

Cimento

Antônio Fernando da Silva Rodrigues, Geólogo, MSc
antonio.fernando@dnpm.gov.br

David Siqueira Fonseca, Geólogo.

INSUMOS MINERAIS PARA FABRICAÇÃO DE CIMENTO

Os insumos base-mineral demandados para a fabricação do cimento são: calcário, argila e gipsita (gesso), recursos ambientais considerados relativamente abundantes na crosta terrestre. Proporcionalmente, o calcário apresenta maior participação na combinação de substâncias exigidas para a produção de cimento, calculando-se uma relação da ordem de 1,4t de rochas calcíticas para cada tonelada de cimento produzida.

Adverte-se, contudo, que o 'calcário magnesiano' ou dolomito é proibitivo à indústria de cimento. Portanto, aquelas rocha em cuja composição química o magnésio exceda a ordem de 3,0% devem passar por uma lavra seletiva, uma vez que as variações calcíticas e dolomíticas normalmente ocorrem associadas na natureza.

CONCEITOS SUBJACENTES

A gipsita (Sin. gipso) é um sulfato de cálcio hidratado – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 46,6% SO_3 , 36,5% CaO , 20,9% H_2O – de origem prevalente sedimentar associada a depósitos evaporíticos, normalmente como

hidratação de anidrita (CaSO_4 : 58,8% SO_3 , 41,2% CaO). Destaque para as seguintes variedades: o *espato acetinado*, fibroso e brilho sedoso; o *alabastro*, maciço e transparente; e a *selenita*, incolor e transparente.

A gipsita calcinada gera sulfato de cálcio anidro, o **gesso**, de amplo uso na construção civil (placas de forros etc.), como moldes cerâmicos, na odontologia, na agricultura (corretivo de solo), na metalurgia, na fabricação de cerveja (purificação da água), na indústria química (tintas), carga para papel e na fabricação de cimento *Portland* (retarda o 'pega')

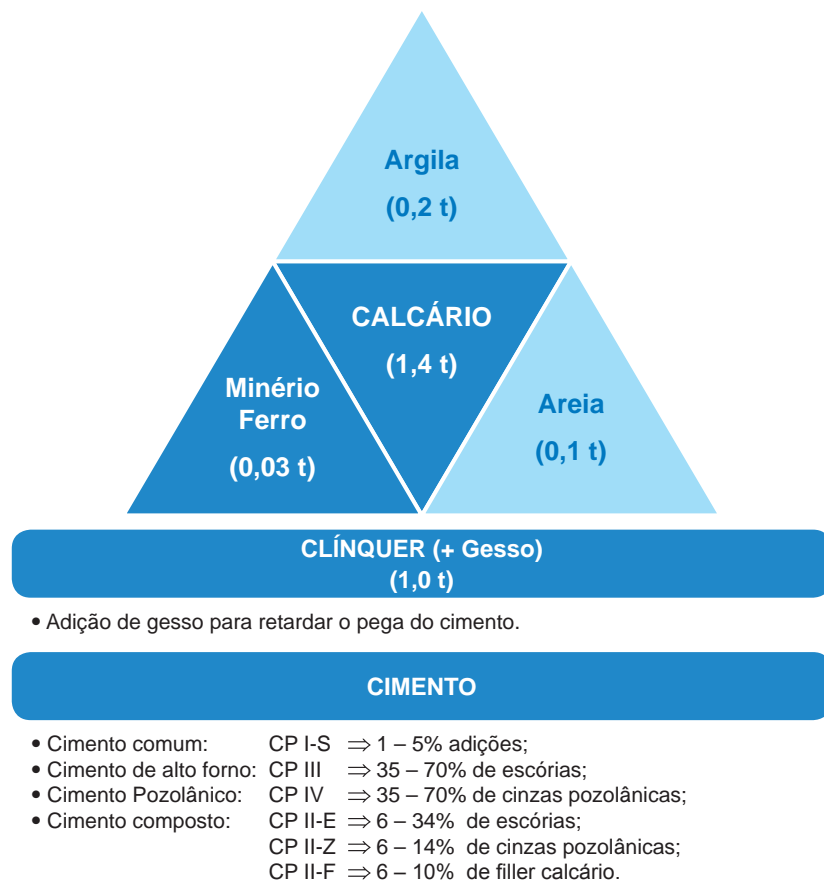
Calcário deriva do latim *calcarius*, significando 'o que contém cal'. São rochas que apresentam em sua composição química dominância do carbonato de cálcio, cuja origem, orgânica em prevalência, está associada a carapaças e esqueletos fósseis ou de organismos vivos e por precipitação química. Neste caso dos calcários quimiogênicos, o carbonato de cálcio dissolvido na água cristaliza e precipita formando lentes e camadas com espessuras e continuidades variáveis, principalmente em ambientes marinhos.

Os afloramentos mais comuns na crosta terrestre são de origem orgânica. A classificação geral dos calcários, em função de variações na composição mineralógica das rochas, permite distingui-las em: calcário (calcítico) e dolomito (magnesiano; $\text{CaMg}\{\text{CO}_3\}_2$ ou $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). As principais aplicações são: na produção de cal, na agricultura (corretivo do pH do solo), na metalurgia (fundente), na indústria de vidro, como rocha ornamental, revestimento e brita para a construção civil; e na indústria cimenteira (cimento *Portland*).

Outros aditivos naturais como bauxitas e minérios de ferro, em pequenos volumes, são necessários para ajustar as quantidades de óxidos exigidos em todo o processo de fabricação do cimento *Portland*. Estes óxidos de cálcio, sílica, alumínio e ferro, respondem por 95% da composição química do clínquer.

Adverte-se, entretanto, para a ocorrência natural de outros minerais associados à massa das rochas carbonatadas ou à eventuais lentes/camadas intercaladas nas jazidas, considerados de elementos indesejáveis, exigindo um planejamento de lavra e beneficiamento mineral seletivos. Neste caso particular do calcário para a fabricação de cimento, os maiores 'vilões' são o enxofre e o óxido de magnésio

Diagrama 01
CIMENTO: PRINCIPAIS INSUMOS MINERAL



Fonte: SNIC, 2009.

(MgO). O grande problema do óxido de magnésio reside no fenômeno indesejável do contato com a água no concreto ou argamassa, pois ao se hidratar, transforma-se lentamente em hidróxido de magnésio – $Mg(OH)_2$ – com sérias implicações em decorrência da expansão do volume, gerando tensões internas suficientes para provocar trincas e fissuras. Normas nacionais e internacionais regulam os teores máxi-

mos tolerados na composição dos cimentos. No Brasil o limite máximo é de 6,5% para o teor de óxido de magnésio, com exceção para o tipo *CP III – Cimento Portland de alto-forno*, que pela presença da escória não tem limite para o MgO.

Nessa perspectiva, a indústria cimenteira exige a observância de algumas máximas da Geologia e da Geografia Econômica, na fase de planejamento sobre a instalação de novas usinas. À primeira exige particular atenção à rigidez locacional e singularidade inata às jazidas, pois as anomalias minerais estão onde caprichosamente a natureza, condicionada pelo ‘*ciclo das rochas*’, assim determinou. Por outro ângulo, o estudo integrado do mercado consumidor, associado à logística de distribuição e comercialização do produto final, exige na tomada de decisão especial atenção sobre o ‘*raio econômico*’ das novas instalações verticalizadas: mina – usina cimenteira – infraestrutura e logística de transporte.

A história do processo evolutivo das pesquisas sobre o cimento moderno, remonta ao século XVIII, consolidando-se em meado de 1780, com a descoberta da fórmula de combinação de substâncias naturais ligantes, por cientistas e pesquisadores europeus, utilizada como matéria-prima para a fabricação de argamassas de revestimento externo, importante avanço no desenvolvido cimento hidráulico. No período entre 1780 e 1829, a perseguição da ‘*fórmula perfeita*’ induziu a denominações diferentes: “cimento romano” e “cimento britânico”. Entretanto, somente em meado de 1830, o inglês Joseph Aspdin patenteou o processo de fabricação de um ligante derivado da combinação calcinada (em proporções certas e definidas) de calcário e argila, válido até hoje.

A propósito, entende-se calcinação a transformação, por efeito térmico, do carbonato de cálcio em óxido (CaO) chamado de cal ordinária, ou qualquer outro metal em óxido, aos quais antigamente se dava o nome genérico de cal. A calcinação, exige temperatura próxima àquela de fusão das rochas carbonáticas calcítica ou dolomítica, na faixa de 900 a 1.300 °C (Sampaio & Almeida, 2005).

Por último, cabe registrar que, em 1855, na França, Joseph Louis Lambot apresentou inédita e oficialmente, na Exposição Universal de Paris, o *cimento armado*, assim denominado até a década de 20, quando passou a ser chamado de *concreto armado*.

Tabela 1
BRASIL: RECURSOS E RESERVAS DE CALCÁRIO – 2007

Reservas 2007	CALCÁRIO					
	Medida	Indicada	Inferida	Diponibilidade	Lavrável	Part. %
BRASIL	56.369.478.148	29.883.737.166	23.755.137.817	110.008.353.131	50.271.256.249	100,00
Norte¹	4.222.053.800	1.480.786.478	5.112.573.766	10.815.414.044	4.255.285.004	8,46
PA	3.953.636.475	1.348.366.416	4.979.896.352	10.281.899.243	3.960.358.660	93,07
RO	173.241.424	94.507.862	90.336.602	358.085.888	219.930.810	5,17
TO	69.092.201	33.621.533	42.340.812	145.054.546	69.092.201	1,62
AM	26.083.700	4.290.667		30.374.367	5.903.333	0,14
Nordeste	9.863.163.383	5.169.803.130	2.768.598.821	17.801.565.334	8.112.646.158	16,14
BA	4.259.589.629	1.446.593.391	905.848.650	6.612.031.670	3.366.288.056	41,49
RN	3.446.955.692	2.855.538.116	1.684.430.742	7.986.924.550	3.052.275.861	37,62
CE	1.325.710.336	678.930.819	168.507.507	2.173.148.662	813.977.047	10,03
SE	446.761.133	107.433.404	104.616	554.299.153	455.796.182	5,62
MA	214.714.319	0	0	214.714.319	214.714.319	2,65
PE	121.766.129	60.348.902	7.991.578	190.106.609	162.766.129	2,01
PB	42.946.718	20.353.098	1.594.648	64.894.464	43.165.672	0,53
AL	2.547.808	0	0	2.547.808	2.147.808	0,03
PI	2.171.619	605.400	121.080	2.898.099	1.515.084	0,02
Centro-Oeste	15.372.256.879	13.065.128.847	11.953.765.508	40.391.151.234	11.801.861.830	23,48
MS	13.738.867.913	9.913.310.052	10.709.449.764	34.361.627.729	9.963.704.939	84,42
GO	1.209.393.377	2.088.776.752	659.629.486	3.957.799.615	1.192.035.395	10,10
MT	366.899.848	1.063.042.043	584.686.258	2.014.628.149	589.025.755	4,99
DF	57.095.741	0	0	57.095.741	57.095.741	0,48
Sudeste	20.152.921.441	9.093.931.490	3.089.107.269	32.335.960.200	19.608.988.612	39,01
MG	9.958.308.839	4.245.970.343	2.450.852.566	16.655.131.748	9.825.214.298	50,11
RJ	5.336.798.600	2.343.673.348	74.777.634	7.755.249.582	5.251.245.236	26,78
SP	3.138.343.724	1.799.826.636	544.027.012	5.482.197.372	3.050.524.065	15,56
ES	1.719.470.278	704.461.163	19.450.057	2.443.381.498	1.482.005.013	7,56
Sul	6.759.082.645	1.074.087.221	831.092.453	8.664.262.319	6.492.474.645	12,91
PR	6.407.937.918	915.258.798	688.915.306	8.012.112.022	6.155.348.543	94,81
RS	266.278.985	144.935.300	137.792.519	549.006.804	264.336.214	4,07
SC	84.865.742	13.893.123	4.384.628	103.143.493	72.789.888	1,12

Fonte: DIDEM-DNPM, 2009.

Notas: No Acre e Roraima não há registros de reservas no banco de dados do DNPM.

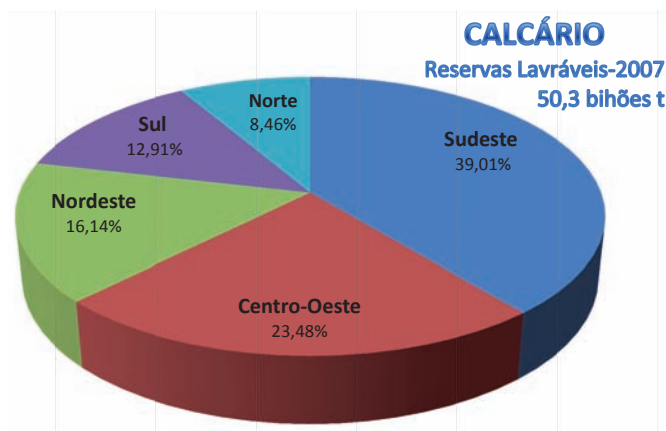
RECURSOS & RESERVAS

CALCÁRIO

A disponibilidade primária de calcário – rochas carbonatadas composta basicamente pelos minerais calcita (CaCO_3) e dolomita ($\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$) – alcançam a ordem de 14 bilhões de toneladas (Bt), considerando o adicional dos Relatórios Finais de Pesquisa Mineral, aprovados pelo DNPM no ano-base 2008, o que significou uma variação de 3,62% em relação ao ano de 2007. As reservas aprovadas em 2008 somam um montante de 3,96 Bt, numa combinação de calcário calcítico (99,45%) e dolomítico (0,55%).

Pelo ângulo mais conservador de reservas lavráveis (conceito adotado no planejamento de lavra das empresas de mineração) a disponibilidade total de recursos dimensionados fica reduzida a 45,7%, o que significa uma abundância relativa desse recurso ambiental. Desagregando-se a análise pelas macrorregiões, observa-se que a

Figura 1
BRASIL: RESERVAS LAVRÁVEIS DE CALCÁRIO – 2007



Fonte: DIDEM-DNPM, 2008.

Geodiversidade do Brasil assegurou uma distribuição muito boa por toda a extensão continental do País: Sudeste (39,01%), Centro-Oeste (23,48%), Nordeste (16,14%), Sul (12,91%) e Norte (8,46%).

Adverte-se, contudo, para as dificuldades em encontrar rochas carbonatadas que reúnam todas as características mineralógica e química exigidas para a fabricação de cimento. De uma forma prática, o calcário deve ter elevado teor de CaCO_3 , baixos teores de sílica, óxidos de ferro e alumínio e, em particular, baixo teor de MgCO_3 (3%). A Tabela 01 sistematiza a composição adequada de um calcário para uso na indústria do cimento (Sampaio & Almeida, 2005).

Tabela 02
CALCÁRIO ($\geq 82\% \text{ CaCO}_3$): COMPOSIÇÃO QUÍMICA
PARA A FABRICAÇÃO DE CIMENTO

Óxidos	Δ %	Óxidos	Δ %
CaO	47,40	MgO	1,19
PCC*	37,35	K ₂ O	0,26
SiO ₂	9,40	Na ₂ O	0,12
Al ₂ O ₃	1,37	SO ₃	0,10
Fe ₂ O ₃	1,26

Fonte: Schnellrath *et al.* (2001), *apud* Sampaio & Almeida, 2005.

Nota: PCC – perda por calcinação

GIPSITA (GESSO)

As formações gipsíticas estão associadas às bacias sedimentares Amazônica (Amazonas e Pará); do Parnaíba (Maranhão e Tocantins); Potiguar (Rio Grande do Norte); do Araripe (Piauí, Ceará e Pernambuco); e do Recôncavo (Bahia). Nestes domínios geológicos, três Estados concentram 97,6% das reservas medidas: Camamu, na Bahia (53,3%), Araripe, em Pernambuco (22,4%) e Aveiro, no Pará (21,9%), com destaque para as vantagens qualitativas das jazidas situadas na chapada do Araripe, tradicional ‘*pólo gesseiro pernambucano*’, em fase evolutiva para APL-Base Mineral.

Tabela 3
BRASIL: RECURSOS E RESERVAS DE GIPSITA – 2008

RECURSOS & RESERVAS DE GIPSITA – 2008 ^p					
Estados	Medida (t)	Partic. Δ% – UFs	Indicada (t)	Total (t)	Partic. Δ% – UFs
Brasil	865.804.446	100,0	364.413.078	1.230.217.524	100,0
Bahia	461.343.861	53,3	93.997.000	555.340.861	45,1
Pernambuco	194.060.024	22,4	61.946.204	256.006.228	20,8
Pará	189.619.891	21,9	204.119.355	393.739.246	32,0
Maranhão	15.822.954	1,8	2.007.437	17.830.391	1,4
Ceará	3.755.895	0,4	0	3.755.895	0,3
Tocantins	671.581	0,1	186.211	857.792	0,1
Outros	530.240	0,1	2.156.871	2.687.111	0,2

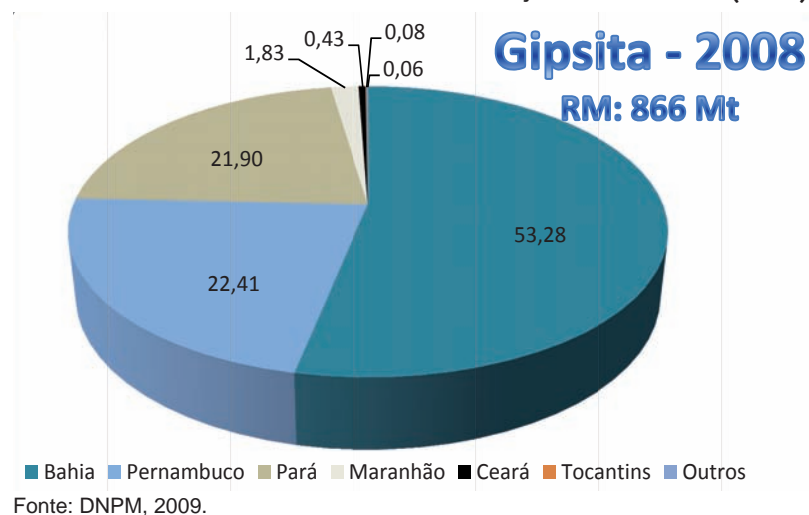
Fonte: Anuário Mineral Brasileiro – AMB – DIDEM-DNPM, 2009.

Nota: ^pDados preliminares.

As reservas (medida + indicada) oficiais de gipsita, contabilizadas pelo DNPM até o ano-base 2008, aproximam-se da ordem de 1,2 bilhão t (Bt). Considerando-se apenas as reservas medidas mais conservadoras para efeito de planejamento de lavra, esses recursos ficam reduzidos ao patamar de 866 milhões t (Mt). Mas, ainda assim, pode-se classificá-las na categoria de recursos abundantes, situando o País numa posição confortável com referência à provisão de insumo base-mineral para a indústria cimenteira (Fig. 01)

Os demais insumos minerais utilizados na fabricação de cimento, tais como argila e minério de ferro também são categorizados na faixa de recursos abundantes. Eventual interesse no dimensionamento desses recursos minerais recomenda-se consultar bibliografia específica. No caso do minério de ferro, remete-se o leitor interessado ao Capítulo dos Metais Ferrosos, parte integrante deste compêndio.

Figura 2
RESERVAS MEDIDAS DE GIPSITA: PARTICIPAÇÃO DOS ESTADOS (2008)



OFERTA & DEMANDA

A oferta mundial de cimento em 2008 situou-se na ordem de 2.822 Mt, registrando uma variação positiva de 0,9 %, o que significa relativa estabilidade na produção, quando comparada a 2007. Contudo, ao se excluir a China da análise observa-se uma queda de -3,4% (Fig. 04).

Tabela 4
CIMENTO: RANKING MUNDIAL DE PAÍSES PRODUTORES

CIMENTO
Ranking Mundial de Países

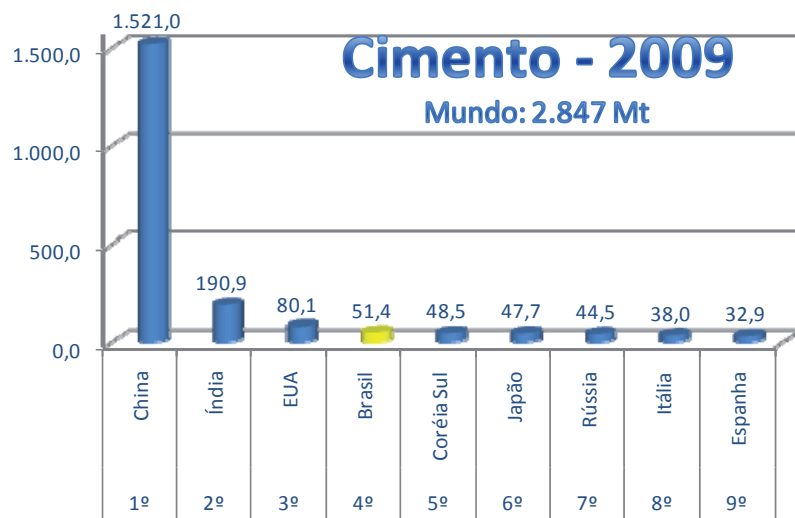
PAÍSES	2007	2008	Produção Mundial		2009*	Var. % (2008/07)
			Part. (%)	Var. % (2008/07)		
	(10 ⁶ t)				(10 ⁶ t)	(2008/07)
China	1.345,0	1.449,0	51,3	7,7	1.521,0	5,0
Índia	165,9	179,9	6,4	8,4	190,9	6,1
EUA	114,6	96,5	3,4	-15,8	80,1	-17,0
Rússia	60,4	58,5	2,1	-3,1	44,5	-23,9
Brasil	45,1	51,4	1,8	14,0	51,4	0,0
Japão	56,8	50,1	1,8	-11,8	47,7	-4,8
Coréia do Sul	50,8	50,5	1,8	-0,6	48,5	-4,0
Espanha	56,0	42,7	1,5	-23,8	32,9	-23,0
Itália	46,4	41,8	1,5	-9,9	38,0	-9,1
Outros	854,0	801,6	28,4	-6,1	792,0	-1,2
Mundo	2.795,0	2.822,0	100,0	1,0	2.847,0	0,9
Mundo (sem China)	1.450,0	1.373,0	...	-5,3	1.326,0	-3,4

Fonte: Cembureau; JPMorgan; BNP Paribas; 8º Global Cement Report; PCA; USGS; SNIC, 2009.

Nota: *Previsão.

O *ranking* mundial dos maiores consumidores de cimento obedece ordenamento: 1º China (1.521 Mt), 2º Índia (190,9 Mt), 3º EUA (80,1 Mt), 4º Brasil 51,4 Mt) e Coréia do Sul (48,5 Mt). Mesmo com o impacto da crise econômica internacional, estima-se o seguinte desempenho em 2009, comparativamente a 2008: China, +5%), Índia (+6,7%), EUA (-17,0%), Brasil (0,0%) e Coréia do Sul (-4,8%) (cf. Cembureau; JPMorgan; BNP Paribas; 8º Global Cement Report; PCA; USGS; *apud* SNIC, 2009).

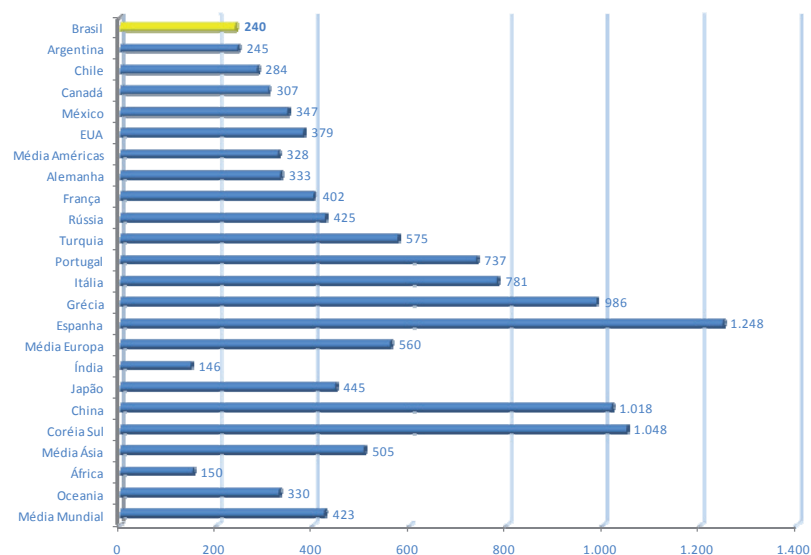
Figura 3
CONSUMO MUNDIAL DE CIMENTO (MT) – 2008



Fonte: SNIC, 2009.

Exercícios estimativos de consumo *per capita*, considerando a média anual dos continentes e alguns países selecionados, convergem para os números seguintes: Mundo (423 t/capita), Europa (560 t/capita), Ásia (505 t/capita), Américas (328 t/capita), Oceania (330 t/capita), África (150 t/capita). No *ranking* dos países a Espanha lidera absoluta com um consumo médio anual de 1.018 t, seguida da Coréia do Sul (1.048 t), China (1.018 t cimento per capita). O Brasil ainda ocupa relativamente uma modesta posição com um consumo médio anual de 240 t de cimento *per capita*, admitindo-se que os grandes projetos de infraestrutura – hidrelétricas, rodovias, ferrovias, portos, aeroportos – previstos no Plano de Aceleração do Crescimento influam positivamente no desempenho da construção civil e, por conseguinte, nos indicadores de consumo doméstico de cimento.

Figura 4
CONSUMO MUNDIAL DE CIMENTO (T PER CAPITA) – 2007



Fonte: Cembureau, Canacem, AFCP, ICH; *apud* SNIC, 2009.

Importa registrar, o compromisso do Brasil em sediar a Copa – 2014 e as Olimpíadas – 2016, na medida em que antecipam-se os cronogramas de diversas obras civis de infraestrutura, reforma e construção de novos estádios, nas doze capitais sub-sedes da Copa: Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba, Cuaibá, Natal, Recife, Porto Alegre, Salvador e Manaus.

ESTRUTURA DA INDÚSTRIA DE CIMENTO

Cimento *Portland* – assim denominado pela textura semelhante às rochas da ilha de Portland, sul da Inglaterra – é um produto derivado da combinação de insumos de base mineral: calcário e argila, em prevalência, e outras substâncias adicionais em menor proporção: ferro e gipsita.

Evidências arqueológicas induzem acreditar que o homem a utilização de matérias-primas minerais como substâncias ligantes em construções remonte à Idade Antiga das Civilizações. Atribui-se aos assírios e babilônios o uso da argila e aos egípcios a combinação das funcionalidades do calcário e do gesso na produção de argamassa com propriedades ligantes mais eficientes.

Ainda que se admitam avanços na Renascença de pesquisas sobre materiais ligantes para construção civil, somente em 1845 logrou-se a produção do cimento moderno tipo Portland, em escala industrial.

Os grupos do Setor Cimenteiro apresentam como principal característica a integração verticalizada das empresas: mina (argila, calcário, gipsita e minério de ferro) – beneficiamento (britagem e moagem) – industrialização (transformação química em clínquer, cimento não pulverizado).

O processo evolutivo da produção de cimento no Brasil tem duas fases bem definidas: *pioneira* e *industrial*. A primeira remonta ao século XIX, em função da pressão da demanda por obras públicas e residências, em função do aumento da população dos grandes centros

urbanos do País, cujos eventos mais significativos são: 1) Instalação da fábrica da Paraíba (1892); 2) Fábrica de São Paulo (1897-1918) e 3) Fábrica Estadual do Espírito Santo (1912), objeto de arrendamento e modernização em 1924.

Admite-se como marco inicial da fase industrial do cimento no Brasil a retomada das atividades da fábrica do Espírito Santo (1925), objeto de incentivos governamentais, e à instalação da fábrica de Perus, em São Paulo (1926). Em seguida instalaram-se as fábricas de cimento Mauá (1933) e Votorantim (1936), diminuindo significativamente as importações e assegurando grande parte da provisão da demanda nacional.

A linha do tempo mostra que em 1945 (8 fábricas instaladas) a produção nacional era de 800 mil t/ano, salta para 2 milhões de toneladas (Mt) em 1953 e, mais recentemente, em meado da década de '90 evolui de um patamar de 25 Mt para 40 Mt de cimento. Por outro ângulo, o consumo *per capita* apresenta o seguinte perfil evolutivo: 12,9 kg/ano (1935), 67,7 kg/ano (1962; 30 fábricas instaladas) e 240 kg/ano (2008). Conforme estimativas do SNIC (2008), a indústria do cimento responde pela geração de cerca de 23.000 empregos em todo o território nacional.

Uma das principais características do mercado do cimento é sua forte dependência do raio econômico, que impõe uma tendência ao consumo local, no entorno das usinas de processamento químico do clínquer. Enumeram-se como fatores restritivos a maior abrangência de mercado o baixo valor do produto, a relevância do impacto dos custos de transporte no preço final ao consumidor e a condição perecível do produto.

Em meados da década de '90, intensifica-se o movimento de aquisições na indústria cimenteira, com implicações no aumento da concentração do setor produtivo mina-usina, por excelência integrado, em dez grupos. A forte onda neoliberal, suscitando a maior abertura de mercado doméstico, induziu à saída de grupos familiares tradicionais, favorecendo a entrada, por exemplo, da portuguesa Cimpor. Outros, como a Votorantim, que era líder (e se manteve) se fortaleceu e mantém-se hegemônica no *market share*, com 40% da produção e

venda doméstica. A suíça Holcim e a francesa Lafarge – multinacionais da indústria de materiais de construção – também ampliam espaço no mercado nacional (Fig. 04).

O parque industrial cimenteiro do Brasil é formado por um 12 grupos, onde se destacam: Votorantim, João Santos, Címpor, Holcim, Camargo Correa, Lafarge, Ciplan, Itambê etc. Na indústria do cimento, por ser altamente intensiva em capital, observa-se a prevalência de oligopólios naturais, com poucos grupos produtores dominantes no mercado regionais: João Santos (Norte-Nordeste) e Votorantim (Sudeste-Sul).

Figura 4
USINAS DE CIMENTO NO BRASIL:
ESPACIALIZAÇÃO NO TERRITÓRIO (2008)



Fonte: SNIC, 2008. Nota: *Ver Tabela

Tabela 5
BRASIL: PARQUE INDUSTRIAL CIMENTEIRO – 2008

BRASIL
Parque Industrial Cimenteiro – Espacialização Macrorregional

Macrorregiões		Municípios		Grupo Industrial	Produção – Portland			Aparente (10 ³ t)		Consumo Anual			IDH	
					2007 (10 ³ t/ano)	2008	Δ%	2007	2008	Δ%	Per capita(kg) 2007	2008	Δ%	Estado 2005
BRASIL					46.551	51.970	11,6	45.062	51.571	14,4	240	272	13,3	
UF*	Nº	Norte*			1.618	2.091	29,2	3.011	3.466	15,1	202	229	13,4	
AM	1	Itautinga	Manaus	João Santos	683	776	13,6	667	769	15,3				0,780
	2	Cibrasa	Capanema	João Santos										
PA	3	Itaituba	Itaituba	João Santos	935	1.315	40,6	1.273	1.560	22,5				0,755
	4	Barcarena	Barcarena	Votorantim										
TO	5	Xambioá	Xambioá	Votorantim	nd	nd	...	427	451	5,6				0,756
UF*		Nordeste*			9.399	10.088	7,3	8.009	9.387	17,2	152	157	3,3	
MA	6	Itapicuru	Codó	João Santos	336	358	6,5	817	963	17,9				0,683
PI	7	Itapissuma	Fronteiras	João Santos	411	501	21,9	386	449	16,3				0,703
	8	Sobral	Sobral	Votorantim										
CE	9	Pecém	Caucaia	Votorantim	1.628	1.714	5,3	1.174	1.329	13,2				0,723
	10	Itapuí	Barbalha	João Santos										
RN	11	Itapetinga	Mossoró	João Santos	438	450	2,7	602	706	17,3				0,738
	12	Cimpor	João Pessoa	Cimpor										
PB	13	Caaporã	Caaporá	Votorantim	1.919	2.073	8,0	523	708	35,4				0,718
	14	Itapessoca	Goiana	João Santos										
PE	15	Camargo Correa	Suape	Camargo Correa	677	781	15,4	1.321	1.717	30,0				0,718
AL	16	Cimpor	São Miguel Campos	Cimpor	532	556	4,5	364	446	22,5				0,677
	17	Laranjeiras	Laranjeiras	Votorantim										
SE	18	Itaguassu	NS do Socorro	João Santos	2.763	2.841	2,8	319	391	22,6				0,742
	19	Mizu	Pacatuba	Outros										
	20	Cimpor	Campo Formoso	Cimpor										
BA	21	Cimpor	Brumado	Cimpor	695	814	17,1	2.319	2.678	15,5				0,742
	22	Aratu	Camdeias	Votorantim										
UF*		Centro-Oeste*			5.221	5.465	4,7	4.226	5.031	19,0	313	367	17,3	
DF	23	Ciplan	Sobradinho	Ciplan	2.824	2.660	-5,8	808	910	12,6				0,874
	24	Sobradinho	Sobradinho	Votorantim										
	25	Cimpor	Cezarina	Cimpor										
GO	26	Cocalzinho	Cocalzinho	Votorantim	832	1.052	26,4	1.944	2.311	18,9				0,800
MT	27	Nobres	Nobres	Votorantim	819	875	6,8	841	995	18,3				0,796
	28	Camargo Correa	Bodoquena	Camargo Correa										
MS	29	Corumbá	Corumbá	Votorantim	746	878	17,7	633	815	28,8				0,802

Macrorregiões		Municípios	Grupo Industrial	Produção – Portland			Aparente (10³t)		Consumo Anual			IDH
				2007 (10³t/ano)	2008	Δ%	2007	2008	Δ%	Per capita(kg) 2007	2008	Δ%
UF*	Sudeste*			23.537	26.307	11,8	22.792	25.051	9,9	287	312	8,7
MG	30	Lafarge	Montes Claros	Lafarge								
	31	Camargo Correa	Santana do Paraíso	Camargo Correa								
	32	Lafarge	Matozinhos	Lafarge								
	33	Liz	Vespasiano	Liz								
	34	Holcim	Pedro Leopoldo	Holcim								
	35	Camargo Correa	Pedro Leopoldo	Camargo Correa	11.368	12.654	11,3	5.710	5.902	3,4		0,800
	36	Lafarge	Arcos	Lafarge								
	37	Itaú de Minas	Itaú de Minas	Votorantim								
	38	Tupi	Carandaí	C.P.Cimento								
	39	Holcim	Barroso	Holcim								
ES	40	Camargo Correa	Ijaci	Camargo Correa								
	41	Lafarge	Santa Luzia	Lafarge								
	42	Holcim	Serra	Holcim								
	43	Itabira	C. de Itapemirim	João Santos	1.921	2.344	22,0	985	1.264	28,3		0,802
	44	Mizu	Vitória	Outros								
RJ	45	Rio Negro	Cantagalo	Votorantim								
	46	Lafarge	Cantagalo	Lafarge								
	47	Holcim	Cantagalo	Holcim	2.794	3.129	12,0	4.100	4.301	4,9		0,832
	48	Tupi	Volta Redonda	C.P.Cimento								
	49	Volta Redonda	Volta Redonda	Votorantim								
	50	Holcim	Sorocaba	Holcim								
	51	Santa Helena	Votorantim	Votorantim								
	52	Salto	Salto de Pirapora	Votorantim								
	53	Cubatão	Cubatão	Votorantim								
	54	Lafarge	Itapeva	Lafarge								
SP	55	Ribeirão Grande	Ribeirão Grande	Votorantim	7.454	8.180	9,7	11.769	13.476	14,5		0,833
	56	Tupi	Mogi das Cruzes	C.P.Cimento								
	57	Camargo Correa	Apiaí	Camargo Correa								
	58	Cimpor	Cajati	Cimpor								
	59	Camargo Correa	Jacareí	Camargo Correa								
	60	Mizu	Mogi das Cruzes	Outros								
	61	SP Cim	Suzano	Outros								
				46.436	51.884	11,7	6.919	8.554	23,6	254	311	22,4
PR	62	Rio Branco	Rio Branco do Sul	Votorantim	4.548	5.313	16,8	2.381	3.001	26,0		0,820
	63	Itambé	Balsa Nova	Itambé								
SC	64	Itajaí	Itajaí	Votorantim	282	406	44,0	2.087	2.654	27,2		0,840
	65	Cimpor	Nova Santa Rita	Cimpor								
RS	66	Esteio	Esteio	Votorantim	1.661	2.034	22,5	2.281	2.719	19,2		0,832
	67	Cimpor	Camdiota	Cimpor								
	68	Pinheiro Machado	Pinheiro Machado	Votorantim								

Fonte: SNIC, 2008; IBGE, 2009; PNUD, 2001.

Nota: Total de Usinas no Brasil = 78; *Produção e Consumo referentes às Macrorregiões e Estados (hachurados).

MERCADO DO CIMENTO

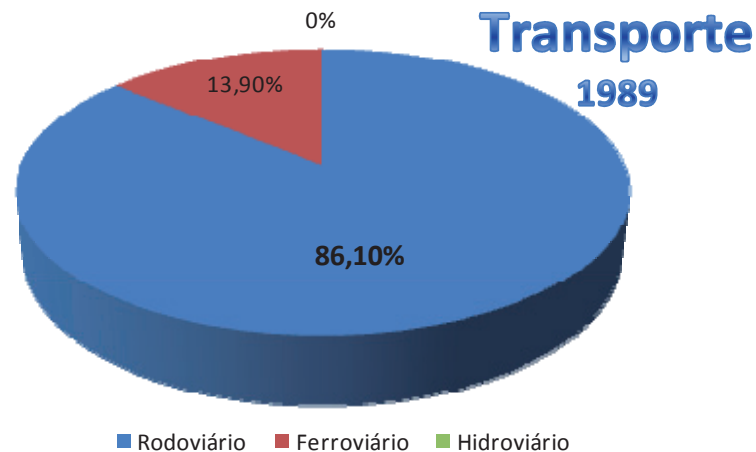
Uma análise retrospectiva recente aponta que o mercado de cimento nacional, que amargou forte retração 2000 a 2005, tornou-se atrativo, na medida em que se observa um crescimento da ordem de nos últimos três anos, cresceu quase 40%, superando em 2008 o patamar de 50 Mt de cimento, puxado pelo *boom* imobiliário, obras de infraestrutura e pelo aumento da renda familiar no País.

Nos estudos de avaliação de mercado, em apreciação pelo CADE (2002) sobre '*ato de concentração*' – relativo a aquisição de 100% das ações da Cimento Brumado S.A. (Lafarge Brasil S.A.), pela Companhia de Cimentos do Brasil, visando a alienação de usinas de cimento e concreto, – considerou-se mercado relevante a área delimitada por um raio de 50 km da planta para o caso do concreto e 500 km para o cimento. Admitindo-se, no entanto, que estes números seriam estimativas conservadoras, pois se tem constatado que as empresas transportam cimento, em média, a locais que distam até 300 km da fábrica, estendendo-se a 500 km no caso de regiões menos povoadas. Teoricamente, aceita-se o raio limite de economicidade entre 300 – 500 km, uma vez que o custo do transporte rodoviário representa 10 a 20% do preço final.

Nessa perspectiva, pode-se eleger entre as principais características de mercado e da cadeia de produção e consumo do cimento o que segue:

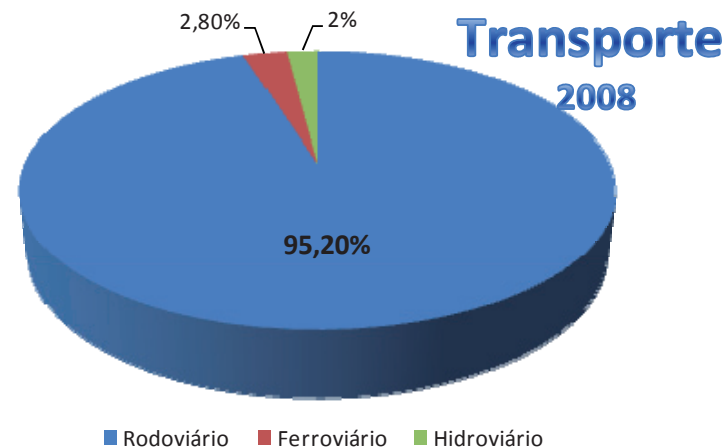
1. O cimento, enquanto produto aditivo base do concreto, é considerado o material maior consumo (volume), depois da água;
2. Classificada como *commodity*, é um produto homogêneo, perecível, que requer condições especiais de estocagem, por prazo limitado, seja nas fábricas, depósitos, na revenda ou nas obras;
3. A natureza homogênea do produto impõe um reduzido diferencial à competição entre marcas ou especificidades do produto;
4. A baixa relação preço/peso impõe escalas de produção elevada, onde o raio econômico de distribuição – 300-500 km no SE-Sul e >1.000 na região Norte – tem no valor do frete o principal fator adverso (prevalência rodoviária), impactando significativamente na conformação do preço final ao consumidor;

Figura 5
TRANSPORTE DE CIMENTO NO BRASIL – 2007



Fonte: SNIC, 2009.

Figura 6
TRANSPORTE DE CIMENTO NO BRASIL – 2008



Fonte: SNIC, 2009.

5. Na perspectiva da infraestrutura e logística pública e privada, apresenta fluxo contínuo e relativa sensibilidade, inclui todo o processo de produção (mina-usina), distribuição e consumo;

6. Força inercial relativamente elevada na cadeia de produção e consumo. No caso de aumento súbito da pressão da demanda, torna-se improvável uma respostas imediata nas condições de oferta (estrutural), haja vista a natureza integrada dos empreendimentos minas-usinas, associada a médio e longo período de maturação;

7. Indústria K-intensiva, estimando-se investimentos de implantação de nova unidade na ordem de US\$ 280 milhões; e eletrointensiva, demandando próximo a 100 GWh/ano de energia elétrica, equivalente ao consumo de uma cidade de 200 mil habitantes

No plano internacional, o Brasil ocupa a 5ª posição no *ranking* de países produtores (51,4 Mt), abaixo da China (1,3 Bt), Índia (165,9 Mt) e Rússia (60,4 Mt).

Tabela 6
PRODUÇÃO MUNDIAL DE CIMENTO: RANKING DOS PAÍSES PRODUTORES (2007-2008)

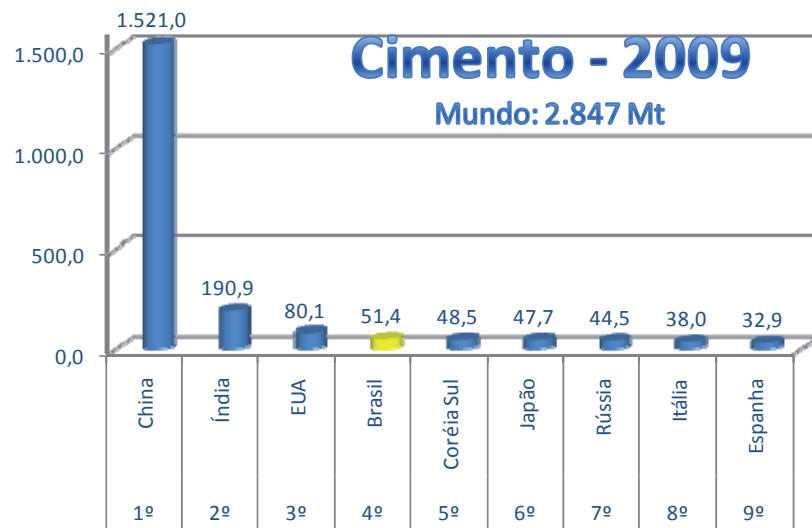
CIMENTO
Ranking Mundial de Países

PAÍSES	Produção Mundial					
	2007 (10 ⁶ t)	2008 (10 ⁶ t)	Part. (%)	Var. % (2008/07)	2009* (10 ⁶ t)	Var. % (2008/07)
China	1.345,0	1.449,0	51,3	7,7	1.521,0	5,0
Índia	165,9	179,9	6,4	8,4	190,9	6,1
EUA	114,6	96,5	3,4	-15,8	80,1	-17,0
Rússia	60,4	58,5	2,1	-3,1	44,5	-23,9
Brasil	45,1	51,4	1,8	14,0	51,4	0,0
Japão	56,8	50,1	1,8	-11,8	47,7	-4,8
Coréia do Sul	50,8	50,5	1,8	-0,6	48,5	-4,0
Espanha	56,0	42,7	1,5	-23,8	32,9	-23,0
Itália	46,4	41,8	1,5	-9,9	38,0	-9,1
Outros	854,0	801,6	28,4	-6,1	792,0	-1,2
Mundo	2.795,0	2.822,0	100,0	1,0	2.847,0	0,9
Mundo (sem China)	1.450,0	1.373,0	...	-5,3	1.326,0	-3,4

Fonte: Cembureau; JPMorgan; BNP Paribas; 8º Global Cement Report; PCA; USGS; SNIC, 2009.

Nota: *Previsão.

Figura 7
BRASIL NO RANKING MUNDIAL DE CIMENTO – 2009



Fonte: SNIC, 2009.

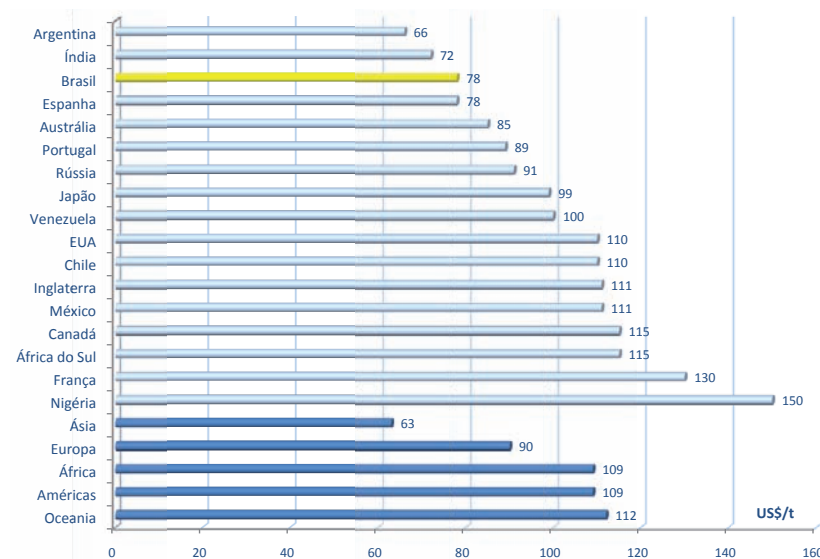
DINÂMICA DE PREÇOS DO CIMENTO

Em mercados onde há competitividade perfeita, na análise sobre a dinâmica dos preços, deve-se ter em mente sua condição de *comodities* do cimento, que caracterizaria uma demanda inelástica, na medida em que o consumo pouco varia em função dos preços, ou, ao menos pouco perceptível. Portanto, eventuais reduções nos preços, mesmo que significativos, não necessariamente asseguram um aumento um demanda em proporções semelhantes, mesmo porque o impacto do cimento nos custos de uma obra, varia de 3 a 8%. Evidente que o maior ou menor impacto nos custos, está estreitamente associado a qualidade de seu acabamento.

Por outro ângulo, em oligopsônios, pode ocorrer a definição de preços pelo grupo hegemônico produtivo, seguido pelas empresas de menor expressão ou força competitiva. Muitas vezes ocorre a condenável combinação de preços artificialmente, penalizando o consumidor final.

Estudo sobre preços médios do cimento (US\$/t) praticados internacionalmente em 2008, situam o Brasil na faixa abaixo de US\$ 100/t, no patamar mais elevado encontram-se a Nigéria (US\$ 150/t) e a França (US\$ 130/t).

Figura 8
PREÇOS MÉDIOS INTERNACIONAIS DO CIMENTO – 2008



Fonte: JP Morgan; Construction and Building Materials Sector, abr 2009.;
apud SNIC, 2009.

Uma análise retrospectiva dos preços no continente americano torna evidente a prevalência histórica acima do patamar de US\$/t. No Brasil, os efeitos do câmbio flutuante podem mascarar o comportamento dos preços domésticos em Real (R\$).

Tabela 7
EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DO CIMENTO NAS AMÉRICAS: 2002-2006

CIMENTO
Evolução Preços Américas
(US\$/t)

Países	2002	2003	2004	2005	2006
México	105	105	105	111	111
Estados Unidos	77	77	73	90	100
Canadá	75	79	93	101	108
Venezuela	100	100	100	84	84
Argentina	60	60	64	64	64
Brasil	56	74	65	55	49

Fonte: JP Morgan, *apud* SNIC.

Conforme acompanhamento do SNIC, as vendas domésticas de cimento atingiram 51,1 milhões, no ano de 2008 de toneladas, apresentando crescimento de 14,3% sobre o ano de 2007. A análise de *market share* evidencia liderança absoluta do Grupo Votorantim (41%), ainda que se registre pequena queda 2008-2007 (cf. Tabela 01).

Tabela 8
MERCADO DO CIMENTO: MARKET SHARE DOS GRUPOS

BRASIL
Market Share – Grupos Cimenteiros
2008 – 2007

Ranking	Grupo	2007		2008	
		(10 ³ t)	Δ%	(10 ³ t)	Δ%
1º	VOTORANTIM	18.967	41,30%	21.057	40,70%
2º	NASSAU	5.526	12,00%	6.467	12,50%
3º	CIMPOR	4.237	9,20%	4.648	9,00%
4º	CAMARGO CORREA	3.547	7,70%	4.669	9,00%
5º	HOLCIM	3.342	7,30%	3.976	7,70%
6º	LAFARGE	3.155	6,90%	3.485	6,70%
7º	CIPLAN	1.343	2,90%	1.365	2,60%
8º	ITAMBÉ	939	2,00%	1.241	2,40%
9º	Outros	4.858	10,60%	4.814	9,30%
TOTAL		45.914	100,00%	51.722	100,00%

Fonte: SNIC, 2009.

PERSPECTIVAS

Os recentes anúncios e implementação pelo Governo Federal de programas e planos de desenvolvimento de infraestrutura e construção de habitação para a população de baixa renda, na perspectiva de combater os déficits de saneamento básico e habitacional, bem como assegurar a provisão de energia para o setor produtivo, associados aos compromissos internacional assumidos pelo Brasil, em relação às Metas do Milênio (Organização das Nações Unidas – ONU),

Copa 2014 (Federação Internacional de Futebol – FIFA), Olimpíadas – 2016 (Comitê Olímpico Internacional), admitem cenários extremamente otimistas para os Segmentos Cimenteiro e de Construção Civil brasileiros.

Nessa perspectiva, observa-se o ensaio de ampliação, desde 2007, da capacidade instalada de várias usinas de cimento e, até, a construção de novas unidades industriais, como anunciado pela CSN – Companhia Siderúrgica Nacional, que ingressou no segmento cimenteiro em 2009, com a unidade de Volta Redondo-RJ (Fig. 01).

Tabela 9
PARQUE CIMENTEIRO NACIONAL: PLANEJAMENTO DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE – 2008-2012

BRASIL
Parque Industrial Cimenteiro Nacional

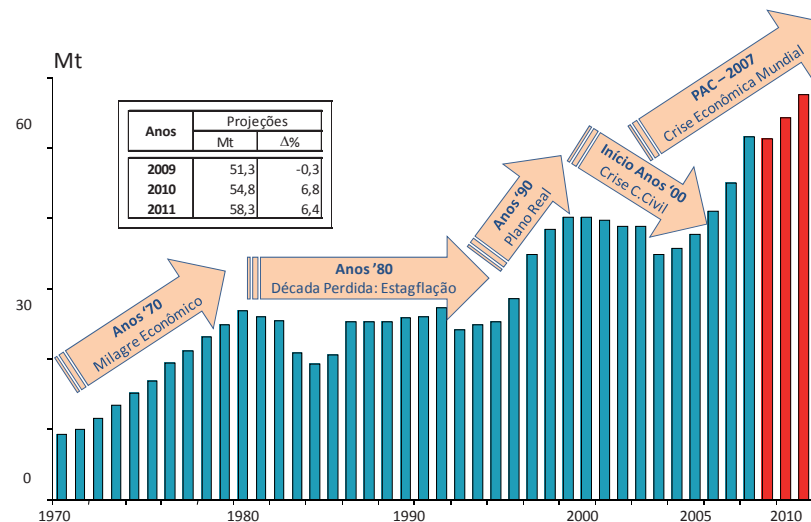
R	Grupo Empresa	Capacidade Instalada		Incremento		Investimento (R\$ bilhões)
		Atual (2008)	Planejada (2012)	(t)	(Δ%)	
1º	Votorantim	19,3	40,0	20,7	107,25	3,20
2º	João Santos	5,5	7,2	1,7	30,91	...
3º	CIMPOR	4,4	8,0	3,6	81,82	0,40
4º	Holcim	3,6	7,0	3,4	94,44	2,00
5º	C Correa	3,3	9,0	5,7	172,73	0,44
6º	Lafarge	2,5	3,3	0,8	32,00	...
7º	Ciplan	1,3	1,7	0,4	30,77	...
8º	Itambé	0,9	2,8	1,9	211,11	0,40
9º	Outros	5,3	7,0	1,7	32,08	...
10º	CSN	-	3,0	3	100,00	0,19

Nota: R = ranking; (...) = não disponível.

Enfim conclusivamente, relevam-se os seguintes pontos principais:

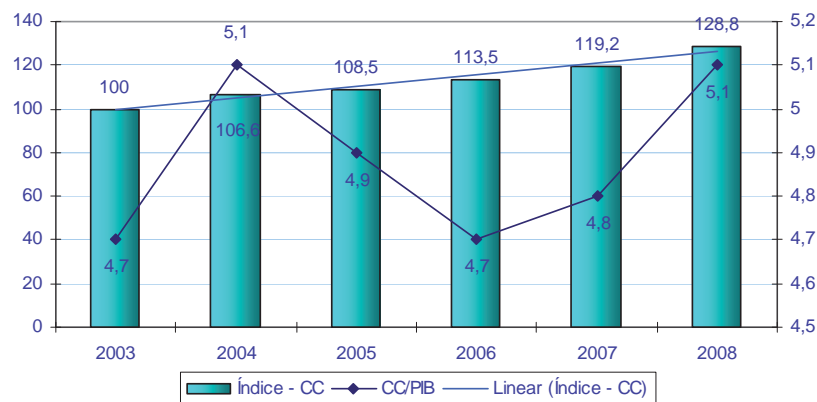
- ✓ O potencial do mercado consumidor, reconhecido internacionalmente – um dos principais fatores de atração de IEDs – Investimentos Externos Diretos – contrasta com o relativamente baixo consumo *per capita* de cimento no Brasil (272 kg/hab/ano –em 2008), quando comparado com países desenvolvidos e, particularmente, àqueles em fase de desenvolvimento, como os parceiros da sigla BRIC (China e Índia), em patamares acima de 1.000 kg/hab/ano;
- ✓ O SNIC (2009), em exercício de cenário bastante conservador, estima que o consumo aparente de cimento no Brasil deva evoluir em taxas superiores a 6,0 a.a., no período 2010-2011. Configurada a projeção, conclui-se que de um consumo aparente médio anual inferior a 30 Mt até final da década de '90, a expectativa é de que se duplique o consumo do País a partir de 2010;
- ✓ A extensão continental do Brasil impõe desafios na mesma magnitude, no que se refere ao enfrentamento e superação da reconhecida deficiência habitacional (7 – 8 milhões de moradias) e infraestrutura (energia, rododferrovias, portos, aeroportos etc.), impondo a instrumentalização e implementação coordenada de políticas públicas para o desenvolvimento da Mineração e da Construção Civil, alicerçada na Indústria de Cimento, como condição *sine qua non* à sustentabilidade desses programas e planos, no âmbito dos Planos Plurianuais de Investimento do País, na perspectiva de curto, médio e longo prazos;
- ✓ Exercícios prospectivos do BNDES sobre investimentos setoriais (2008-20110 apontam significativas o segmento de construção civil (44,1%) na liderança das aplicações, seguido pela indústria (38,8%) e infraestrutura (19,1%). Adverte-se, entretanto, que não estão incorporadas as inversões demandas pelas obras civis exigidas pela Copa 2014 e pelas Olimpíadas 2016.

Figura 9
BRASIL EVOLUÇÃO DO CONSUMO APARENTE DE CIMENTO – 1970-2011



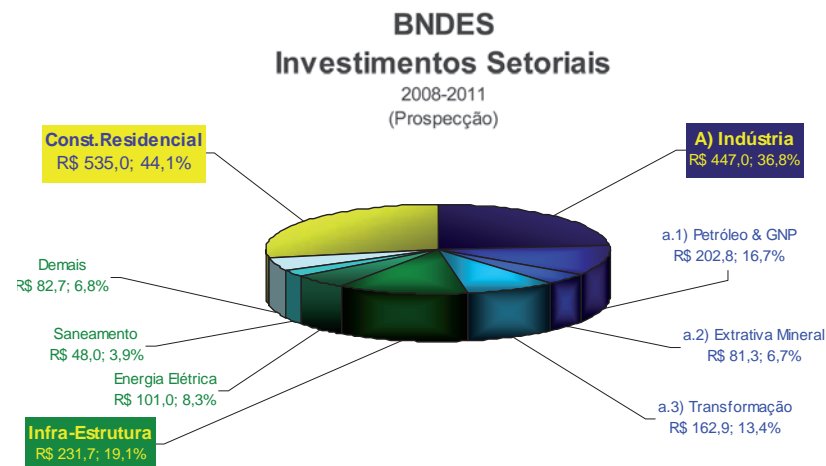
Fonte: SNIC, 2009.

Figura 10
ÍNDICES DE CONSTRUÇÃO CIVIL E PARTICIPAÇÃO NO PIB – 1970-2011



Fonte: IBGE, 2009.

Figura 11
BNDES: INVESTIMENTOS SETORIAIS (PROSPECÇÃO) – 2008-2011



Fonte: BNDES, 2008.

- ✓ Para o Mineralnegócio, em particular para a cadeia de produção – mina (calcário-gipsita), usina de britagem-cimento-concreto – a expectativa, é de que os impactos positivos de Ações Coordenadas de Governo, traduzidos no Plano de Aceleração de Crescimento (2007-2010: R\$ 636,3 bilhões), tornem-se estratégicos diante da conjuntura de crise globalizada, na medida em que asseguram recursos e condições articuladas com a iniciativa privada de crescimento de alguns setores-chaves da economia: infraestrutura e construção civil.
- ✓ No quarto final de 2009, especulou-se na mídia uma provável onda de fusões e aquisições no mercado de cimento, envolvendo as principais companhias do setor, como Lafarge, Cimpor, Holcim, Votorantim, Itambé e o grupo João Santos. Confirmando-se as notícias, impõe-se um novo desafio para o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) do Ministério da Justiça, que tem a atribuição de zelar pelo bom funcionamento do mercado, na perspectiva do combate à cartelização e defesa da concorrência perfeita (sic), contrapondo-se ao indesejável agravamento do oligopólio típico no mercado de cimento nacional.

Tabela 10
BNDES: CENÁRIOS PROSPECTIVOS DE INVESTIMENTOS (2009-2012)

Setores	BNDES		TAXA DE CRESCIMENTO DOS INVESTIMENTOS (R\$ bilhões)		
	2004-2007	2009-2012	Tx Cresc. (□% a.a.)	2009-2012 Invest. Firms*	(□% a.a.)
	R\$ bilhões				
Indústria	281,5	551,7	14,4	450,1	9,8
Infraestrutura	185,3	338,5	12,8	319,1	11,5
Construção Res.	357,0	570,4	9,8	535,7	8,5
BR-Total	823,8	1.460,6	12,1	1.304,90	9,6

Fone: BNDES, 2009.

Nota: *Revisão dos Investimentos, considerando somente os projetos firms.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Aoki, J. & Ribeiro, R. (2007). Calcário para cimento. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/calcario-para-cimento/>. Acesso em: 16dez2009.

Carvalho, J.O. (2009). *A Indústria do Cimento e a Infraestrutura no Brasil*. SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. Brasília: Senado Federal – Comissão de Serviços de Infraestrutura. Disponível em: http://www.senado.gov.br/web/comissoes/ci/ap/AP20090511_joseotaviocarvalho.pdf. Acesso em: 14dez2009.

Machado, F.B. *Atlas de Minerais e de Rochas – Museu Heinz Ebert – UNESP*. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/museudpm/banco/sul-fatos/gipsita.html>. Acesso em: 14dez2009.

Prochnik, V., Perez, A. e Silva, C.M.S (1998). *A globalização na indústria do cimento*. Disponível em: http://www.ie.ufrj.br/cadeiasprodutivas/pdfs/a_globalizacao_na_industria_do_cimento.pdf. Acesso em: 15dez2009.

Sampaio, J.A. & Almeida, S.L.M. *Calcário e Dolomito*. In: Rochas e Minerais Industriais: Usos e Especificações. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. Capítulo 15, p. 327-350. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2005-132-00.pdf>. Acesso em: 15dez2009.

SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. *Perfil da indústria do cimento no Brasil*. Disponível em: <http://www.snic.org.br/>. Acesso em: 15dez2009.

_____. *História do cimento no Brasil*. Disponível em: <http://www.snic.org.br/>. Acesso em: 15dez2009.

Roberto, F.A. da C. *Cimento*. In: Balanço Mineral. Brasília: DNPM, 2001. 13p. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriado-cumento/balancomineral2001/cimento.pdf>. Acesso em: 09dez2009.

Valor Econômico. *Cade prevê onda de fusões e quer preservar competição* (29out2009). Disponível em: http://netmarinha.uol.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=22732:cade-preve-onda-de-fusoes-e-quer-preservar-competicao&catid=15:outras&Itemid=7. Acesso em: 17dez2009.