

**TECNOLOGIA
MINERAL**

GEPOLÍTICA DOS NOVOS MATERIAIS

45

ROBERTO C. VILLAS BÔAS

CETEM



GEPOLÍTICA DOS NOVOS MATERIAIS

45

ROBERTO C. VILLAS BÔAS

CETEM



Pedidos ao:

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO – DES
Rua 4 – Quadra D – Cidade Universitária
Ilha do Fundão
21910 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil
Fone: 260-7222 – Ramal: 127 (BIBLIOTECA)

Solicita-se permuta.
We ask for change.

Villas, Bôas, Roberto Cerrini.
Geopolítica dos Novos Materiais/Roberto Cerrini Villas
Bôas. – Rio de Janeiro, CETEM/CNPq, 1989.

12p. – (Série Tecnologia Mineral, 45)

“Trabalho executado pelo Centro de Tecnologia Mineral
através do Convênio CNPq/CETEM”.

1. Tecnologia Mineral – Brasil. 2. Novos Materiais. I. Cen-
tro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro. II. CNPq. III. Título.
IV. Série.

CDD 622.7
CDU 622.7(81)

Presidente da República
JOSÉ SARNEY

Secretário Especial de Ciência e Tecnologia
DÉCIO LEAL DE ZAGOTTIS

Presidente do CNPq
CRODOWALDO PAVAN

Vice-Presidente
JOSÉ DUARTE DE ARAÚJO

Diretor de Planejamento e Gestão
ADRIAN RICARDO LEVINSON

Diretor de Ciências da Vida
FELIZARDO PENALVA DA SILVA

Diretor de Ciências Exatas, da Terra e das Engenharias
BERNHARD JOACHIM MOKROSS

Diretor de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
JOSÉ JOBSON DE ANDRADE ARRUDA

Diretor

ROBERTO C. VILLAS BÔAS

Vice-Diretor

FRANCISCO REGO CHAVES FERNANDES

Chefe do Departamento de Tratamento de Minérios – DTM

ADÃO BENVINDO DA LUZ

Chefe do Departamento de Metalurgia Extrativa – DME

JULIANO PERES BARBOSA

Chefe do Departamento de Estudos e Desenvolvimento – DES

ANA MARIA B. M. DA CUNHA

Chefe do Departamento de Administração – DAD

ITALO CESAR KIRCOVE

FICHA TÉCNICA

Supervisão

DAYSE LÚCIA M. LIMA

ALESSANDRA S. WISNEROWICZ

Revisão de Texto

MILTON TORRES BARCELLOS E SILVA

Programação Visual

NATHALIA CAVALCANTE

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	01
OS PAÍSES CENTRAIS	03
OS PAÍSES PERIFÉRICOS	06
GEOPOLÍTICA DA TECNOLOGIA	08

INTRODUÇÃO

Como insumos para a produção de bens, os materiais desempenham papel de ponta na inovação e modernização tecnológica, e na produtividade industrial.

Afetando a ordem econômica das atividades produtivas, a eficiência com a qual os materiais são produzidos e utilizados é fator determinante nas disponibilidades a longo prazo desses materiais.

Nas últimas duas décadas, desenvolvimentos sem precedentes, em escala mundial, na tecnologia dos materiais, vêm produzindo novas ligas metálicas, produtos de cerâmica avançada, polímeros de engenharia e materiais híbridos, denominados conjugados, os quais, todos eles, vêm deslocando a utilização e aplicação dos produtos metálicos tradicionais.

Os **novos materiais** podem ser visualizados como substâncias, ou combinação destas, conhecidas ou desenvolvidas a partir da incorporação dos princípios fundamentais da ciência dos materiais à preparação, fabricação e utilização de antigas ou novas aplicações de materiais industriais, apresentando sempre, no entanto, novos critérios nas suas concepções; têm surgido, dentro da realidade industrial de nossos dias, numa taxa nunca antes alcançada.

Abrangem quatro grandes segmentos:

- . metais e suas ligas;
- . cerâmicas avançadas;
- . polímeros de engenharia;
- . conjugados.

Os esforços de P&D na área dos Novos Materiais estão grandemente concentrados em torno de dois grandes objetivos:

- a) promover a substituição de materiais no sentido de serem obtidas especificações mais rigorosas na aplicação dos mesmos;
- b) promover a substituição de minérios, metais, ou materiais que sejam críticos ou vulneráveis a uma dada economia.

Na promoção de substituição visando atingir especificações mais estritas, várias organizações devotadas à pesquisa e industrialização encontram-se engajadas, em todo o mundo, na busca de mercados e na abertura de oportunidades relacionadas aos campos de alta tecnologia – aeronáutica, astronáutica, informática, microeletônica, ótica etc.

Na promoção de substituição de minérios, metais, ou materiais, vulneráveis ou críticos, há esforços concentrados, espelhados nas políticas de governo dos países centrais, voltados à alteração e mudança do perfil de dependência, dessas economias centrais, das fontes tradicionais de suprimento.

Em ambos os casos os países periféricos sofrem conseqüências evidentes; no primeiro caso, em virtude de que tanto têm que estruturar suas bases industriais a partir de materiais de “segunda mão”, como, em alternativa, importar tecnologia de processos e produtos a fim de alçarem-se à base dos novos desenvolvimentos mundiais; no segundo caso, a situação é tal que, freqüentemente, um minério ou metal que está sendo substituído é item importante de exportação da economia periférica.

Dessa forma os problemas que devem ser enfrentados pelos países periféricos para, ao menos, contrabalançar tal situação, não são de natureza trivial: eles têm de assegurar uma posição que é vital às suas balanças de pagamento, em moeda estrangeira, a partir da exportação de “commodities” e, igualmente, prepararem-se para lidar com o complexo fenômeno de introdução dos novos materiais nas suas próprias economias domésticas.

Em conclusão, os recentes desenvolvimentos tecnológicos realizados na área dos Novos Materiais, significando, de uma parte, evolução de concepção técnica e, de outra, um alívio na situação de dependência dos países centrais em relação às matérias-primas, significam, de fato, para os países periféricos, uma enorme crise de poderio de barganha e colonialismo tecnológico.

OS PAÍSES CENTRAIS

O medo de dependência tem duas raízes centrais:

- . a interrupção do fornecimento;
- . o fator energético.

Quanto à primeira, havendo instabilidades de fornecimento, ou por embargos locais devidos a possíveis restrições políticas, ou por ações deliberadas oriundas de guerras de guerrilhas, estarão criados os determinantes, nos países centrais, de interrupção de produção e escassez que irão afetar diretamente os setores econômicos envolvidos.

Quanto ao fator energético, este tem gerado o pânico real da quota energética dispensada a cada produto, ou serviço disponível nos países centrais.

Ou seja, uma espécie de “feitiço contra o próprio feiticeiro”, tendo em vista que, até recentemente, a indústria de transformação estava preferencialmente situada nos países centrais.

A matriz a seguir mostrada ilustra a gravidade desse fator energético.

$\frac{\text{kwh}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kwh}}{\text{L}}$	$\frac{\text{kwh}}{\text{L}} / \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Al $\rho = 2,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ 37,3	Al 104,5	Al 232,2
Fe $\rho = 7,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ 6,8	Fe 53,6	Fe 26,8
CFRP, UD $\rho = 1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ 3,7	CFRP, UD 5,6	CFRP, UD 3,5
CFRP, 2D 3,7	CFRP, 2D 5,6	CFRP, 2D 6,9
PVC $\rho = 1,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ 7,9	PVC 11,1	PVC 1110,0

Não é, pois, casual o favorecimento de condições para o florescimento de indústrias siderúrgicas e metalúrgicas, em geral – alumínio e silício, especialmente –, nos países periféricos, dado o “fator energético” aí inerente.

Por outro lado, o surgimento de indústrias produtoras dos Novos Materiais nos países periféricos a partir de precursores nacionais, não é incentivado, sendo sugerido, nestes casos, a importação de precursores e processos!

Os três grandes países irradiadores dos desenvolvimentos e industrialização dos Novos Materiais são:

- . Estados Unidos da América
- . Japão
- . Alemanha Ocidental

No primeiro, destacam-se duas Agências Governamentais, responsáveis pela condução, contratada, dos projetos de P&D: DOE – Department of Energy e DOD – Department of Defense.

A orientação política do DOD pode ser resumida da seguinte forma: divide em substituição **REATIVA** e **PROATIVA**; a **REATIVA** é subdividida em DE REPOSIÇÃO E DE DESLOCAMENTO.

Assim, enquanto a **de reposição** é realizada por motivos **puramente econômicos**, a **de deslocamento** é realizada por motivos meramente de **performance técnica**, mesmo a custos mais elevados.

A **proativa**, entretanto, é apenas estratégica, ou seja: é desenvolver uma alternativa **tecnicamente viável** à substituição de qualquer material crítico ou vulnerável (ou escasso)!

Nestes últimos três anos tem havido grande preocupação, por parte do Governo norte-americano, com o grau de conhecimento endógeno na área das ciências da engenharia, ocorrendo nada menos do que a criação de dez Centros Nacionais de Engenharia, sob os auspícios da NSF, dedicados aos avanços dos conhecimentos fundamentais das engenharias.

No Japão, as ações de desenvolvimento e produção são coordenadas pelo MITI – Ministério da Indústria e Comércio Internacional, através da Agência para a Ciência e Tecnologia Industriais. Dois são os projetos:

- a) **MOONLIGHT**: voltado à conservação de energia;
- b) **BASE TECNOLÓGICA INDUSTRIAL**: estabelecimento de tecnologias nos domínios de novos materiais, biotecnologia e novas unidades funcionais.

Na área de pesquisa básica o Japão sempre adotou a política de se utilizar das informações oriundas do Ocidente. Em gastos de P&D o Japão secunda os Estados Unidos dependendo cerca de 30% do orçamento deste país, sendo que 75% destes fundos são provenientes do setor privado, enquanto que nos Estados Unidos esta cifra é de cerca de 50%.

Em Novos Materiais, sete são os temas de P&D: cerâmica de elevado desempenho, membranas sintéticas, “metais” sintéticos, plásticos de elevado desempenho, ligas avançadas, compósitos avançados e materiais fotoativos.

Na Alemanha, o “Projeto Geral em Novos Materiais” foi iniciado em 1979, deixando a critério dos pesquisadores sugerirem e avaliarem a relevância dos temas considerados – através dos Comitês de Pares.

Tal fato não resultou em avanços significativos de desenvolvimento tecnológico, exceto nos setores onde havia indústria tradicional já atuando e que resolveu partir para a conquista de novos mercados.

Na sua segunda fase, iniciada em 1985, o Projeto contemplou cinco áreas: cerâmicas de elevado desempenho, metalurgia do pó, polímeros, compósitos e metais resistentes a altas temperaturas.

OS PAÍSES PERIFÉRICOS

Nestes, o Brasil se sobressai, mercê do grau de sofisticação da sua economia, possuindo uma infra-estrutura industrial e energética bem superior aos demais. Seu ponto fraco, entretanto, é sua dependência tecnológica.

Vários são os trabalhos disponíveis sobre estimativas de mercado, carências tecnológicas, perfil das empresas atuantes no setor de Novos Materiais brasileiro. A este respeito, ver publicações da SNM e NNM da Secretaria Especial de Ciência e Tecnologia da Presidência da República.

A atual crise política nacional, entretanto, tem freado alguns desenvolvimentos industriais no setor, dadas as incertezas geradas na economia. Assim, propagada fábrica de fibras de carbono foi postergada, bem como novas instalações produtivas de fibras óticas e, eventualmente, instalação de fábrica voltada à produção de silício policristalino.

O perfil das indústrias do setor é bastante diversificado, apresentando a presença de multinacionais, grandes estatais e empresas nacionais de médio e pequeno porte.

O papel desempenhado pelos precursores não tem sido, até então, observado na sua devida dimensão; qualquer que seja o tipo ou porte de empresa atuante, ainda é importada a maior parte dos produtos e/ou processos. Isso poderá, no médio prazo, atrelar o mercado de expansão dessas empresas.

Fora o Brasil, merecem destaque a China, a Coréia do Sul e a Índia, sendo que as duas primeiras desenvolvem projetos de P&D em cooperação com a base industrial atuante naqueles países, mas sofrem, como o Brasil, da deficiência de pessoal qualificado em pesquisa tecnológica. O problema da Coréia é, de certa forma, semelhante ao do Japão: há de se realizar esforços de P&D no sentido de alternativas de utilização de materiais, já que a base de recursos naturais é extremamente pobre.

A Índia é conhecida pela sua extraordinária base científica dentre os países periféricos. Entretanto, tal como na Inglaterra, esta base científica não corresponde a uma base tecnológica igualmente potente. O problema tecnológico na Índia é particularmente sério quando se leva em conta a cartorialização industrial ali reinante, o que impede a concorrência e desestimula o avanço tecnológico.

Entretanto, fatores de segurança do Estado têm forçado instituições de pesquisa estatais a se dedicarem às atividades de P&D na área dos Novos Materiais e, ultimamente, promovido incentivos à instituição industrial na área.

GEOPOLÍTICA DA TECNOLOGIA

A divisão do mundo em países centrais e países periféricos traz no seu bojo a noção do poder: nações independentes e nações dependentes.

O que determina o poder é a simultaneidade da existência do capital e da tecnologia: o capital para investir e a tecnologia para produzir.

Tecnologia significa existência de recursos humanos habilitados, procedimentos engenheirados e métodos de produção monitoráveis; e isso tudo significa insumo de produção voltado ao domínio (temporário) do mercado e de seu preço.

As atividades de P&D têm por objetivo influenciar o mercado, guiando-o e alijando competidores.

A idade capital e tecnologia tem aspectos interessantes: mais e mais surge na atividade industrial empresa cujo componente tecnológico é, proporcionalmente, superior ao do capital; ou seja, empresa que com pouco capital a investir em bens e equipamentos, mas com tecnologia, entra e domina o mercado. Embora, no seu aspecto geral, as indústrias de uma forma global ainda não estejam usufruindo da desproporção acima mencionada, já há segmentos em que tal se verifica, podendo-se prognosticar que haverá tendência crescente neste sentido.

Já é notada nos países centrais certa restrição ao treinamento de pessoal alienígena em áreas consideradas críticas e/ou estratégicas (não propriamente no sentido da defesa nacional, mas sim no domínio de mercados); não há interesse no repasse de "know-how" e, mesmo, "know-why".

Quando a barreira tecnológica é rompida, circunstancialmente, ou, menos comumente, via política deliberada do país dependente, há o surgimento das barreiras alfandegárias e dos instrumentos do GATT, os quais são de conhecimento público.

Ora, todos estes fatores são inerentes à atividade de P&D e, portanto, não só não devem, como não podem ser desprezados, merecendo ser analisados e enfrentados dentro de uma ótica de política industrial compatível com a aspiração política do país.

* Observar, a este respeito, a já possível obtenção de patente de equações matemáticas, nos Estados Unidos!

ÁREA PAÍSES	1983				2000				γ bilhões
	DEMANDA LATENTE		MATERIAIS EM GERAL		MATERIAIS EM GERAL		MATERIAIS EM GERAL		
	NOVOS MATERIAIS EM GERAL	FIBRAS ÓTICAS, ETC.	MATERIAIS EM GERAL	TOTAL	NOVOS MATERIAIS EM GERAL	FIBRAS ÓTICAS, ETC.	MATERIAIS EM GERAL	TOTAL	
América do Norte	2.280	164	119	2.563	21.358	6.012	8.100	34.470	
Estados Unidos	2.102	138	103	2.343	19.621	5.010	6.930	31.202	
Canadá	107	10	2	119	1.048	368	135	1.551	
América do Sul	214	14	28	256	3.4067	704	2.475	6.586	
Brasil	154	7	16	178	2.490	400	1.508	4.397	
Europa Ocidental	2.173	53	45	2.271	23.061	1.934	3.038	28.033	
Alemanha Ocident.	855	9	10	874	9.827	330	398	10.855	
França	416	8	8	432	4.717	311	540	5.568	
Reino Unido	273	6	3	282	2.097	216	203	2.515	
Itália	202	5	11	218	2.359	171	743	3.272	
África	48	7	56	110	655	323	4.455	5.434	
África do Sul	24	1	5	30	524	63	473	1.060	
Sudoeste Asiático	71	13	82	166	1.179	590	6.548	8.317	
Índia	48	4	27	78	786	184	2.408	3.378	
Leste Asiático	1.283	46	104	1.432	17.689	2.074	8.393	28.155	
Japão	1.188	17	34	1.238	13.103	634	2.250	15.987	
Oceania	107	5	12	124	1.179	190	810	2.180	
Austrália	95	4	10	110	1.048	159	698	1.904	
TOTAL MUNDO	6.176	301	445	6.922	68.528	11.828	33.818	114.174	

(*) Novos Materiais, em geral: cerâmica avançada, exclusive fibra ótica + polímeros de alta performance + compósitos + novas ligas metálicas, exclusive células solares.
 FONTE: MRE/DCTEC/SICTEX, TQ.03

