

VANTAGENS TÉCNICAS E ECONÔMICAS DOS NOVOS MATERIAIS*

*Lirio Schaeffer***

1 - Introdução

A terminologia "novos materiais" é atualmente utilizada para designar materiais convencionais usados em forma de novas combinações ou para designar produtos de peças obtidas através de recentes avanços tecnológicos em relação aos processos de produção. Em relação aos materiais convencionais, buscam-se, cada vez mais, melhorias nas características mecânicas, físicas e químicas. As exigências de mercado forçam o progresso no sentido de se obterem materiais de maior resistência para um peso menor, materiais obtidos através de um menor consumo de energia e menor consumo de matéria-prima, materiais recicláveis, materiais resistentes à corrosão, etc.

Fazendo uma retrospectiva histórica, pode-se mencionar o uso dos materiais no decorrer do tempo, sendo inclusive motivo para designar as eras tecnológicas como as Idades da Pedra, do Bronze e do Ferro. No decorrer dos anos, diversos materiais ganharam também destaque em função do seu uso. A madeira foi fundamental na época dos descobrimentos. No século XIX, o aço teve um papel preponderante na Revolução Industrial, originando a formação da indústria moderna, sendo, portanto, a base para o surgimento das ferrovias e de produtos manufaturados. O cobre foi significativo no desenvolvimento da indústria elétrica. O alumínio, com sua aplicação industrial iniciada no transcorrer dos anos 80 do século passado, teve grande utilização na indústria aeronáutica, que foi desenvolvida posteriormente, no século XX. Em 1912, surgiu o aço inoxidável. Em 1930, desenvolveram-se as pastilhas de carboeto de tungstênio. A indústria dos polímeros teve a sua maturidade na década de 70, quando se iniciou a utilização do silício (FARGE, 1991, p. 322-326).

Estes são alguns exemplos. A crise atual está levando a uma política de reindustrialização tecnologicamente orientada, com inovações de processos e produtos. Novos setores industriais estão sendo criados para mercados inteiramente novos. Os materiais avançados juntamente com a microeletrônica, tecnologias avançadas de manufatura, biotecnologia e tecnologia de informação formam os cinco maiores grupos de novas tecnologias.

Neste trabalho, são discutidos alguns aspectos técnicos e econômicos da utilização dos materiais. É dada ênfase às transformações realizadas com os materiais existentes e denominam-se esses novos produtos de novos materiais.

* Texto enviado para a Jornada de Estudos FEE/NEI.

** Professor Dr. Adjunto da UFRGS-Diretor do Centro de Tecnologia e Coordenador do Laboratório de Transformação Mecânica.

2 - Fatores econômicos

A produção mundial dos diversos materiais pode ser vista na Tabela 1, onde é mostrada, em milhões de toneladas, a produção para o ano de 1986 (FARGE, 1991, p. 322-326). Observa-se que certos materiais, dos quais o Brasil possui uma das maiores reservas mundiais, são relativamente pouco usados, como, por exemplo, o titânio, o níquel e o alumínio, apesar da grande importância que os mesmos têm atualmente na vida moderna.

Tabela 1

Produção mundial de alguns materiais — 1986

(milhões de toneladas)

MATERIAIS	PRODUÇÃO
Concreto	950
Aço, ferro e ferro fundido	800
Plástico	70
Alumínio	16
Cobre	09
Zinco	07
Chumbo	05
Plásticos reforçados	02
Madeira	02
Níquel	0,7
Magnésio	0,3
Estanho	0,2
Espanja de titânio	0,09

FONTE: FARGE, Y. (1991). Materiais do futuro — uma evolução progressiva. *Metalurgia - ABM*, v.47, n.397, set.

É importante observar, ainda, a comparação entre os preços por quilograma dos materiais semiacabados (Tabela 2) com aqueles dos produtos acabados (Tabela 3). Nota-se que mercados como o de imóveis ou o de automóveis não podem tolerar materiais caros, enquanto a situação é inversa para os mercados de aeronaves civis ou de satélites. Entretanto estes últimos mercados são limitados, enquanto os primeiros são grandes mercados. Os mercados grandes aceitam materiais caros, como *chips* de silício, em quantidade pequena com o fim de suplantar barreiras técnicas (FARGE, 1991, p. 322-326).

Tabela 2

Preço por quilograma de alguns produtos semiacabados — 1986

(US\$)	
PRODUTOS	PREÇOS
Chapas de aço para automóveis	0,6
Garrafa de vidro	1,2
Garrafa de polietileno	2,9
Chapas de aço inoxidável	2,9
Folhas de alumínio para embalagem ..	2,9
Chapas de duralumínio	6,0
Peças forjadas de alumínio de alta resistência	30
Compósito carbono HR epóxi	128
Compósito vidro-epóxi	6,8
Cerâmicas finas	68
Compósito carbono HM-epóxi	350
Peças forjadas de titânio	400
Compósito carbono-carbono	6 000

FONTE: CASTRO, A.P. de (1991). Metalurgia moderna: impacto das novas tecnologias. **Metalurgia-ABM**, v.47, n.400, dez.

SCHAEFFER, L., AGUIAR, P.S. (1991). **Laboratório de transformação mecânica**. Porto Alegre: UFRGS. (Relatório Interno).

Tabela 3

Custo por quilograma de produtos acabados — 1986

(US\$)	
PRODUTOS	CUSTOS
Casas	1,2
Navios	6
Automóveis	12
Bicicletas	18-30
Aparelhos eletrônicos	48-120
Calçados esportivos	18-72
Aeronave civil	1 200
Satélites	18 000

FONTE: FARGE, Y. (1991). Materiais do futuro — uma evolução progressiva. **Metalurgia-ABM**, v.47, n.397, set.

CASTRO, A.P. de (1991). Metalurgia moderna: impacto das novas tecnologias. **Metalurgia-ABM**, v.47, n.400, dez.

Estranhamente, observa-se, ainda na Tabela 2, que produtos manufaturados, como peças forjadas de alumínio e titânio, que possuem um alto valor agregado, praticamente não são produzidos no País, apesar de possuímos uma das maiores reservas mundiais.

Os materiais mais consumidos, como o aço, o concreto, os plásticos e o alumínio, continuarão ainda no futuro com essa caracterização. Existe, todavia, um enorme esforço em aperfeiçoá-los tanto em suas propriedades mecânicas como em suas tecnologias de conformação e montagem. Deve-se observar que, em relação aos processos de produção em massa, qualquer melhoria pode significar enormes economias. Por exemplo, na produção mundial de latas de bebidas de alumínio, que somam cerca de 120 bilhões de latas ao ano, se ocorrer uma redução de custos de fabricação de um décimo de um centavo devido a uma inovação técnica, a economia total dessa indústria será de 120 milhões de dólares. (FARGE, 1991, p. 322-326).

3 - Fatores sociais

Além dos aspectos técnicos e econômicos do uso dos materiais, devem ser levadas em conta as conseqüências sociais na sua utilização. O consumo de energia para produzir os materiais, bem como a capacidade de reciclagem dos mesmos, evitando a poluição do Planeta, são aspectos fundamentais na produção e uso. A Tabela 4 mostra o conteúdo energético relativo à produção de alguns materiais. Observa-se que os plásticos necessitam de bem menos energia que o aço ou outros materiais metálicos. Entretanto os materiais metálicos são bastante mais favoráveis a uma reciclagem que a maioria dos plásticos. Na reciclagem do alumínio, por exemplo, ocorre um aspecto importante, que é o baixo custo da produção quando a matéria-prima é oriunda de material reciclado. O custo baixa a 5% do custo da energia necessária para fabricá-lo a partir da bauxita. Em alguns países industrializados, 80% da produção de alumínio é proveniente de material reciclado, diminuindo, dessa forma, o custo de fabricação (é o caso da Alemanha).

Tabela 4

Conteúdo energético relativo de alguns materiais

MATERIAIS	CONTEÚDO ENERGÉTICO RELATIVO
Plásticos	177
Aço	316
Zinco	400
Cobre	438
Alumínio	617
Magnésio	650

FONTE: FARGE, Y. (1991). Materiais do futuro — uma evolução progressiva. **Metalurgia-ABM**, v.47, n.397, set.

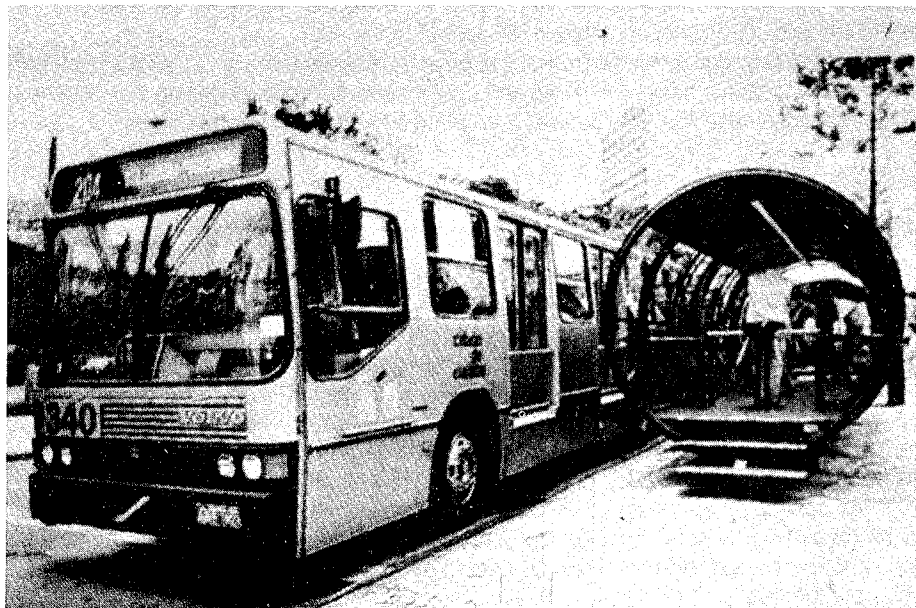
NOTA: Conforme C. Razin, Seminário EUROMETAUX, Luxemburgo, 1989/90.

Em relação à área social, é interessante mencionar a experiência da COSIPA, que está fornecendo aço para a construção de casas populares, num projeto piloto em conjunto com a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano de São Paulo (Metal. ABM, 1991, p. 208).

Com a intenção de introduzir o aço inoxidável no cotidiano social, possibilitando melhoria na qualidade de vida, é admirável o desafio da ACESITA, que propiciou a inovação no transporte de superfície com o desenvolvimento das Estações-Tubo (MONTEIRO, 1992, p. 2). A Estação-Tubo é uma plataforma elevada de embarque e desembarque em forma cilíndrica, construída com tubos mecânicos, perfis laminados e vidros laminados curvos. A Figura 1 mostra sua aplicação na Cidade de Curitiba-PR. Esta foi uma forma de agilizar o transporte coletivo, tornando-o mais eficiente e econômico.

FIGURA 1

PROJETO "LIGEIRINHO" — CURITIBA-PR



4 - Algumas considerações importantes para o futuro

É necessário que sejam ainda realizadas pesquisas para que se continue a melhorar os processos de fabricação dos materiais. Buscam-se, para os materiais convencionais, melhores propriedades mecânicas, maior resistência à corrosão, melhor relação peso específico/resistência, maior capacidade de reciclagem, maior pureza, etc. Essas novas características forçosamente transformam os materiais convencionais em materiais avançados.

No processo de fabricação, devem-se buscar tecnologias que evitem custos de fabricação caros, como exemplo pode-se citar o processo de laminação e forjamento a quente. A laminação de tiras pode ser substituída pela laminação líquida, produzindo, inclusive, chapas finas. No forjamento, é cada vez mais importante a fabricação de peças de precisão pelos processos a frio ou morno. Na fundição, a microfusão vem sendo apresentada como uma grande alternativa dos processos de fabricação. A combinação de processos como fundição mais conformação mais soldagem pode também trazer importantes inovações tecnológicas.

Em relação à diminuição da poluição, desenvolveram-se estudos avançados, realizados pela Volkswagen, que planeja lançar o Biocar, um automóvel construído com materiais reciclados e que não provoca qualquer tipo de poluição (Metal. ABM, 1991, p. 477).

Inúmeras pesquisas estão sendo desenvolvidas no Mundo com o objetivo de obtenção de supercondutores. Supercondutores, principalmente à base de NbTi e Nb₃Sn, estão sendo desenvolvidos para aplicação em magnetos de alta potência, reatores experimentais de fusão, veículos com levitação magnética, aceleração de partículas, etc. (SEIDO et al., 1990, p. 28-29).

Peças fabricadas através da metalurgia do pó, que hoje se caracteriza exclusivamente como novos materiais, desempenharão um papel importante no futuro, devido às facilidades de fabricação, obtendo-se uma geometria próxima à forma final (*near net shap*).

5 - Aspectos técnicos inovadores de alguns materiais

a) Aço

As mini-aciaras que operam com produção de chapas finas a quente, por lingotamento contínuo, têm demonstrado um êxito crescente, enquanto os grandes produtores de aços registram perdas de vulto em suas usinas tradicionais (Metal. ABM, 1991, p. 255).

Aços "Clad" fabricados de forma composta com ligas de cobre, níquel e titânio são novos materiais empregados em cutelaria, indústrias químicas, implementos agrícolas (lâminas de implementos), serras, tesouras, etc. (Metal. ABM, 1991a, p. 213).

As pesquisas e o desenvolvimento de aços especiais, como, por exemplo, aços UHC (aços com elevado teor de carbono: 1% a 1,5%) com utilização nos países industrializados, têm sido muito pouco desenvolvidas no País.

b) Alumínio

Em relação ao alumínio, o Brasil ocupa a posição de quarto produtor do Ocidente e de quinto produtor mundial, considerada a produção dos países do antigo bloco socialista. Com um faturamento de US\$ 3,8 bilhões, a indústria brasileira do alumínio participou, em 1991, com 0,7% do Produto Interno Bruto (PIB) e com 2,1% do PIB industrial do País. Nesse mesmo ano, o setor fez investimentos totais de US\$ 511

milhões e contribuiu socialmente com US\$ 556 milhões na forma de tributo e impostos. A indústria foi responsável por 62.358 empregos diretos. A produção de alumínio primário em 1991 registrou um dos maiores crescimentos dos últimos anos, totalizando 1.139 mil toneladas, significando 22,5% a mais que em 1990 (An. Estat. ABAL, 1991).

As novidades na área de novos produtos de alumínio recaem sobre possíveis inovações dos processos. Nesse caso, pode-se citar o forjamento isotérmico, onde, além dos benefícios de resistência mecânica e qualidade, se destaca o uso de prensas com 10 a 30 vezes menos força que o processo convencional. Considerações especiais devem, entretanto, ser feitas em relação ao custo de matrizes, que ultrapassa em 10 vezes o valor do ferramental utilizado no processo convencional (SCHEPP, 1989, p. 13-20).

A Fujikura Ltda. e a Sky Aluminium Co. desenvolveram uma nova liga de alumínio especial, que irradia raios ultravermelhos. O custo dessas chapas é de 109 dólares o metro quadrado, e existem perspectivas de venda de sete milhões de dólares no primeiro ano da produção — produção mensal de seis mil metros quadrados (Metal. ABM, 1991, p. 266).

Na indústria automobilística, chapas finas de alumínio estão sendo empregadas principalmente nos Estados Unidos e no Japão devido à grande vantagem, o que favorece a economia de combustível (Metal. ABM, 1991a, p. 207).

Em relação ao automóvel Mercedes-Benz, estima-se um crescimento no uso de alumínio dos atuais 4% em peso (43kg) para 6% em 1996 (Metal. ABM, 1991a, p. 207).

Recentes avanços nas ligas de alumínio concentram-se também na combinação com elementos especiais. Um exemplo típico é a liga desenvolvida no Japão por Yoshida Koggo K.K. (Metal. ABM, 1992, p. 124), que contém: 72% em peso de alumínio, 14% de níquel e 14% de mistura de terras raras. Essa nova superliga apresenta o dobro da resistência em relação ao aço e seus valores de módulo de elasticidade (90.000 N/mm), bem como a resistência ao desgaste (duas a quatro vezes maior que as ligas convencionais) também é elevada ao superlativo. Na temperatura de 200° C, apresenta resistência mecânica de 510 N/mm², muito superior ao extraduro alumínio (com 300 N/mm²).

c) Magnésio

A Sony, em sua nova câmara de vídeo, empregou magnésio, diminuindo sensivelmente o peso do equipamento e conferindo ainda uma maior durabilidade e proteção aos componentes eletrônicos que são muito sensíveis (Metal. ABM, 1991, p.266).

A BMW alemã desenvolveu um sistema novo de ventilação das rodas, aliando a qualidade de resistência ao peso do magnésio à dissipação (excelente) do calor, propiciando, ainda, uma superfície capaz de receber um tratamento de acabamento de alta qualidade (Metal. ABM, 1991, P. 255).

d) Terras raras

Em relação à aplicação de terras raras, o Brasil destaca-se. A tecnologia de produção de superligas, recentemente desenvolvidas via metalurgia do pó pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e pelo Instituto de Física da USP (Metal. ABM, 1991b, p. 417).

e) Titânio

Apesar das enormes reservas brasileiras, pouco se tem realizado no País em relação ao titânio e a suas ligas. Mesmo se considerando sua enorme importância para a indústria aeronáutica, para a área médica, para explorações submarinas e para as indústrias químicas, nossas necessidades são supridas a partir da importação. A enorme importância do titânio está relacionada ao alto valor da relação resistência mecânica/peso específico, bem como a suas excelentes propriedades anticorrosivas e de biocompatibilidade com o corpo humano.

f) Materiais cerâmicos

Os materiais cerâmicos apresentam excelentes propriedades de resistência ao desgaste e ao calor, em geral elevada rigidez e baixa densidade. Sua aplicação é, entretanto, restrita, pois apresentam problemas de deformabilidade, custos elevados e incapacidade de garantia, níveis altos e reprodutíveis de qualidade e de confiabilidade (RAZIM, KANIUT, 1991, p.13-14).

Um dos importantes campos onde se utilizam materiais cerâmicos é na fabricação de ímãs. Nessa área, o LABMAT da UFSC está desenvolvendo ímãs miniaturizados (à base de neodímio-ferro-boro e somário-cobalto) para a aplicação em motores de passo aplicados à robótica (NETTO, 1992, p. 22-27).

g) Plásticos e elastômeros

A importância do emprego dos plásticos e de elastômeros pode se dar à luz de sua utilização no automóvel Mercedes-Benz. É previsto um crescimento dos atuais 12% em peso para no máximo 18% em 1996 (RAZIM, KANIUT, 1991, P. 13-14). Essa estimativa é considerada o limite, principalmente devido a problemas, como a reciclagem dos plásticos.

6 - Considerações finais

Nesta curta exposição sobre os principais materiais utilizados no momento atual, onde são relatados alguns aspectos econômicos, sociais, técnicos e considerações para o futuro, deixa-se bem claro que o termo "novos materiais" fica restrito aos materiais tradicionais que, no Mundo, momentaneamente, estão sendo cada vez mais aperfeiçoados tanto em termos de propriedades estruturais como funcionais, de capacidade de reciclagem, de minimização de consumo de energia e facilidades de conformação, montagem e uso. É nesse contexto que se pode afirmar que 95% dos materiais a serem utilizados nos próximos 20 anos serão materiais tradicionais elaborados de forma a atender às exigências modernas de mercado e aplicabilidade.

O Brasil possui excelentes condições para se manter numa posição de liderança em relação à utilização dos materiais. A defasagem brasileira referentemente aos países industrializados, que estão na fronteira tecnológica, aprofundada nos últimos anos, pode ser revertida. A existência de matéria-prima e energia nos dá as condições mínimas necessárias para esse passo que, normalmente, deve ser acompanhado de um aumento de investimentos na área de P&D. A economia mundial entrou em crise nos anos 70, e, após esse período, alguns países mais dinâmicos conseguiram realizar uma reindustrialização, introduzindo as novas tecnologias de base científica desenvolvidas no Pós-Guerra. Os materiais avançados e as tecnologias novas de produção dos materiais convencionais somente podem ocorrer fundamentados numa base científica. Pode-se mencionar, com segurança, que os maiores dividendos ao País poderão vir através de um processo de reestruturação tecnologicamente orientado. Em relação à evolução na área dos materiais avançados, certamente a maior importância continuará sendo dada aos metais.

Bibliografia

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO ABAL (1991). São Paulo: Associação Brasileira do Alumínio.
- CASTRO, A. P. de (1991). Metalurgia moderna: impacto das novas tecnologias. **Metalurgia - ABM**. v.47, n.400, p.489-491, dez.
- FARGE, Y. (1991). Materiais do futuro: uma evolução progressiva. **METALURGIA - ABM**. v.47, n.397, p.322-326, set.
- METALURGIA - ABM (1991). v.47, n.397, set.
- METALURGIA - ABM (1991a). v.47, n.396, jul./ago.
- METALURGIA - ABM (1991b). v.47, n.400, dez.
- METALURGIA - ABM (1992). v.59, p.124, mar.
- MONTEIRO, M. (1992). **Nickel**. p.2, jun.
- NETTO, A. Borges (1992). **O século dos materiais, IPESI: metal-mecânica**. p.22-27. jul./ago.
- RAZIM, K., KANIUT, C. (1991). Tendência na seleção de materiais na Mercedes-Benz. **Metalurgia - ABM**, v.47, n.398, p.13-14, jan./fev.
- SCHAEFFER, L., AGUIAR, P. S. (1991). **Laboratório de transformação mecânica**. Porto Alegre: UFRGS. (Relatório interno).
- SCHEPP, P. P. (1989). Isothermes unformen. **Technische Rundschau Sulzer**, n.1, p.13-20.
- SEIDO, M. et al. (1990). Development of production techniques of metal superconducting cables. **Annual Report of the Japan Soc. for Tech. of Plasticity**, n.11, p.d28-29, jun.