno, que utiliza, no Brasil, o óleo combustível.

As alternativas de implementação e redução de consumo e custo de energia, no âmbito brasileiro, podem se dar através de melhoria no processo produtivo e uso de combustíveis alternativos ao óleo diesel, como o carvão, mineral ou vegetal.

1. INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de cimento produz um dos mais importantes insumos utilizados na construção civil. O consumo de cimento vinha crescendo a taxas elevadas, desde 1967, alcançando um ponto de máximo em 1980, como aliás ocorreu com a maioria dos produtos, sinalizando o término de uma fase da economia brasileira. Por mais de uma década, desde 1981, as taxas de crescimento do consumo e da produção são insignificantes.

Por constituir esta indústria um oligopólio, ao longo do tempo tem sido objeto de controle de preço por parte do governo. Apesar disto, os preços de cimento no Brasil situam-se acima dos obtidos em outros países. Como se verá no texto a seguir, diversos são os fatores que inibem os fluxos de importação e exportação, com destaque para o valor dos fretes, a perecibilidade do produto e os custos de internalização

2. DIAGNÓSTICO SETORIAL

2.1 Evolução Nacional

O termo cimento é empregado para "toda e qualquer substância capaz de agregar fragmentos de matérias sólidas, abrangendo assim, substâncias químicas de composição variada, tais como colas, argilas etc. Na indústria de construção, o termo é aplicado às misturas nas quais ingressam compostos de cálcio e que apresentem a propriedade de endurecer em contato com o ar ou mesmo sob a água, recebendo neste último a denominação de cimento hidráulico" (BNDES, 1977).

A caracterização da evolução cíclica da indústria brasileira, de 1926 a 1980, feita por Prochnik (1983) é a seguinte:

- a) 1926 a 1930: ciclo de forte expansão do consumo e entrada de um produtor estrangeiro;
- b) 1930 a 1942: retração das importações, substituídas pela produção nacional;
- c) 1943 a 1954: crescimento rápido do consumo, mais do que em qualquer outra etapa, não acompanhado pelo aumento da capacidade produtiva instalada, provocando aumento das importações. Os produtores reagiram e a capacidade produtiva mais do que duplicou entre 1952 e 1956;
- d) 1955 a 1967: quedas nas importações devido ao forte aumento da capacidade produtiva instalada; entraram em operação grandes grupos estrangeiros;

e) 1968 a 1980: a demanda cresceu a taxas elevadas; as empresas reagiram com menor defasagem ao crescimento da demanda. Entraram no mercado novos fabricantes. A liderança do setor é bruscamente concentrada, com o Grupo Votorantim, adquirindo o segundo maior produtor, em 1977.

A partir de 1981, a economia brasileira entrou numa fase recessiva que vai até 1983; pode-se afirmar que 1985 representa uma fase de normalidade, após alguns ajustes macroeconômicos. O setor de cimento acompanhou de perto a evolução da economia. O ano de 1986, marcado pela euforia do Plano Cruzado, foi também favorável ao setor de cimento. Os anos seguintes repetiram o consumo de 1986, cerca de 25 milhões de toneladas de cimento portland.

A evolução do consumo aparente, produção, importação, exportação e capacidade nominal instalada no período de 1970 a 1991 é apresentada na Tabela 1. O consumo aparente passou de 9,3 milhões de toneladas em 1970 para 27,3 milhões de toneladas, em 1991, crescendo a uma taxa média de 5,3% ao ano. A produção apresentou comportamento semelhante, enquanto as importações caíram de 335 mil toneladas para 8 mil toneladas. A participação das importações no consumo aparente decresceu rapidamente passando de 3,6% para 0,03%, notando-se mesmo, em alguns anos, valores ainda menores. Outro aspecto que chama a atenção é o crescimento da capacidade ociosa do setor, principalmente a partir de 1981. Existe controvérsia sobre a capacidade instalada da indústria de cimento. Em 1986, de acordo com o CEMBUREAU (1987), a capacidade instalada era de 45 milhões de t/ano, com

TABELA 1 - BRASIL - Evolucao da Capacidade Instalada, Consumo Aparente de Cimento Portland, Total e Per Capita, 1970 - 9

ANO	CAPACIDADE INSTALADA (t) (a)	PRODUCAO (t) (b)	DESPACHO (t) (c)	EXPORTACAO (t) (d)	IMPORTACAO (t) (e)	CONSUMO APARENTE (t) (f) = c-d+e	POPULACAO RECENSEADA E ESTIMADA (hab) (g)	CONSUMO APARENTE PER CAPITA (kg/hab) (h) = f/g
1970	9.292	9.002.431	8.994.017	338	334.510	9.328.189	93.139.037	100,15
71	10.630	9.802.639	9.768.281	210	279.195	10.047.266	95.449.631	105,26
72	12.273	11.331.431	11.345.260	0	244.335	11.589.595	97.817.546	118,48
73	14.560	13.397.576	13.360.857	123.127	235.677	13.473.407	100.244.204	134,41
74	15.830	14.919.644	14.972.923	113.048	243.437	15.103.312	102.731.063	147,02
75	17.180	16.737.458	16.693.550	45.746	234.896	16.882.700	105.279.615	160,36
76	19.150	19.146.794	19.099.778	50.718	337.596	19.386.656	107.891.393	179,69
77	21.541	21.122.927	20.937.910	27.711	260.646	21.170.845	110.567.963	191,47
78	24.655	23.202.867	23.152.898	127.039	179.827	23.205.686	113.310.933	204,80
79	25.140	24.873.654	24.956.630	181.673	100.699	24.875.656	116.121.952	214,22
80	27.220	27.192.803	27.088.521	203.613	26.342	26.911.250	119.002.706	226,14
81	28.530	26.051.070	26.115.586	164.179	6.699	25.958.306	121.732.073	213,24
82	28.830	25.644.119	25.456.392	7.287	21.274	25.470.379	124.569.465	204,57
83	39.380	20.869.935	20.677.400	19.061	2.399	20.860.738	127.323.132	163,84
84	41.670	19.497.272	19.399.738	90.854	1.948	19.310.832	130.161.324	148,36
85	45.000	20.634.513	20.697.924	150.662	2.077	20.549.339	133.012.289	154,49
86	45.000	25.257.140	25.294.754	72.067	5.832	25.228.519	135.885.649	185,66
87	45.000	25.468.027	25.355.845	71.744	21.980	25.306.031	138.789.238	182,33
88	46.600	25.328.769	25.328.453	46.754	45.629	25.327.328	141.708.623	178,73
89	48.400	25.920.012	25.833.178	64.709	64.332	25.832.801	144.629.372	178,61
90	48.400	25.848.359	25.969.473	53.789	67.345	25.963.029	147.537.048	176,11
91	48.400	27.490.090	27.383.490	48.841	8.237	27.342.886	150.435.178	181,76

FONTES : (a) - (70 a 89) Relat. IPT n.28656/90, p.6.

Para o periodo 1985-89, capacidade instalada com base no CEMENTAUX (1987); para 1990 e 1991, repeticao de 1989.

(b a h) Sindicato Nacional da Industria do Cimento, p.42, 1991.

Importacao : CIEP/CEFP. Populacao : IBGE.

uma estimativa de 48,4 milhões de t/ano para 1989. A participação das exportações e importações de cimento na balança comercial brasileira é considerada desprezível.

O consumo aparente per capita de cimento no Brasil, em 1991, foi de 181,8 kg, substancialmente abaixo do observado em 1980, 226,1 kg que corresponde ao mais alto consumo per capita atingido no Brasil.

As taxas de crescimento do consumo e da produção de cimento, da produção industrial e do PIB no período 1926-91 são mostradas na Tabela 2. De modo geral, o consumo de cimento segue de perto a evolução do PIB. A título de exemplo, enquanto a economia brasileira crescia a 11,2% a.a no período 1967-73, o consumo de cimento evoluía a 12,9% a.a. O período seguinte, já sob o efeito da primeira crise do petróleo, apresenta menor crescimento do PIB, de 7,1% a.a, e do consumo de cimento, de 10,4% a.a. A década de 80 foi marcada pela estagnação econômica, o que também se refletiu no consumo de cimento.

2.2 Inserção Internacional

O número de países produtores passou de 71 em 1950 para 117 em 1980, devido a: a) técnica de produção relativamente estável; b) facilidade de aquisição dos equipamentos necessários no mercado internacional; c) abundância de calcário e argila; d) baixo valor do cimento por unidade de peso, desestimulando o comércio internacional.

TABELA 2 - BRASIL - Taxas Médias de Crescimento do Consumo e da Produção de Cimento, Produção Industrial e do PIB, em Períodos Seleccionados, 1926-91

(% a.a.)

Período	Produção de Cimento	Consumo de Cimento	Produção Industrial	PIB
1926-47	22,50	5,50	6,40	4,70
1926-30	60,10	3,60	2,00	5,10
1930-39	26,00	5,10	8,00	5,00
1939-47	3,40	6,90	6,90	4,20
1947-55	14,70	11,20	9,00	6,80
1955-62	9,20	7,90	9,80	7,10
1962-67	4,80	5,20	2,60	3,20
1967-73	13,10	12,90	12,70	11,20
1973-80	10,60	10,40	7,20	7,10
1980-84	-8,00	-8,00	-2,60	0,10
1984-85	5,80	2,10	8,27	7,95
1985-86	22,40	22,80	11,76	7,59
1986-87	0,80	0,30	1,10	3,62
1987-88	-0,50	0,10	-2,60	0,00
1988-89	2,33	2,18	2,88	3,20
1989-90	-0,28	0,57	-7,40	-4,03
1990-91	6,35	5,47	6,88	1,00 (1)

(1) Dados preliminares

Fontes : Dados sobre Cimento: (SNIC, 1973, 1988 E 1991)

Dados sobre Indústria e Produto: 1926-1947 (Haddad - 1978)

1947-73 (FGV) ; 1973-88 (Conjuntura Econômica - Set/88, Set/92)

IESP - Indicadores 1992

CYCIM

A produção de cimento é concentrada em poucos países. Em 1990, a produção dos cinco maiores países, 546 milhões de toneladas, correspondia a 47,3% do total mundial (1,1 bilhão de toneladas). De 1981 em diante, nota-se a entrada de novos países, com produção relativamente grande, como é o caso da Índia e Coréia do Sul. Destaca-se a liderança assumida pela China, que passou de 80 milhões de toneladas produzidas em 1980, para 208 milhões de toneladas em 1990 (Tabela 3).

As exportações e importações de cimento representam uma proporção relativamente pequena da produção mundial. Uma possível explicação, além daquelas enumeradas anteriormente, é que os países, na medida em que observam um crescimento de suas importações de cimento, procuram substituí-las, através da implantação e/ou expansão de unidades produtoras de cimento.

Dentre os 13 maiores países produtores de cimento, os que apresentam consumo per capita acima de 500 kg são Itália, Japão, Coréia do Sul e Espanha. Embora sendo o maior produtor mundial, o consumo da China é de 180 kg per capita, um valor próximo ao observado no Brasil.

A participação do Brasil no mercado internacional de cimento é bastante pequena, como aliás ocorre com os demais países.

As perspectivas de um aumento no comércio internacional de cimento estão ligadas a: diminuição do custo de transporte, melhorias nos esquemas de manuseio e distribuição, diminuição das barreiras tarifárias e garantias de fornecimento regular de cimento.

TABELA 3 - Evolução da Produção e do Consumo Aparente de Cimento, Principais Países, 1980-90

(em 1000t)

Países	Mercado e Produção	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
China	Produção	80.000	82.897	95.200	108.250	121.090	142.221	166.060	179.866	204.144	206.000	202.030
	Cons.Apar.	79.400	82.280	94.860	109.300	122.280	144.221	168.860	181.800	204.344	207.350	20.930
	C. Ap. per Capita	80	82	92	103	116	136	157	167	185	185	180
U.R.S.S.	Produção	124.800	127.169	124.000	128.020	129.866	131.000	133.800	136.478	138.100	140.300	135.000
	Cons.Apar.	122.078	124.634	122.033	126.003	127.885	129.653	133.447	134.956	137.000	138.800	133.500
	C. Ap. per Capita	460	466	452	462	465	467	476	477	483	486	472
Japão	Produção	87.410	84.406	80.374	80.529	78.432	72.559	71.002	71.400	77.516	79.478	86.973
	Cons.Apar.	82.425	77.870	73.078	70.514	70.657	67.749	68.881	71.180	77.518	78.697	83.605
	C. Ap. per Capita	704	659	617	591	589	561	567	583	632	639	
E.U.A.	Produção	68.243	65.055	57.476	63.685	70.470	70.666	71.475	70.941	69.734	70.026	68.625
	Cons.Apar.	70.398	66.510	59.533	69.500	77.200	79.543	82.335	84.120	83.766	82.315	80.988
	C. Ap. per Capita	310	287	257	296	326	332	341	345	340	331	324
Itália	Produção	41.932	42.996	41.570	40.175	38.891	37.361	35.973	37.008	38.556	40.522	
	Cons.Apar.	41.215	42.657	41.248	39.730	38.601	37.336	36.442	37.392	40.290	42.297	
	C. Ap. per Capita	723	746	729	701	677	654	637	652	701	735	
Índia	Produção	17.756	20.867	20.409	25.356	29.089	31.750	33.640	36.986	42.990	44.620	47.340
	Cons.Apar.	19.988	22.266	21.857	28.326	29.373	31.250	33.921	39.104	40.901	44.477	47.140
	C. Ap. per Capita	30	32	30	39	39	42	44	47	51	55	
Coreia do Sul	Produção	15.573	15.600	17.912	21.214	20.359	20.498	23.225	25.861	28.595	30.474	33.575
	Cons.Apar.	13.172	12.439	14.301	17.649	18.506	18.976	20.387	22.755	26.202	28.212	33.810
	C. Ap. per Capita	345	321	364	442	456	462	490	547	624	666	

(continua)

2.3 Políticas Setoriais

Prochnik (1983) observou que 1968 marcou o início de um ciclo econômico que perdurou até 1980. A construção civil foi um dos mais importantes setores na retomada do crescimento.

A construção civil habitacional foi bastante impulsionada no período pós 1964, com a criação do Banco Nacional da Habitação (BNH) e com a promulgação de leis do inquilinato e das incorporações. Foram ainda aprovadas as leis de estímulo à construção civil.

Além de construção civil habitacional, nota-se também a importância da construção de rodovias e barragens no consumo de cimento.

Um outro aspecto a considerar é a fixação de metas pelos planos de desenvolvimento. O I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND) - 1972-74, colocava como meta elevar a capacidade instalada de 9,3 milhões de toneladas de cimento em 1970, para 17,5 milhões de toneladas. No II PND (1974), a estratégia industrial baseava-se, entre outros aspectos, no desenvolvimento dos setores de base, dentre os quais se destacam os insumos básicos. A produção de cimento era contemplada na categoria insumos básicos. O II PND admitia que o setor privado seria o principal responsável pela área de insumos básicos e a meta da capacidade instalada era de 26 milhões de toneladas. As metas definidas pelos dois referidos planos quanto à capacidade instalada da indústria de cimento não foram alcançadas na época.

A vista do exposto, conclui-se então que de um lado políticas governamentais propiciaram um crescimento continuado da demanda, ao financiarem projetos habitacionais, construções de hidrelétricas, estradas de rodagem etc, por outro lado, facilitaram a expansão da oferta ao estabelecerem linhas de crédito aos industriais para implantação e/ou expansão de fábricas de cimento. Mais recentemente, as empresas industriais puderam utilizar-se de linhas de crédito para mudança de processos de produção.

Em 26 de Junho de 1990, foi assinada a portaria nº 365 do Ministério de Estado da Economia, Fazenda e Planejamento, que apresenta as "Diretrizes Gerais para a Política Industrial e de Comércio Exterior". Trata-se do maior esforço feito pelo Governo, pós 1964, para modernizar e abrir a economia brasileira, atribuindo um maior papel para o capital privado, redefinindo o papel do Estado e instituindo mecanismos para atingir maior competitividade e melhores produtos na indústria brasileira.

No que se refere à indústria de cimento, acredita-se que a nova política econômica pouco efeito trará, pois apresenta: capacidade ociosa elevada; economias de escala significativas; produto com baixo valor por unidade de peso, o que dificulta o transporte a longas distâncias; nível de evolução tecnológica alto, mormente após as mudanças de processo de via úmida para via seca. Estes fatores dificultam a entrada de novos grupos econômicos que poderiam aumentar a competição. Uma possibilidade seria o aumento das importações, porém a infra-estrutura portuária e de transporte não favorece tal iniciativa. Assim, as

perspectivas de mudanças em indústrias deste tipo dependem de um crescimento firme, continuado e a taxas relativamente altas da economia brasileira, por um período longo de tempo.

De um modo geral, os preços de cimento foram controlados pelo governo desde a criação do CIP (Conselho Interministerial de Preços). Este controle às vezes se mostrou excessivamente rigoroso com o setor produtor de cimento, estabelecendo preços que não acompanhavam a evolução dos custos de produção. Apenas para compreender o que ocorreu no período mais recente, a partir de 1989, basta dizer que em dezembro de 1988 o setor de cimento apresentava solicitação de reajuste de preço ao CIP, argumentando uma defasagem de 67% do preço do cimento, em relação aos custos de produção. No entanto, os aumentos autorizados ficaram aquém dos solicitados : em 02/01/89, o CIP autorizou o reajuste de 24,5% e, em seguida, no dia 13, ao proceder a um realinhamento geral dos preços sob seu controle, autorizou o reajuste de 28,53%, congelando-os a seguir, em consequência da implantação do "Plano Verão". A partir de maio, o CIP adotou a estratégia de liberar aumentos percentuais lineares, até o mês de setembro inclusive. De outubro em diante o critério passou a ser o de dar reajustes equivalentes a 90% do IPC, automaticamente, sem necessidade de autorização do CIP. (SNIC, 1989).

Em 15/03/90, a Medida Provisória nº 154, transformada na Lei nº 8.030 em 12/04/90, vedou por tempo indeterminado os reajustes de preços de quaisquer mercadorias e serviços sem a prévia autorização do Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento. Apenas em 02/07/90, através da Portaria nº 378, do MEFP, os

preços do cimento portland, que estavam congelados, foram liberados. No entanto, os produtores não corrigiram a defasagem de 45% imediatamente, mas sim através de uma política de lenta recuperação que não foi completada em 1990. (SNIC, 1990).

O cronograma de recuperação ainda não havia atingido seu término, quando em 30/01/91 o Governo Federal decretou o Plano Collor II, congelando os preços dos produtos e serviços e autorizando novo aumento para derivados de petróleo e energia elétrica. Em caráter especial foi concedido um reajuste de 9,8% para o setor de cimento, em 18/03/91. Através de negociações na câmara da construção civil, o cimento continuou a ser reajustado em percentuais abaixo de 10%, juntamente com a grande maioria dos materiais de construção.

A portaria nº 659, de 11/07/91, liberou os preços do cimento praticados pelo comércio atacadista e/ou varejista e, em 01/11/91, a portaria nº 265 liberou os preços praticados pelos produtores. (SNIC, 1991).

2.4 A produção de cimento e o Mercosul

Em 1991, estavam em operação no Brasil 55 fábricas que produziram aproximadamente 27,6 milhões de toneladas de cimento; a maioria delas localizava-se nas regiões Sudeste (28 fábricas) e Sul (7 fábricas), sendo responsáveis por 60,2% e 15,8%, respectivamente, da produção nacional.

A competição entre os produtores de cimento é usualmente limitada a mercados regionais, devido ao baixo valor específico do produto. O custo do transporte onera muito o custo final,

principalmente no Brasil, onde a maior parte do cimento despachado é embalada em sacos e transportada em caminhões, devido à irregularidade do transporte ferroviário e por ser utilizado apenas em certos trechos. A maioria das fábricas não está situada ao longo das vias férreas e o transporte sem transbordo demandaria a construção de custosos ramais. Em 1991, 87,6% do despacho de cimento portland foi feito por rodovia e 12,4% por ferrovia. Ainda neste ano, 83,9% do cimento portland despachado foi em sacos de 50 kg.

A regionalização do mercado é um fator importante na determinação da localização de uma fábrica, reforçado por ser o cimento um produto homogêneo, de nada adiantando gastos de propaganda ou em diferenciação de produto.

Quase todo cimento no Brasil é produzido por grupos privados nacionais. Apenas dois grupos estrangeiros, Holderbank (Suíça) e Lafarge (França) operam neste setor industrial, respondendo por 10,8% do total brasileiro, com fábricas nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Estes grupos são grandes produtores mundiais de cimento, com filiais em diversos países.

A produção de cada grupo econômico, por região, é apresentada na Tabela 4. Foi estimado o consumo por região, o que permitiu avaliar o déficit ou superávit em cada região. Um aspecto que chama a atenção é a presença marcante de alguns produtores de cimento, como é o caso do Grupo Votorantim, responsável por 42,9% do total brasileiro e com grande participação na produção da região composta por Rio Grande do Sul e Santa Catarina e de outras regiões.



TABELA 4 - BRASIL Produção dos Grupos nos Mercados Regionais de Cimento, 1991

(em toneladas)

Grupo	Região								Brasil
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	AC, AM PA, AP	MA, PI TO	CE, RN PB, AL PE	SE, BA	MG, GO DF	RJ, ES	SP, PR MT, MS	RS, SC	
	RO, RR								
Lafarge (CHCP)/Franca	-	-	-	-	839.864 (9)	646.026 (18)	-	-	1.485.890 (5)
Votorantim	-	-	11.319.923 (49)	746.764 (78)	2.023.971 (22)	880.189 (25)	5.336.141 (65)	1.481.907 (72)	11.788.895 (43)
Severino P. Silva (Paraíso)	-	-	-	-	633.320 (7)	648.649 (18)	-	-	1.281.968 (5)
Tupi	-	-	-	-	466.614 (5)	464.820 (13)	-	-	931.434 (3)
Vidigal	-	-	-	-	-	-	183.620 (2)	-	183.620 (1)
João Santos	629.054 (100)	174.003 (100)	630.178 (23)	-	-	863.710 (24)	783.004 (9)	-	3.079.954 (11)
CPA/Caue	-	-	-	-	1.062.382 (12)	-	-	-	1.062.382 (4)
Matsulfur	-	-	-	-	980.000 (11)	-	-	-	980.000 (4)
Holderbank/Suica	-	-	-	-	1.313.912 (14)	-	156.070 (2)	-	1.469.982 (5)
Sanflu (Serrana)	-	-	-	-	-	-	583.550 (7)	568.352 (23)	1.151.902 (4)
Camargo Correa	-	-	-	-	-	-	711.254 (9)	-	711.254 (3)
Sirama (Itambe)	-	-	-	-	-	-	508.757 (6)	-	508.757 (2)
Soeicom	-	-	-	-	958.654 (10)	-	-	-	958.654 (3)
Julio M. Filho (Cisafra)	-	-	-	205.708 (22)	-	-	-	-	205.708 (1)
Brennand (Atol)	-	-	737.675 (27)	-	669.724 (7)	-	-	-	1.406.399 (5)
Ciplan (Atalla)	-	-	-	-	236.864 (3)	-	-	-	236.864 (1)
Cibrex	-	-	-	-	-	46.427 (1)	-	-	46.427 (0)
Perus	-	-	-	-	-	-	-	-	0 (0)
TOTAL	629.054 (100,00)	174.003 (100,00)	12.687.776 (100,00)	952.472 (100,00)	9.184.305 (100,00)	13.549.820 (100,00)	8.262.396 (100,00)	2.050.259 (100,00)	27.490.090 (100,00)
CONSUMO	909.394	381.163	12.374.060	11.396.103	4.834.090	13.613.441	111.037.709	2.768.687	27.334.649
(DEFICIT) SUPERAVIT	-280.340	-105.722	313.716	-443.631	4.350.215	-63.621	-2.775.313	-738.430	155.441

Obs.: () = participação percentual.

Fonte: SNIC. Dados Elaborados pelo IPT/DES.

Em 1991, operavam oito grandes fábricas, com produção superior a 800 mil t/ano cada uma, das quais cinco em Minas Gerais. Com produção abaixo de 400 mil t/ano havia 24 fábricas e entre 400 mil t/ano e 800 mil t/ano, 23 fábricas.

A produção de cimento por tipo, no período 1970-91, é apresentada na Tabela 5. O cimento comum é preponderante no total produzido, com 20,6 milhões de toneladas em 1991, seguido pelo cimento pozolânico e de alto forno, com 3,4 milhões de toneladas cada.

O Brasil, além de apresentar capacidade ociosa em sua indústria de cimento, é pequeno importador do produto. O aumento das importações até 1990 ocorreu em função da elevação das importações do cimento tipo comum, da Argentina e Uruguai, para atender as cidades fronteiriças do Rio Grande do Sul, com vantagem de preço sobre o produto nacional. Esse comércio, segundo o SNIC (1988), ocorreu devido à isenção do imposto de importações oferecida pelo Governo Brasileiro nos acordos que assinou com os países - membros da ALADI.

Em 1991, as importações de cimento alcançaram apenas 8,2 mil toneladas, com queda de 87,8% em relação ao ano anterior, explicada pelo SNIC (1991) pela diminuição significativa da entrada de cimento da Argentina e Uruguai no Estado do Rio Grande do Sul. Nesse ano entraram 3.450 toneladas de cimento comum e 222 toneladas de cimento branco na cidade gaúcha de Uruguaiana, vindos da Argentina. (Tabela 6)

TABELA 5 - BRASIL - Evolução da Produção de Cimento, por Tipo, 1970-91

(ea toneladas)

Ano	Tipo de Cimento						Total	Variação Porcentual
	Comum	Alto Forno	Pozolânico	Branco	Alta Resistência	Alvenaria		
1970	8.085.346	683.231	191.707	42.147	-	-	9.002.431	15,07
1971	8.630.164	806.884	321.192	44.399	-	-	9.802.639	8,89
1972	10.157.845	769.278	398.366	46.368	9.604	-	11.381.461	16,11
1973	11.858.052	975.391	504.316	47.603	12.209	-	13.397.576	17,71
1974	13.012.318	1.120.461	694.303	51.324	41.218	-	14.919.644	11,36
1975	14.553.916	1.191.182	895.550	56.966	39.844	-	16.737.458	12,18
1976	14.554.916	1.109.022	1.083.014	66.320	31.296	-	16.844.568	0,64
1977	16.657.142	1.424.827	1.152.352	66.586	24.316	-	19.525.203	15,91
1978	18.454.866	1.933.639	1.161.392	70.064	18.867	-	21.638.828	10,83
1979	20.018.905	2.494.909	1.446.973	68.776	10.203	-	24.039.766	11,10
1980	22.006.212	3.084.939	2.027.267	74.365	-	-	27.192.803	13,12
1981	21.243.776	2.315.170	2.423.009	66.398	717	-	26.051.070	-4,20
1982	19.878.276	2.231.166	3.190.219	68.073	703	275.662	25.646.119	-1,56
1983	15.627.163	1.813.842	3.046.112	61.813	-	121.005	20.869.935	-18,62
1984	14.751.231	1.600.958	2.837.389	53.295	-	54.399	19.497.272	-6,58
1985	15.123.643	2.076.436	3.346.974	56.482	-	30.978	20.634.513	5,83
1986	18.578.948	2.464.143	4.115.403	66.666	-	31.980	25.257.140	22,40
1987	17.958.386	2.670.676	4.752.512	57.794	-	28.668	25.468.036	0,83
1988	17.855.122	2.962.376	4.427.497	49.326	-	34.448	25.328.769	-0,55
1989	18.787.621	3.432.211	3.609.027	52.462	-	38.691	25.926.012	2,33
1990	19.003.269	3.502.644	3.283.309	44.091	-	15.046	25.848.359	-0,28
1991	20.610.912	3.360.891	3.445.764	46.427	-	6.036	27.490.090	6,35

Fonte : SNIC

FYTMRB

TABELA 6 - BRASIL - Evolucao das Importacoes de Cimento, por Tipo, 1970-91
(em toneladas)

Ano	Comum	Hidraulico Aluminoso	Branco	Outros Cimentos Hidraulicos	Total	Variacao Percentual Anual
1970	328243	-	2798	3469	334510	-45,10
1971	275406	2690	1037	62	279195	-16,54
1972	236066	2653	5597	19	244335	-12,49
1973	228687	3701	2993	296	235677	-3,54
1974	238482	4854	95	6	243437	3,29
1975	228222	5902	240	532	234896	-3,51
1976	331978	5331	60	227	337596	43,72
1977	256131	4489	24	2	260646	-22,79
1978	172667	5882	27	1251	179827	-31,01
1979	93485	7166	30	18	100699	-44,00
1980	18851	7438	-	53	26342	-73,84
1981	2765	4097	-	37	6899	-73,81
1982	18000	2971	-	303	21274	208,36
1983	335	2664	-	-	2399	-88,72
1984	-	1939	-	9	1948	-18,80
1985	-	2057	-	20	2077	6,62
1986	3030	2801	-	1	5832	180,79
1987	19700	2241	-	39	21980	278,89
1988	43159	2180	269	21	45629	107,59
1989	61257	1395	1208	177	64332	40,99
1990	63915	1301	1493	4	67345	4,68
1991	4130	3057	222	25	8237	-87,77

Fonte : SHIC

É importante destacar o compromisso firmado em 14/06/91, em Brasília, na sede da Coordenação Técnica de Tarifas (CTT) do Departamento de Comércio Exterior (DECEX) do Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, pelo qual Brasil, Argentina e Uruguai concordam que as exportações de cimento portland para o Brasil não se realizariam a preço inferior a US\$ 80,00/t ensacada ex-fábrica, preço este praticado em seus mercados internos na ocasião.

As exportações brasileiras de cimento, a partir de 1986, situaram-se em torno de 50 mil t, sendo Bolívia e Paraguai, os principais compradores. Num passado relativamente recente, a Argentina constava no rol de países importadores do cimento brasileiro (Tabela 7). De qualquer modo, as exportações brasileiras deste produto representam uma parcela muito pequena da produção brasileira. Um detalhamento do mercado exportador brasileiro de cimento, por tipo, fábrica de origem e país de destino é mostrado na Tabela 8.

A evolução da produção, consumo aparente e per capita, exportação e importação, nos quatro países do MERCOSUL, no período 1980-89 é apresentada na Tabela 9. Em 1989, as produções da Argentina, Uruguai e Paraguai, atingiram 5,2 milhões de toneladas de cimento, o que representa 20% do total produzido no Brasil. Note-se que enquanto no Brasil a produção caiu levemente entre 1980 e 1989, na Argentina a queda foi substancial, passando de 7,1 milhões t para 4,4 milhões t. Em todos os países do Mercosul o comércio internacional de cimento apresenta pouca importância.

TABELA 7 - BRASIL - Evolução das Exportações de Cimento, por Tipo e País, 1970-91

(em toneladas)

Ano	Tipo de Cimento					País Importador
	Comum	Branco	Pozolânico	Total	Variacao Percentual	
1970	338	-	-	338	-71,36	Bolivia
1971	210	-	-	210	-37,87	Bolivia
1972	-	-	-	-	-100,00	-
1973	123.123	4	-	123.127	-	Bolivia, EUA, Guiana, Nigeria, S. Leoa, Rep. Dominicana.
1974	113.000	48	-	113.048	-6,19	Bolivia, Guiana, Nigeria
1975	44.965	781	-	45.746	-59,53	Bolivia, Paraguai, Guiana
1976	49.694	1.024	-	50.718	10,87	Bolivia, Paraguai, Chile, Guiana.
1977	26.751	960	-	27.711	-45,36	Bolivia, Paraguai.
1978	125.101	1.938	-	127.039	358,44	Bolivia, Paraguai.
1979	178.300	1.373	2.000	181.673	43,01	Bolivia, Paraguai.
1980	199.318	2.095	2.200	203.613	12,08	Bolivia, Paraguai, Argentina.
1981	160.070	2.322	1.787	164.179	-19,37	Bolivia, Paraguai, Argentina.
1982	6.980	307	-	7.287	-95,56	Bolivia, Paraguai.
1983	18.894	167	-	19.061	161,58	Bolivia, Paraguai, Chile.
1984	90.456	398	-	90.854	376,65	Bolivia, Paraguai, Chile, Congo, S. Leoa, Índia, Equador, Porto Rico.
1985	146.119	4.543	-	150.662	65,83	Bolivia, Paraguai, Chile, Índia, Angola, Iemen do Sul, Haiti, Equador, Panama, Porto Rico.
1986	63.117	8.950	-	72.067	-52,17	Bolivia, Paraguai, Chile, Panama, Haiti, P.Rico, Equador, Nigeria.
1987	65.908	5.836	-	71.744	-0,45	Bolivia, Paraguai, Chile, Panama, Haiti, P.Rico, Equador, Jamaica, Índia.
1988	44.900	1.854	-	46.754	-34,83	Suriname, Bolivia, Paraguai, Argentina.
1989	62.792	1.715	202	64.709	38,40	Bolivia, Paraguai
1990	52.264	1.525	-	53.789	-16,87	Bolivia, Paraguai
1991	47.173	1.668	-	48.841	-9,20	Bolivia, Paraguai

TABELA 8 - BRASIL - Exportação de Cimento Portland por Tipo, Segundo a Origem (Fábrica) e o Destino (País), 1983-91

Origem - Fabrica	UF	Tipo	Destino :	Ano									
				País	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Aratu	BA	Comun	Bolivia	375	80	80	0	0	0	100	0	0	
Cauê	MG	Comun	Congo	0	4.204	0	0	0	0	0	0	0	
Alvorada	RJ	Comun	India	0	10.200	12.001	0	19.707	0	0	0	0	
		Comun	Bolivia	0	0	0	625	0	0	0	0	0	
		Comun	Jesem do Sul	0	0	2.600	0	0	0	0	0	0	
Citrez (Irajá)	RJ	Branco	Bolivia	167	398	569	627	881	84	0	0	174	
		Branco	Chile	100	91	298	744	1.048	0	0	0	0	
		Branco	Equador	0	136	235	1.105	440	0	0	0	0	
		Branco	Paraguai	0	325	855	1.266	1.219	1.770	1.715	1.525	1.494	
		Branco	Porto Rico	0	1.156	1.178	1.195	798	0	0	0	0	
		Branco	Panama	0	0	288	849	979	0	0	0	0	
		Branco	Angola	0	0	818	0	0	0	0	0	0	
		Branco	Haiti	0	0	302	1.164	430	0	0	0	0	
		Branco	Nigeria	0	0	0	2.000	0	0	0	0	0	
		Branco	Jamaica	0	0	0	0	41	0	0	0	0	
Maringá	SP	Comun	Paraguai	0	1.500	3.808	0	0	0	0	0		
Itabira	SP	Comun	Paraguai	1.500	0	0	0	0	0	0	0		
Votorantim	SP	Comun	Serra Leoa	0	2.708	0	0	0	0	0	0		
Itaúbe	PR	Comun	Paraguai	0	8.377	28.837	35.519	35.362	40.152	47.722	30.101	21.735	
Itaú do Paraná	PR	Comun	Paraguai	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rio Branco	PR	Comun	Paraguai	0	4.085	11.198	0	0	148	2.839	5.631	7.093	
		Pozolânico	Paraguai	0	0	0	0	0	0	202	0	0	
Itaú de Corumbá	MS	Comun	Bolivia	1.289	744	7.325	10.586	8.143	3.280	8.705	11.592	9.650	
		Comun	Paraguai	14.630	56.850	72.211	12.630	1.000	540	3.426	4.940	7.995	
		Comun	Argentina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mauá - Cantagelo	RJ	Comun	Paraguai	0	0	663	280	1.546	0	0	0	0	
Santa Rita - Itapevi	SP	Comun	Paraguai	0	0	70	0	0	0	0	0	0	
Santa Rita - Salto	SP	Comun	Paraguai	0	0	4.488	2.205	0	0	0	0	0	
Serrana	SP	Comun	Paraguai	0	0	3.438	1.272	0	0	0	0	0	
Boicôm	MG	Comun	Suriname	0	0	0	0	0	800	0	0	0	
Pirineus	GO	Comun	Bolivia	0	0	0	0	105	0	0	0	0	
Tocantins	PE	Comun	Bolivia	0	0	0	0	105	0	0	0	0	
Rato Grosso	MT	Comun	Bolivia	0	0	0	0	0	0	0	0	500	
TOTAL				19.061	90.654	150.662	72.067	71.744	46.754	64.709	53.789	48.841	

Fonte : SNIC.

XCINTOD

TABELA 9 - Evolução da Produção, Exportação, Importação e Consumo Aparente de Cimento, Países do MERCOSUL, 1980-89

(em 1000t)

Países	Mercado e Produção	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Brasil	Produção	27.193	26.051	25.644	20.870	19.497	20.635	25.257	25.468	25.329	25.920
	Exportação	204	164	7	19	91	151	72	72	47	65
	Importação	26	7	21	2	2	2	6	22	46	64
	Cons. Apar.	26.911	25.958	25.470	20.862	19.401	20.547	25.229	25.306	25.328	25.832
	C. Ap. per Capita	211	214	201	161	146	152	186	179	175	175
Uruguai	Produção	699	619	564	412	346	327	338	426	418	489
	Exportação	69	22	2	0	0	0	4	7	19	36
	Importação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cons. Apar.	623	588	556	412	346	327	334	419	455	453
	C. Ap. per Capita	215	201	188	139	116	106	112	138	149	147
Argentina	Produção	7.133	6.652	5.624	5.623	5.224	4.630	5.554	6.302	6.028	4.449
	Exportação	0	70	205	91	100	139	360	227	263	245
	Importação	210	22	5	0	0	0	0	0	0	0
	Cons. Apar.	7.529	6.604	5.600	5.818	5.155	4.513	5.334	6.302	5.765	4.194
	C. Ap. per Capita	278	235	197	186	171	148	172	202	182	131
Paraguai	Produção	177	156	111	153	160	218	300	257	260	270
	Exportação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Importação	120	124	164	100	120	153	90	30	30	50
	Cons. Apar.	297	280	271	253	280	300	320	287	290	320
	C. Ap. per Capita	97	86	80	80	85	81	84	73	72	77
Total	Produção	35.202	33.478	31.943	27.058	25.227	25.810	31.449	32.453	32.035	31.128
	Exportação	272	256	214	110	191	290	456	306	329	346
	Importação	356	153	190	102	122	155	96	52	76	114
	Cons. Apar.	35.360	33.430	31.897	27.345	25.182	25.687	31.217	32.314	31.838	30.799
	C. Ap. per Capita	220	215	198	164	149	149	180	180	174	165

Fonte : CEREUZEAU - European Cerent Association. (World Statistical Review n.º 3 a 10)

Duas variáveis são relevantes para entender o mercado de cimento: a localização da empresa e a composição da fábrica em termos dos fornos (tamanho, antiguidade etc.). Entre as barreiras à entrada citam-se o alto investimento inicial, a questão das boas áreas de calcário calcítico, já bloqueadas por decretos ou concessões de lavra e a grande ociosidade da atual capacidade produtiva.

São Paulo é o maior consumidor de cimento no Brasil com 31,3% do total seguido por Minas Gerais e Rio de Janeiro, com 12,6% e 10,9%, respectivamente, em 1991. Note-se que 3,5 milhões de toneladas consumidas no Estado de São Paulo originaram-se de outras unidades da federação; ao mesmo tempo este estado enviou 519 mil toneladas para outros estados. O Estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional com 7,3 milhões de toneladas despachadas e o maior exportador para outras unidades da federação, com 4,2 milhões de toneladas despachadas em 1991. O Rio de Janeiro recebe aproximadamente um milhão de toneladas de cimento de outros estados. Vê-se, assim, que o volume transportado de cimento atinge cifras expressivas, sobrecarregando o sistema de transportes.

Um perfil da distribuição do cimento consumido no Brasil é apresentado na Tabela 10. A maior parte, 77,6% do total em 1991, é distribuída através de revendedores. As concreteiras respondiam por 8,7%, enquanto os consumidores industriais por 8,3%.

TABELA 10 - BRASIL - Perfil da Distribuição do Cimento Portland Consumido, 1990-91

Segmentos de Distribuição e Consumo	1990		1991	
	Quant. Consumida (t)	Participação Percentual	Quant. Consumida (t)	Participação Percentual
1. Revendedores	19.673.171	75,91	21.202.281	77,57
2. Concreteiras	2.408.426	9,29	2.389.750	8,74
3. Outros :	3.834.087	14,79	3.742.618	13,69
a. Consumidores Industriais :	2.134.456	8,24	2.257.619	8,26
i. Fibrocimento	994.947	3,84	1.093.838	4,00
ii. Pre-Moldados	576.545	2,22	534.316	1,95
iii. Artefatos	562.964	2,17	629.465	2,30
b. Consumidores Finais :	1.699.631	6,56	1.484.999	5,43
i. Construtoras e Empreiteiras	1.370.957	5,29	1.174.281	4,30
ii. Órgãos Públicos	153.385	0,59	161.380	0,59
iii. Prefeituras	175.289	0,68	149.338	0,55
Total	25.915.684	100,00	27.334.849	100,00

Fonte : SHIC (1991).

2.5 Faturamento, Preço e Localização da Indústria de Cimento

O setor de cimento e cal, de acordo com a Revista Visão - Quem é Quem na Economia Brasileira, 1991, apresentou um faturamento de 126,9 bilhões de cruzeiros em 1991. O lucro líquido de 35,2 bilhões de cruzeiros correspondeu a 27,7% do faturamento. O número de empregados, a maioria no subsetor de cimento, era de 30.722 pessoas (Tabela 11).

A evolução dos preços de cimento e cal é apresentada na Tabela 12. Nota-se que os preços reais mostraram flutuação relativamente alta no período 1970-92. Em 1990 e em 1991, os preços reais de cimento caíram acentuadamente, recuperando-se em 1992. Foram calculados também os preços em dólares correntes e em dólares considerando-se a inflação norte-americana. De modo geral, o setor tem conseguido manter seus preços reais estáveis desde 1983.

O preço internacional de cimento, em alguns países, em junho de 1990, de acordo com levantamento feito pela Associação Paulista de Empreiteiras de Obras Públicas (APEOP), em dólares por tonelada FOB era o seguinte : 26 (Síria), 30 (Irake), 40 (Grécia), 42 (Arábia Saudita), 52 (México), 58 (Uruguai), 60 (Tunísia) e 66 (Argentina). Nos EUA, o preço situava-se em torno de US\$ 50,00/tonelada, preço que tem sofrido pequena variação desde 1983. Observe-se que poder-se-ia conseguir preços ainda menores dependendo das quantidades comercializadas. Como já foi dito, um dos fatores que inibe os fluxos do comércio internacional é o alto valor do frete. Mas, além disso há fatores

TABELA 11 - BRASIL - Patrimônio Líquido, Faturamento, Lucro Líquido e Número de Empregados por Empresa de Cal e Cimento, 1991
Valores monetários em Cr\$ 1.000.000,00

Empresa	Estado	Grupo	Patrimônio Líquido	Faturamento	Lucro Líquido	Número de Empregados
Cia Cimento Portland Paraíso (*)	SP	Severino Pereira da Silva	36.931	9.936	-563	3.354
Cia Cimento Portland Rio Branco	PR	Votorantim	29.608	8.028	5.211	701
Cia Cimento Portland Itau (*)	MG	Votorantim	25.832	10.684	5.912	1.895
Itabira Agro Indl S/A	ES	Joao Santos	20.090	8.568	1.953	1.380
Ciminas Cimento Nacional de Minas S/A (*)	SP	Holderbank	15.653	6.427	-3.195	763
Itapessoca Agro Indl S/A	PE	Joao Santos	14.208	1.344	53	300 V
Camargo Correa Indl S/A	SP	Camargo Correa	12.628	3.470	1.163	820 V
Cimentos do Brasil S/A Cibrasa (*)	PA	Joao Santos	11.291	2.376	684	400 V
Cimento Santa Rita S/A (*)	SP	Votorantim	10.978	5.555	369	1.000 V
Soelicon S/A Soc Enprs Indl Coals Min	MG		10.961	2.355	462	477
Cia Agro Indl de Monte Alegre (*)	PA	Joao Santos	10.656	7	-4	800 V
Cimento Portland Mato Grosso S/A (*)	MT		8.534	- P	973 P	144
Cia Cimento Portland Poty	PE	Votorantim	8.443	835	610	700 V
Cimento Maua S/A	RJ	Lafarge	8.214	6.789	4.641	1.100 V
Cimento Caue S/A (*)	MG	CPA Caue	8.138	6.909	426	1.671
Cia Catarinense de Cimento Portland (*)	SC	Votorantim	7.677	2.595	399	186
Cia Cimento Portland Gaucho (*)	RS	Votorantim	7.671	4.040	1.577	561
Cimento Poty da Paraíba S/A	PB	Votorantim	7.491	3.598	517	50 V
Cia Mata Sulfurosos Matsulfur (*)	MG		7.154	4.176	612	613
Cia Cimento Atol (*)	AL	Brennand	6.465	1.651	750	430
Cia Cearense Cimento Portland	CE	Votorantim	6.103	3.444	1.043	500 V
Cimbage Cimento Min Bage S/A	RS	Sanflu	5.762	2.421	364	383
Cia Paraíba Cim Portland Cimepar (*)	PB	Brennand	5.678	2.080	1.097	418
Itaguassu Agro Indl S/A	SE	Joao Santos	5.422	- P	- P	200 V
Ical Ind Calcinacao Ltda	MG		4.798	2.698	1.842	715
Serrana S/A de Mineracao	SP	Sanflu	4.650	3.831	-1.117	1.200 V
Cimento Sergipe S/A Cimesa	SE	Votorantim	4.498	2.933	770	5.550 V
Cia Cimento Itambe	PE	Sirana	4.229	2.158	1.766	400 V
Cimento Tupi S/A (*)	RJ		3.981	4.294	468	571
Cimento Itau Parana S/A CIPSA	PR	Votorantim	3.849	2.099	1.867	280 V
Cimento Pirineus S/A	DF	Votorantim	3.807	1.090	542	250 V
Cimento Aratu S/A (*)	BA	Votorantim	3.221	1.856	-245	435
Cia Nacional Calcareaos Der Concal	RJ	Union Carbide	3.134	124	1.159	50 V
Cimento Tocantins S/A (*)	DF	Votorantim	2.955	3.164	2.372	382 V
Cia Cimento Portland Maringa	SP	Vidigal	2.557	1.954	287	300 V
Cia Cimento Sao Francisco Cisafrs (*)	BA	Julio Maranhao Filho	2.463	1.208	139	426
Cia Cimento Ipanema (*)	SP	Holderbank	1.954	915	-201	160 V
Carboxil Quimica S/A	CE		1.342	445	59	380 V
Itaguarana S/A	BA	Joao Santos	1.130	- P	- P	5 V
Cia Cimento Portland Sergipe	SE	Votorantim	763	51	70	50 V
Cia Cimento Portland Ponte Alta	SP	Vidigal	743	425	131	257
Cia Integrada Min Calcinacao Pl Calmisa	PE		525	- P	- P	5 V
Ind Calcarios Sublime S/A	BA	Odebrecht	319	364	43	360 V
Calcarea de Pernambuco S/A Calpesa	PE		132	26	1	100 V
Total			342.638	126.923	35.207	30.722

Fonte : Revista Visao - Quem e Quem na Economia Brasileira, 1991. Data do balanço : 12/90

Obs : P = Significa que a empresa esta em fase de instalacao

V = Assinala estimativa feita pelo Centro de Analise Economica do DCI/Visao

- = O dado nao existe

TABELA 12 - Evolucao dos Preços Correntes e Reais do Cimento e Cal.
Cidade de São Paulo, 1970-92

Ano	CIMENTO				CAL			
	Cr\$/t corrente	Cr\$/t real(1)	US\$/t corrente	US\$/t real(2)	Cr\$/t corrente	Cr\$/t real(1)	US\$/t corrente	US\$/t real(2)
1970	162,0	43653	35,2	123,50	125,0	33683	27,2	95,44
1971	175,0	38746	33,1	111,37	150,0	33211	28,4	95,56
1972	174,0	33167	29,3	95,44	210,0	40029	35,6	115,96
1973	188,0	31243	30,7	94,14	270,0	44871	44,1	135,23
1974	242,0	30608	39,0	107,76	427,5	54070	68,5	189,28
1975	485,0	49066	59,8	151,31	510,0	51595	63,0	159,41
1976	613,4	43428	56,6	135,37	652,5	46195	72,0	172,21
1977	860,0	42398	59,6	133,96	960,0	47420	66,5	149,47
1978	1061,4	37822	58,6	122,41	1307,5	46590	72,0	150,40
1979	1624,0	39256	62,2	116,63	1700,0	42180	67,0	125,63
1980	3574,0	41744	67,6	111,68	3600,0	42045	68,0	112,34
1981	7588,0	42038	81,0	121,22	7400,0	41040	79,0	118,23
1982	18794,0	52252	105,8	149,26	13500,0	37535	76,0	107,22
1983	38580,0	44184	67,6	92,51	28100,0	32180	49,0	66,95
1984	114940,0	41414	63,4	83,06	72500,0	26125	40,0	52,40
1985	436420,0	49560	70,0	88,61	245250,0	27850	39,5	50,00
1986	996,2	44444	72,0	89,46	658,5	29375	47,5	59,02
1987	3560,0	44762	79,2	94,86	3090,0	38855	68,5	82,06
1988	18533,2	40028	85,4	98,39	12000,0	25915	55,0	63,36
1989	217,4	43772	113,7	124,95	145,5	29295	76,0	83,52
1990	6160,0	27146	92,4	96,36	5600,0	24675	84,0	87,60
1991	27040,0	27040	82,0	82,00	22850,0	22850	67,0	67,00
1992	531240,0	49980	139,0	134,82	321600,0	30256	84,0	81,47

(1) em cruzeiros de julho de 1991 pelo índice "2" da Conjuntura Econômica

(2) em dolares de 1991, pelo IPC dos EUA

Fonte: Informacoes Economicas (IEA) e A Construcao em São Paulo.

Dados levantados pelo IPT/DES

internos ao País que também impedem maiores importações de cimento, destacando-se as diferentes taxas para uso do sistema portuário e impostos. Além disso, haveria custos adicionais na eventualidade de atrasos no desembarque. Some-se a isso a falta de tradição na importação de produtos, já que o País preparou-se mais para exportar que para importar. Uma vez dentro do Brasil, tem-se o problema do oneroso sistema de transportes.

Aparentemente, mesmo com tarifa de importação igual a zero, as possibilidades de importação de cimento são bastante limitadas, restringindo-se às regiões de fronteira, principalmente no Rio Grande do Sul. Acredita-se que o Governo, além das medidas liberalizantes e modernizadoras da economia brasileira, necessita melhorar bastante as condições de infraestrutura, para diminuir os custos de transporte e movimentação de produtos, com especial atenção para o sistema portuário.

As perspectivas de evolução do consumo e da produção de cimento no Brasil dependem bastante da política econômica que venha a ser praticada, notadamente quanto à construção habitacional, de barragens, estradas etc.

A localização geográfica, em nível de município e o ano de inauguração das fábricas de cimento no Brasil é mostrada na Tabela 13. Como já dito anteriormente há uma concentração das fábricas em algumas unidades da federação, principalmente nos Estados de Minas Gerais e São Paulo. A Figura 1 também mostra a localização das fábricas de cimento.

TABELA 13 - BRASIL - Localizacao das Fabricas de Cimento e Ano de Inauguracao

No. no Mapa	Denominacao da Fabrica	Localizacao Municipio	UF	Ano de Instal	No. no Mapa	Denominacao da Fabrica	Localizacao Municipio	UF	Ano de Instal
1	Itautinga	Manaus	AM	1985	32	Tupi	Carandai	MG	1976
2	Cibrasa	Capanema	PA	1962	33	Paraíso/Barroso	Barroso	MG	1955
3	Itapicuru	Codo	MA	1973	34	Paraíso/Tubazem	Serra	ES	1984
4	Cearense	Sobral	CE	1968	35	Itabira	C. Itapemirim	ES	1959
5	Ibácip	Barbalha	CE	1977	36	Paraíso	Italva	RJ	1949
6	Itapetinga	Mossoro	RN	1972	37	Votorantim/R.Negro	Cantagalo	RJ	1975
7	Cimepar	João Pessoa	PB	1935	38	Praiso/Alvorada	Cantagalo	RJ	1970
8	Cipasa	Caapora	PB	1988	39	Maua/Cantagalo	Cantagalo	RJ	1982
9	Itapessoca	Goiana	PE	1954	40	Tupi/Volta Redonda	Volta Redonda	RJ	1951
10	Poty	Paulista	PE	1942	41	Votorantim	Volta Redonda	RJ	1977
11	Atol	S.M.dos Campos	AL	1978	42	Itau/R.de Janeiro	Rio de Janeiro	RJ	1954
12	Cimesa	Laranjeiras	SE	1983	43	Maua/Sao Goncalo	Sao Goncalo	RJ	1933
13	Sergipe	Aracaju	SE	1967	44	Ipanema	Sorocaba	SP	1952
14	Cisafra	Campo Formoso	BA	1977	45	Votorantim/Jaguare	Sao Paulo	SP	1962
15	Aratu	Simoes Filho	BA	1953	46	Sta.Rita/S.Pirap.	Salto de Pirapora	SP	1977
16	Aratu/Salv.	Salvador	BA	1973	47	Votorantim	Votorantim	SP	1936
17	Ciplan	Brasilia	DF	1977	48	Sta.Rita/Cubatao	Cubatao	SP	1968
18	Tocantins	Brasilia	DF	1972	49	Maringa	Itapeva	SP	1954
19	Pirineus	Corumba de Goias	GO	1973	50	Itabira/C.Bonito	Capao Bonito	SP	1977
20	Paraíso/Goias	Cezarina	GO	1970	51	Sta.Rita/Itapevi	Itapevi	SP	1957
21	Itau	Corumba	MS	1955	52	Camargo Correa	Apiai	SP	1974
22	Matsulfur	Montes Claros	MG	1969	53	Serrana	Jacupiranga	SP	1973
23	Ponte Alta	Uberaba	MG	1954	54	Itau do Parana	Rio Branco do Sul	PR	1973
24	Maua/Matoz.	Matozinhos	MG	1959	55	Itambe	Balsa Nova	PR	1976
25	Ciminas	Pedro Leopoldo	MG	1975	56	Rio Branco	Rio Branco do Sul	PR	1953
26	Caue/P.Leopoldo	Pedro Leopoldo	MG	1955	57	Catarinense	Itajai	SC	1958
27	Soeicom	Vespasiano	MG	1976	58	Cimbaje/Canoas	Canoas	RS	1952
28	Caue/Mesquita	Mesquita	MG	1973	59	Gaucho/Esteio	Esteio	RS	1947
29	Itau/Itau de M.	Itau de Minas	MG	1939	60	Cimbaje	Candiota	RS	1987
30	Maua/Arcos	Arcos	MG	1962	61	Gaucho/P.Machado	Pinheiro Machado	RS	1972
31	Itau/Contagem	Contagem	MG	1946					

(2) Unidades em implantação (*): Caima/Itaituba (PA); Itapissuma/Fronteiras (PI); Itaguassu/N.Sra. do Socorro(SE); Itaguarana/Ituacu(BA); Mato Grosso/Nobres(MT).
Fonte: ABCP (1990). Dados elaborados pelo IPT/DES.



FIGURA 1 - Localizacao das Fabricas de Cimento no Brasil.

3. PADRÃO TECNOLÓGICO

3.1 Descrição do sistema produtivo

Tipos de cimento produzidos

Segundo dados da ABCP, existem 7 tipos de cimento, de acordo com as últimas revisões das especificações brasileiras realizadas pela ABNT (ver anexo I)

O cimento mais consumido no Brasil e no mundo é denominado cimento portland comum (CPC); além deste utilizam-se no Brasil, em escala apreciável, os cimentos portland de alto-forno (AF) e o cimento portland pozolânico (POZ). A diferença entre os três tipos está no teor e natureza das adições que lhes são incorporadas. Depois de moído, o clínquer recebe adições como o gesso (sulfato de cálcio), pozolanas ou escórias de alto-forno. A vantagem de utilização das chamadas "adições ativas", que substituem o produto essencial à fabricação do cimento (o clínquer portland) que sob condições adequadas apresentam propriedades equivalentes às do clínquer, é que por serem rejeitos de outras atividades industriais, já trazem incorporado o conteúdo energético exigido à sua transformação, podendo ser aproveitados mediante pouco ou nenhum aporte novo de energia. Dentre elas destacam-se as escórias básicas de alto-forno, as cinzas volantes de termoelétricas e as argilas com propriedades pozolânicas.

Além desses três tipos fundamentais podem ser fabricados os cimentos: de alta resistência inicial, o branco e os resistentes a sulfatos. A produção percentual de cimento por tipo é apresentada na Tabela 14. Nota-se que a produção do cimento de alto-forno tem crescido a partir de 1984, aumentando sua participação no total produzido de cimento no Brasil. A figura 2 mostra a produção acumulada por tipo de cimento.

Insumos básicos

O cimento é um produto que deriva de três matérias primas básicas: calcário (CaCO_3), argila (sílica - SiO_2) e gesso (gipsita). Para a produção de cimentos especiais, outras matérias primas são utilizadas, como a escória siderúrgica, a escória pozolana e a argila calcinada.

Os principais energéticos utilizados no processo de produção do cimento são o óleo combustível, a eletricidade e o carvão (mineral, vegetal e vapor). Há, ainda, outros insumos energéticos, que são consumidos em escala reduzida, como a casca do arroz, coque verde de petróleo, moinha de carbono e resíduos de madeira.

Os insumos utilizados na produção de cimento mais importantes, em peso, são o calcário e a argila; entretanto, em termos de estrutura dos custos de produção, sua participação era em torno de 4%, de acordo com um estudo feito pelo BNDES. Tal estudo é antigo e, possivelmente, já não reflete as condições de preços dos insumos. A participação dos gastos com óleo combustível no custo de produção de cimento era de 22,7% no

TABELA 14 - BRASIL - Evolucao Percentual da Producao de Cimento, por Tipo, 1970-91 (%)

Ano	Tipo de Cimento						Total
	Comum	Alto Forno	Pozolanico	Branco	Alta Resistencia	Alvenaria	
1970	89.813	7.589	2.130	0.468	-	-	100.000
1971	88.039	8.231	3.277	0.453	-	-	100.000
1972	89.249	6.759	3.500	0.407	0.084	-	100.000
1973	88.509	7.280	3.764	0.355	0.091	-	100.000
1974	87.216	7.510	4.654	0.344	0.276	-	100.000
1975	86.954	7.117	5.351	0.340	0.238	-	100.000
1976	86.407	6.584	6.429	0.394	0.186	-	100.000
1977	86.335	7.297	5.902	0.341	0.125	-	100.000
1978	85.286	8.936	5.367	0.324	0.067	-	100.000
1979	83.274	10.378	6.019	0.286	0.042	-	100.000
1980	80.927	11.345	7.455	0.273	-	-	100.000
1981	81.547	8.887	9.301	0.263	0.003	-	100.000
1982	77.516	8.701	12.440	0.265	0.003	1.075	100.000
1983	75.837	8.691	14.596	0.296	-	0.580	100.000
1984	75.658	9.237	14.553	0.273	-	0.279	100.000
1985	73.293	10.063	16.220	0.274	-	0.150	100.000
1986	73.559	9.756	16.294	0.264	-	0.127	100.000
1987	70.513	10.466	18.661	0.227	-	0.113	100.000
1988	70.493	11.696	17.460	0.195	-	0.136	100.000
1989	72.483	13.242	13.924	0.202	-	0.149	100.000
1990	73.518	13.551	12.702	0.171	-	0.058	100.000
1991	74.976	12.299	12.535	0.169	-	0.022	100.000

Fonte: SNIC, 1991

processo via úmida e 15,3% no processo via seca, enquanto a dos gastos com energia elétrica era de 11,7% e 13,3% nos dois processos, respectivamente, para uma escala de produção de 700 mil t/ano. A Tabela 15 apresenta a estrutura de custos de produção de cimento.

Equipamentos

Os principais equipamentos utilizados no processo de produção de cimento são os britadores, equipamentos de transporte (esteiras, correias transportadoras), fornos e equipamentos suplementares (pré-aquecedores, ventiladores, ciclones, filtros, silos, moinhos de rolo, dosadores etc).

Os equipamentos que têm maior impacto no consumo de energia são os fornos (energia térmica).

Processos

O processo de produção do cimento, se consideradas todas as fases, incluindo a extração de matéria prima, consiste da mineração (calcário e argila), transporte das matérias primas até as instalações, moagem fina e homogeneização dos materiais, queima dos mesmos em temperaturas elevadas (fornos), moagem final dos compostos químicos obtidos da mistura com gesso e outros aditivos. A figura 3 apresenta o fluxograma detalhado do processo. A figura 4 apresenta o fluxograma resumido.

Existem, basicamente, dois tipos de processos para a produção do cimento - via seca e via úmida. A diferença entre os dois está na fase de preparação das matérias primas, fase que pode ocorrer em meio seco ou meio aquoso.

TABELA 15- BRASIL - Estrutura dos Custos de Produção de
Cimento para uma Escala de 700.000 t/ano
(em percentagem)

Item	Via Úmida	Via Seca
Calcarão e Argila	4.0	4.3
Óleo Combustível	22.7	15.3
Energia Elétrica	11.7	13.3
Embalagem	11.6	12.6
Outros Insumos	12.7	13.8
Mão-de-Obra	6.2	6.7
Despesas gerais	5.7	6.2
Depreciação	24.0	26.1
Custos Financeiros	1.5	1.7
Total	100.0	100.0

Fonte : ENDE. Citado em Guimarães e Reis (1976)

FIGURA 2

prod. acumulada por tipo de cimento (%)

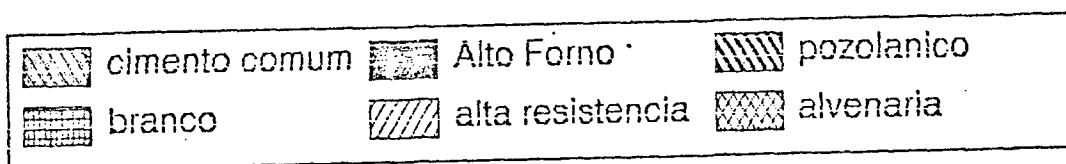
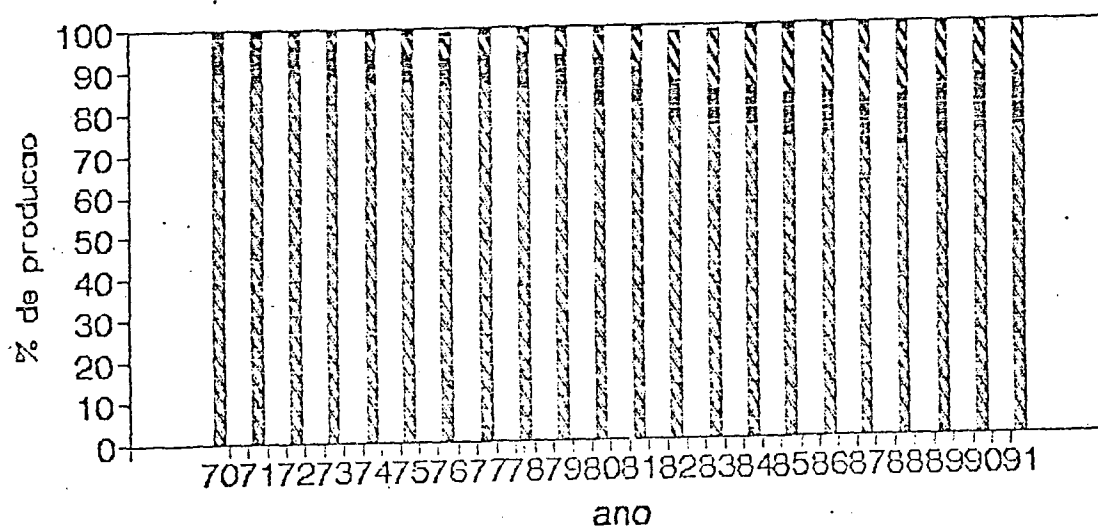


FIGURA 03

FLUXOGRAMA DETALHADO DO PROCESSO PRODUTIVO PARA FABRICACAO DE CIMENTO

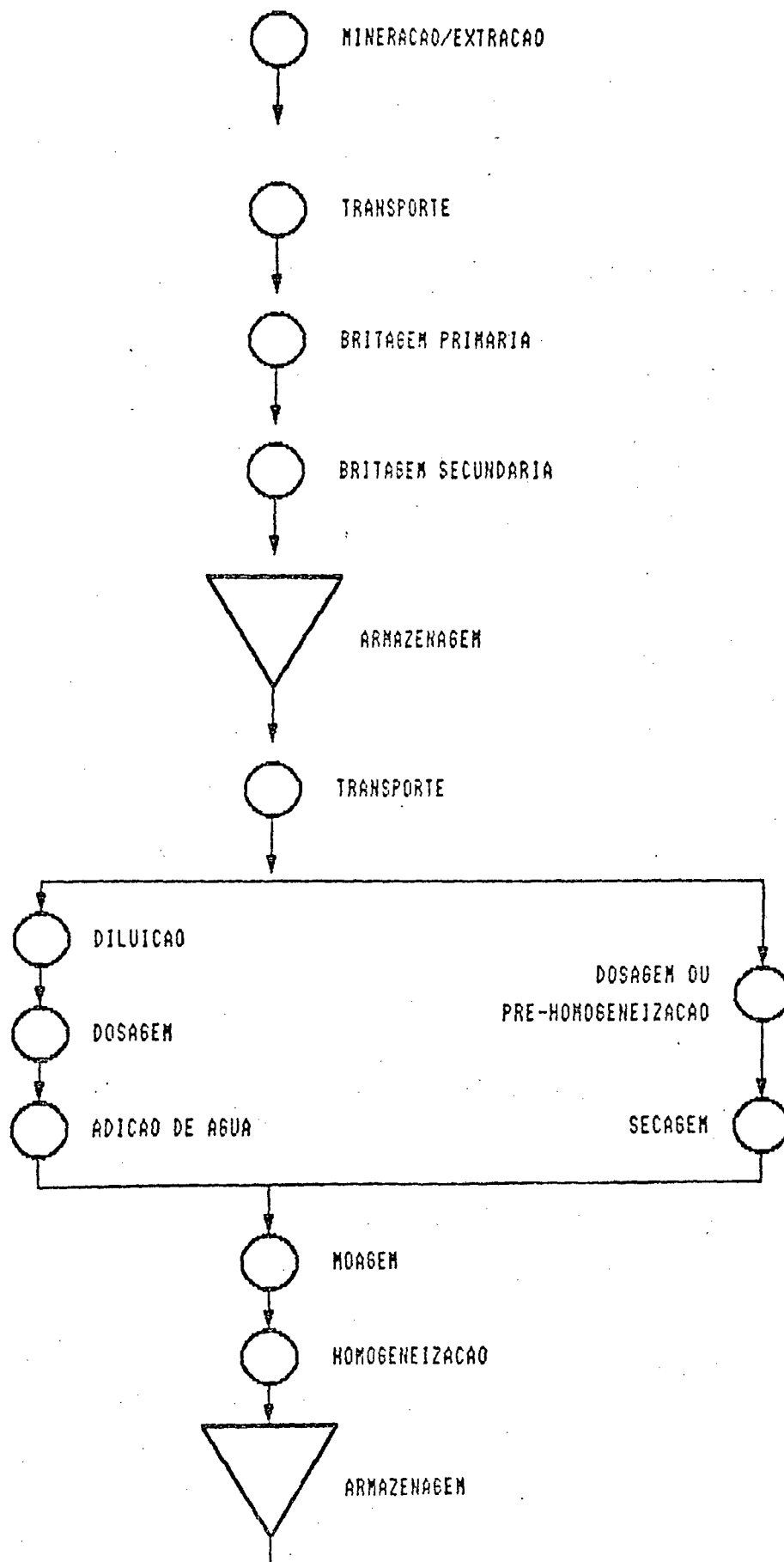


FIGURA 03 (cont.)

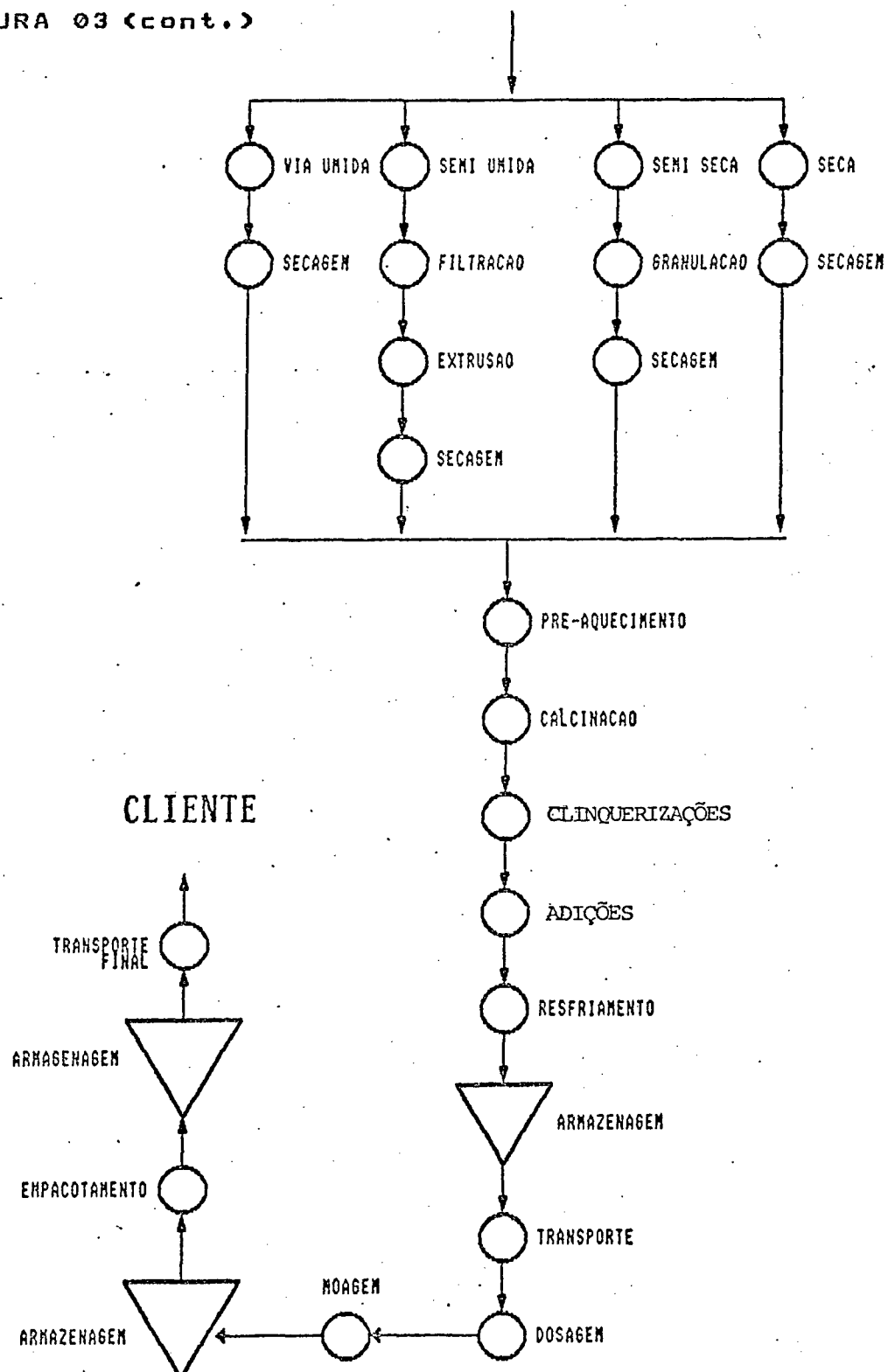
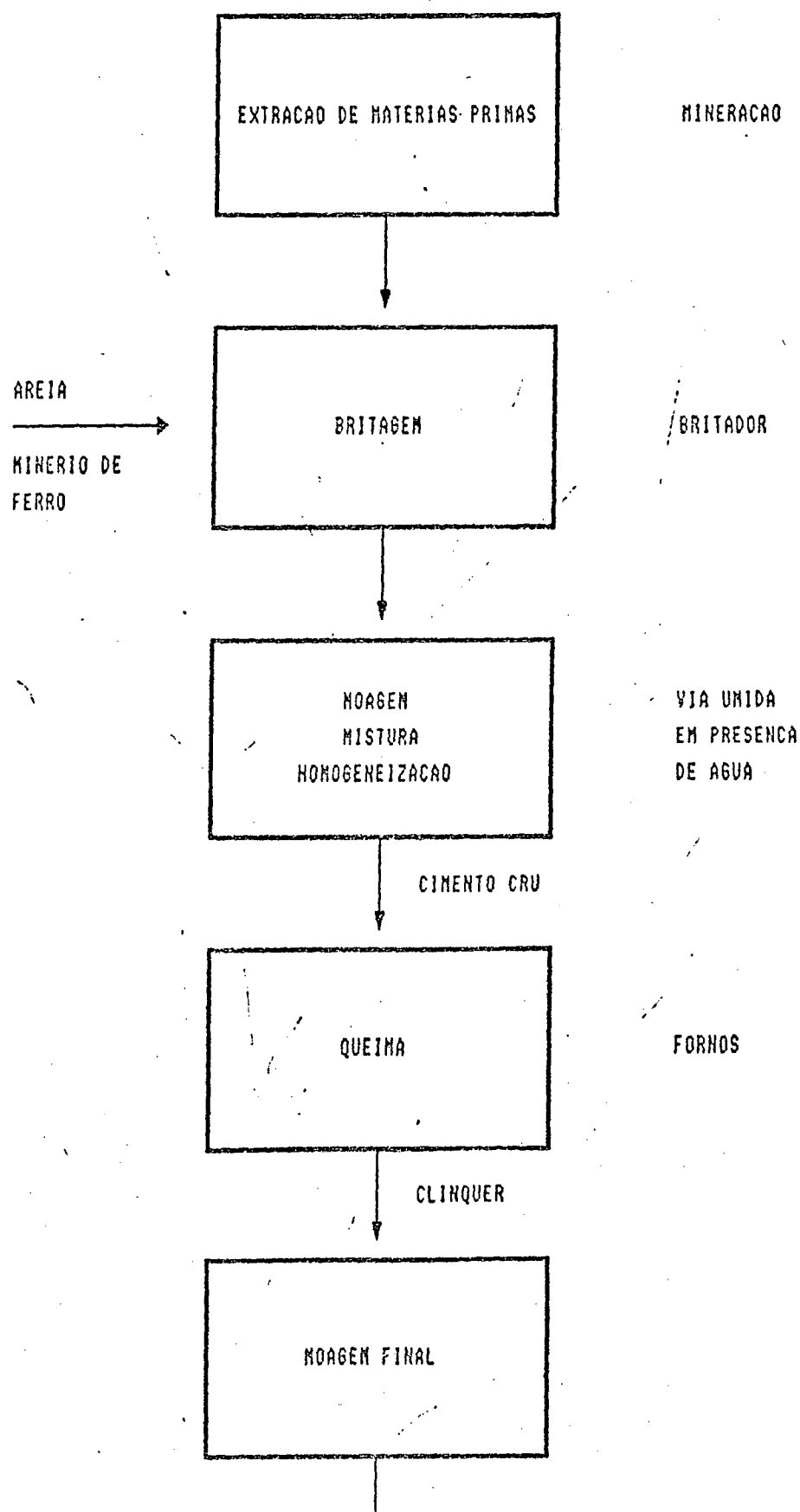


FIGURA 04

FLUXOGRAMA RESUMIDO DO PROCESSO PRODUTIVO DO CIMENTO



O processo de produção de cimento é contínuo. Isto significa que a produção de cimento exige grandes investimentos em equipamentos e tem pouca utilização de mão-de-obra.

Além disso, como um processo contínuo, é constituído de muitas operações, o que torna a sua análise relativamente complexa. Dessa forma, é interessante observar uma subclassificação das operações básicas bastante utilizada, válida para os dois processos (via úmida e via seca):

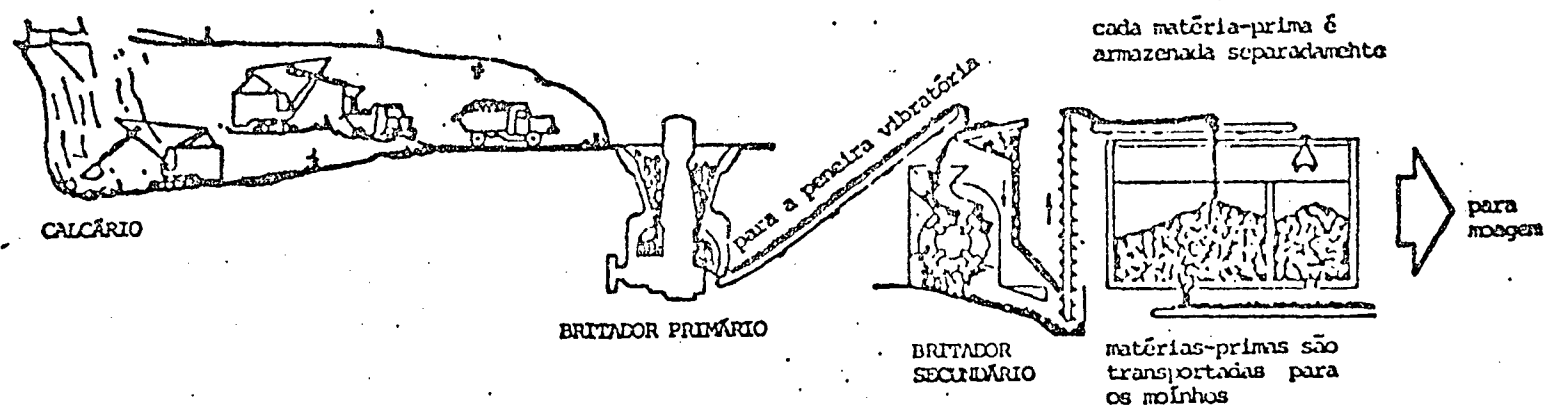
- preparação das matérias primas (Figura 5);
- produção do cimento cru (Figura 6);
- transformação do cru em clínquer (Figura 7) e
- moagem final e ensacamento (Figura 8).

Cada uma destas fases tem um produto específico, o que poderia tornar a indústria menos verticalizada, "quebrando" o processo produtivo em fases que exigiriam investimentos de menor porte. Assim, uma das grandes barreiras à entrada de novos concorrentes poderia ser reduzida.

A preparação das matérias primas consiste na extração do calcário e da argila, transporte até as instalações de produção e britagem do material.

Os principais insumos energéticos utilizados na mineração são o diesel e a gasolina. O consumo de diesel e gasolina para a extração de matérias primas, varia de instalação para instalação. Lafarge (1982) sugere um valor médio de 8,6 kcal/kg clínquer.

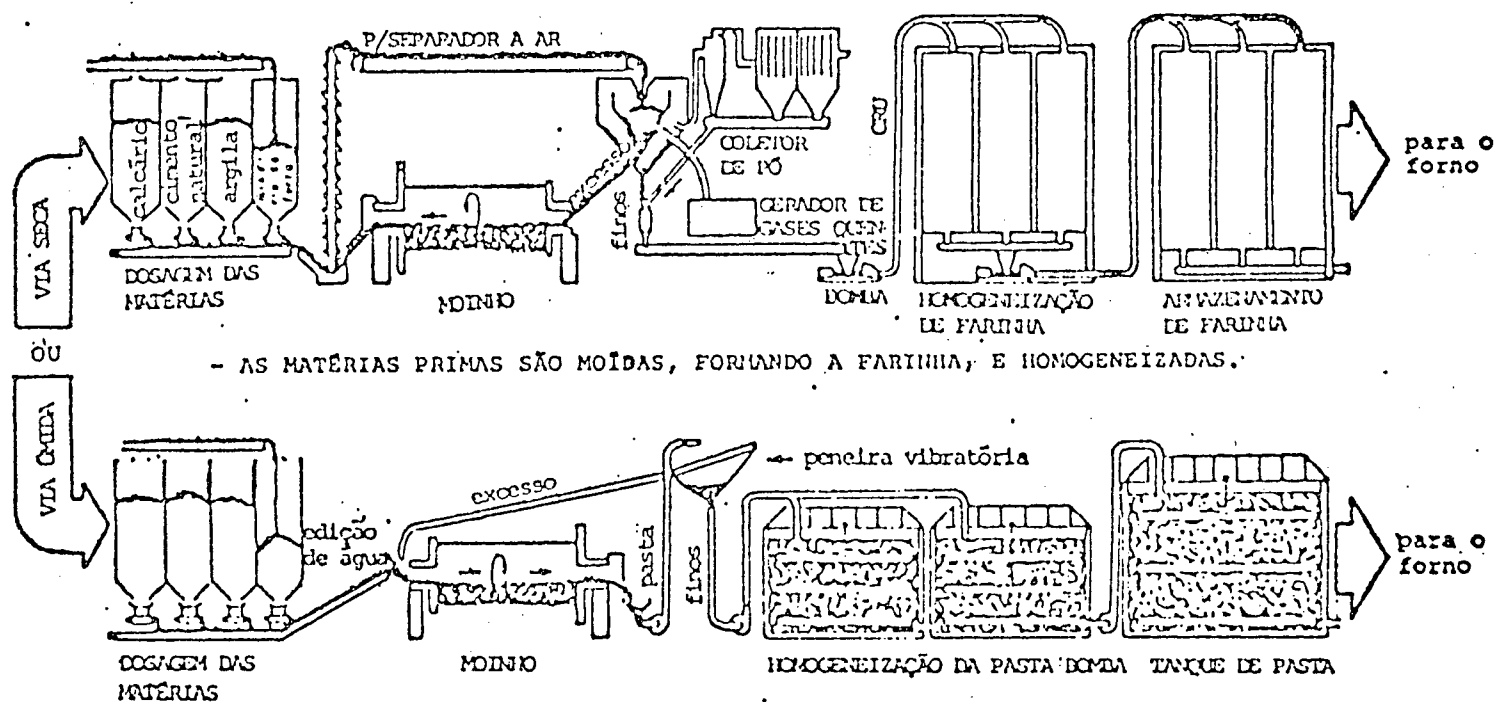
FIGURA 5 — ESQUEMA DE FABRICAÇÃO DO CIMENTO SEGUNDO OS PROCESSOS VIA ÚMIDA E SECA



- PREPARAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

FONTE: IPT (1979)

FIGURA 6 - ESQUEMA DE FABRICAÇÃO DO CIMENTO SEGUNDO OS PROCESSOS VIA ÚMIDA E SECA. PRODUÇÃO DO CIMENTO CRU.

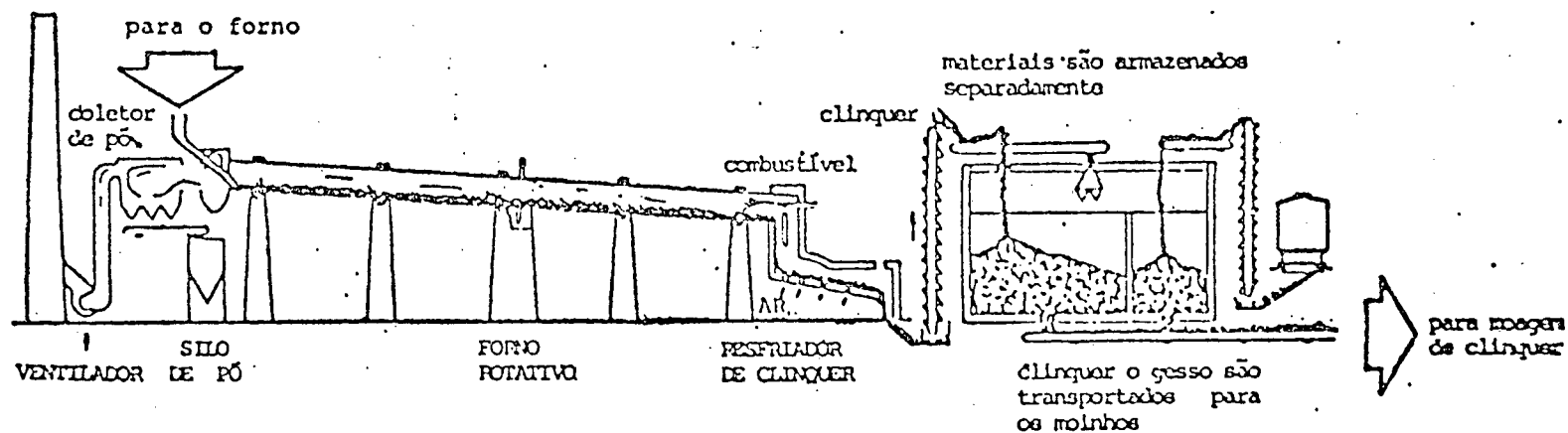


- AS MATÉRIAS PRIMAS SÃO MOÍDAS, FORMANDO A FARINHA, E HOMOGENEIZADAS.

AS MATÉRIAS PRIMAS SÃO MOÍDAS, EM PRESENÇA DE ÁGUA, FORMANDO A PASTA E HOMOGENEIZADAS

FONTE: IPT (1979)

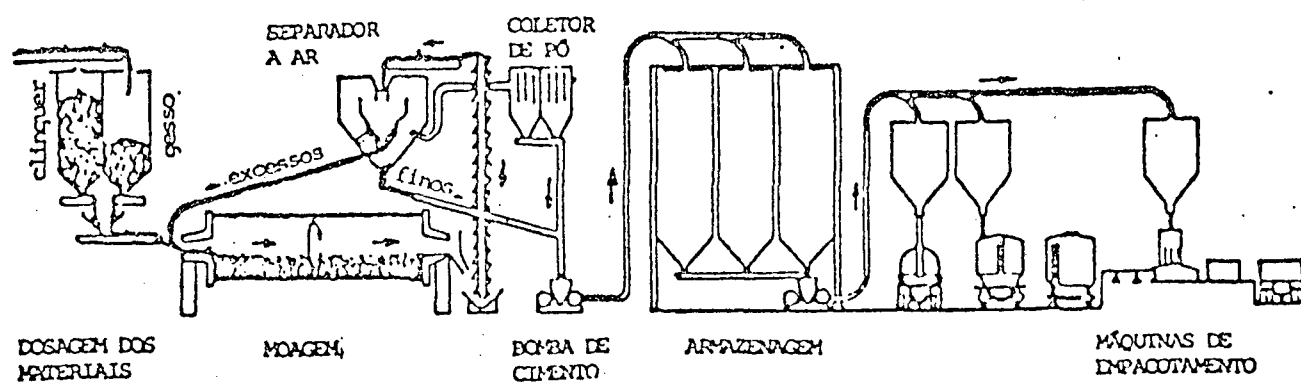
FIGURA 7 - ESQUEMA DE FABRICAÇÃO DO CIMENTO SEGUNDO OS PROCESSOS VIA ÚMIDA E SECA



- TRANSFORMAÇÃO DO CRU EM CLÍNQUER

FONTE: IPT (1979)

FIGURA 8 - ESQUEMA DE FABRICAÇÃO DO CIMENTO SEGUNDO OS PROCESSOS VIA ÚMIDA E SECA. MOAGEM FINAL E ENSACAMENTO.



4 - CLINQUER COM O GESSO ADICIONADO SÃO MOÍDOS, FORMANDO O CIMENTO

FONTE: IPT (1979)

Após a mineração, o calcário e a argila, juntamente com outros materiais, são enviados para as instalações de produção. O transporte se dá através de caminhões, esteiras rolantes, ou teleféricos. O calcário é a matéria-prima com maior participação em peso na composição do cimento, o que determina que as fábricas se instalem próximo às jazidas.

A seguir, é realizada a britagem. Geralmente, para o calcário, esta operação é realizada em dois estágios, em britadores denominados primário e secundário. Finaliza-se, então, a preparação da matéria prima, que é, a seguir, armazenada em silos, antes de passar para o próximo estágio.

O principal energético utilizado nessa fase é a energia elétrica, com uma participação de 32% no consumo total. (tabela 16).

Após a preparação das matérias primas, inicia-se a produção do cimento cru. As matérias-primas são dosadas e depois encaminhadas aos moinhos. No processo via úmida, durante a moagem, é adicionada água, produzindo o cimento cru na forma de pasta, com teores de umidade que variam de instalação para instalação. Essa variação dos teores de umidade pode significar diferentes fatores de produtividade energética.

A pasta é armazenada em silos, e a seguir é feita a homogeneização através de misturas adequadas. O resultado é o cimento cru homogeneizado.

No processo via seca, o cimento cru aparece na forma de farinha. Frequentemente, as matérias-primas sofrem uma secagem antes de passar pelos moinhos, através, por exemplo, da

utilização de gases quentes do forno. A farinha é transportada para silos, onde é realizada a homogeneização.

A homogeneização consome 21% do total de energia elétrica.

O cimento cru, depois de homogeneizado, passa por uma queima (aquecimento, secagem e calcinação). Finalmente, sofre o processo de clínquerização, transformando o cimento cru no clínquer, dentro de fornos rotativos. Na saída do forno, o clínquer é resfriado e estocado em depósitos. A gipsita é, então, adicionada ao clínquer e moída.

Por fim, o clínquer é adicionado ao gesso e moído, resultando no cimento. Após a produção do cimento a granel, ocorrem o ensacamento e o transporte até o consumidor final. A Figura 8 mostra os equipamentos utilizados na transformação do cru em clínquer, nos diferentes tipos de instalação.

Existe uma variação do processo via seca que é o preaquecimento por suspensão, onde as perdas por convecção e irradiação são menores. Neste processo, os fornos são mais curtos, trazendo um ganho de produtividade devido à sua menor rotação. Assim, o consumo de óleo diesel é menor do que o processo via seca padrão.

A introdução do processo de preaquecimento se dá pela instalação, no equipamento existente, de uma torre com ciclones, geralmente em número de quatro (1), por onde é lançada a farinha (cimento cru), e de onde saem os gases. Isso aumenta a eficiência energética do forno através da troca de calor entre os gases e o cimento cru, além de evitar a perda física da farinha.

(1) No Brasil existe apenas 1 forno com 5 torres de ciclone

No processo via úmida, a homogeneização e moagem das matérias-primas são mais simples e eficientes. O transporte do cimento cru é mais fácil e os equipamentos utilizados são mais baratos. Os custos de eletricidade são menores; porém, o processo, como um todo, é menos eficiente energeticamente. A água, adicionada às matérias-primas, deve ser evaporada no processo de transformação do cimento cru em clínquer.

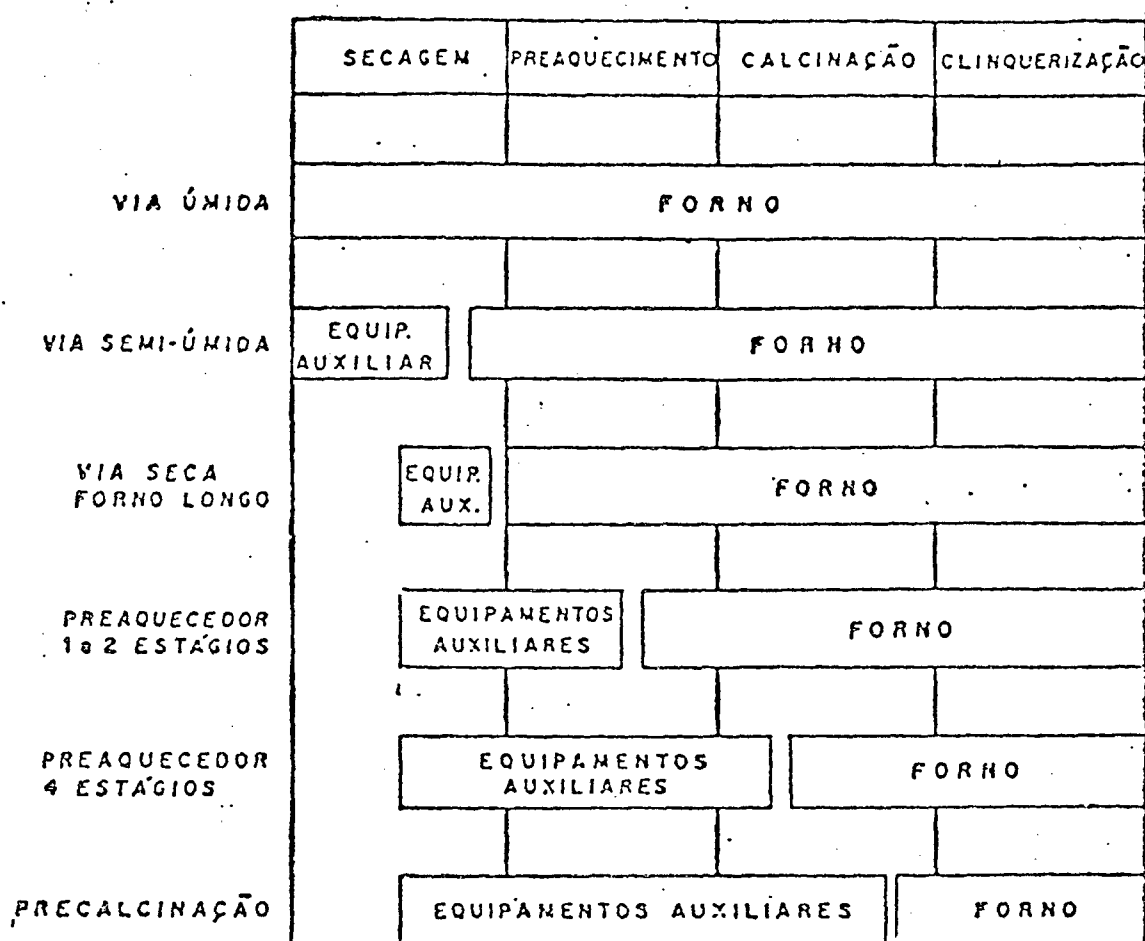
O processo via úmida é muito pouco utilizado no Brasil. Atualmente, 96% dos fornos em operação utilizam o processo via seca, muito mais eficiente energeticamente. (figura 9)

3.2 Alternativa Tecnológicas/ Padrão de Inovação

A produção do cimento se dá num setor bastante verticalizado: a maior parte das plantas integra em suas instalações todas as fases do processo (excluindo a mineração). Existe, também, uma grande diversidade entre as plantas e equipamentos, como por exemplo, no que se refere à capacidade instalada e grau de modernização dos equipamentos. Essa diversidade gera índices de rendimento energético muito diferentes entre si. Essa variação no consumo energético se dá também no nível regional. Isso aponta, então, a possibilidade de melhoria nos processos de conservação de energia.

Porém, constata-se uma elevada ociosidade da capacidade instalada, gerando uma indisposição, por parte dos empresários do setor, em investir na racionalização dos processos produtivos, ou na aquisição de equipamentos mais modernos. Isso se deve à estagnação no consumo (gerando a capacidade ociosa) e à

Figura 9 - Fases de Transformação do Cru em Clinquer nos Diferentes Tipos de Instalações.



necessidade de grandes investimentos, característica do processo de produção do cimento.

A indústria de cimento não tem grandes avanços tecnológicos, podendo ser considerada madura tecnologicamente. Todas as melhorias a implementar, são do tipo incremental, e, provavelmente, devem se dar no processo. Considerando a questão energética, as alternativas tecnológicas se referem ao uso de combustíveis alternativos e à racionalização do processo produtivo, através de disseminação da tecnologia existente.

Existe ainda, a opção por adições ativas, ou seja, o clínquer recebe uma carga de escória ou gesso (ou mesmo material carbonático), com conteúdo energético (depois da queima). Tais adições reduzem significativamente o consumo de energia. Porém, estes tipos de cimento têm uma cura mais lenta. Além disso, a tradição leva ao uso mais intenso do cimento Portland comum.

Quanto maior o teor de adição, maior a economia de combustível. No anexo I também são apresentados os teores de componentes (% em massa) para os diversos tipos de cimento. A Tabela 14 mostra as participações percentuais dos cimentos pozolânicos e AF na produção total de cimento.

Equipamentos e processos

Como o processo é contínuo, os equipamentos têm grande importância na inovação tecnológica, que é "puxada" pelos fornecedores internacionais de projetos e equipamentos.

A nível mundial, a oferta de equipamentos é bastante concentrada. Os maiores fornecedores no mercado são a F. L. Smidth, da Dinamarca; Polysius/Krupp, da Alemanha; Allis Chalmers, dos EUA.

No Brasil, quem domina o mercado de fornecimento de fornos é a empresa dinamarquesa F. L. Smidth. O predomínio desta empresa se deve à sua liderança mundial, uma vez que a empresa garante serviço de assistência técnica e qualidade.

Outros equipamentos produzidos por empresas estrangeiras são os moinhos de rolos, alimentadores duais para sistemas de transporte pneumático, dosadores de carvão, queimadores duais para óleo e carvão pulverizado.

Os fabricantes nacionais se concentram na produção de britadores, caixões alimentadores, correias transportadoras, redlers, ventiladores, ciclones, silos. A produção de tais equipamentos utiliza tecnologia própria, nacional. Existem, ainda, no mercado, equipamentos fabricados por empresas nacionais, com tecnologia importada, como os filtros de ar com mangas de alta eficiência.

A pré-calцинаção é outra alternativa surgida na década de 60, que permite aumento de produtividade do forno. Porém, o ganho obtido em conservação de energia com a pré-calцинаção é muito reduzido, da ordem de 20 kcal/kg de clínquer. A vantagem do processo está em permitir a utilização de combustível com teores de cinza muito elevados, desprendendo matérias voláteis que são misturados ao cimento cru.

Ao nível mundial, o Japão é o país que tem apresentado maior desenvolvimento tecnológico. Os fabricantes japoneses de cimento são articulados aos produtores de bens de capital, dentro de grandes conglomerados, o que não ocorre em nenhum outro país capitalista.

Assim, existe uma difusão da tecnologia japonesa, que se dá através da venda de equipamentos e cessão de patentes para fabricantes europeus.

Porém, cabe ressaltar que não ocorrem inovações no setor que tragam mudanças substanciais e as perspectivas são pouco favoráveis. Há estudos envolvendo o forno de cimento de leito fluidizado, com uma planta piloto inaugurada em 1989, no Japão. Porém, este é um tipo de forno que vem sendo estudado pelos EUA, Europa e Japão há aproximadamente 30 anos, sem mostrar resultados viáveis.

Energéticos Alternativos

A utilização de energéticos alternativos tem sido muito pequena. Por exemplo, o carvão vegetal apresenta grande incerteza quanto à disponibilidade regional, dificuldades de fornecimento regular e contínuo, problemas de manuseio e variação dos preços. Não existe ainda um mercado estabelecido para a utilização econômica de insumos energéticos alternativos ao óleo diesel e energia elétrica, no caso da indústria de cimento. Tais alternativas são, na maioria das vezes, subprodutos ou resíduos de outras atividades industriais.

Nenhuma fábrica de cimento do país foi projetada para operar com combustível sólido (carvão). Assim, quando o óleo combustível começou a ser substituído, houve necessidade de adicionar equipamentos aos já instalados. Esses equipamentos se referem basicamente à recepção, transporte, beneficiamento e alimentação do carvão.

Pinheiro (1984) estudou 35 projetos de substituição do óleo combustível em plantas de fabricação de cimento. O autor concluiu que a taxa de investimento total tem crescimento menor do que a taxa de redução no consumo do combustível, denotando uma certa economia de escala. Para o mesmo nível de substituição, o investimento de tonelada de óleo combustível economizada é menor para a empresa grande do que para a pequena. Isso aponta a necessidade de uma capacidade mínima de investimento, o que favorece grandes empresas.

Tecnicamente, para substituir o óleo combustível, o energético deve ter as seguintes características:

- Permitir que sejam atingidas temperaturas da ordem de 1400 graus C no interior do forno e
- Ser homogêneo na composição química e na temperatura da chama.

Carvão mineral

Os principais substitutos "técnicos" seriam o carvão mineral e o carvão vegetal. O carvão mineral, com 35% de cinzas, foi eleito pelo *Protocolo de Objetivos*⁽²⁾ como sendo o principal substituto do óleo combustível. Isso se deve a:

- atende às especificações técnicas (composição química, temperatura da chama etc);
- apresenta tecnologia já desenvolvida e utilizada no Brasil (Grupo Hatarazzo) e no exterior;
- O Brasil tem reservas na Região Sul, não muito longe das fábricas de cimento; e
- As cinzas do carvão mineral (silicatos) podem ser incorporadas diretamente à mistura que dá origem ao clínquer.

Carvão vegetal

Além do carvão mineral, no Brasil, o carvão vegetal é uma alternativa interessante. Tecnicamente, no que se refere ao processo, a utilização do carvão vegetal se dá de forma análoga ao carvão mineral, sendo que algumas cimenteiras consomem os dois ao mesmo tempo. As vantagens deste energético em relação ao carvão mineral são:

- Maior poder calorífico por unidade de massa;
- Menor teor de cinzas e enxofre; e
- Facilidade de produção.

As desvantagens são:

(2) Protocolo de objetivos: Protocolo CNEI - Cimento/Carvão Mineral, assinado em 19.09.79, objetivando a utilização de carvão mineral em substituição ao óleo combustível na indústria cimenteira

- Alto teor de álcalis;
- Maiores riscos de explosão;
- Grande variação na densidade, de acordo com o tipo de madeira, teor de finos e umidade; e
- Irregularidade da oferta (quantidade e qualidade) e de preço de mercado.

O Estado de Minas Gerais é o maior consumidor de carvão vegetal no Brasil, correspondendo a, aproximadamente, 80% do total brasileiro. Essa oferta se origina no excedente de finos devido à seleção granulométrica necessária para a produção de gusa.

A estratégia de algumas fábricas instaladas na região central do Brasil para viabilizar economicamente a produção de carvão vegetal é investir em reflorestamento próprio. Em 1988, esta opção era economicamente inviável, se comparada ao carvão vegetal de origem nativa. Porém, o reflorestamento pode se tornar uma forma de garantir o abastecimento de carvão vegetal a longo prazo.

4. INDICADORES DE CONSUMO ENERGÉTICO

Em termos de custo de produção, a energia representava em estudo de 1976, para as indústrias que utilizam fornos via seca, aproximadamente 30% do total (Tabela 15).

O consumo de energia na indústria de cimento atende a duas diferentes finalidades no processo produtivo: energia para acionamento de motores e energia para fins térmicos. Para o acionamento de motores, utilizam-se principalmente os derivados leves de petróleo e a energia elétrica.

A participação percentual da eletricidade no consumo global vem aumentando ano a ano, sendo da ordem de 20% no início da década de 1980, chegando a 30,4% em 1991.

A Tabela 16 apresenta a distribuição percentual do consumo de energia elétrica nas diversas etapas do processo de fabricação, destacando-se a moagem do clínquer e do cimento cru, com 70% aproximadamente do consumo de energia elétrica consumida.

No que se refere a energia para fins térmicos, os fornos de cimento e seus equipamentos auxiliares consomem a maior parte. O restante destina-se a:

- funcionamento de caldeiras e serviços auxiliares e
- complementação da energia necessária à secagem, caso necessário.

Tabela-16 - Distribuição percentual do consumo de Energia elétrica na indústria de cimento

Ponto de consumo	Distribuição percentual (%)
Preparação das matérias-primas	3
Preparação e moagem do cru	32
Homogeneização e conjunto do forno	21
Moagem do clínquer e acabamento	41
Serviços gerais e auxiliares	2
Iluminação	1

Fonte: Espanha (1982), citado em CEMIG (1985).

Quando se utiliza apenas óleo combustível para fins térmicos, o conjunto do forno consome acima de 90% de energia térmica. Nos processos via seca e semi-seca, a secagem do cru é realizada, normalmente, aproveitando-se a entalpia dos gases de exaustão do forno.

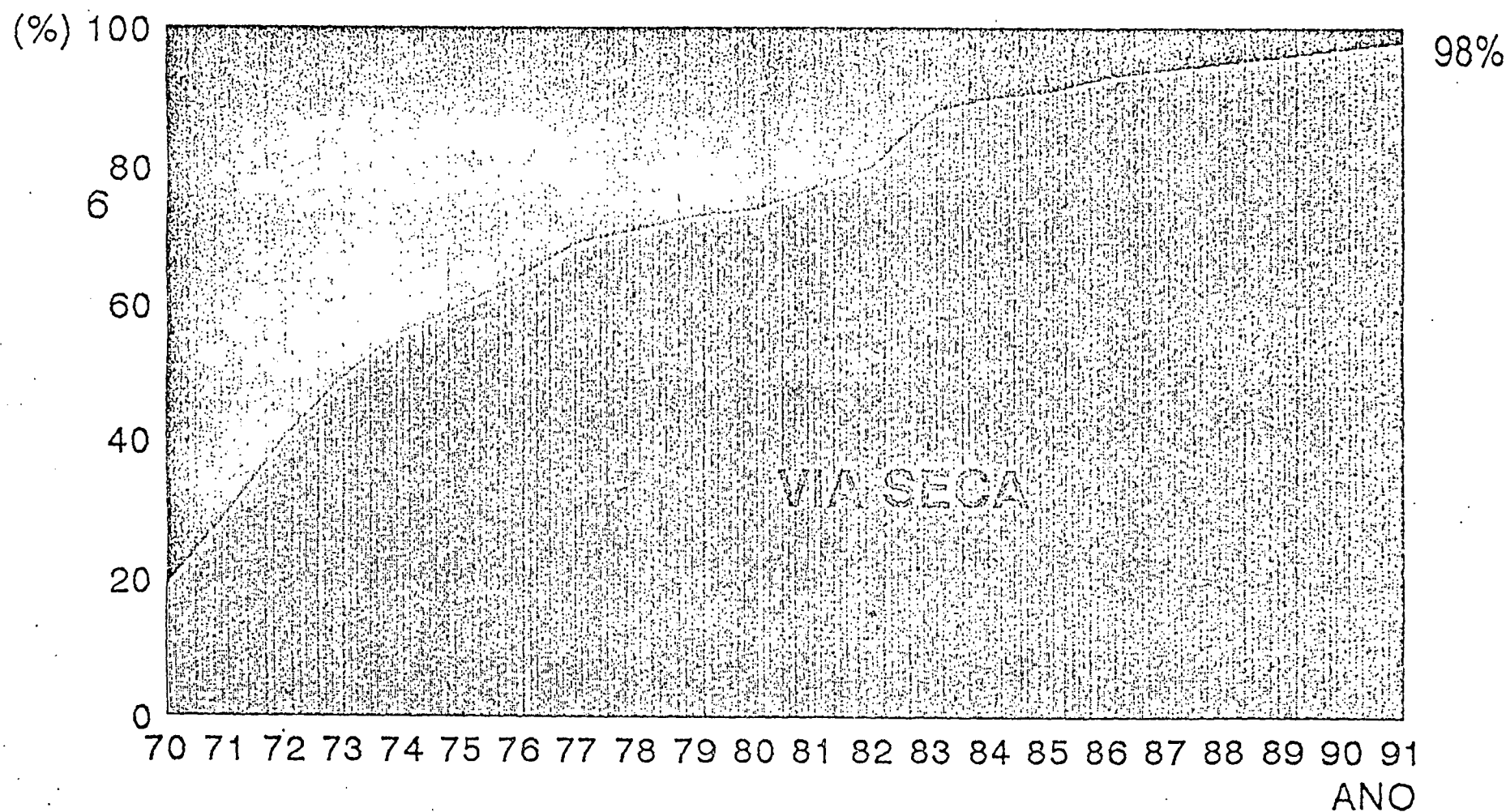
No processo de fabricação do cimento, o consumo de energia global (combustível e energia elétrica) pode ser dividido em três partes: (figura 10)

- 10% na preparação do cimento cru;
- 83% no forno;
- 7% na moagem final, armazenamento e transporte.

O setor de produção do cimento é energo-intensivo, tendo consumido, em 1988, 4,2% da energia total consumida no país.

FIGURA 10

PROCESSOS DE PRODUÇÃO DO CLÍNQUER



FONTE: SNIC/ABCP

Evolução do Consumo por Energético

A evolução do consumo por energético, na indústria de cimento, de 1976 a 1991, pode ser vista na Tabela 17 (ver também figura 11).

O consumo específico passou de 0,165 tEP / tonelada de cimento, em 1970, para 0,107 tEP/tonelada de cimento, em 1991 (figura 12,13 e 14). Essa mudança se deveu a:

- esforços no sentido de melhorias/mudanças no processo produtivo;
- política de conservação de energia; e
- aumento do uso de cimentos com adições ativas (cargas).

As adições de escória de alto forno reduzem significativamente o consumo de energia na calcinação, porém, podem causar um pequeno aumento no consumo de energia elétrica para moagem.

O óleo combustível vem sendo substituído pelo carvão vegetal e carvão mineral. Em 1980, o óleo combustível era responsável por 59,6% da energia consumida contra aproximadamente 10% de utilização de carvão (vegetal e mineral). No ano de 1985, o uso do óleo combustível caiu para 3,2% do total de energia consumida no setor, contra 55,5% para a soma de carvão mineral e vegetal. A partir de então, o uso de óleo combustível volta a crescer, atingindo 33,7% em 1990 e caindo para 29,7% em 1991. O uso do carvão ficou em 32,2% e 35,3%, respectivamente, nos anos de 1990 e 1991. Isso é explicado pela variação do preço do óleo combustível, que esteve em alta no início da década de 80, teve seu pico no ano de 1985, e a partir de então, voltou a cair.

TABELA 17 - Consumo de Energia no Setor de Cimento, Brasil, 1976-91, (TEP/t)

FONTES						
	Carvão Vapor	Óleo Comb	Eletri- cidade	Carvão Vegetal	Outras	Total
1976	0,00026	0,11605	0,03050	0,00000	0,00162	0,14843
1977	0,00189	0,10941	0,03039	0,00000	0,00355	0,14525
1978	0,00220	0,10641	0,03051	0,00000	0,00302	0,14214
1979	0,00535	0,09307	0,03068	0,00000	0,00696	0,13605
1980	0,00916	0,07395	0,03435	0,00379	0,00276	0,12400
1981	0,01962	0,06506	0,00361	0,00641	0,03416	0,12886
1982	0,03549	0,04648	0,03420	0,01092	0,00390	0,13099
1983	0,04346	0,02219	0,03392	0,01917	0,00426	0,12300
1984	0,04308	0,00744	0,03452	0,02929	0,00380	0,11812
1985	0,04774	0,00402	0,03451	0,03436	0,00354	0,12416
1986	0,04533	0,00816	0,03449	0,02605	0,00356	0,11759
1987	0,04036	0,01881	0,03184	0,01967	0,00448	0,11516
1988	0,03577	0,01903	0,03190	0,01899	0,00675	0,11244
1989	0,02415	0,03090	0,03152	0,01539	0,00428	0,10625
1990	0,02217	0,03695	0,03296	0,01319	0,00429	0,10956
1991	0,02881	0,03176	0,03252	0,00888	0,00484	0,10680

Fonte : Balanco Energetico Nacional.

FIGURA 11

CONSUMO DE ENERGIA GLOBAL NA FABRICACAO DO CIMENTO

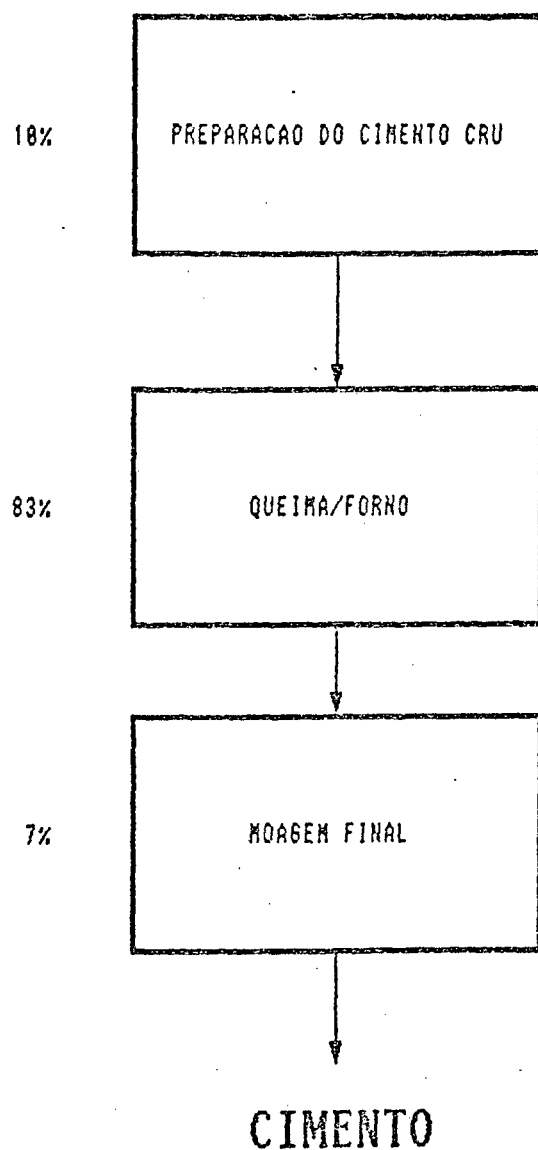


FIGURA 12

Consumo de energia no setor de cimento 1976-91

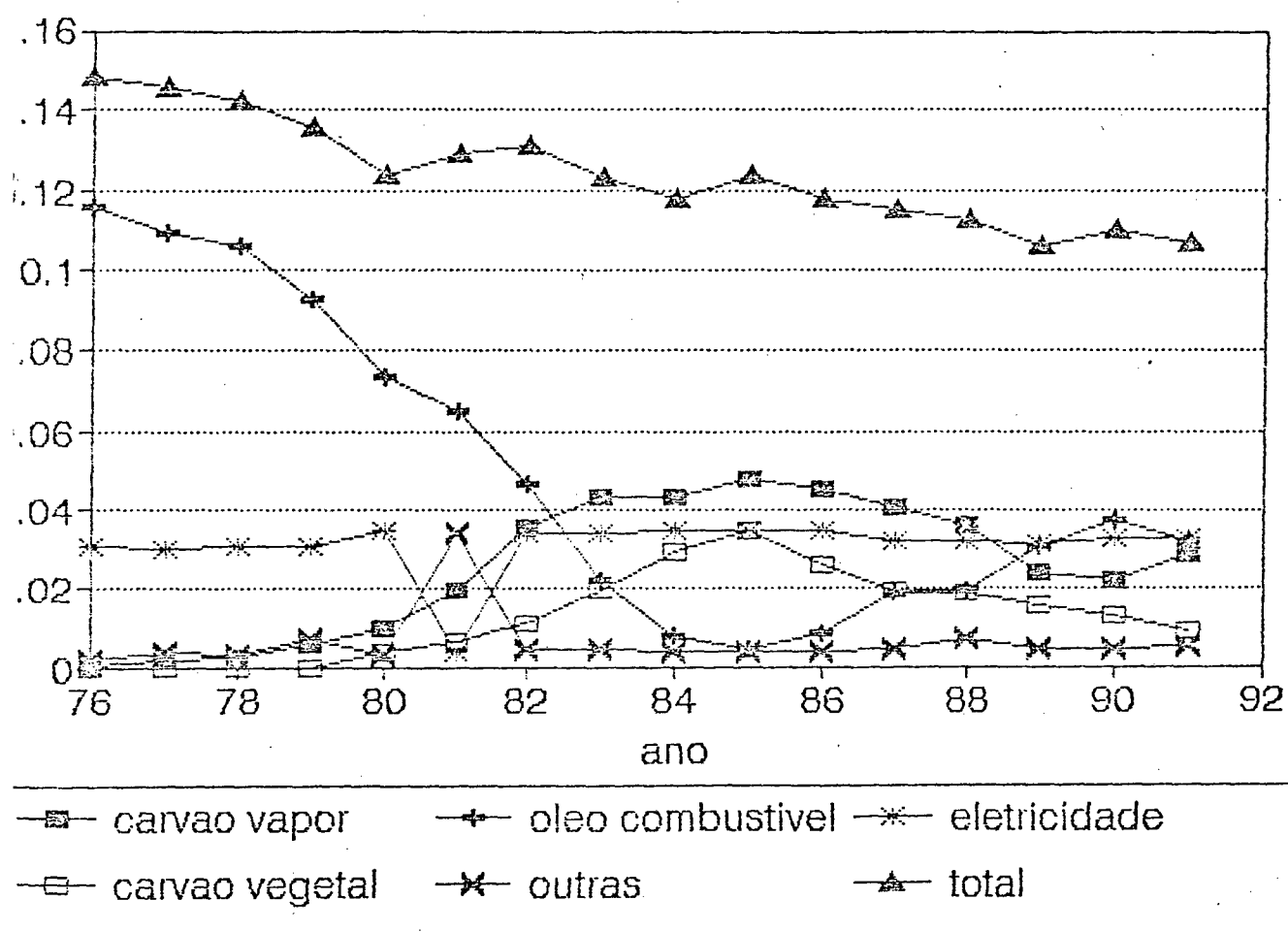
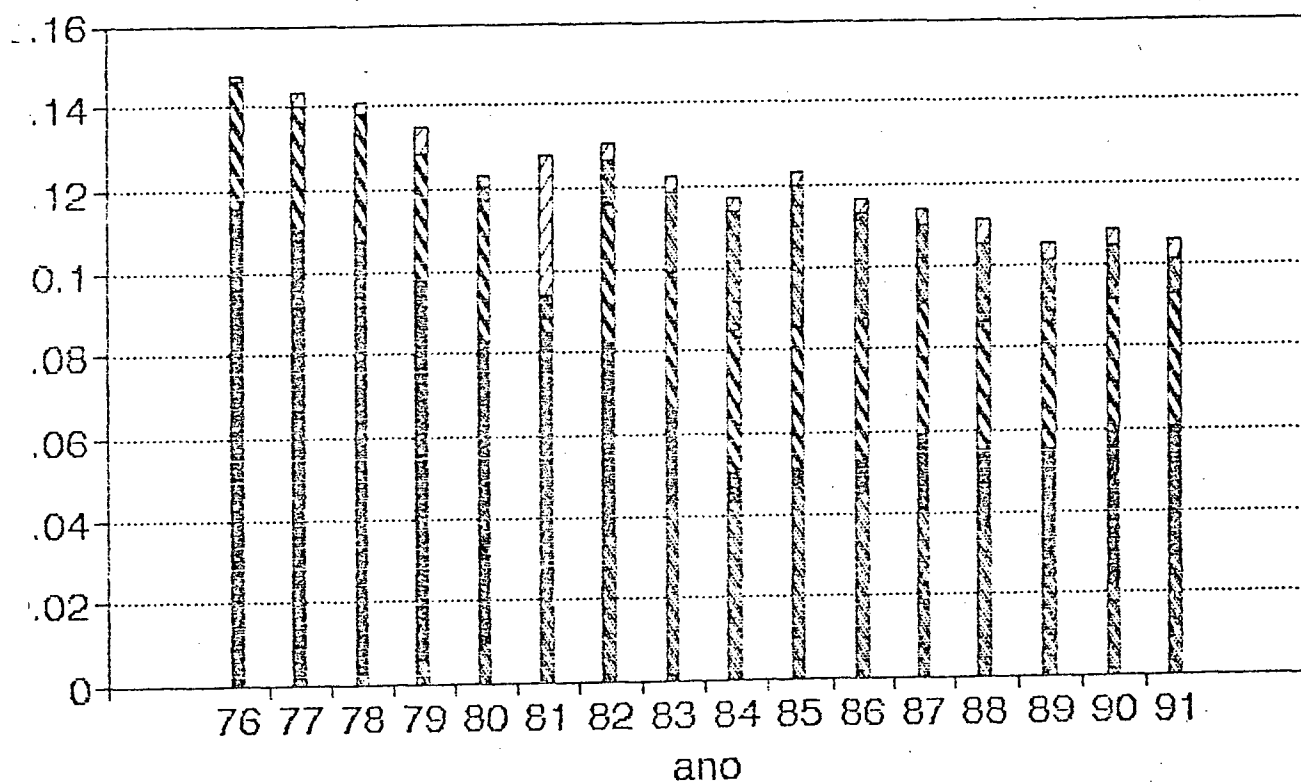


FIGURA 13

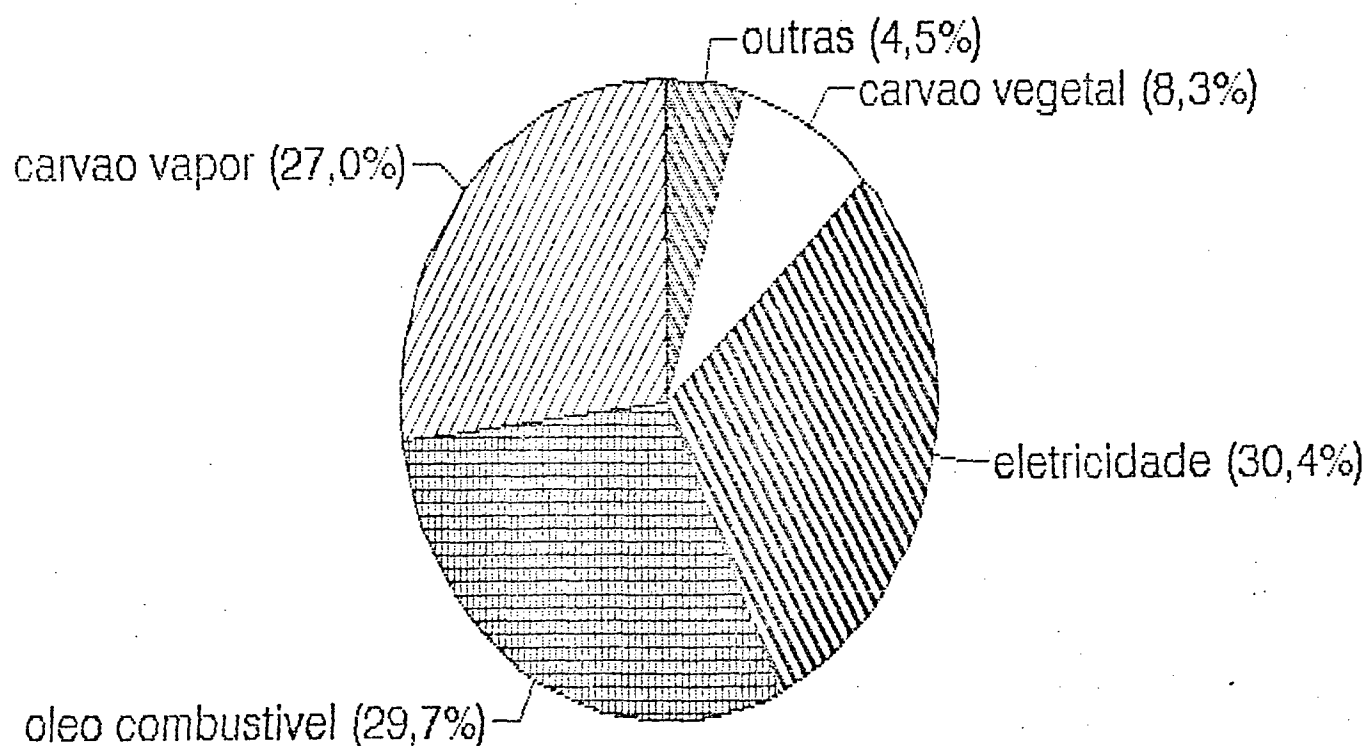
consumo acumulado de energia - cimento
1976-91



carvão vapor óleo combustivel eletricidade
carvão vegetal outras

FIGURA 14

Participação no Consumo de Energia Setor de Cimento - 1991



Quanto ao tipo de processo, a via seca tem uso predominante no país. A introdução da tecnologia por preaquecimento reduziu o consumo de energia. Houve um atraso na introdução desses fornos no Brasil, devido à dependência de um fornecedor tradicional e ao crescimento lento da demanda por cimento (5,5 % a.a.) no período de 1960 a 1965. Porém, a partir de então, houve uma rápida difusão da tecnologia, devido a uma expansão acelerada na capacidade da indústria, até o ano de 1976.

Segundo o Manual de Recomendações para um Programa de Redução do Consumo de Energia na Indústria do Cimento, elaborado pelo IPT em 1978, os consumos específicos que podem ser alcançados são 0,1300 TEP/t de clínquer para a via úmida e 0,0750 TEP/t de clínquer para o processo via seca.

O transporte do cimento até o consumidor final, se realiza, majoritariamente, pela modalidade rodoviária. Este é um item que tem relevância no custo do cimento, principalmente devido ao alto custo do combustível. A alternativa seria o uso de transporte ferroviário. Porém, a falta de uma infra-estrutura básica, torna tal opção impraticável.

5. CONCLUSÕES

Existem duas possibilidades de utilização de energia na indústria de cimento: energia para fins térmicos e energia para acionamento de motores.

Para o acionamento de motores, utiliza-se majoritariamente a energia elétrica e minoritariamente, derivados leves de petróleo. Nos fornos, pode-se utilizar óleo combustível e carvão, vegetal ou mineral. O preço do óleo combustível e a disponibilidade do carvão determinam a utilização percentual de cada alternativa de insumo energético. Existiu, durante a década de oitenta, uma variação muito grande do preço do óleo combustível, determinando a sua substituição gradual pelo carvão, no começo da década, até o ano de 1985, quando o primeiro atingiu o preço máximo. A partir de então, o uso de óleo voltou a aumentar, se estabilizando no fim da década e começo dos anos 90 em aproximadamente 30% do total, contra aproximadamente 30% para o uso de carvão (Tabela 18).

O carvão mineral tem disponibilidade variável, devido a variações de preço, qualidade do produto nacional e disponibilidade regional.

O carvão vegetal não tem um mercado estável. Sua utilização na indústria de cimento está condicionada ao excedente não absorvido da indústria siderúrgica. Há, também neste caso, problemas de localização, sendo o Estado de Minas Gerais o maior consumidor deste energético. Existem, neste estado, algumas empresas cimenteiras que estão investindo em reflorestamento próprio para garantir a regularidade de fornecimento.

A utilização da modalidade rodoviária para o transporte final do cimento também tem grande influência no custo ao consumidor final. Porém, a utilização das modalidades ferroviária ou hidroviária, mais econômicas, exigiriam investimentos básicos em infra-estrutura, o que está fora do "escopo" da indústria cimenteira.

Detectou-se como problemas mais importantes do setor: capacidade ociosa, necessidade de grandes investimentos, baixa competição e dificuldade de importação.

A capacidade ociosa é consequência da estagnação do consumo.

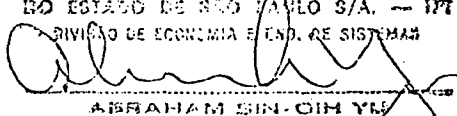
A necessidade de grandes investimentos gera uma grande barreira à entrada de novos concorrentes. Esse fato, aliado à dificuldade de importação do produto, devido aos altos custos de internalização do produto, geram uma baixa competição no setor.

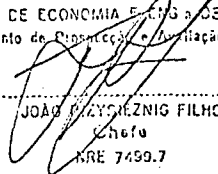
A principal vantagem comparativa do setor de cimento brasileiro é a existência de um grande mercado interno, que permite a exploração de grandes escalas de produção.

A energia poderia ser utilizada mais eficientemente nos fornos mais curtos e com mais estágios (ciclones). O uso de carga (adição ativa) no cimento também reduz o consumo de energia.

Com relação à utilização de novas fontes energéticas, no Brasil, atualmente, a biomassa tem merecido estudos de viabilidade, como no caso do carvão a partir de gramíneas.

São Paulo, 23 de maio de 1993

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

ABRAHAM BEN-ZION
Coordenador
RUE ARRAIA

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. - IPT
DIVISÃO DE ECONOMIA E IND. DE SISTEMAS
Agrupamento de Pesquisa e Avaliação Tecnológica

JOÃO P. ZYZANSKI FILHO
Chefe
RUE 7490.7

6. BIBLIOGRAFIA

Manual de recomendações para um programa de redução do consumo de energia na indústria de cimento. Volume 1 - IPT - Junho / 1978, Volume 2, Volume 3

Lafarge (1982)

Relatório IPT/DES - AETEC no. 28656/90 - Desenvolvimento e Implantação do Sistema Integrado de Planejamento Estratégico - Estudos Setoriais: Volume IV - Cimento.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Cimento Portland. A economia do consumo de óleo combustível e a indústria brasileira de cimento Portland. São Paulo: ABCP, 1978

BARRETO, Argos Menna Conservação de energia na indústria brasileira de cimento. Energia - Fontes Alternativas, São Paulo, v.1 n.4, p.20-24, set.out. 1979.

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Protocolo de redução e substituição do consumo de óleo combustível na indústria cimenteira. s.l.p: s.c.p., s.d. (xerox).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Balanço energético nacional, 1988. Brasília: MME, 1988. 136p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Balanço energético nacional, 1989. Brasília: MME, 1989. 139p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Balanço energético nacional, 1992. Brasília: MME, 1992. 140p.

BRASIL. Ministério dos Transportes. GEIPOT. Plano operacional de transportes: cimento - fase I. Brasília: GEIPOT, 1975. 193p.

BRASIL. República Federativa do Brasil. I Plano Nacional de Desenvolvimento 1972/74. Brasília, 1971.

BRASIL. República Federativa do Brasil. II Plano Nacional de Desenvolvimento 1975/1979. Brasília, 1974.

COMPANHIA Energética de Minas Gerais. Uso de energia na indústria de cimento em Minas Gerais, 1980-1983. Belo Horizonte: CEMIG, 1985. 37p.

COMPANHIA Energética de Minas Gerais & INSTITUTO DE Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais. Minas Gerais: Cenários da Economia 1986/2005. n° 4 Cimento. Belo Horizonte: CEMIG/INDI, 1987. 36p.

ESPAÑA. Técnicas de conservacion energética en la industria. Ministério de indústria e energia. Centro de estudos de la energia. Madrid, 1982. 2v.

GUIMARÃES, Eduardo Augusto, REIS, Leonídia Gomes dos. O processo de via seca na indústria de cimento. In: DIFUSÃO DE INOVAÇÕES NA INDÚSTRIA BRASILEIRA. TRÊS ESTUDOS DE CASO. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1976. p.159-242. (IPEA/INPES série Monográfica, 24).

INDÚSTRIA de cimento no Brasil: processos de fabricação e seus reflexos em termos de consumo energético. Rio de Janeiro: COPPE, 1979. 46p.

LAFARGE CONSULTORIA E ESTUDOS. Perspectivas para a indústria cimenteira na presente década. Brasília, CDI/MIC, 1982.

PINHEIRO, Armando Castelar. Uma análise dos processos de conservação de energia e substituição do óleo combustível na indústria do cimento. Rio de Janeiro: IPEA, 1984. 102p. (Textos para Discussão. Grupo de Energia nº 19).

PROCHNIK, Victor. A dinâmica da indústria de cimento no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ/IEI, 1983. 201p. (Dissertação de Mestrado).

QUEM é quem na economia brasileira, 1980. Visão, São Paulo, v.29, nº 30, ago. 1980.

QUEM é quem na economia brasileira, 1989. Visão, São Paulo, v. 38, n. 36A, set. 1989.

RIBEIRO, Volney N. Observações sobre as emissões gasosas da indústria cimenteira. In: Reunião de técnicos da indústria de cimento, 39ª, São Paulo, 27-28 julho de 1989. São Paulo, ABCP, 1989.

SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Manual de recomendações para um programa de Redução do consumo de energia na indústria de cimento. São Paulo: IPT, 1978. v. 1 (Publicação IPT nº 1112).

SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. O uso do carvão vegetal na indústria de cimento. São Paulo: IPT-AET, 1988. 83p.

SINDICATO Nacional da Indústria do Cimento. Relatório de 1988. Rio de Janeiro: SNIC, 1988. 55p.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ANEXO I

CIMENTOS PORTLAND — ATUAIS ESPECIFICAÇÕES E SUAS APLICAÇÕES

1 DESIGNAÇÕES

Os cimentos portland passaram a ter as seguintes designações, de acordo com as últimas revisões das especificações brasileiras realizadas pela ABNT.

a) CIMENTO PORTLAND COMUM - (EB 1/NBR 5732)

CP I - Cimento Portland Comum

CP I-S - Cimento Portland Comum com Adição

b) CIMENTO PORTLAND COMPOSTO - (EB 2138/NBR 11578)

CP II-E - Cimento Portland Composto com Escória

CP II-Z - Cimento Portland Composto com Pozolana

CP II-F - Cimento Portland Composto com Filer

c) CIMENTO PORTLAND DE ALTO-FORNO - (EB 208/NBR 5735)

CP III

d) CIMENTO PORTLAND POZOLÂNICO - (EB 758/NBR 5736)

CP IV

e) CIMENTO PORTLAND DE ALTA RESISTÊNCIA INICIAL - (EB 2/NBR 5733)

CP V-ARI

f) CIMENTO PORTLAND RESISTENTE A SULFATOS - (EB 903/NBR 5737)

São designados pela sigla original de seu tipo acrescida de *RS*.

Por exemplo: CP I-S-32RS, CP III-32RS, CP V-ARI RS.

g) CIMENTO PORTLAND BRANCO - (Projeto de Norma nº 18:101.01-008/91).

CPB - Cimento Portland Branco - (Estrutural e Não Estrutural).

2 CLASSES (RESISTÊNCIAS)

Os cimentos portland são definidos, por suas classes para efeito da verificação de conformidade de resistência, conforme indicado a seguir.

4 APLICAÇÕES USUAIS DOS DIFERENTES TIPOS DE CIMENTO PORTLAND

Aplicação	Tipos de Cimento
Argamassa de revestimento e assentamento de tijolos e blocos	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)
Argamassa de assentamento de azulejos e ladrilhos	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)
Argamassa de rejuntamento de azulejos e ladrilhos	Branco (CPB)
Concreto simples (sem armadura)	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)
Concreto magro (para passeios e enchimentos)	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)
Concreto armado com função estrutural	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Concreto protendido com protensão das barras antes do lançamento do concreto	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-Z, CP II-F), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Concreto protendido com protensão das barras após o endurecimento do concreto	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Concreto armado para desforma rápida, curado por aspersão de água ou produto químico	de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI), Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Concreto armado para desforma rápida, curado a vapor ou com outro tipo de cura térmica	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento curados por aspersão de água	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento para desforma rápida, curados por aspersão de água	de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI), Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento para desforma rápida, curados a vapor ou com outro tipo de cura térmica	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Pavimento de concreto simples ou armado	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)
Pisos industriais de concreto	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV) e de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI)
Argamassas e concretos brancos ou coloridos para efeito estético ou proteção do calor do sol	Branco (CPB) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Argamassa armada (VER NOTA 1)	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Solo-cimento	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)
Argamassas e concretos para meios agressivos (água do mar e de esgotos)	de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV) e Resistente a Sulfatos (VER NOTA 2)

NOTAS: (1) Devido à pouca experiência que se tem no Brasil sobre o uso do CP III e do CP IV na argamassa armada, deve-se consultar um especialista antes de especificá-los.

(2) A designação dos cimentos RS consta do item 1.1 desta matéria.

3.3 Cimento Portland Pozolânico (EB 758/NBR 5736)

Sigla	Classe	Clínquer + sulfatos de cálcio	Material pozolânico ⁽⁵⁾	Material carbonático ⁽⁶⁾
CP IV	25-32	85-45	15-50	0-5

NOTAS: (5) Quando entre 25% e 40%, o cimento é considerado resistente a sulfatos.

(6) Com, no mínimo, 85% de CaCO_3 .

3.4 Cimento Portland de Alto-Forno (EB 208/NBR 5735)

Sigla	Classe	Clínquer + sulfatos de cálcio	Escória granulada ⁽⁷⁾	Material carbonático ⁽⁸⁾
CP III	25, 32 e 40	65-25	35-70	0-5

NOTAS: (7) A determinação do teor é facultativa; quando entre 60% e 70%, o cimento é considerado resistente a sulfatos.

(8) Com, no mínimo, 85% de CaCO_3 .

3.5 Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (EB 2/NBR 5733)

Sigla	Clínquer + sulfatos de cálcio	Material carbonático ⁽⁹⁾
CP V-ARI	100-95	0-5

NOTA: (9) Com, no mínimo, 85% de CaCO_3 , a determinação do teor é facultativa.

3.6 Cimento Portland Resistentes a Sulfatos (EB 903/NBR 5737)

São considerados cimentos resistentes a sulfatos:

- os que tiverem teores de C:A do clínquer e de adições carbonáticas iguais ou inferiores a 8% e 5% (em massa do aglomerante total), respectivamente.
- os que tiverem antecedentes de resultados de ensaios de longa duração ou de obras que comprovem resistência a sulfatos.
- os portland de alto-forno que contiverem entre 60% e 70% de escória granulada e os portland pozolânicos com 25% a 40% de material pozolânico.

Nos dois primeiros casos, o cimento deve atender ainda a uma das normas NBR 5732, 5733, 5735, 5736 e 11578. Se portland de alta resistência inicial (NBR 5733), admite-se a adição de escória granulada de alto-forno ou de materiais pozolânicos, para os fins específicos da NBR 5737.

3.7 Cimento Portland Branco (Projeto de Norma 18:101.01-008)

	Clínquer branco + sulfatos de cálcio	Materiais carbonáticos
Cimento Portland Branco Estrutural	100-75	0-25
Cimento Portland Branco Não Estrutural	74-50	26-50

Cimento	Classe	Resistência à compressão aos 28 dias de idade (MPa) ⁽¹⁾	
		Limite Inferior	Limite Superior
CP I CP I-S	25 32 40	25,0 32,0 40,0	42,0 49,0 -
CP II-E CP II-Z CP II-F	25 32 40	25,0 32,0 40,0	42,0 49,0 -
CP III	25 32 40	25,0 32,0 40,0	42,0 49,0 -
CP IV (EB 758/NBR 5736)	25 32	25,0 32,0	42,0 49,0
CPB (estrutural)	25 32 40	25,0 32,0 40,0	42,0 49,0 -
CP V-ARI		Resistência à compressão aos 7 dias de idade (MPa)	
		Limite Inferior	Limite Superior
		34,0	-

NOTAS: (1) 1 MPa (Megapascal) = 10,1977 kgf/cm² (ou, em números redondos, 1 MPa = 10 kgf/cm²).

(2) O CPB não estrutural não se divide em classes de resistência.

3 TEORES DOS COMPONENTES (% EM MASSA)

3.1 Cimento Portland Comum (EB 1/NBR 5732)

Sigla	Classe	Clínquer + sulfatos de cálcio	Escória granulada	Material pozzolânico	Material carbonático ⁽¹⁾
CP I CP I-S	25, 32 e 40 25, 32 e 40	100 99-95		0 1-5	

NOTA: (1) Com, no mínimo, 85% de CaCO₃.

3.2 Cimento Portland Composto (EB 2138/NBR 11578)

Sigla	Classe	Clínquer + sulfatos de cálcio	Escória granulada ⁽²⁾	Material pozzolânico ⁽³⁾	Material carbonático ⁽⁴⁾
CP II-E	25, 32 e 40	94-96	6-34	-	0-10
CP II-Z	25, 32 e 40	94-96	-	6-14	0-10
CP II-F	25, 32 e 40	94-90	-	-	6-10

NOTA: (2) e (3) A determinação do teor é facultativa.

(4) Com, no mínimo, 85% de CaCO₃; a determinação do seu teor é facultativa.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ANEXO II



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

TABELA - Preços Médios Constantes de Fontes de Energia (1)

Cr\$(1991)/Unid. Física

	FONTES			
	Carvão Vapor em ton (2)	Óleo Comb. BPF em ton (3)	Elettricidade em Mwh (4)	Carvão Vegetal em m³ (5)
1976	8.006	46.229	22.365	13.392
1977	10.796	48.084	22.165	10.589
1978	10.821	46.495	21.736	15.077
1979	11.719	56.636	20.902	16.493
1980	12.976	103.470	20.772	17.819
1981	17.711	136.439	24.788	11.017
1982	22.584	120.997	22.999	10.672
1983	19.644	133.618	19.882	12.256
1984	17.956	137.197	19.870	10.041
1985	15.837	124.383	20.808	12.387
1986	14.471	91.439	19.775	13.296
1987	13.201	89.045	23.002	10.327
1988	16.267	70.868	22.386	10.898
1989	12.240	45.966	15.393	9.025
1990	10.302	64.341	17.245	7.567
1991	6.082	57.050	13.918	7.182

Fatores de Conversão

- Carvão Vapor
1 ton. = 0,5204 tEP

- Óleo Combustível
1 m³ = 0,933 tEP
1 m³ = 1,013 ton.

1 ton. = 0,9210 tEP

- Elettricidade
1 Mwh = 0,086 tEP

- Carvão Vegetal
1 ton. = 0,63 tEP
1 m³ = 0,25 ton.
1 m³ = 0,1575 tEP

Conversão de Cr\$ médio de
1991 para Cr\$ de dez de 91
fator = 2,923

- Obs.: (1) Cruzeiros correntes convertidos a cruzeiros de 1991 pelo IGP.
(2) Média dos preços dos tipos de carvões, ponderados pela vigência de Portaria do CHP e pelo consumo, para cada tipo.
(3) Ponderados pela vigência das Portarias do CHP - inclui impostos.
(4) Tarifa média da Eletrobras - não inclui impostos.
(5) Cotações do Estado de Minas Gerais.