

anais do  
encontro  
paranaense  
sobre novos  
materiais  
industriais

66.32  
56  
x. 2

CONCITEC - MINEROPAR - CPM - TECPAR - BADEP - CITPAR - COPEL

MINEROPAR  
Minerais do Paraná S/A.  
BIBLIOTÉCA

# anais do encontro paranaense sobre novos materiais industriais

666.32  
E 56  
nr. 2

CURITIBA/PR  
9-10 DEZ. 1986



Registro n.º 3316



Biblioteca/Mineropar

Encontro Paranaense Sobre Novos Materiais Industriais.

E 56

Anais do encontro paranaense sobre novos materiais industriais. Curitiba, 1986.

143 p.

1. Materiais industriais. 2. Cerâmica avançada. 3. Quartzo. 4. Fibras óticas. 5. Polímeros. I. Título.

C D U 666.32

MINEROPAR  
Minerais do Paraná S.A.  
BIBLIOTECA  
REG. 3316 DATA 18/09/87

**anais do  
encontro  
paranaense  
sobre novos  
materiais  
industriais**

**GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ**

*Álvaro Dias - Governador*

**SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO**

*José Carlos Gomes de Carvalho - Secretário*

**PROGRAMA DE COORDENAÇÃO DA PRODUÇÃO MINERAL - CPM**

*Mário Lessa Sobrinho - Coordenador*

**SECRETARIA ESPECIAL DE ENSINO SUPERIOR, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

*Ascencio Garcia Lopes - Secretário*

**CONSELHO ESTADUAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CONCITEC**

*Gina Gulinelí Paladino - Secretária Executiva*

**APOIO TÉCNICO OPERACIONAL**

**Ficha catalográfica** - Marlene Mengarda Martelli

*Planejamento Gráfico* - Régia Okura Filizola

*Datilografia e Revisão* - Clarissa Nunes

*Composição* - Montana Composições Eletrônicas

# SUMÁRIO

## APRESENTAÇÃO

- CERÂMICA TRADICIONAL E CERÂMICA TÉCNICA AVANÇADA:  
SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS** Pág. 07  
*Dr. Egon Antonio Torres Berg*
- CERÂMICA TÉCNICA AVANÇADA APLICADA À INDÚSTRIA  
TERMOMECÂNICA** Pág. 21  
*Dr. Edgar D. Zanotto*
- CERÂMICA TÉCNICA AVANÇADA APLICADA À INDÚSTRIA  
ELETRO-ELETRÔNICA** Pág. 43  
*Dr. José A. Varela*
- CARACTERIZAÇÃO DO QUARTZO BRASILEIRO PARA A  
INDÚSTRIA DE ALTA TECNOLOGIA** Pág. 55  
*Dr. Simão Takya*
- DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO BRASILEIRO NO CAMPO  
DAS FIBRAS ÓTICAS** Pag. 65  
*Dr. José Mauro L. Costa*
- APLICAÇÕES DO TALCO E DO XISTO DE SÃO MATEUS DO  
SUL COMO CARGA DE POLIPROPILENO** Pag. 83  
*Dra. Regina S. V. Nascimento*
- ESTRATÉGIA DO MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PARA NOVOS MATERIAIS INDUSTRIAIS:  
RELATO DA COMISSÃO DE NOVOS MATERIAIS** Pág. 91  
*Dra. Helena Lastres*
- INTEGRAÇÃO DO ESTADO, DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA  
E DAS EMPRESAS PARA O DESENVOLVIMENTO  
TECNOLÓGICO E INDUSTRIAL DO PARANÁ** Pág. 125  
*Painel com participação de representantes das entidades:  
MCT/CNM; MCT/FINEP; MICISTI; CNPq; MCT/INT; SEPLAN/CONCITEC;  
SEIC e BADEP.*

# CONCLUZII

1. În urma realizării cercetării de teren s-a constatat că în cadrul  
sistemului de învățământ românesc există o serie de probleme care  
determină o scădere a eficienței procesului de învățare. Aceste  
probleme sunt legate în primul rând de nivelul de pregătire a  
profesorilor, dar și de metodele utilizate în clasă. În al doilea rând,  
există o lipsă de interes din partea elevilor față de învățare,  
cauzată în mare măsură de lipsa de motivație și de aplicarea  
metodelor tradiționale de învățare.

2. Pentru a îmbunătăți nivelul de învățare este necesar să se  
realizeze o serie de schimbări în cadrul sistemului de învățământ.  
În primul rând, este necesar să se investească în pregătirea  
profesorilor și să se ofere cursuri de perfecționare continuă.  
În al doilea rând, este necesar să se revizuiască metodele  
de învățare utilizate în clasă și să se aplice metodele moderne  
de învățare care implică activitatea elevilor și dezvoltarea  
abilităților lor. În al treilea rând, este necesar să se crească  
interesul elevilor față de învățare și să se ofere un mediu  
de învățare stimulativ și motivațional.

3. În concluzie, pentru a  
realiza obiectivele învățării este  
necesară aplicarea acestor  
măsuri.

# APRESENTAÇÃO

Nos últimos anos, o processo de introdução de inovações tecnológicas na agricultura, indústria e serviços tem se acelerado de maneira fantástica. A chamada 3ª Revolução Científica e Tecnológica baseada na Informática, Biotecnologia, Novos Materiais, Mecânica de Precisão, Química Fina, etc, tem propiciado aumentos consideráveis de produtividade e, por conseqüência, de competitividade das economias dos países desenvolvidos. Em termos prospectivos, portanto, pode-se afirmar que os países capazes de modernizar sua economia e sociedade ocuparão, no futuro, lugares privilegiados na divisão internacional do trabalho.

O Governo do Estado – através de seus órgãos de fomento e de pesquisa –, a comunidade científica e tecnológica do Paraná e a classe empresarial vêm se conscientizando, cada vez mais, da importância da ciência e tecnologia como indutores do desenvolvimento econômico e social. Assim, o Encontro Paranaense Sobre Novos Materiais Industriais, ocorrido nos dias 9 e 10 de dezembro de 1986, teve como objetivo reunir os segmentos sociais ligados de uma ou de outra maneira ao tema – principalmente universidades, institutos de pesquisa, organismos dos Governos Federal e Estadual, empresas privadas, pesquisadores, bancos de fomento – para discutir os condicionantes técnicos e financeiro e o potencial de desenvolvimento e aplicação dos novos materiais no Brasil, particularmente no Paraná.

Sabe-se que, a partir de matérias-primas tradicionais, combinadas de forma original, é possível obter-se os materiais sofisticados em especificações técnicas e econômicas que a indústria deverá exigir cada vez mais intensamente. São eles, por exemplo: materiais cerâmicos, polímeros (plásticos de engenharia), conjugados (associação de diferentes materiais principalmente resinas e metais), ligas metálicas (ferro combinado com outros minérios), materiais magnéticos e óticos, etc.

Os organizadores do encontro procuraram reunir especialistas da área para ministrarem as palestras e esclarecerem as dúvidas dos participantes. A ênfase das exposições e discussões em torno da cerâmica avançada foi dada por julgar-se que o potencial do Paraná na área de novos materiais centra-se fundamentalmente nos materiais cerâmicos, não descartando, entretanto, que alguns projetos na área de polímeros, cristais de silício e outros possam surgir e serem aqui incentivados.

Pretende-se que estes anais, além de divulgarem as palestras e debates para um público mais amplo, sirvam de base para a discussão e elaboração de um programa estadual de novos materiais, no qual estejam contidas as diretrizes para o Estado nesta nova área de desenvolvimento.

As sessões técnicas do encontro foram abertas com a palestra do Dr. Egon Antonio Torres Berg, assessor técnico da Lorenzetti Porcelana

Industrial do Paraná S/A, que caracterizou as diferenças entre cerâmica estrutural e cerâmica avançada, seus respectivos campos de aplicação e requisitos tecnológicos. A partir de uma resenha da situação atual do mercado consumidor, tanto a nível nacional quanto mundial, o conferencista apontou as perspectivas e potencialidades de seu desenvolvimento. O Dr. Egon destacou, finalmente, a necessidade de se promover a integração dos profissionais em Química e Engenharia Química, para o desenvolvimento dos processos de obtenção de matérias-primas, permitindo que os da Engenharia de Materiais possam se dedicar à tecnologia de produção.

O professor Edgar D. Zanotto, pesquisador do Departamento de Engenharia de Materiais da UFScar, descreveu as aplicações da cerâmica avançada no campo da indústria termomecânica. Com singular brilhantismo e clareza, o professor Zanotto ofereceu ao público um panorama destas aplicações, deixando claro que muito desenvolvimento tecnológico ainda se faz necessário para superação das dificuldades de seu aproveitamento. O conferencista apresentou um levantamento do que existe de trabalho realizado no Brasil, em termos de investimentos, pesquisadores e centros de pesquisa. Também destacou o enorme potencial brasileiro no setor, que exige muito investimento na formação de pessoal e em pesquisa e desenvolvimento, para ser explorado e expandido.

Encerrando o ciclo da cerâmica avançada, o professor José A. Varela, do Instituto de Química da UNESP e do DEMA da UFScar, discorreu sobre as suas aplicações na indústria eletro-eletrônica. A sua abordagem foi essencialmente técnica, tratando das propriedades tecnológicas dos materiais cerâmicos, através das quais demonstrou o seu grande leque de aplicações industriais. Chamou a atenção para a sofisticação exigida nos equipamentos, enquanto os laboratórios nacionais permanecem com deficiências fundamentais de capacitação. O conferencista apontou as principais necessidades: microscópios eletrônicos de varredura e transmissão, analisadores termodiferenciais, termogravimétricos, liofilizadores, câmaras secas, estufas a vácuo, porosímetros, micro-sondas, difratômetros de raios X, etc. Poucos laboratórios brasileiros dispõem de tais equipamentos. O professor Varela defendeu, finalmente, a integração entre indústria, institutos de pesquisa e universidades para a canalização de nossos recursos, que são severamente limitados.

O Dr. Simão Takya, Diretor Adjunto de Tecnologia da ABCXTAL Microeletrônica S/A, abriu o setor do quartzo, abordando as características tecnológicas do seu uso industrial. Descreveu o processo de produção do quartzo cultivado, utilizado na ABCXTAL, a única produtora do hemisfério sul. O conferencista abordou ainda as condições de produção de lasca de quartzo, no Brasil, e os fatores que condicionam a sua subvalorização comercial. A experiência da ABCXTAL comprova a fecundidade da interação universidade - centro de pesquisas - indústria.

A experiência da ABCXTAL no campo das fibras óticas foi descrita pelo Dr. José Mauro Leal Costa, seu Diretor de Tecnologia. As suas

aplicações principais estão na área das telecomunicações e da informática. A importância da integração entre empresa e centro de pesquisa foi testemunhada pela decisão de se instalar fisicamente a produção de fibras óticas da ABCXTAL junto ao CPq da Telebrás.

A Dra. Regina S.V. Nascimento, do Instituto de Química da UFRJ, apresentou os resultados de suas pesquisas no campo dos polímeros, envolvendo a aplicação do xisto de São Mateus e de talco chinês como cargas de polipropileno. A conferencista expôs o enorme potencial de utilização do talco, carbonato de cálcio, caulim e xisto, defendendo uma posição mais agressiva dos mineradores no desenvolvimento tecnológico de seus produtos.

A experiência norte-americana no campo da cerâmica avançada foi apresentada pelo Dr. Osgood Whitmore, da Universidade de Washington. Esta palestra, infelizmente não foi possível ser transcrita. As suas informações e opiniões confirmam e reforçam, entretanto, as colocações dos conferencistas anteriores que versaram sobre o mesmo assunto.

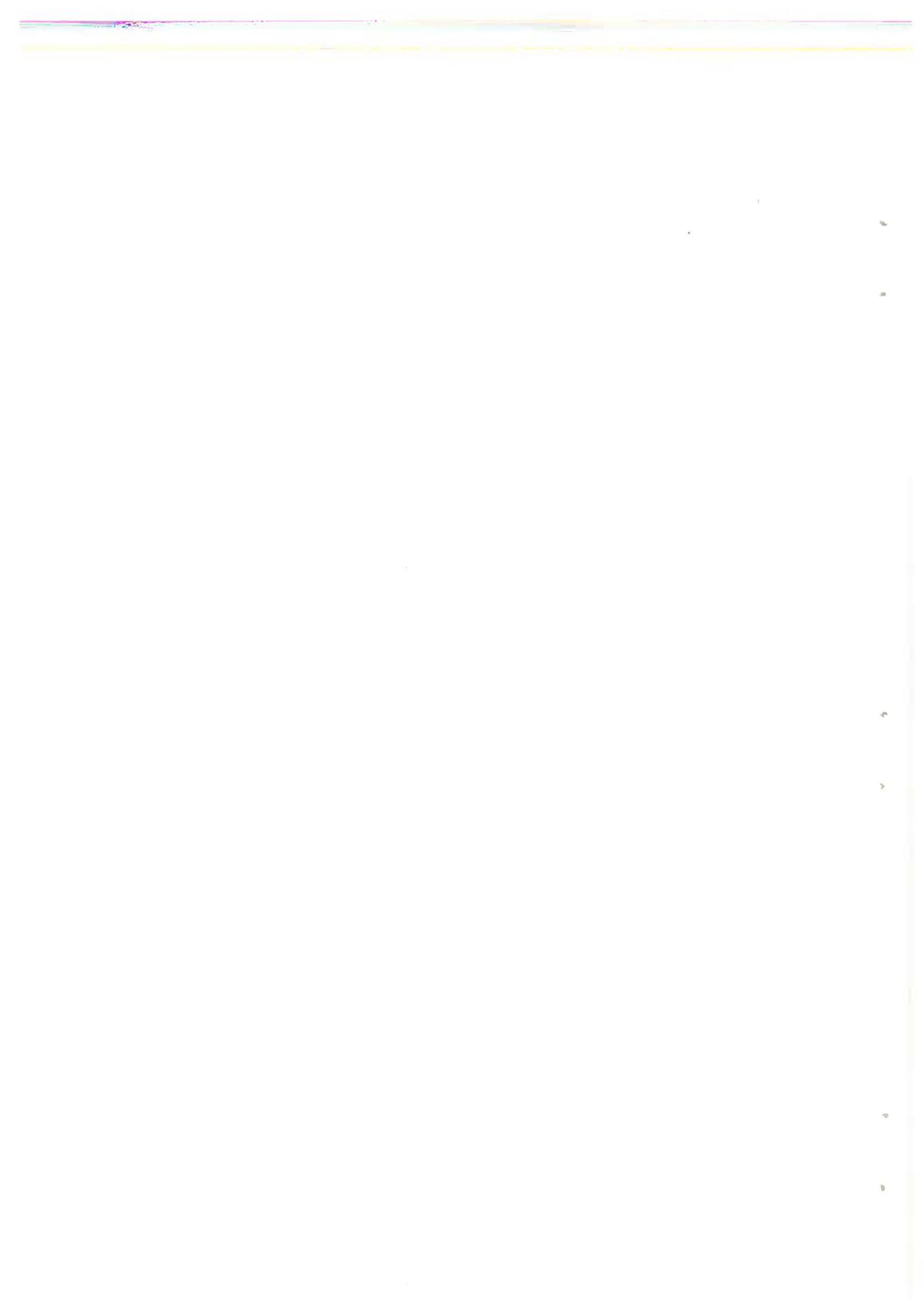
O encerramento das sessões técnicas coube à Dra. Helena Lastres, Secretária Executiva da Comissão de Novos Materiais do MCT, que discorreu sobre a estratégia e as ações atuais do ministério neste campo, através de seus órgãos filiados, tais como CNPq, FINEP, SEI e INT. A conferencista apresentou o Programa Nacional de Ciência e Tecnologia para os Novos Materiais. Com extrema lucidez e coerência, revisou as principais idéias debatidas no encontro e defendeu os pontos-de-vista do MCT, que coloca os novos materiais industriais entre as suas prioridades. A Dra. Helena enfatizou a oportunidade que temos hoje de ocupar espaço dentro de um cenário tecnológico em transformação, em contraposição ao cenário tradicional, consolidado e fechado aos países menos desenvolvidos. Alerta para esta oportunidade, o MCT priorizou os campos da tecnologia que nos possam permitir a conquista do espaço aberto, colocando entre eles os novos materiais industriais.

O alto nível técnico e científico dos conferencistas e de participação da audiência garantiram os objetivos deste primeiro encontro. Com a sua realização, temos a certeza de que o Paraná passa a assumir um papel importante na cadeia de iniciativas brasileiras, rumo à conquista da tecnologia dos novos materiais industriais.

Gostaríamos, finalmente, de rogar compreensão ao leitor para a precariedade de um texto composto exclusivamente a partir da transcrição de palestras, sem o auxílio de revisão por parte dos autores. Assumimos, assim, a responsabilidade de emprestar legibilidade aos originais, no que esperamos termo-nos desincumbido satisfatoriamente, sem distorção de quaisquer conceitos ou opiniões emitidos.

GINA GULINELI PALADINO

EDIR EDEMIR ARIOLI



**ENCONTRO PARANAENSE SOBRE  
NOVOS MATERIAIS INDUSTRIAIS**



## **ABERTURA**

**PERCY BLITZKOW**

Representante do BADEP

Na qualidade de anfitrião e em nome dos órgãos promotores deste evento, quero transmitir aos senhores presentes a nossa satisfação quanto à realização do evento. Para nós do BADEP que já há algum tempo, em conjunto com outros órgãos do Governo Estadual aqui representados, vimos acompanhando o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa no campo de novos materiais industriais realizados por empresas privadas nacionais, universidades e institutos de pesquisas, este encontro constitui um importante passo para alcançarmos o objetivo de apoiar no Paraná, projetos industriais no setor.

Temos plena consciência que os Novos Materiais Industriais, tais como quartzo para uso eletrônico, silício metálico, polímeros e cerâmica técnica avançada ou de alta tecnologia, representam os insumos indispensáveis ao novo ciclo industrial que já se iniciou em países como Japão, Estados Unidos e Inglaterra. Sabemos também que aquele país que não se posicionar corretamente diante deste novo desafio não estará apto a participar como protagonista neste processo de evolução tecnológica que hoje acontece na indústria.

Conseqüentemente, ao reconhecermos a natureza e importância do novo ciclo que se inicia, faz-se necessário que passemos a colocar como prioritário em nosso Estado o apoio aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento para obtenção, não só dos insumos necessários ao processo de produção de novos materiais, como também de tecnologias adequadas e passíveis de serem absorvidas pelo nosso parque industrial.

Ainda no Paraná, podemos afirmar que desfrutamos comparativamente com outros estados de uma posição privilegiada, tendo em vista a relativa abundância de bens minerais primários que poderão suprir no futuro setores da indústria de transformação do novo ciclo, tais como química fina e cerâmica avançada.

Embora tenhamos esta vantagem relativa, resta-nos entretanto, criarmos mecanismos de apoio não só para formação de mão-de-obra especializada, como também estabelecer a nível de Governo Estadual as formas de apoio ao desenvolvimento da prospecção, extração e pesquisa de nossos minerais, além de possíveis linhas de financiamento para implantação de projetos industriais no setor.

Por isso reveste-se de fundamental importância a realização desse encontro na medida em que poderemos tomar conhecimento das experiências em curso em outros estados e trocar informações nacionais e estrangeiras.

Em suma, acreditamos que a partir deste encontro, certamente serão propostas linhas de ação que farão com que nós paranaenses possamos em curto prazo contribuir com parcela do significativo esforço

que hoje vem sendo empreendido para proporcionar ao País posição de destaque no desenvolvimento de tecnologia de novos materiais para indústria.

Eu queria dizer da satisfação que o BADEP tem em acolher a todos os senhores numa oportunidade ímpar, quando estamos voltados prioritariamente para a apoiar aqueles empreendimentos que utilizam tecnologia de ponta.

Nós temos certeza de que desse encontro sairão grandes linhas, grandes possibilidades para implementação de projetos porque a partir da implementação de projetos se dá objetividade à pesquisa.

Então, eu quero cumprimentá-los e desejar que seja o mais proveitoso possível esse encontro. E o BADEP está à inteira disposição para colaborar em tudo que for possível para o sucesso do encontro.

## SYLVIO PÉLLICO NETTO

Secretário Executivo do CONCITEC  
Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia do Paraná

Senhores colegas da mesa e senhores presentes, eu gostaria de rapidamente usar da palavra para dizer da satisfação com que o Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia participa deste evento.

Nós estamos com uma experiência recente na condução do processo de organização de programas especiais onde a Biotecnologia foi o primeiro deles, tendo nascido num seminário como este, para o qual convocamos todas as entidades paranaenses da mesma forma como este evento está sendo conduzido. A discussão ampla da comunidade paranaense para que daí surgissem as idéias, convergências de importância para o desenvolvimento desse processo no Paraná.

Então, este é o novo alento nosso, muito embora pela exposição do Dr. Percy, aqui vimos a dificuldade que vamos encontrar num campo mais complexo, mais inusitado dentro do setor científico tecnológico moderno.

Mas nem por isso o Paraná deverá se alienar no processo de desenvolvimento nacional. Nós achamos que desse seminário deverá surgir a luz para que um novo programa seja desenvolvido aqui com os esforços dos que estão aqui hoje presentes.

Mas, eu usei mais da palavra neste momento para agradecer muito à comissão organizadora deste evento. Eu acho que eles tiveram um trabalho memorável. Infelizmente e não pude participar ativamente porque nesses últimos momentos o CONCITEC teve um trabalho muito intenso porque estamos concluindo várias frentes de trabalho e eu gostaria, em nome do CONCITEC, agradecer ao Edir Arioli que foi o Coordenador, a esta equipe que trabalhou muito intensamente para que este evento pudesse ser hoje realizado.

Eu agradeço então a presença de todos, desejando que o evento tenha sucesso.

Muito obrigado.

## ARSÊNIO MURATORI

Diretor Presidente da MINEROPAR  
Minerais do Paraná S/A

Meus companheiros de mesa, senhores aqui presentes. Eu gostaria de tecer algumas considerações rápidas sobre a razão e o porquê de nós da MINEROPAR, termos feito algum empenho ou bastante empenho até, para que esta iniciativa, que é coparticipada por várias instituições estaduais, acontecesse e pudesse nos fornecer alguma indicação, algum rumo a propósito da tecnologia de novos materiais para indústria.

O que se tem observado na questão do fornecimento de matérias-primas de origem mineral e, sobretudo, nas necessidades energéticas que acarreta, transformação destes bens minerais em produtos industrializados, é que sofreram uma transformação muito grande, uma mudança substancial que ficou marcada, principalmente, pelos dois choques do petróleo que ocorreram na década de 70.

O choque do petróleo e os conflitos de natureza político-ideológica que ocorreram no mundo, fizeram com que os países industrializados se voltassem sobretudo para a pesquisa daqueles bens minerais mais abundantes no seu território e que pudessem, de uma forma ou de outra, uma vez agregada uma certa tecnologia, suprir as necessidades do processo produtivo daqueles países.

O cobre que durante muito tempo foi motivo de grandes conflitos, inclusive na América Latina nós tivemos um em 1973, hoje não desfruta da mesma posição, não atrai sobre si o mesmo tipo de preocupação dos países industrializados e há quem diga até que a maior jazida de cobre hoje no mundo se situa na cidade de Nova Iorque onde está sendo substituído por fibra ótica.

Então, imagine-se, com essa substituição o que acarretaria, o que vai acarretar de sucata de cobre puro sem a necessidade de beneficiamento, sem a necessidade de acionar energia para obtenção de cobre puro.

Então, o que se está observando é que a partir de elementos, substâncias mais abundantes na natureza está se conseguindo substituir com muitas vantagens um mineral, um elemento químico, um metal que historicamente teve uma importância muito grande no processo industrial desde a idade do cobre, desde que o cobre é cobre.

Então, esse é um aspecto que merece uma consideração especial.

A política de reciclagem de metais que está ocorrendo nos países industrializados é uma coisa que deve nos chamar a atenção, devemos estar atentos para isso, porque na medida em que a energia se torna mais cara nesses países, se torna mais difícil, eles tratam de transferir para outros países essa preocupação, tratam de reciclar os metais e com isso gastar menos energia.

Com relação ao Estado do Paraná, especificamente no que diz respeito ao setor mineral, há algum tempo nós trabalhamos em levantamentos geológicos no Estado e uma coisa chama a atenção à primeira vista, que é a abundância relativa de minerais não-metálicos, se compa-

rados à existência e à produção de minerais metálicos.

Ora, isso inclusive serviu para nortear todo o processo que se utiliza de bens minerais na indústria paranaense de tal forma que hoje as indústrias baseadas em bens minerais não-metálicos são significativamente mais expressivas no Estado do Paraná do que propriamente aquelas que fazem uso de bens minerais metálicos.

Isso gerou uma profunda preocupação de nossa parte, que na discussão com os técnicos da empresa nos sentimos na obrigação de investigar e procurar abrir a discussão sobre tecnologia de minerais não-metálicos, na medida em que a gente sentia que esses bens minerais estavam progressivamente sendo valorizados internacionalmente e que nós não estávamos suficientemente aparelhados, quer técnica, quer politicamente, para dar um novo rumo à indústria de mineração no Paraná.

O talco é um caso típico paranaense. Nós temos muito provavelmente as maiores jazidas de talco do Brasil, nós somos os maiores produtores de talco do Brasil. No entanto não temos ainda condições de agregar valor a este talco de tal forma que a sociedade paranaense pudesse usufruir de maneira mais adequada dos benefícios inerentes à própria existência de jazidas no Estado.

Então, nos deparamos com situações até bizarras. O Paraná é um grande produtor de talco e a indústria paranaense importa talco de São Paulo. São coisas que a gente tem observado no decorrer dos anos e que nós pretendemos a partir deste encontro que estamos tendo, que haja maior discussão a propósito do estado da arte da tecnologia de novos materiais, e possamos ao final desse encontro ou logo em seguida, elaborar um documento que sirva de diretriz, que sirva de roteiro para as ações políticas dos próximos anos e, de tal forma que o Paraná venha, efetivamente, ocupar a posição que merece do ponto de vista da industrialização dos seus bens minerais.

Quando se fala em novos materiais e, esse é um ponto que eu gostaria de chamar a atenção também, fica-se imaginando que é alguma coisa meio beirando a ficção científica. Na verdade, há que se desmistificar um pouco a questão de novos materiais porque desde que a tabela periódica foi elaborada por Mendeleiev, isso já faz bastante tempo, nada se acrescentou em termos de novo material. Os materiais estão aí e o que existe de novo são técnicas de beneficiamento desses materiais, desses elementos, de tal forma que no seu estado de alta dureza eles possam efetivamente transmitir aos produtos industriais propriedades que sejam vantajosas em termos econômicos, em termos da sua utilização.

Estamos ainda numa fase, num estágio muito inicial, e reconhecemos isso. Agora, queremos ganhar tempo, queremos nos atualizar em matéria de tecnologia e queremos, sobretudo, constituir um grupo de pessoas que tenha a sua atenção voltada para o problema e que possa efetivamente, vir a constituir aquilo que se chama de massa crítica para que as ações no campo político permitam a construção de laboratórios, a formação de pessoal e a motivação do empresário sobretudo em investir em novas tecnologias notadamente no campo de novos materiais.

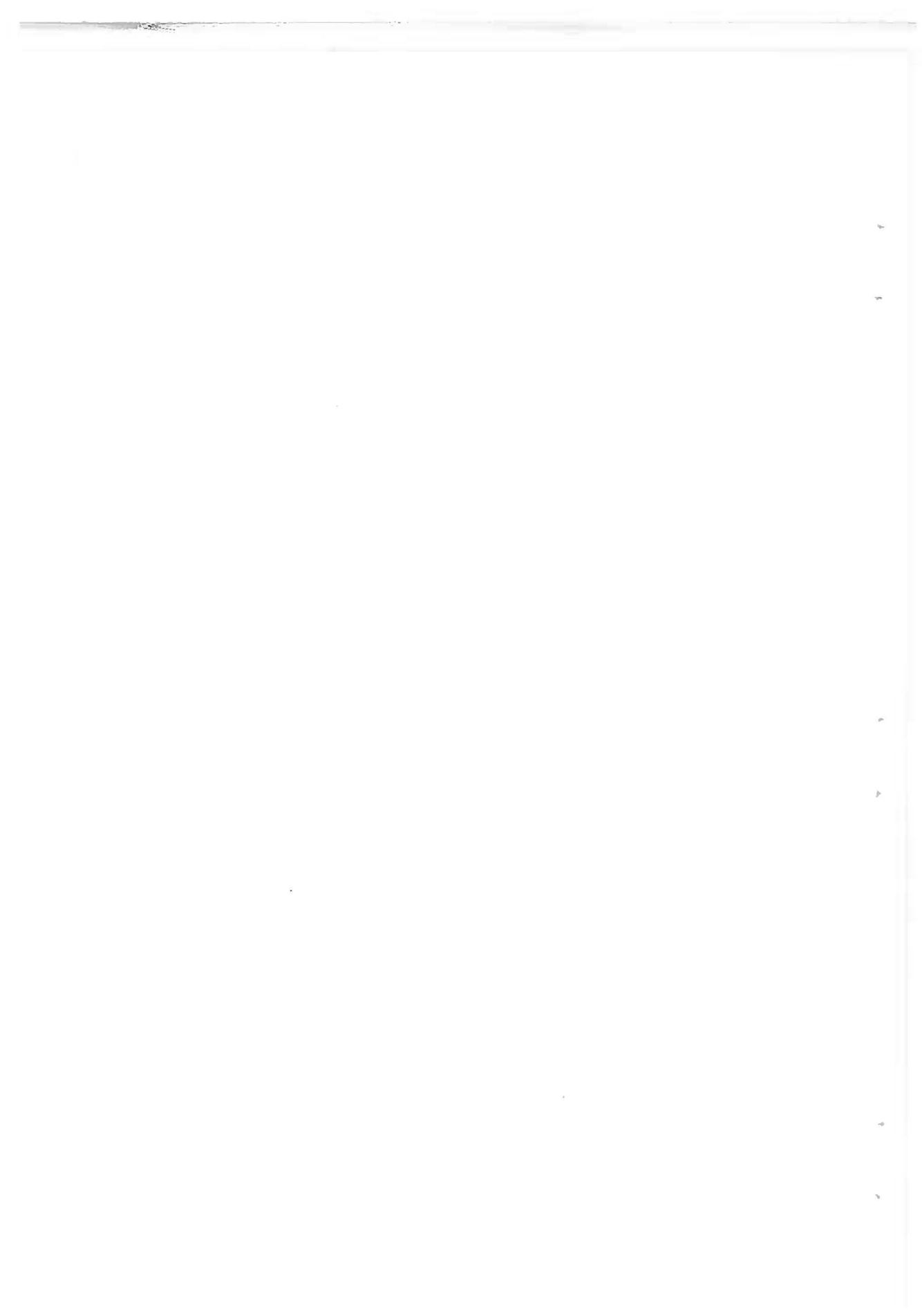
Acho que resumidamente era isso que eu gostaria de colocar. Muito obrigado.

# **CERÂMICA TRADICIONAL E CERÂMICA AVANÇADA: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS**

**Conferencista**

**EGON ANTONIO TORRES BERG**

**Assessor Técnico Cerâmico da  
Lorenzetti Porcelana Industrial Paraná S/A.**



Eu gostaria inicialmente dizer da minha satisfação em ver esta iniciativa e de cumprimentar os senhores organizadores deste evento. Sem dúvida, o momento que atravessamos no país é extremamente importante. Realizações deste tipo contribuem para que a pesquisa e desenvolvimento de novos materiais no Brasil ganhem o impulso que se faz necessário.

Dando início à minha apresentação eu começaria dizendo que uma das mais antigas atividades humanas, a cerâmica, apresentou nos últimos vinte anos uma grande evolução, em consequência de exigências restritas de projetos e aplicações de materiais em cerâmica que levaram ao correspondente crescimento de demanda no processamento. Como resultado, hoje se produz uma série de materiais cerâmicos impossíveis de serem fabricados há alguns anos.

O progresso é de tal forma acentuado que atualmente procura-se estabelecer uma distinção entre a cerâmica produzida há alguns anos e a atual, denominando aquela de cerâmica tradicional e a mais recente, de cerâmica avançada. Distinguir uma da outra pode ser motivo de confusão, principalmente para aqueles menos preocupados com terminologia.

Entretanto, para aqueles que pesquisam, produzem e utilizam materiais cerâmicos, é conveniente saber fazer as necessárias distinções e, sendo assim, faremos em seguida algumas considerações que permitam distinguir aquilo que está sendo considerado cerâmica tradicional e, posteriormente, consideraremos a cerâmica avançada.

Antes de maiores considerações, destaque-se que segundo a Associação Brasileira de Cerâmica, materiais cerâmicos ou cerâmicas, compreendem todos os materiais inorgânicos não-metálicos de emprego em engenharia, ou seja, materiais de construção de engenharia, ou produtos químicos inorgânicos, excetuados os metais e suas ligas, que são utilizáveis geralmente após tratamento em temperaturas elevadas.

É conveniente aqui fazermos algumas menções.

Materiais cerâmicos, ou cerâmicas, compreendem: todos os materiais inorgânicos não-metálicos de emprego em engenharia ou produtos químicos inorgânicos, excetuados os metais e suas ligas que são utilizáveis geralmente após tratamentos em elevadas temperaturas. Então, aqui conseguimos fazer uma separação entre os diferentes materiais. No caso, produtos químicos inorgânicos já fazem uma separação acentuada dos materiais separando-se, por exemplo, os materiais orgânicos.

Esse é outro aspecto importante na hora dessa definição, porque o que é temperatura elevada? Isso pode causar confusão porque muitas pessoas têm uma interpretação diferente para o que é temperatura elevada, dependendo da sua atividade. No caso, por exemplo, de quem trabalha com polímeros a temperatura elevada é em torno de 300°, 400°C. Mas, para quem trabalha em cerâmica, a temperatura elevada começa em 800°C e hoje ela ultrapassa 2.500°C. Então, são valores totalmente diferentes.

Nesta definição também nas entrelinhas pode-se observar uma outra coisa. É que o cimento e o vidro também são considerados materiais cerâmicos.

**As cerâmicas tradicionais.** O que caracteriza as cerâmicas tradicionais? São principalmente as matérias-primas empregadas que geralmente são naturais, que são usadas após sofrerem ou não, algum tipo de beneficiamento. A conformação das peças é feita por processos como a colagem, a extrusão, torneamento, prensagem, etc. Na cerâmica tradicional se encontram os produtos da indústria de silicatos, ou seja, de produtos à base de argila, cimento e vidro de silicato. As principais matérias-primas da cerâmica tradicional são argila, o caulim, o feldspato, o quartzo, o filito e os talcos.

Em seguida, daremos alguns exemplos de aplicações da cerâmica tradicional. Temos o emprego do uso doméstico decorativo onde os artigos de cozinha fazem parte, material de adornos, vasos, estatuetas, material sanitário e, na parte de uso de mecânica estrutural nós temos: tijolos refratários e de alvenaria, guias-fios para indústria têxtil, os concretos, os revestimentos de pisos e paredes, os tubos e conduítes. Quanto ao uso elétrico: isoladores de baixa tensão e isoladores de alta tensão. De uso químico: material para laboratório, revestimento anti-ácido e revestimento alcali-resistente. De uso térmico: isolamento térmico, mobília de fornos e cadinhos. Uso ótico: em vidrados, esmaltes e corantes. Guias-fios para indústria têxtil, por exemplo, são extremamente importantes e muitas vezes se questiona por que isso é um material que começa, inclusive, a ser trabalhado pelo pessoal de cerâmica avançada para dar uma maior resistência. Por que um guia-fio é importante? Porque uma máquina têxtil não pode parar a cada cinco minutos ou a cada meia hora para trocar uma peça desse tipo. Então, quanto mais durável for a peça, mais importante.

Tubos e conduítes, o principal elemento, são as manilhas. Os elétricos são isoladores de baixa e alta tensão, também bastante conhecidos. Materiais para laboratório são, principalmente, os de uso em laboratório químico. Revestimentos ácidos são tipos de revestimentos utilizados, principalmente para indústria, para evitar corrosão dos seus pisos. E muitas vezes são usados em equipamentos também, da mesma forma que os revestimentos alcali-resistentes.

O uso térmico, isolamento térmico e mobílias de fornos e cadinhos, etc, também são aplicações tipicamente industriais para estes materiais.

No caso de uso ótico, tipo de vidrados são por exemplo, o problema de transparência, etc, de um vidrado por exemplo, utilizado em azulejos e pisos. Da mesma forma que os esmaltes que são utilizados para revestimentos e cobertura, ou proteção de peças metálicas como os fogões, as geladeiras, etc.

E os corantes que entram na fabricação destes mesmos vidros, vidrados e, muitas vezes, na fabricação de uma série desses materiais para dar uma determinada coloração.

Vejamos agora qual é a situação da indústria nacional.

O Brasil produz praticamente todos os produtos da linha de cerâmica tradicional, destacando-se pelo volume e capacidade instalada,

a indústria de revestimentos, ou seja, pisos e azulejos que é a segunda maior do mundo, com uma capacidade instalada acima de 90 milhões de metros quadrados entre piso e azulejo.

Uma diversificação bastante grande de produtos caracteriza a indústria de cerâmica tradicional destacando-se louça de mesa, porcelana doméstica, pisos e azulejos, grês sanitária, tijolos refratários, tijolos de alvenaria, telhas, tubos cerâmicos, porcelana elétrica para baixa e alta e extra-alta tensão, cerâmica técnica para laboratórios, cadinhos para fusão de vidros e metais, isolantes térmicos, mobília para fornos, vidrados e cristais para uso doméstico e industrial.

Algumas deficiências são detectadas na linha de refratários especiais, porcelana dentária, cerâmica técnica e vidros óticos. Esses são alguns campos em que ainda temos uma certa deficiência no Brasil.

Alguns fabricantes de cerâmica tradicional discutem o termo de cerâmica avançada, ou de alta tecnologia. Segundo eles, talvez eles não produzam material de alta tecnologia mas trabalham com processos de alta tecnologia. Então, começa-se a criar alguma discussão, mas realmente, existe uma certa diferença entre materiais de alta tecnologia e processamento de alta tecnologia.

O desaquecimento da economia brasileira, no início desta década, atingiu acentuadamente a indústria da cerâmica, o que levou os empresários a procurarem o mercado externo e hoje, praticamente nossos produtos cerâmicos são encontrados em todos os continentes. Os maiores volumes de negócios de exportação têm sido feitos nas áreas de revestimentos, grês sanitárias, porcelana e louça doméstica.

Quanto à capacidade produtiva da cerâmica tradicional no Brasil, os pisos têm uma capacidade instalada de 45 milhões de metros quadrados; os azulejos de 40 milhões de metros quadrados; a louça de mesa, porcelana e faianças, 200 milhões de peças; a louça sanitária, 10 milhões de peças; afornos, um mil e 650 toneladas; terracota, 5 milhões de metros quadrados; vidros e cristais para mesa e cozinha, 250 mil toneladas.

Quer dizer, esses são números impressionantes, quando se fala de mercado mundial. Daí a razão da indústria de cerâmica brasileira ser hoje a segunda maior produtora do mundo.

Em 1985, as exportações brasileiras de cerâmica foram da ordem de 300 milhões de dólares. E essas exportações correspondem também à segunda maior do mundo.

Agora, vejamos alguma coisa sobre **cerâmicas avançadas**.

Essa denominação de cerâmica avançada para materiais cerâmicos obtidos a partir de processos que envolvem alta e moderna tecnologia ainda é discutida, pois recebem diferentes designações em diferentes países. E as seguintes denominações são usadas: Cerâmica fina ou "fine ceramics", no Japão; Cerâmica de alta tecnologia ou "technic-ceramics", na Alemanha e Itália; Cerâmica especial ou "special ceramics" na Inglaterra; Cerâmica avançada ou "advanced ceramics" nos Estados Unidos. Existem outros termos que são usados em outros países, ou mesmo num mesmo país existem diferentes terminologias.

Nós utilizamos aqui o termo de Cerâmica Avançada, por ser o mais

conhecido e o de uso mais corrente entre nós, embora haja tendência e já proposições para que se utilize no Brasil a expressão "Cerâmica de Alta Tecnologia".

A cerâmica avançada compreende os produtos cerâmicos obtidos a partir de matérias-primas de elevado grau de pureza, obtidos em processos de química fina e que são conformadas e processadas em condições rigorosas de controle para que possam apresentar elevado desempenho.

Na Figura 1 nós apresentamos alguns exemplos de funções, propriedades e aplicações de cerâmicas avançadas segundo publicação do Escritório de Cerâmica fina do Ministério Internacional de Indústria e Comércio do Japão.

Então, aqui estão as funções para estes materiais e entre elas nós podemos observar a função elétrica magnética, função mecânica, função térmica, função nuclear e a função ótica.

As propriedades também aqui se encontram para cada função que esses materiais desempenham. Então, nós temos o magnetismo, piezo eletricidade, semi-condutividade de eletricidade, isolamento elétrico. No caso de química biológica, biocompatibilidade, capacidade de adsorção, resistência à corrosão e à catálise. No caso ótico, a condensação ótica, translucidez, fluorescência e condução de luz. No caso de função nuclear, as propriedades necessárias são resistência às altas temperaturas, resistência à refratariedade e resistência à corrosão. No caso térmico, condutividade térmica, propriedade térmica, absorção de calor e refratariedade. No caso mecânico, alta resistência, resistência à abrasão, baixa expansão térmica e duplicidade.

Ainda quanto às aplicações, nós teríamos para o caso de uma função mecânica para abrasivos, peças para instrumentos de precisão, ferramentas de corte, peças para motores, lubrificantes sólidos e turbinas.

Para o caso de função eletromagnética, elementos de memória, filtros piezo-elétricos, sensores, varistores, substratos de circuito integrado, resistências para aquecimentos, peças magnéticas.

Para química biológica nós teríamos dentes e ossos artificiais, trocadores de calor, catalizadores e transportadores de equipamentos químicos.

Para o caso ótico, diodo a laser, diodo emissor de luz, porcelana translúcida resistente ao calor, tubos fluorescentes, cabos para comunicação ótica.

Para aplicação nuclear, elementos combustíveis, material encamisante, material moderador, revestimento de reatores, barras de controle. Para o caso térmico, trocadores de calor, revestimentos de fornos industriais para altas temperaturas e eletrodos.

Então, como os senhores podem ver, é uma gama bastante grande de aplicações e que dentro dos aspectos de cerâmica tradicional realmente não é possível se conseguir esses tipos de aplicações, além do fato que isso há bem pouco tempo não era possível de ser obtido.

As cerâmicas avançadas típicas são fabricadas de alumina, nitreto de boro, carbeto de silício, diboreto de titânio, nitreto de silício, zircônico e diferentes óxidos metálicos.

Tendo em vista que o nosso tempo está um pouco curto, nós vamos passar aqui algumas comparações.

Em termos de matérias-primas, a distribuição de partículas é bastante estreita no caso de cerâmica avançada, abaixo de 10 micra, e nas cerâmicas tradicionais isso é relativamente amplo.

A conformação de cerâmica avançada é estritamente controlada e na tradicional é convencional. A sinterização da cerâmica avançada é pouca ou nenhuma, com nenhuma fase vítrea.

Na cerâmica tradicional isso é feito a temperaturas entre 900° e 1.500° C, e é considerável a quantidade de fase vítrea. A micro-estrutura é de escala de microscopia eletrônica, para o caso de cerâmica avançada, e de escala de microscopia ótica para as cerâmicas tradicionais. No caso de resistência mecânica, por exemplo, numa relação nós poderíamos ver que na avançada é de 10 a 100, enquanto a tradicional seria de valor 1. O preço da cerâmica avançada está de 100 a 10.000, enquanto na cerâmica tradicional uma equivalência estaria em torno de 1. Quer dizer, aqui pode-se ver a grande diferença que existe quando se trata de produzir um tipo de material e outro. E isso é que faz com que hoje os principais grupos internacionais empresariais estejam aplicando em cerâmica avançada.

O mercado mundial de cerâmica avançada ou de alta tecnologia, segundo o "Information Products Department", foi de 5 bilhões de dólares em 1984 e está projetado para 50 bilhões de dólares no ano de 2.010.

Quanto à distribuição de vendas nos Estados Unidos, nós temos a cerâmica de alta voltagem com 5% do mercado, a porcelana elétrica de baixa voltagem com 24%, capacitores e elementos de fixação em torno de 20%, materiais de engenharia cerâmica em 18%, outros materiais eletro-eletrônicos cobrem 12%, fibras óticas 11% e ferritas 10%.

Esse total acima para as vendas de cerâmica avançada representam 14% do total de vendas da indústria cerâmica americana, que inclui nesse total o setor dos vidros, que é extraordinariamente grande, em torno de 64% do total das vendas americanas.

A distribuição global de vendas da cerâmica nos Estados Unidos mostra 9% de cerâmica branca, porcelana esmaltada em torno de 13%, cerâmica avançada 14% e o restante cabe à parte do vidro, que é em torno de 64%, ou seja, 17,7 bilhões de dólares.

Uma consideração importante deve ser feita. Segundo os pesquisadores dos Estados Unidos, as cerâmicas de alta tecnologia serão responsáveis pela substituição naquele país de 90 a 100%, em um futuro próximo, dos seguintes metais: cobalto, cromo, colúmbio, paládio, tântalo, manganês e platina.

No Brasil, somente a partir de 1985 a cerâmica avançada passou a merecer um cuidado institucional. Desde então começou-se a realizar reuniões congregando pesquisadores, técnicos e empresários, a partir de iniciativas da Associação Brasileira de Cerâmica, em colaboração com órgãos governamentais. Essas reuniões permitiram ter-se uma idéia do que está se fazendo no país, quais as instituições e qual a capa-

citação das mesmas, bem como os interesses das empresas.

Diversas empresas já produzem cerâmica de alta tecnologia, sendo os principais produtos atualmente as fibras cerâmicas, piezo-elétrico, sensores, varistores, porcelana elétrica, tubos e catalizadores de alumínio, velas de ignição e outros.

Entretanto, o volume produzido ainda é pequeno. E para que aconteça um crescimento elevado e adequado, que permita ao País se projetar como grande produtor em cerâmicas avançadas, mister se faz um maior envolvimento da indústria de química fina a fim de que as matérias-primas, hoje ainda deficientes, passem a ser produzidas no País. Uma maior participação e integração dos profissionais de química, engenharia química também se faz necessário, no que diz respeito ao desenvolvimento dos processos de obtenção de matérias-primas, a fim de que os profissionais da área de cerâmica possam se preocupar mais com esta propriamente, ao contrário do que acontece no momento em que muitos pesquisadores necessitam primeiro obter a matéria-prima, para depois partir para a pesquisa do material de cerâmica.

Finalizando, eu gostaria de dizer que atualmente vivemos a era atômica, mas é bem provável que a próxima seja a era da cerâmica.

Muito obrigado.

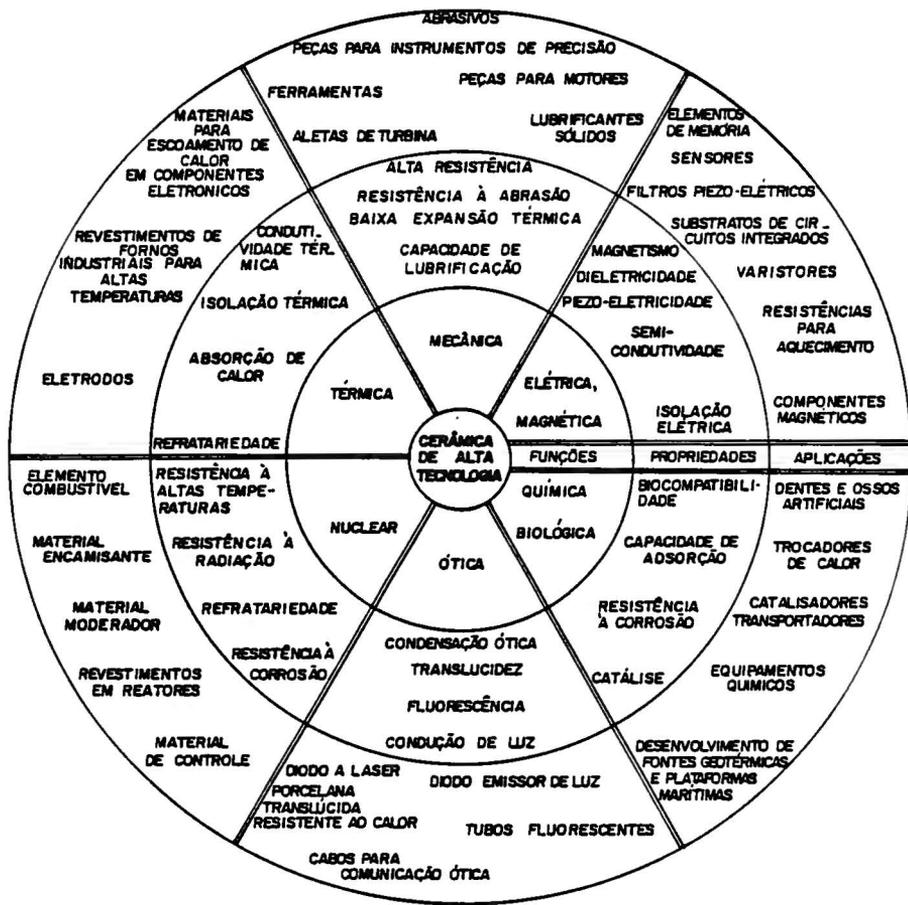


FIGURA 01 - FUNÇÕES A APLICAÇÕES DE CERÂMICAS DE ALTA TECNOLOGIA. FONTE: MINISTÉRIO DO COMÉRCIO E INDÚSTRIA - JAPAN - NOVEMBRO 1983 (TRADUÇÃO E ADAPTAÇÃO Dr. JOSÉ CARLOS BRESSIANI).



## DEBATE

### CARLOS ARTUR PASSOS

(IPARDES)

*Dr. Egon, eu gostaria que o senhor nos desse algumas palavras sobretudo a uma referência que o senhor fez sobre essa diferença de novos materiais e novos processos e, sobretudo quais são as novas técnicas de processamento que estão possibilitando o surgimento ou a procriação desses chamados Novos Materiais Cerâmicos.*

### EGON A. T. BERG

Realmente, hoje quando se fala em cerâmica tradicional procura-se fazer esse tipo de comparação com cerâmica avançada. Naturalmente aqueles que trabalham com cerâmica tradicional e sob o ponto de vista de material em si, acham que eles estão sendo diminuídos em relação à cerâmica avançada, porque eles dizem "nós trabalhamos hoje com técnicas altamente avançadas", e que são realmente alta tecnologia. Agora, normalmente essa alta tecnologia é mais relacionada ao processamento. Eu diria, por exemplo, como aquele exemplo que nós mencionamos que para se fabricar uma peça cerâmica com aquele tamanho, com aquele porte, realmente não é fácil, é preciso um desenvolvimento bastante grande em termos de equipamentos, em termos de manuseio de uma peça daquele tamanho no termo de queima de uma peça dessa envergadura. Realmente não é fácil manusear uma peça de 2,60 m perfurada, da maneira que é aquela peça e principalmente, tirar do forno ela inteira. Isso exige realmente uma tecnologia altamente avançada. Então, o pessoal que trabalha com esse tipo de material é que discute a terminologia cerâmica avançada, porque eles se acham também produtores de material de cerâmica avançada. Na verdade a cerâmica que eles fazem, o processamento que eles utilizam não deixa de ser um processamento altamente tecnológico. Mas, o material que eles fazem é tradicional, a composição do material ali é um material tradicional. Essa é a diferença básica em relação aos outros materiais que nós projetamos nos outros "slides". Quer dizer, quando falamos em nitreto de boro, nitreto de silício, carbetos de silício, alumina, sialon, etc, nós estamos falando de materiais completamente diferentes daqueles materiais de até então, aqueles materiais que vulgarmente são conhecidos. Quer dizer, é o material em si que é completamente diferente.

Quanto ao aspecto de obtenção desses materiais, também, os processamentos, as matérias-primas que são envolvidas são completamente diferentes. Quer dizer, eu trabalho para obter uma peça daquele tipo, grande, tipo de um bloco cerâmico, eu trabalho com matérias-primas

naturais que muitas vezes podem ter sido beneficiadas ou não.

No caso de uma cerâmica avançada, normalmente eu trabalho com materiais acima de 99,5% de pureza e na maior parte dos casos, 99,9%. E naqueles materiais de exigência mais acentuada hoje se conta, não em parte por milhões as impurezas, mas sim, em parte por bilhão. Quer dizer, isso dá uma idéia do nível de pureza que tem necessidade de conter um desses materiais.

Materiais de aplicações óticas, por exemplo, têm necessidade extrema e rigorosa de pureza para os seus materiais. E isso só com uma tecnologia muito elevada que pode ser obtido.

### GINA PALADINO (CONCITEC)

*Eu gostaria de perguntar ao Dr. Egon como está a divisão do mercado mundial em Cerâmica Técnica Avançada, principalmente a comparação entre Estados Unidos e Japão.*

### EGON A. T. BERG

Bom, eu mencionei aqui que a produção mundial do ano 2.010 deverá se situar em torno de 50 bilhões de dólares. Essa é uma previsão de 1985.

Recentemente eu li alguma coisa de que os japoneses já estão revendo esses números e acreditam que ele será bem maior do que isso. E a previsão de 50 bilhões de dólares era feita nos Estados Unidos e previa que desse total 25,6 bilhões seriam fornecidos pelo Japão, ficando o restante dividido entre os Estados Unidos, Alemanha, França e Inglaterra principalmente. Cada um dentro da sua especialidade, porque a verdade é que dentro desses países têm-se formado determinados grupos que dão ênfase maior para um determinado produto, ou por questões de matérias-primas locais, ou por determinados interesses conforme as aplicações imediatas.

Então, o número que eu teria para dar seria dessa ordem. E hoje esse mercado seria nessas proporções: praticamente 50% do mercado sendo fornecido pelo Japão, o que não quer dizer que o Japão consuma esses 50%, mas seria o produtor de 50% desse mercado provável.

### RAMIRO WAHRHAFTIG (CITPAR)

*Dr. Egon, com relação às matérias-primas, o senhor apresentou um quadro onde há uma diversidade muito grande de matérias-primas. Há uma*

*delas, ou algumas delas, que são mais utilizadas. É claro que é em função da aplicação, mas isso é uma questão que eu gostaria de saber.*

*Outra, como é que nós estamos com relação ao fornecimento dessa matéria-prima e, se em termos de mercado é conveniente, quer dizer, se nós não tivermos fornecimento de matérias nacionais, seria possível talvez o fortalecimento de uma indústria nacional de fornecimento dessa matéria?*

## EGON A. T. BERG

Realmente a relação é relativamente grande e algumas dessas matérias-primas nós produzimos no país, mas ainda a quantidade é relativamente pequena.

Vamos dizer assim: a principal matéria-prima disponível no País, aquela que nós teríamos maior facilidade para começar alguma coisa e com a qual já se fabrica alguma coisa no país, é o alumínio.

Nós estamos entre os grandes países que possuem grandes quantidades de bauxita, que é a fonte principal de alumina.

Mas, o grande problema ainda no momento é que nós não temos alumina adequada para este tipo de produto. Quer dizer, o que nós necessitamos é que a indústria de química fina comece a trabalhar nesse sentido, quer dizer, comece a produzir aquele material que os ceramistas necessitam, porque nós temos uma determinada quantidade de produção de alumina no País, mas não é exatamente aquela alumina que se presta para fabricação de cerâmica avançada.

Outro tipo de material que nós temos em abundância no país são os materiais naturais que contêm zircônio. Zirconita, por exemplo, é um material extremamente abundante no país, inclusive aqui no Paraná. E a zirconita, por um processo químico, pode dar origem ao óxido de zircônio ou denominado zircônia, que também é um material extremamente importante na cerâmica avançada.

Agora, se hoje o país se preocupasse apenas em fabricar matéria-prima para a indústria de cerâmica avançada para exportar esse tipo de matéria-prima, já seria um negócio extremamente rentável.

Agora, realmente o que se precisa é um envolvimento maior das áreas e hoje mencionei, principalmente de química e engenharia química nesse processo, para que nós venhamos a ter esses tipos de materiais no país. Porque eu acho que realmente é uma perda de tempo bastante grande dos pesquisadores de cerâmica terem que se preocupar em obter a matéria-prima que eles necessitam para seu trabalho ao invés de estarem trabalhando diretamente na produção de material cerâmico.

Esse é um aspecto tremendamente crítico porque na maior parte esses profissionais não tiveram formação para este tipo de trabalho e então têm que começar um trabalho novo, têm que estudar e isso custa um tempo precioso que poderia ser empregado diretamente na produção de material cerâmico. Então, esse acho que é um aspecto tremendamente importante.

Claro que outros tipos de materiais como nitretos, carbetos, etc, nós temos também produção no Brasil, principalmente, carbetos de silício. Mas, ele ainda não foi devidamente tratado, beneficiado, ou não apresenta ainda pureza que necessita para o caso da aplicação em cerâmica avançada.

Quanto ao aspecto de processos utilizados isso é realmente bastante distinto daquele utilizado pela cerâmica tradicional.

E um dos aspectos tremendamente importante é o tamanho de partícula, como nós mencionamos naquela tabela, o tamanho de partícula é da ordem de micra, e isso implica num trabalho completamente diferente daquele de quando se processa materiais de 20, 30 micra, etc, como acontece na cerâmica tradicional. Porque a tecnologia necessária para trabalhar com esses materiais exige, por exemplo, no caso de prensagem a seco, condições completamente diferentes daquelas que são usadas quando se prensa um azulejo ou um piso, quer dizer, a forma de compactar, a necessidade de trabalhar na maior parte dos casos em ambiente de vácuo para que não fiquem resíduos de gases ou de ar ou qual quer coisa assim nas peças.

Há necessidade muitas vezes de se utilizar processos totalmente diferentes daqueles que normalmente são usados, como por exemplo a prensagem isostática quente, que é um processo em que o material em alta temperatura é colocado dentro de prensas e prensado nesta condição em alta temperatura, quer dizer, os próprios materiais que envolvem esse material aquecido já implicam em termos de desenvolvimento, quanto mais um material que vai ser trabalhado ali dentro.

Quer dizer, tudo isso envolve uma tecnologia relativamente acentuada, isso não há a menor dúvida. Mas, tudo isso são coisas que já vem sendo trabalhadas no país. Existem instituições como na Universidade Federal de São Carlos, no Departamento de Engenharia Nuclear em São Paulo, no CTA em São José dos Campos, ou mesmo em outros locais como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas em São Paulo, onde já se trabalha nesse sentido.

MINEROPAR  
Minerais do Paraná S/A.  
BIBLIOTECA

# **CERÂMICA TÉCNICA AVANÇADA APLICADA À INDÚSTRIA TERMOMECÂNICA**

Conferencista

**EDGAR D. ZANOTTO**

Professor e pesquisador da Universidade Federal de São Carlos  
Departamento de Engenharia de Materiais



Bem senhores, eu inicialmente agradeço o convite, também agradeço ao Professor Egon por ter introduzido o assunto, e na realidade acho que a metade da minha palestra foi adiantada por ele.

O meu trabalho vai ser reduzido e eu vou me ater especificamente ao tema cerâmica técnica avançada para aplicações na indústria termomecânica, ou cerâmicas avançadas, cujas características principais sejam a alta resistência mecânica, a alta refratariedade e a resistência à abrasão.

Inicialmente, para introduzir o tema eu apresentarei uma resenha do desenvolvimento mundial e nacional na área de cerâmica avançada (Figura 1).

Eu acredito que de maneira simplificada os primeiros produtos que foram desenvolvidos a nível mundial, na área de cerâmica avançada, têm sido os capacitadores à base de titanato de bário e as velas de ignição à base de óxido de alumínio, aí pelo final da década de 40.

Inicialmente, as velas de ignição foram desenvolvidas na Alemanha e rapidamente o Japão e os Estados Unidos também passaram a produzi-las para automóveis a base de alumina ou alto teor de alumina (óxido de alumínio).

Depois a Inglaterra, num projeto muito grande, com suporte do Governo Britânico, iniciou os estudos na área do que eles chamaram de New Electric Materials and New High Temperature Materials. Na década de 50 eles promoveram também o primeiro simpósio, pelo menos com esse título, o primeiro simpósio mundial sobre cerâmicas avançadas.

Obviamente, nesse período países como Estados Unidos, Japão e Alemanha continuavam a trabalhar no desenvolvimento de peças resistentes à abrasão, materiais cada vez mais refratários, cerâmicas eletrônicas gradualmente entrando no mercado, até que em 1983 aconteceu o que se chama atualmente febre em cerâmica avançada. Através de um artigo publicado num jornal de economia do Japão, onde após consultas a cem presidentes das maiores empresas japonesas tipo Sony, Hitachi, etc, estavam listadas as dez maiores inovações tecnológicas ocorridas no período de 73/83. Quer dizer, logo após o choque do petróleo. Esses diretores listaram as dez maiores inovações tecnológicas e o jornal publicou a seguinte lista:

“Maior inovação tecnológica foi integrado em larga escala, em segundo lugar vinha a biotecnologia, depois fibras óticas e em quarto lugar robótica e cerâmica avançada”.

Os quatro primeiros itens já eram do conhecimento do grande público, todo mundo já tinha ouvido falar em fibra ótica, robótica, biotecnologia mas, cerâmica avançada realmente foi a primeira vez que o termo foi divulgado a nível de mídia.

Cerâmica avançada, numa escala relativa, se situa muito próxima da robótica, praticamente em quarto, quinto lugar. Além disso, fibras óticas na realidade são constituídas de vidros que são materiais cerâmicos avançados. Depois tínhamos interferon, automação de escritórios,

novos materiais que também envolvem materiais cerâmicos, super-computadores e tecnologia espacial.

De maneira resumida, foi esse artigo que despertou a febre mundial em cerâmica. Obviamente muita gente já vinha trabalhando em cerâmica, desde a década de 30 que se trabalha em cerâmica. Mas, o interesse de grandes grupos industriais, interesses de indústrias não-cerâmicas para a área de cerâmica realmente foi muito despertado nessa época, ou um pouco antes disso.

Essa é a história mundial.

No Brasil, pelo menos que se tem notícia, os estudos começaram em 1960, no IPEN, antigo Instituto de Energia Atômica de São Paulo, com o desenvolvimento de combustíveis nucleares à base de óxido de urânio, que é um material cerâmico.

Eles montaram uma planta-piloto, montaram o laboratório e começaram a contratar pessoal. Eu acredito que tenha iniciado lá essa parte de cerâmicas especiais.

Na mesma época o IPTem São Paulo e o Instituto de Física e o Departamento de Engenharia Química da USP também iniciavam os trabalhos de caracterização de matérias-primas não avançadas, mas começaram a implantar um grupo em um laboratório de cerâmica.

E na Universidade Federal de São Carlos, em 1970, foi criado o primeiro curso da América do Sul de Engenharia de Materiais, sendo que uma das modalidades era cerâmica, as outras duas, polímeros e metais. E aí realmente iniciaram-se os estudos e a diversificação na área, desenvolvimento de cerâmicas avançadas.

Então, de maneira resumida e com alguns erros, provavelmente, porque isso é uma visão minha da história, eu acredito que o panorama global seja bem representado por essa resenha.

As definições, o Professor Egon já mostrou, mas rapidamente vou relembra-los (Figura 2).

Materiais cerâmicos são então materiais inorgânicos, não-metálicos, cuja produção ou aplicação envolve um tratamento térmico, um aquecimento. Eles tendem a ser duros, quer dizer, resistentes à abrasão, mas frágeis, quebram sob impacto. Tendem a ser isolantes térmicos e elétricos.

Os materiais cerâmicos englobam as chamadas cerâmicas, os cimentos, os refratários e os vidros também. Todas essas classes de materiais são materiais cerâmicos.

E há muita confusão na literatura por aí, mesmo a internacional. Alguns países consideram o vidro como material cerâmico, outros separam. Cerâmica é uma classe, "glasses" outra classe. A gente prefere chamar tudo isso de material cerâmico. Todos esses materiais inorgânicos, não-metálicos, que sofrem um tratamento térmico, são materiais cerâmicos.

Cerâmicas, de uma maneira global, podem ser classificadas como aqueles materiais cerâmicos predominantemente cristalinos, cuja estrutura atômica é muito bem ordenada. E os vidros são os materiais cerâmicos não-cristalinos cuja estrutura atômica é desordenada.

Nós podemos subdividir as cerâmicas avançadas, ou os materiais

cerâmicos de alta tecnologia (estou usando como sinônimos estes dois termos) em: aplicações mecânicas, óticas, térmicas, químicas, elétricas, magnéticas, biológicas e nucleares. São oito classes específicas desses materiais (Figura 3).

As cerâmicas para aplicações mecânicas compreendem os componentes dos motores. Já é conhecido do grande público o desenvolvimento que vem sendo feito no sentido de se obter os motores dos automóveis e aviões cada vez mais com partes cerâmicas. Componentes de máquinas em geral, ferramentas de corte, etc.

As cerâmicas para aplicações em eletrônica, que são os isoladores cerâmicos, os substratos eletrônicos, os capacitores, os semi-condutores e os piezo-elétricos.

As cerâmicas magnéticas usadas em magnetos cerâmicos têm algumas vantagens e algumas desvantagens em relação a magnetos metálicos.

As cerâmicas utilizadas para aplicações térmicas, os super-refratários, materiais que não se fundem ou não amolecem mesmo quando submetidos a temperaturas acima de  $1.700^{\circ}\text{C}$ . Os isolantes térmicos refratários também já são conhecidos do público, os azulejos isolantes que revestem as naves espaciais americanas, são materiais cerâmicos avançados.

As cerâmicas de aplicação na indústria química em geral, ou com aplicações químicas: sensores de gases, sensores de umidade, sensores de calor, suportes de catalizadores, eletrodos e reatores de alta temperatura, etc.

Cerâmicas para aplicações óticas, as fibras óticas, as cerâmicas translúcidas por exemplo. Essas lâmpadas de vapor de sódio altamente eficientes, têm uma camisa cerâmica onde o vapor de sódio é confinado. O vapor de sódio ataca os vidros. Seria impossível fazer uma lâmpada de halogênio apenas com o bulbo de vidro. Então, dentro do bulbo de vidro há uma camisa e uma cerâmica translúcida. Memórias óticas, emissores de laser, etc.

As cerâmicas para implantes ortopédicos, para válvulas de coração, dentes artificiais, etc.

E, finalmente, as cerâmicas para aplicações nucleares, os combustíveis nucleares, as cerâmicas resistentes à radiação de alta energia, materiais para blindagem de radiação.

Mas, de maneira global o Professor Egon já havia mostrado naquela transparência circular, as diversas funções das cerâmicas avançadas.

Como o meu seminário é relativo ao tema "cerâmicas para aplicações termomecânicas", eu vou detalhar um pouquinho mais as propriedades destas cerâmicas para aplicações termomecânicas.

A Figura 4 apresenta algumas propriedades positivas e algumas negativas da cerâmica avançada, quando se compara, por exemplo, aos metais ou polímeros.

Inicialmente, as positivas.

Os materiais cerâmicos têm um alto módulo de elasticidade, em outras palavras, uma alta rigidez. Dificilmente eles deformam. Não é à

toa que essas raquetes de tênis com fibras de carbono, fibras de boro que nós adotamos como materiais cerâmicos, o carbono artificial, o boro artificial, o nitreto de silício ou fibras de alumina, têm encontrado aplicações cada vez maiores. As raquetes de tênis não podem se deformar quando sofrem o impacto, por isso elas são reforçadas com fibras cerâmicas. Estes materiais cerâmicos têm alta rigidez, alta dureza com resistência à abrasão, são muito resistentes à abrasão, não se desgastam facilmente.

O Professor Egon mostrou muitas transparências e, na maioria delas, aquelas peças só existem devido à sua alta elasticidade à abrasão.

As ferramentas cerâmicas por exemplo, eu trouxe aqui uma tesoura, as lâminas de corte já estão sendo feitas de cerâmica, elas não oxidam, não enferrujam e não perdem o corte ou, dificilmente perdem o corte. No Japão já se pode comprá-la em supermercados.

Outra propriedade interessante: os materiais cerâmicos têm uma baixa massa específica, a densidade das cerâmicas é praticamente a metade da densidade dos metais. Os metais têm densidades típicas de 7 a 8 gramas por  $\text{cm}^3$  e as cerâmicas de 2 a 4 gramas por  $\text{cm}^3$ .

Então, as máquinas feitas com cerâmicas são muito mais leves. Imaginem um avião de cerâmica, é metade do peso de um avião metálico, grosseiramente e falando.

Inércia química é outra propriedade importante. Elas não enferrujam, não são atacadas quimicamente, são difíceis de sofrerem ataque químico, oxidação, etc.

Depois, refratariedade, quer dizer, a resistência a altas temperaturas. É muito difícil fundir esses materiais.

Essa tesourinha exige dois mil graus para se fundir. O cabo é de polímero, mas a lâmina só se funde a  $2.000^\circ\text{C}$ .

Outra propriedade positiva interessante é a elevadíssima resistência teórica, quer dizer, teoricamente pode-se calcular a energia de ligação que une dois ou mais átomos num material cerâmico. São materiais covalentes, ou iônicos, de alta energia de ligação.

Então, teoricamente, qual a resistência de um material? É proporcional à sua energia de ligação atômica e isso é altíssimo. Só o fato da resistência teórica ser muito alta significa que melhoras no processamento podem eliminar os defeitos que depreciam a resistência mecânica de maneira que se chegue a valores mais próximos, na prática, dos valores calculados teoricamente. E já se chegou a 1/4 do valor teórico com alumina de zircônio que é um material específico, reforçado com zircônia.

Devido à sua baixa densidade, a resistência específica, que seria a resistência mecânica dividida pela densidade, é muito alta em relação aos metais, por exemplo.

Outro fator importante, a resistência mecânica se mantém até temperaturas relativamente elevadas, por isso estão iniciando as aplicações nos motores cerâmicos.

Para quem ainda não acredita nos motores cerâmicos, eu já tenho

aqui uma peça incrivelmente complexa. Isso é um rotor de turbo de cerâmica, isso é nitreto de silício.

Os pistons cerâmicos. Aqui é um pistão de alumínio cuja cabeça já é de cerâmica. Só com essa aplicaçãozinha de cerâmica já dá para elevar a temperatura de trabalho no motor e aumentar a eficiência do processo termodinâmico. Além disso, o objetivo é eliminar toda a refrigeração do automóvel.

A condutividade térmica na maioria das cerâmicas é baixa em relação aos metais e a expansão térmica é controlável, quer dizer, existem materiais cerâmicos com coeficientes de expansão térmica praticamente zero. Pode-se aquecer o material que ele não se expande. Isso é muito bom porque esses materiais que não se expandem têm uma altíssima aplicabilidade em situações de alta temperatura.

Por outro lado, outros materiais cerâmicos têm alto coeficiente de expansão térmica, o que facilita a sua junção a certos metais. Então permite uma flexibilidade de projeto, essa grande gama de materiais cerâmicos.

Eu falei das propriedades positivas. Existem algumas negativas que nós temos que citar.

As cerâmicas são frágeis, elas resistem pouco a impactos. Se elas não fossem frágeis os motores cerâmicos já estavam hoje rodando por aí. O problema ainda a resolver é a diminuição da fragilidade e o aumento da tenacidade, aumento da resistência ao impacto. Também elas têm em geral uma baixa resistência a choque térmico. É muito comum pratos, copos, etc, se quebrarem quando se coloca um material frio em material quente e vice-versa. São essas duas propriedades negativas que vem limitando a aplicação em larga escala dos motores cerâmicos. Mas, isso há maneira de se resolver e avanços muito grandes nessa área vêm acontecendo.

Uma outra propriedade negativa é o grande espalhamento de valores de resistência. Quer dizer, num aço bem feito, um engenheiro sabe que a resistência mecânica é 2.000 kg/força por  $\text{cm}^2$ . A cerâmica tem desvio-padrão muito grande. Numa peça que tem 2.000 kg/força por  $\text{cm}^2$ , outra peça pode ter 200, dez vezes menor. Então, há uma dificuldade de projeto muito grande. Há uma baixa confiabilidade devido ao largo desvio-padrão das propriedades mecânicas. Também há maneiras de se controlar isso.

E, finalmente, a resistência mecânica depende muito do acabamento superficial da peça, em outras palavras, depende muito do processamento do material cerâmico, da existência de poros, de defeitos, de inclusões e de trincas superficiais.

Como eu disse no início, a resistência teórica é muito alta. Mas, os defeitos introduzidos durante o processamento abaixam violentamente essa resistência mecânica.

Então, os avanços atualmente não são relacionados muito a novas composições. São relacionados ao processamento, as melhorias no processamento para se eliminar os defeitos.

Eu havia me esquecido, mas tem um outro problema, chamado "fadiga estática". A resistência mecânica dos materiais cerâmicos de-

crece com o tempo por razões já conhecidas. Eles sofrem um ataque químico progressivo, muito lento, mas ela cai com o tempo. É possível prever tempo de vida de um determinado material cerâmico sobre uma determinada situação mecânica.

Bom, mas nesse balanço entre propriedades positivas e negativas, há espaço para muito desenvolvimento.

Outro fator importante é que as matérias-primas para obtenção dessas cerâmicas são muito mais abundantes, como disse o Professor Egon, do que o cobalto, platina, vanádio, esses metais raros que são aplicados nas super-ligas.

Os materiais cerâmicos são à base de alumínio, (alumina), ferro silício, oxigênio, que são materiais abundantes na natureza. É por isso que está havendo essa febre na área de cerâmicas. Eles têm muitas propriedades positivas e os cientistas estão trabalhando para minimizar, para controlar as propriedades negativas.

Bem, quem está trabalhando em cerâmica no Brasil?

Nós fizemos uma tabela resumida dos vários pesquisadores existentes no Brasil, que está na Figura 5.

Na região de São Carlos, Araraquara, há quatro grupos trabalhando há alguns anos em materiais avançados. Tem o DEMA, na Universidade Federal de São Carlos; um grupo no Departamento de Química; no Instituto de Química da UNESP em Araraquara; e no Instituto de Física e Química da USP lá em São Carlos também. No total temos aproximadamente vinte pesquisadores, mais da metade deles com título de Ph.D. É um grupo razoável, com alguns anos de experiências em materiais cerâmicas avançados.

Em São Paulo, capital, também há três grupos relativamente grandes. O principal é o do IPEN – Instituto de Pesquisas Nucleares, conta com sete Ph.D. e a linha principal é cerâmica para aplicações nucleares. Depois há o IPT, em São Paulo, tem bastante experiência acumulada em matérias-primas cerâmicas e tem uma pequena fábrica-piloto de alumina, produtos de óxido de alumina e, na Engenharia Química da USP, experiência acumulada também em matérias-primas cerâmicas.

Em Campinas temos o Instituto de Física da Unicamp, dois grupos já com alguma experiência também em fibras óticas (nós vamos ter o Dr. José Mauro à tarde explicitando as pesquisas e desenvolvimento em Campinas), e um grupo também do Professor Suzuki trabalhando com quartzo, que é uma matéria-prima cerâmica bastante importante.

Temos um grupo emergente em São José dos Campos, no CTA, iniciando trabalhos há dois anos na área de motores. E teremos amanhã também o Dr. Tessaleno que vai explicar em detalhes os desenvolvimentos no CTA em São José dos Campos na área de motores cerâmicos.

No Rio de Janeiro nós temos o Instituto Militar de Engenharia, também trabalhando na área de cerâmicas para aplicações em termomecânicas e o INT com experiência acumulada em matérias-primas cerâmicas.

E além desses temos outros grupos. Temos um grupo na Bahia, outro em Campina Grande, uma pessoa no Rio Grande do Sul. Algumas

outras pessoas, dando um total aproximado de 96 pessoas trabalhando em cerâmica, nem todas em cerâmica avançada. Esse é o total de pesquisadores em cerâmica. Tirando uma parcela, digamos, 10% disso trabalhando em cerâmica avançada.

Por levantamento que fiz recentemente (Figura 6), eu acredito que esses números sejam bem próximos da realidade. Há uma escola do SENAI em São Caetano do Sul que forma técnicos ceramistas, e mil técnicos já foram formados em cerâmica desde 62, desde o início da escola.

A Universidade Federal de São Carlos já formou cem Engenheiros Cerâmicos desde o seu início e a Universidade Federal da Paraíba recentemente implantou um curso e já formou doze Engenheiros Cerâmicos. São as únicas duas escolas que formam Engenheiros Cerâmicos. Quer dizer, Engenheiros de materiais com especialização em cerâmica.

Mestres, foram formados nove na Universidade Federal de São Carlos, três na Universidade da Paraíba, sete no IME, vinte na USP e cinco no exterior.

Doutores temos no Brasil hoje trinta doutores em cerâmica, dez formados na USP e vinte no exterior, mas nem todos trabalhando em cerâmica avançada, talvez, meio a meio. A maior parte desse pessoal trabalha com cerâmicas tradicionais.

Esse é o total de doutores que o Brasil tem em cerâmica, trinta.

Eu tenho dados agora dos Estados Unidos, eles estão formando oitenta por ano, doutores em cerâmicas. E nós temos trinta na história toda.

Voltando novamente às cerâmicas para uso termomecânico eu listo aqui as principais. Atualmente as principais cerâmicas para uso termomecânico são: alumina, zircônia, carbeto de silício e nitreto de silício. Uma estimativa feita por uma empresa norueguesa de marketing está na Figura 7. A bolinha representa o preço médio estimado da matéria-prima, do pó especial de alumina, de zircônia, de carbeto de silício. Preço médio da alumina, um dólar o quilo; preço médio de zircônia, carbeto de silício e nitreto, dez dólares o quilo. É o preço do pó. A faixa representa o preço mínimo estimado e o preço máximo estimado. Isso dá uma idéia do que se pode esperar em termos de vendas para essas matérias-primas de cerâmica avançada.

No trabalho feito pela mesma firma norueguesa de marketing, tem um ano de explosão comercial, ano que realmente o produto vai entrar no mercado para valer, de 1980 ao ano de 2010, de diversos componentes cerâmicos avançados. Por exemplo, ferramentas de corte já estão no mercado. O Brasil importa ferramentas de corte, de cerâmica. Bicos de solda também já estão no mercado, a ENGESA já fabrica no Brasil um certo tipo de bico de solda. Há muitos tipos. Garras de precisão também já existem no mercado internacional. Componentes de bombas mecânicas, selos mecânicos, camisas. Componentes de motores para baixa temperatura. Vejam que nessa faixa de 1985 a 1990 devem estar no mercado várias partes de motores para temperaturas relativamente baixas. Rolamentos cerâmicos, em 1990 mais ou menos, devem substituir os metálicos. E componentes para motores de alta temperaturas ou pa-

ra turbinas devem estar planejados para mais ou menos entre 1990 e 1995. Eu acredito que amanhã o Tessaleno do CTA vai dar uma visão um pouco melhor sobre isso, porque ele vai falar especificamente sobre motores.

Mas, de acordo com estas estimativas, quer dizer, nessa faixa de 1985 a 1995, a maioria dos produtos vai estar no mercado já.

Uma idéia da história dos motores cerâmicos. A Inglaterra fez isso com várias coisas. Eles inventaram os motores cerâmicos na década de 60 e atualmente têm nível de pesquisa de investimento muito baixo nos motores cerâmicos (Figura 8). Os Estados Unidos, não sei dizer porque razão, aparentemente estão diminuindo levemente o nível de atividade. O nível de atividade é o número de pessoas trabalhando e o número de dólares, a quantidade de dólares investido nessa área. Está caindo levemente enquanto que a República Federal Alemã e o Japão, o Japão principalmente, estão investindo maciçamente nos motores cerâmicos. São dados deste ano, bem recentes.

No Brasil, um fenômeno interessante: em levantamento que eu fiz na Revista Brasileira de Cerâmica, de 1981 a 1986, temos a percentagem de artigos técnicos publicado em cerâmica avançada (Figura 9). Em 1980 tínhamos que 1% dos artigos publicados se relacionavam à cerâmica avançada. Hoje, 1985-1986, 40% dos artigos publicados na revista nacional de cerâmica se refere à cerâmica avançada. Isso indica que o Brasil, pelo menos a nível de pesquisa, com todas as dificuldades, também tem um nível de atividade razoável nessa área de cerâmica avançada.

Bom, finalmente um exemplo do que é interação universidade-indústria nos Estados Unidos (Figura 10).

Existem vinte empresas financiando pesquisas de cerâmica avançada nos Estados Unidos, com duas linhas atualmente em andamento: processamento de materiais cerâmicos e motores cerâmicos. Essas mesmas empresas, são empresas que têm filiais no Brasil. Quase todas as universidades americanas têm financiamentos muito importantes por parte de indústrias, uma coisa que deve ser incentivada aqui no Brasil.

As indústrias consorciavam e financiam a mesma pesquisa depois elas dividem o resultado.

Bem, eu gostaria apenas de concluir. O meu ponto de vista é o seguinte:

O mercado mundial atual é da ordem de 5 a 6 bilhões de dólares para a cerâmica avançada (Figura 11). As projeções para o ano 2000, 2010, são de 40 a 60 bilhões de dólares.

O mercado nacional de cerâmica avançada é da ordem de 200 milhões de dólares hoje. Se crescer com as mesmas taxas projetadas para o Japão, Estados Unidos, etc, são taxas da ordem de 15 a 20% ao ano, nós chegaremos rapidamente a um bilhão de dólares em 1990.

Isso sugere que as pesquisas sejam incentivadas, recursos humanos devem ser formados, empresas devem começar a financiar pesquisa, não esperar que só o Governo financie isso.

Sobre as matérias-primas o Professor Egon já falou muito bem, eu concordo. Nós temos reservas grandes em minérios de zircônia, alumí-

nio, ferro, titânio, o Brasil detém 65% das reservas mundiais de quartzo.

Entretanto, os recursos humanos são poucos ainda. Só há duas universidades que formam engenheiros de cerâmica, temos só trinta Ph.D's no Brasil inteiro, em cerâmica, uma parcela deles trabalhando em cerâmica avançada. Meu ponto-de-vista é que hoje se domina tecnologia de produtos de alumina na área termomecânica, não se faz quase nada em carbetos de silício, em nitreto de silício, em zircônia, só alumina. Então há espaço aí para desenvolvimento de implantação de tecnologias.

Recomendação final seria: o reaparelhamento dos laboratórios existentes, incentivo à formação de recursos humanos e incentivo à formação de consórcios entre indústrias, universidades e centros de pesquisa. Eu acredito que a área, em termos de mercado é uma área que vale a pena, os investimentos valem a pena.

Obrigado.

## HISTÓRICO

### 1. ALEMANHA, JAPÃO, USA

BaTiO <sub>3</sub> Velas de ignição	década de 40
--	--------------

### 2. INGLATERRA

New Eletrical Materials New High - T Materials First Special Ceramics Symposium	década de 50
---	--------------

### 3. JAPÃO, 1983

Maiores Inovações Tecnológicas

VLSI	397	Interferon	86
Biotech	151	Aut. escritórios	77
Fib. óticas	129	Novos Materiais	41
Robótica	104	Sup. computadores	37
Cer. Avançada	103	TEc. espacial	32

### NO BRASIL

1. IPEN - 1960 - Combustíveis nucleares  
IPT/USP - 1960 - Matérias primas
2. UFSCar - 1970 - Eng. de Materias - cerâmica

**Figura 1 - Resenha histórica do desenvolvimento mundial no campo das cerâmicas avançadas.**

### 1. DEFINIÇÕES

#### MATERIAIS

**CERÂMICOS:** Materiais inorgânicos, não metálicos, cuja produção ou aplicação envolve tratamento térmico. Tendem a ser duros e frágeis, isolantes térmicos e elétricos

**CERÂMICAS:** Materiais cerâmicos predominantemente cristalinos.

**VIDROS:** Sólidos não cristalinos que apresentam o fenômeno de transição vítrea (ZARZYCKI).

#### VITRO-

**CERÂMICAS:** Sólidos policristalinos obtidos pela cristalização controlada de vidros (MC MILLAN).

**Figura 2 - Definições para os materiais cerâmicos**

## MATERIAIS CERÂMICOS DE ALTA TECNOLOGIA

- MECANO - Cerâmicas Componentes de motores, Componentes de máquinas, Ferramentas de corte
- ELETRO- Cerâmicas Isoladores, Capacitores Semicondutores, Piezoelétricos
- MAGNETO - Cerâmicas Magnetos
- TERMO - Cerâmicas Super-refratários Isolantes refratários
- CHEMO - Cerâmicas Sensores de gases e umidade. Suportes de catalizadores, Eletrodos
- OPTO - Cerâmicas Cerâmicas translúcidas, Memórias óticas Emissores de LASER
- BIO - Cerâmicas Implantes ortopédicos Cerâmicas dentárias
- NUCLEO - Cerâmicas Combustíveis nucleares Materiais para blindagem

**Figura 3 - Divisão funcional das cerâmicas avançadas**

### PROPRIEDADES TERMO-MECÂNICAS DAS CERÂMICAS AVANÇADAS

#### POSITIVAS

- Alto módulo de elasticidade
- Dureza – resistência à abrasão
- Baixa massa específica
- Inércia química
- Refratariedade
- Elevadíssima resistência teórica
- Elevada resistência específica
- Resistência mecânica em altas temperaturas
- Baixa condutividade térmica
- Expansão térmica controlável ( $0-15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )

#### NEGATIVAS

- Fragilidade Resistência ao impacto Resistência ao choque térmico
- Grande espalhamento de valores de resistência
- Resistência depende muito do processamento e do acabamento superficial
- Fadiga estática

**Figura 4 – Propriedades termo-mecânicas das cerâmicas avançadas.**

### GRUPO DE PESQUISA EM CERÂMICA NO BRASIL

GRUPO	LINHA	PESQUIS./PhD
<b>S. CARLOS</b>		
DEMa-UFSCar	Materiais Cerâmicos Avançados	12/06
DQ-UFSCar	Materiais Cerâmicos Avançados	02/02
IQ-UNESO	Materiais Cerâmicos Avançados	04/03
IFQSC-USP	Materiais Cerâmicos Avançados	02/02
<b>S. PAULO</b>		
IPEN	Cerâmicas nucleares	16/07
IPT	Matérias-primas e Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	09/04
EQ-USP	Matérias-primas	07/03
<b>CAMPINAS</b>		
IF-UNICAMP	Fibras óticas, quartzo	11/04
<b>S. J. CAMPOS</b>		
CTA	Cerâmicas termo-mecânicas	08/03
<b>RIO DE JANEIRO</b>		
IME	Cerâmicas termo-mecânicas	03/00
INT	Matérias-primas	02/00
<b>OUTROS</b>	Matérias-primas	18/02
<b>TOTAL</b>		<b>96/36</b>

Figura 5 – Grupos de pesquisa em cerâmica no Brasil.

### PESSOAL FORMADO EM CERÂMICA ATÉ 1986

	SENAI (1962)	UFSCar (1970)	UFPb (1976)	IME (1972)	USP (1960)	EXT.	TOTAL
Técnicos	1000	-	-	-	-	-	1000
Engenheiros	-	100	12	-	-	-	112
Mestres	-	9	3	7	20	5	44
Doutores	-	-	-	-	10	20	30

### EMPRESAS ATUANTES NO BRASIL

NGK	: Anéis de trefila, placas de revestimento, esferas para moinhos, bicos de solda, peças de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> e mulita em geral
COORS	: Peças especiais de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
keramus	: Produtos de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , cristobalita e cordierita
IPT	: Produtos de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
PROCER	: Tubos e cadinhos de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
CETEC*	: Guias - fios
CILCERAM	: Guias - fios
FOSECO*	: Refratários especiais
CARBORUNDUN	: Elementos aquecedores de SiC, Refratários SiC e Sialon

LOCALIZAÇÃO: interior do Estado de São Paulo

\* São Paulo – Capital

Figura 6 – Pessoal formado em cerâmica no Brasil, até 1986.

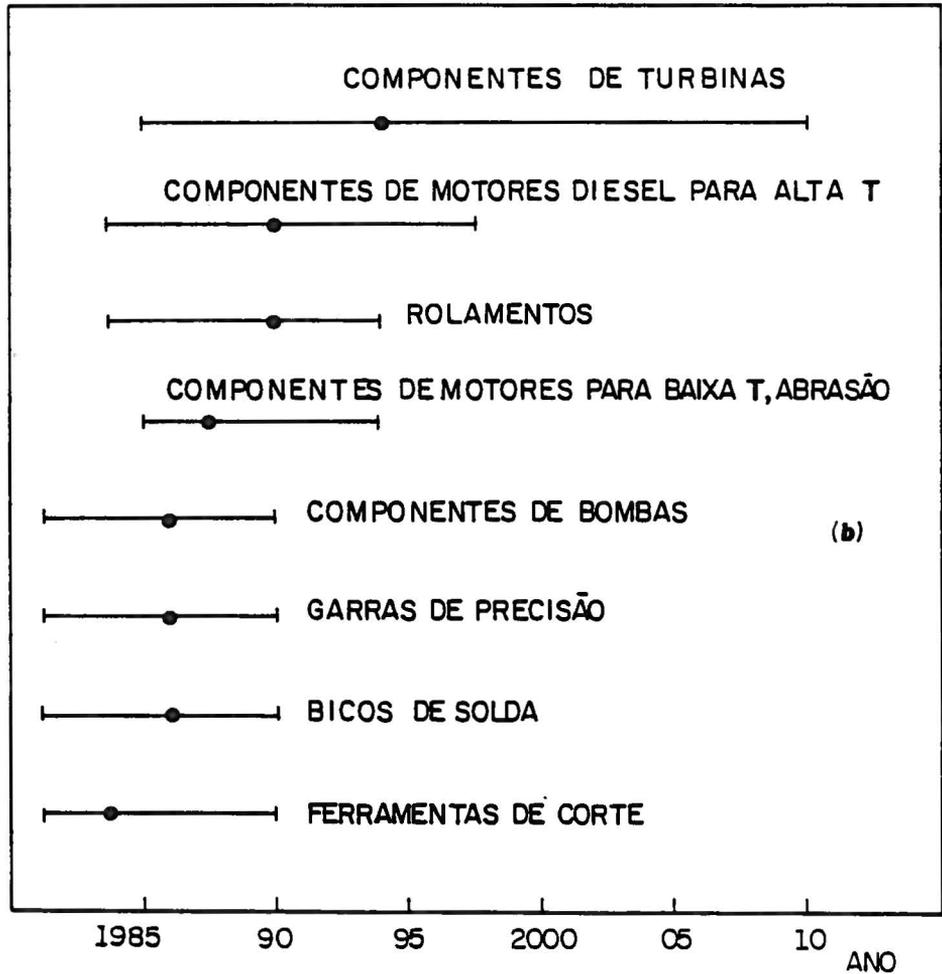
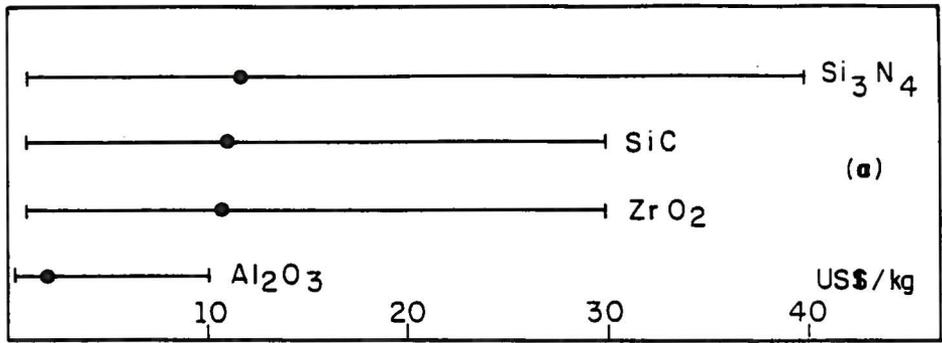


FIGURA 07 - PREÇOS ESTIMADOS DAS CERÂMICAS AVANÇADAS (a) E PROJEÇÕES DE "BREAKTHROUGH" COMERCIAL (b)

## MOTORES CERÂMICOS

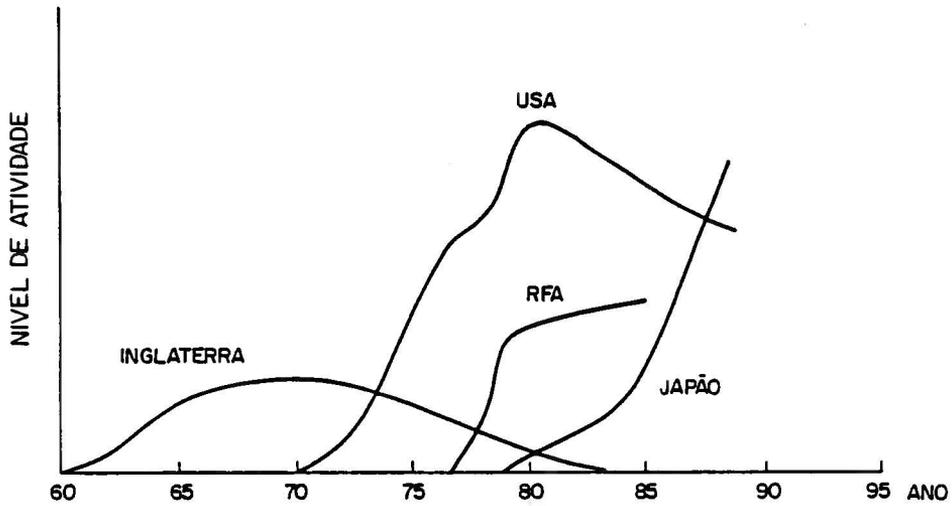


FIGURA 08 - INVESTIMENTOS FEITOS EM CERÂMICA AVANÇADA, A PARTIR DE 1960.  
 FONTE: JOHNSON, L.R., ARGONNE NAT. LAB. ANL / CNSU - 38 (1983)

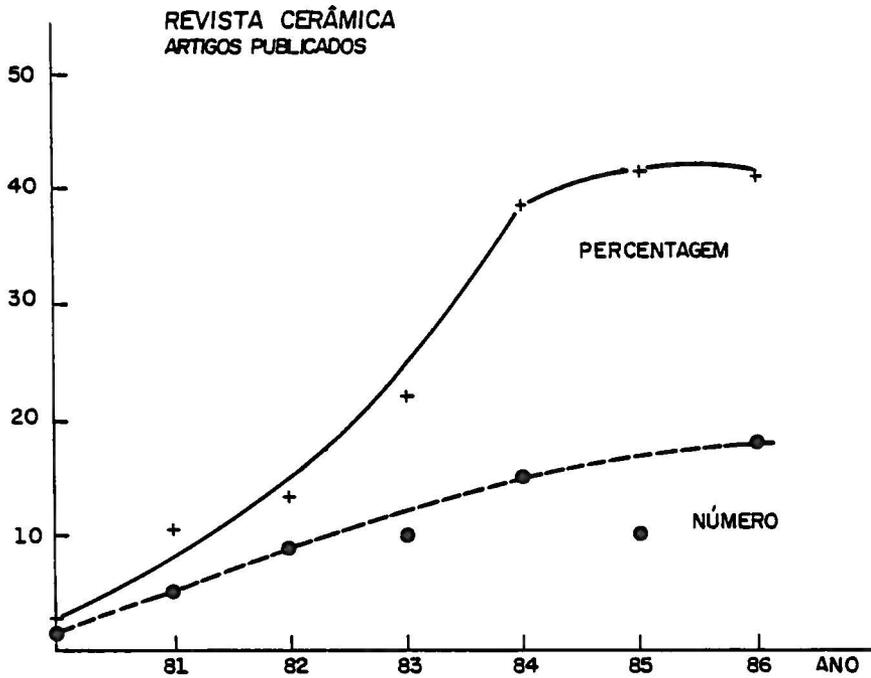


FIGURA 09 - ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE CERÂMICA AVANÇADA NO BRASIL, ENTRE 1980 E 1986

**20 EMPRESAS FINANCIAM O DESENVOLVIMENTO  
DE PESQUISA TECNOLÓGICA NAS UNIVERSIDADES**

**LINHAS: PROCESSAMENTO DE MATERIAIS CERÂMICOS  
MOTORES CERÂMICOS**

**SERVIÇOS PRESTADOS PELAS UNIVERSIDADES ÀS  
FIRMAS: ENSAIOS DE CONTROLE DE QUALIDADE  
PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO  
PROJETOS DE EQUIPAMENTOS  
DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS**

**Figura 10 — Relações entre universidades  
e indústrias nos Estados Unidos.**



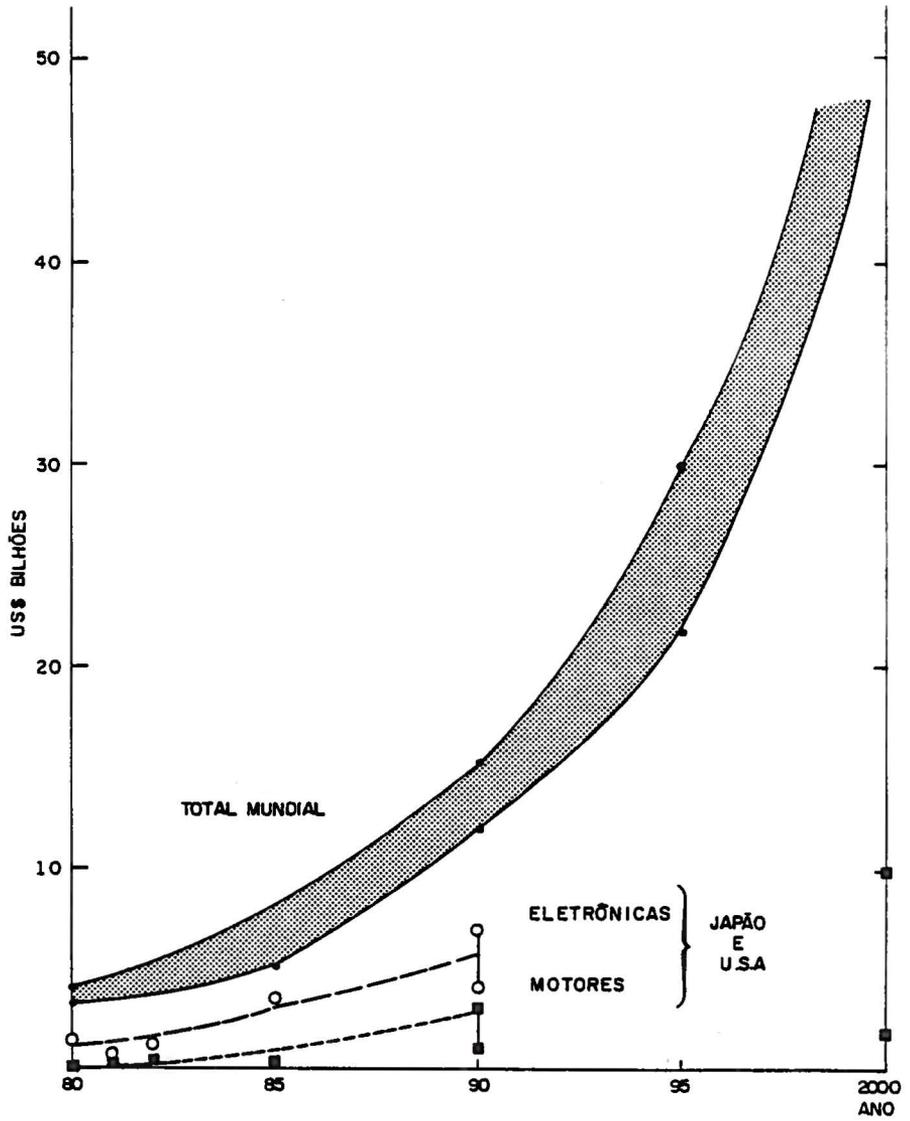


FIGURA 11 - MERCADO MUNDIAL DOS MATERIAIS CERÂMICOS DE ALTA TECNOLOGIA

## DEBATE

WILSON GESSER

(FUNDAÇÃO TUPY)

*Eu tenho uma dúvida, acho que é bastante elementar, mas eu não conheço quase nada de cerâmica. Perguntaria em que estágio se encontram os estudos para que seja factível a maior utilização da cerâmica avançada em motores, principalmente quanto à diminuição da fragilidade e quanto ao impacto e choque térmico.*

EDGAR ZANOTTO

Hoje em dia, a esperança dos ceramistas no aumento da resistência à fragilidade seriam os compósitos cerâmicos, materiais cerâmicos reforçados com fibras cerâmicas ou reforçados com partículas cerâmicas. Os compósitos cerâmicos têm uma resistência a impacto bem maior do que os materiais convencionais monolíticos. É portanto, nessa linha de desenvolvimento de compósitos cerâmicos, que se vislumbra a solução para este problema.

WILSON GESSER

*Zanotto, eu só queria ser um pouco provocativo e fazer a seguinte colocação: o Japão não tem metais refratários, enfim não tem nada de metal lá, o Brasil tem nióbio, titânio, zircônio, tungstênio; será que esse modelo de cerâmica avançada cabe para um país que tem esse tipo de reservas? Veja, eu não estou colocando uma opinião, eu estou tentando provocar um pouco a discussão.*

EDGAR ZANOTTO

Do titânio obtém-se, quero dizer, do minério já se obtém o óxido de titânio que é um dos principais componentes das cerâmicas eletrônicas. Os capacitores cerâmicos atuais são à base de titanato de bário e titanato de estrôncio. Então, o titânio é uma cerâmica quase pronta na natureza e só um leve beneficiamento do minério. Não precisa reduzir, obter um metal, etc. O nióbio também, cujo óxido tem aplicações de altíssima constante dielétrica. Então, veja bem, a idéia não é substituir

todos os metais, a idéia é substituir quando for vantajoso. Nada impede que uma parte das reservas de titânio seja reduzida e o titânio metálico seja obtido e outra parte seja relegada para a cerâmica. A gente não tem que levar pelo lado da paixão, é o custo-benefício, quero dizer, quando for vantajoso o uso do metal se usa o metal, quando for vantajoso o uso da cerâmica se usa a cerâmica. Mas todos esses minérios que você situou têm aplicação em cerâmica.

## JORGE

(CERÂMICA E VELAS DE IGNIÇÃO NGK DO BRASIL)

*Na qualidade de fabricante de cerâmicas avançadas a gente vê que aqui no Brasil, pouco se tem preocupado com as normas técnicas. Tanto o Professor Edgar quanto o Professor Egon mostraram um aspecto geral de como está a cerâmica avançada tanto a nível mundial e pouco do que se faz aqui no Brasil. Então, uma preocupação que nós temos quando está tentando expandir para um mercado externo é exatamente alguma coisa que possa nortear o produto, a qualidade do produto, então a pergunta que eu tenho é como se encontra essa situação da normatização técnica aqui no Brasil?*

## EDGAR ZANOTTO

Bem, esse ponto é muito bem levantado e importante, e a resposta é zero, se encontra no nível zero. Nós estamos aprendendo ainda a trabalhar com cerâmica avançada. Muito pouca gente trabalhando, muito pouca gente formada, que eu saiba não há ninguém preocupado, ninguém trabalhando em relação à normatização.

## JORGE

*Então é o seguinte: nós estamos trazendo essa preocupação, começamos a discutir esta questão não só dentro da fábrica mas estamos tentando levar isso para fora. Uma sugestão que eu deixaria aqui, (principalmente para o Professor Egon que faz parte da Diretoria da Associação de Cerâmica) é que durante o Congresso de Cerâmica, que deverá haver no próximo ano, se inicie algum debate em torno desse tema. A pesquisa está aí, o mercado é super-competitivo e quando se está tentando ir para o exterior depende-se disso; então a sugestão é que no próximo congresso a gente abra um fórum de debates em torno desse tema.*

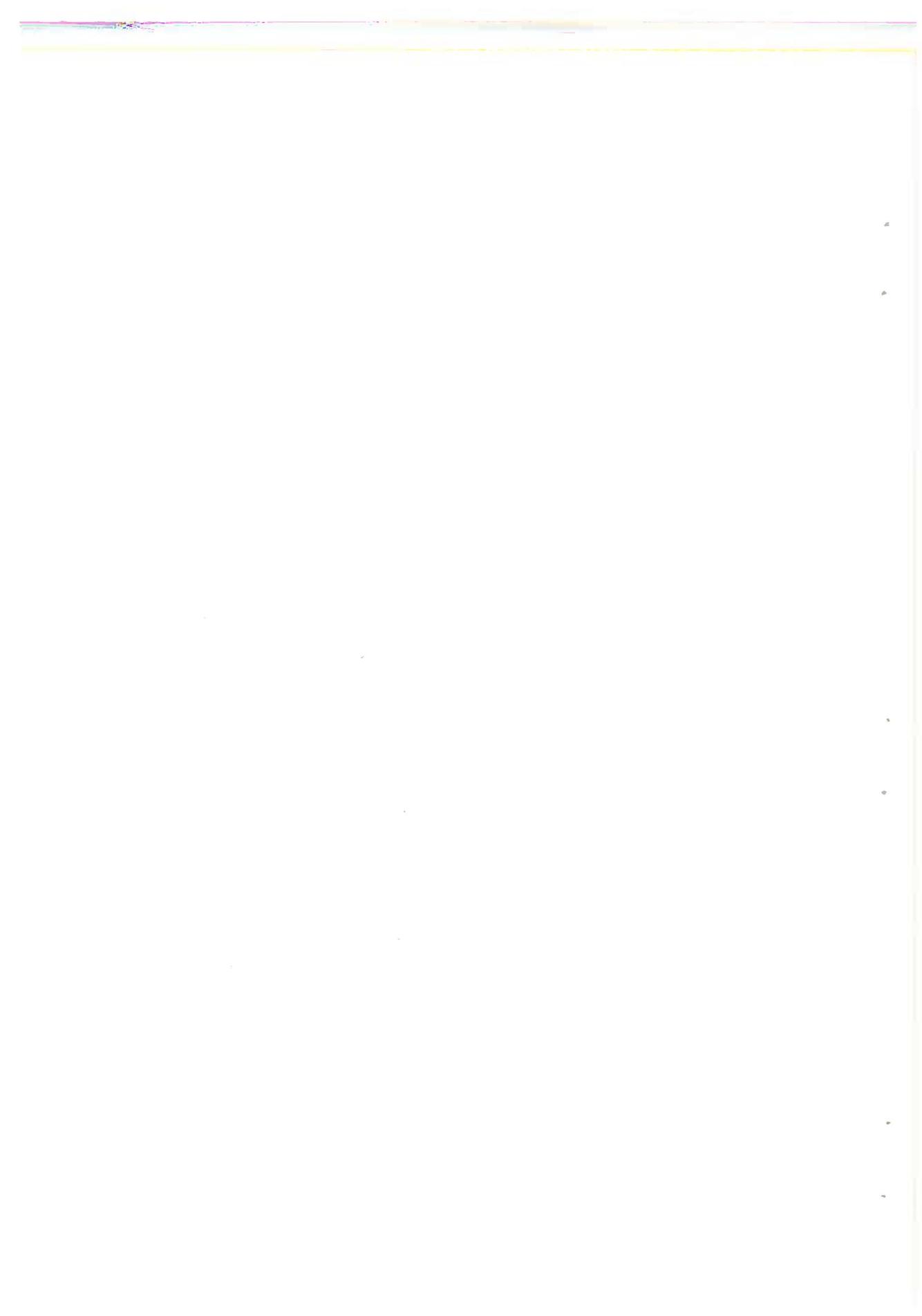


# **CERÂMICA TÉCNICA AVANÇADA APLICADA À INDÚSTRIA ELETRO-ÊLETRÔNICA**

**Conferencista**

**JOSÉ A. VARELA**

**Professor e Pesquisador do Instituto de Química da UNESP  
e do DEMA/UFScar**



A nossa palestra vai ser sobre materiais cerâmicos com funções eletro-eletrônicas e eu vou entrar direto na classificação das funções eletrônicas principais.

Uma das funções elétricas seria a de isolantes e seriam usados com funções de substratos de circuitos integrados. Os óxidos bem isolantes são aqueles mais espectrométricos possíveis, que são os óxidos de magnésio e o óxido de alumínio e também o óxido de berílio. Os óxidos não são espectrométricos no sentido da palavra, eles têm um certo desvio da espectrometria. Esse desvio é que traz as propriedades semicondutoras dos óxidos, uns são mais semicondutores, outros são menos e esse desvio é que dá realmente uma característica elétrica interessante para o material.

Outros materiais seriam aqueles ferroelétricos, que são usados normalmente para fabricação de capacitores cerâmicos, porque apresentam uma constante dielétrica muito alta. O primeiro ferroelétrico usado em capacitores cerâmicos foi o titanato de bário, e hoje em dia se trabalha com titanato de estrôncio e alguns niobatos.

Outra classe de ferroelétricos com função específica são os piezoelétricos, usados como vibradores, auxiliadores, filtros, transdutores, geradores de faísca para acender fogão, ultrassom, etc. Esses materiais são normalmente uma solução sólida de titanato de chumbo e zirconato de chumbo chamado PZT. Uma solução sólida de niobato de chumbo e magnesato de chumbo (não sei se esse é o termo correto) e o titanato de bário, que também é um piezoelétrico, e o niobato de lítio. É importante dizer que as funções ferroelétricas e piezoelétricas são funções que realmente dependem das propriedades, da estrutura do cristal. Para o cristal ser ferroelétrico, tem que ter uma estrutura do tipo perovskita e tem que ter um centro assimétrico para ser piezoelétrico. Já os materiais semicondutores que apresentam propriedades, por exemplo como varistores, ou seja, têm resistência variável (no caso, varistor tendo resistência variável com a tensão e os termistores que seriam também resistores com resistências que variam de acordo com a temperatura), esses materiais têm as propriedades que dependem do contorno de grão, depende da interface entre um grão e outro que é o chamado "depletion layer" ou a camada de depressão. Esses materiais são os varistores, por exemplo, usados para proteger um circuito eletrônico e para proteger uma linha de transmissão. Funcionam como pára-raios, eles podem ser usados desde telefonia, proteção de circuitos entre 12 e 50 volts até megavolts. Então, a faixa de utilização de varistor é altíssima.

Resistência elétrica seria uma outra função. Os semicondutores também podem ser usados, têm maior condutividade. Podem ser usados para funcionar como uma resistência e aquecer um forno, por exemplo, e normalmente o mais conhecido é o carbeto de silício. O silicato de molibdênio e o cromato de lantânio, que é um novo material que está sendo lançado no mercado pelos japoneses, também são utilizados.

Outro tipo de função são os condutores iônicos. São os eletrólitos sólidos para bateria, sensores de oxigênio e gás carbônico (aliás, monóxido de carbono). A betalumina seria um exemplo para eletrólitos sólidos e a zircônia como sensor de oxigênio e sensor de CO.

Outra função seria a função eletro-ótica, que a gente também classifica como sendo uma função elétrica. É uma variação do PZT, só que agora é um titanato-zirconato de chumbo e lantânio e esse material apresenta propriedades úteis e que podem ser utilizadas, tais como elemento de memória, modulação de luz, janelas para luz, válvulas para luz, etc.

Essas são basicamente as principais funções dos materiais que têm funções elétricas.

Uma das principais funções dos materiais cerâmicos eletrônicos são os chamados sensores. Na verdade, o que é um sensor? A gente classifica um sensor sempre quando ele detecta, se é sensível a alguma modificação. Então nesse sentido a gente pode falar em sensores de gás, sensores para uma ação elétrica ou mecânica, um sensor, digamos, para detectar um efeito "hall", que é um efeito magnético. Um sensor de sobretensão seria utilizado para evitar sobretensão. Se há uma pré-tensão, ele funciona no sentido de contrapor essa modificação, que seriam os varistores. então se poderia classificar tudo isso em termos de sensores, dar termos diferentes, seria uma outra maneira de a gente classificar. Bom, os sensores de pressão piezoresistivas transformam tensões mecânicas em um resultado elétrico. No caso dos varistores seria uma sobretensão, seria um excesso de tensão que é eliminada, mandando o varistor à terra.

Uma outra classificação mais completa seria em função do parâmetro que a gente vai medir e qual o princípio em que ele se baseia. Então um sensor do tipo de radiação, por exemplo, o parâmetro seria a radiação ultravioleta, a radiação visível, a radiação infravermelha, o ultrassom, microondas. Então, é uma classe de radiações e o princípio seria o luminescente, fotoiodo, piroelétrico, piezoelétrico.

Tensão mecânica, seria digamos, uma ação mecânica. O parâmetro que você vai medir é uma pressão, uma aceleração, uma vibração e o princípio que se baseia é um princípio piezoelétrico, semiconductor, piezoresistível. No sensor de temperatura, um parâmetro que você vai medir é a temperatura ou fluxo de calor e o princípio seria o piroelétrico, ferroelétrico, termoelétrico, resistores PTC, semicondutores. A atmosfera seria então o sensor de gases. O que você vai medir é consumo de gás, fluxo de gás, condutividade iônica, campo magnético, variação de B, efeito "hall", campo elétrico, sobretensão, varistores de oxigênio.

Existem também sensores à base de óxido de estanho misturado com outro óxido. O que se baseia na verdade é a mudança da condutividade desses óxidos. A condutividade iônica, no caso, é dependente da pressão parcial de oxigênio. Então você tem dois eletrodos e tem uma reação. Um eletrodo você coloca numa atmosfera padrão e o outro eletrodo você coloca na atmosfera em que você quer medir o nível de oxigênio. Então você tem uma reação que forma oxigênio sólido que vai para o gás e uma vacância de oxigênio. Quanto maior a concentração de

vacância de oxigênio, maior será a condutividade iônica do oxigênio do material. Existe uma diferença de potencial que é dado pela lei de Hertz (essa fórmula que não vamos discutir muito), que depende da pressão de oxigênio do gás e do gás de referência. Então, pela razão entre as duas pressões parciais você tem uma diferença de potencial que é um sinal elétrico que você pode caracterizar o nível de oxigênio que você tem na atmosfera que está medindo.

Esquemáticamente: você tem um eletrodo aqui onde você tem a atmosfera de exaustão, digamos que fosse de um carro; você tem aqui um eletrodo de platina, a zircônia estabilizada com itrio, digamos, e um outro eletrodo com o gás de referência, com a pressão parcial de referência. Então aqui você tem uma reação desse tipo, oxigênio da atmosfera que você quer medir, ele reage nesse eletrodo e ele assume uma vacância e depois ele se move e no outro eletrodo e tem uma difusão, no outro eletrodo ele tem esse tipo de reação, o oxigênio na vacância sai para a atmosfera, deixa quatro elétrons, dois oxigênios deixam quatro elétrons e o oxigênio para a atmosfera. Então, aqui nós temos uma diferença de potencial pela qual detectamos que nível é a pressão parcial de oxigênio na atmosfera onde a gente está medindo.

Outros gases que a gente pode detectar, além do oxigênio é o CO, em que pode ser usada a zircônia estabilizada, o óxido de estanho pode ser usado também, na detecção de umidade, SO<sub>2</sub>, hidrogênio, hidreto de arsênio e outros.

Bom, isso com relação a sensores de uma maneira geral. Agora, uma outra classe de cerâmica eletrônica que é muito importante e já vem sendo produzida aqui no Brasil há muito tempo são os capacitores cerâmicos. O primeiro capacitor cerâmico, como o Professor Edgar mencionou na sua palestra, foi o titanato de bário. Aliás, quando a gente fala no titanato de bário, ele é o dielétrico do capacitor, é um capacitor, um capacitor de placas paralelas, o mais simples, é formado por duas placas e um dielétrico dentro dele. Quanto maior a constante dielétrica desse dielétrico maior será a capacitância desse capacitor. Na verdade, você tem duas maneiras, ou aumenta as placas desse capacitor para ter uma maior capacitância, diminuiu a distância entre elas ou então coloca dentro desse capacitor um dielétrico que tem uma constante dielétrica altíssima. Para que vocês tenham uma idéia, eu acho que muitos têm idéia, a constante dielétrica do ar é um e do tipo titanato de bário nessa região do ponto de Curie, a temperatura de Curie, é na ordem de 10<sup>3</sup>, ou seja, 10.000 vezes a constante dielétrica do ar. Então, você aumenta 10.000 vezes a capacitância colocando um dielétrico do tipo titanato de bário, mas o titanato de bário não pode ser usado dessa maneira, sozinho sem nenhum dopante, porque na verdade ele teria que ser usado a 120°C, que é onde ele apresenta a maior constante dielétrica e elevaria rapidamente com a temperatura. Então, a idéia é dopar com outros materiais de tal maneira que se produza um certo patamar, mesmo que seja um pouquinho abaixo desse pico da temperatura de Curie, mas que seja um patamar maior e uma faixa de temperatura maior, onde a constante dielétrica varie menos, e também trazer isso para a temperatura de operação, que é a temperatura ambiente.

Outros dielétricos que podem ser usados também como capacitor são os niobatos, manganatos de chumbo (que é o PMN, abreviatura) e outro composto também de chumbo, o niobato-ferrato de chumbo com tungstênio, ferro e chumbo. Ou então pode ter aqui no caso dois compostos ou, pode ter três compostos ou mais, depende das propriedades que você está buscando no capacitor. Mas, na verdade, o que você está buscando é um capacitor que tenha uma constante dielétrica altíssima e tenha uma perda dielétrica muito baixa. É isso que se busca e quanto maior a constante dielétrica, mais você pode tornar o capacitor de menor tamanho e de menor dimensão. Isso é uma das funções principalmente em uso em circuitos integrados e os japoneses realmente são exímios nisso.

Para vocês terem uma idéia da composição de alguns materiais dielétricos para capacitores, são esses capacitores comercialmente chamados COHA, que eles têm uma constante dielétrica que é uma mistura de vários materiais, vários óxidos ou titanatos, titanatos de magnésio, de cálcio, etc. A sua constante dielétrica está entre 20 e 100, mas a perda dielétrica é muito baixa.

O que é mais interessante na verdade são os capacitores de multicamadas que estão surgindo atualmente com a melhora do processamento cerâmico. A vantagem deles é que está diminuindo a distância entre as placas e se está colocando eles todos em paralelo. Esses são chamados capacitores de multicamadas, ou seja, você empilha várias camadas com eletrodos se alternando. Isso funciona como se fossem vários capacitores colocados em paralelo e quando você coloca capacitores em paralelo a capacitância total do sistema é a soma das capacitâncias individuais de cada camada. A vantagem desses capacitores de multicamadas é que a distância entre as placas é muito pequena. Para que vocês tenham uma idéia, a camada tem em torno de 10 a 20 micra e o eletrodo tem em torno de 2 a 4 micra de espessura. Realmente, a distância entre as placas é muito pequena e a capacitância realmente aumenta, ela aumenta com a diminuição da distância entre as placas. A tecnologia para produção desses capacitores é feita por colagem em fita; faz-se a colagem em fita, pintam-se os eletrodos. Você forma um sanduíche e depois você queima todo o sistema já com o eletrodo pintado. No caso, a temperatura de sinterização do dielétrico tem que ser compatível com a temperatura de fusão do eletrodo. O eletrodo tem que ser especial, tem que ser uma liga de paládio, por exemplo. Você tem que procurar realmente um eletrodo que seja compatível com a temperatura de sinterização e que não seja muito caro. Existem duas coisas que você pode fazer, ou você coloca nesses capacitores certos dopantes, formando uma fase vítrea e abaixando a temperatura de sinterização e você pode usar metais menos nobres, ou então, se o seu capacitor não puder fazer isso, o que você tem que fazer realmente é usar eletrodos mais caros. Tudo depende do que você está buscando na capacitância e na perda dielétrica dele. Isso é realmente o que se está fazendo, o que está sendo produzido, comercializado no mundo atualmente são os capacitores de multicamadas, substituindo os capacitores simples e no Brasil parece-me que já existe um trabalho nesse sentido.

Hoje em dia, como a gente procura um dielétrico que tenha uma capacitância alta e uma temperatura de sinterização baixa (exatamente por causa dos eletrodos que são caríssimos, às vezes eles determinam o preço do capacitor), o que a gente busca, na verdade, são compostos ferroelétricos ou antiferroelétricos na base de chumbo, porque normalmente os compostos de chumbo têm uma temperatura de sinterização baixa, ou seja, densifica com baixa temperatura. E aqui temos uma relação deles, com vários compostos: de magnésio, tungstênio, manganês-tungstênio, cálcio-tungstênio, PMN e assim por diante. Você pode fazer uma mistura desses elementos, desses compostos, dependendo do tipo de propriedades que você busca no seu capacitor. Agora eu vou falar sobre os piezoelétricos, que são uma outra classe.

Para que um material seja piezoelétrico ele tem que exibir as propriedades ferroelétricas e tem que ter um centro assimétrico. O que seria o efeito piezoelétrico? Seria digamos, transformar uma energia mecânica em energia elétrica ou vice-versa. Você tem uma constante de acoplamento planar que seria uma constante que mede a fração de energia que é transferida de uma forma de energia para outra forma de energia.

O piezoelétrico mais utilizado comercialmente hoje em dia é o chamado PZT, que é uma solução sólida de titanato de chumbo com zirconato de chumbo, numa razão de 53% de zirconato para 47% de titanato. Essa é uma região em que essa solução sólida sofre uma transformação de fase morfológica, ou seja, uma transformação de fase morfológica, à mesma temperatura. A qualquer temperatura que você tenha, essa transformação de fase morfológica é a mesma, independe da temperatura. Então, nessa região é que ele exibe um efeito piezoelétrico. Na verdade esses materiais têm que ser polarizados a uma temperatura próxima à temperatura de Curie para que vocês tenham todos os dipolos elétricos alinhados para uma eficiência maior do efeito de transformação de energia elétrica para mecânica e vice-versa.

Outro tipo de função muito utilizada comercialmente são os varistores de óxido de zinco, utilizados na eletrônica como protetor de circuitos eletrônicos, e com pára-raios para proteção de linhas de transmissão e de distribuição. A gama de utilização de varistores realmente é muito grande e, hoje em dia aqui no Brasil existe uma firma que produz varistores comercialmente. Existem várias pesquisas e esses varistores são produzidos para proteger linhas de transmissão dentro de uma faixa entre 1.000 volts e 13.000 volts. Também são produzidos alguns varistores para proteção de circuitos eletrônicos na faixa de 120 a 600 volts.

O varistor, só para ter uma idéia de como funciona, tem uma resistência que é variável de acordo com o campo elétrico que a gente aplica ou com a tensão que a gente aplica, porque a tensão é proporcional ao campo elétrico.

Existem varistores para baixas tensões elétricas e tem um comportamento único no varistor, ou seja, a tensão é proporcional à corrente aplicada. Mas, para altas tensões ele passa a ser altamente condutivo. Então, a corrente aumenta rapidamente para uma certa região, que é a

de ruptura do varistor, onde o excesso de tensão é descarregado exatamente com uma corrente que vai para a terra. O varistor normalmente é ligado à terra e existe uma região que é de pós-ruptura que é inerente à própria característica do varistor, da condutividade, da resistividade natural do grão de óxido de zinco, que normalmente é o material usado para os varistores.

Para que vocês tenham uma idéia de como funciona um varistor, como é a característica elétrica de um varistor, ele pode ser representado basicamente como sendo formado por grãos de óxido de zinco separados. Seria mais ou menos uma estrutura de óxido de zinco onde os grãos de óxido de zinco são os contornos de grão, onde existe uma camada de depressão que apresenta uma certa resistividade muito maior do que a resistividade do próprio grão de óxido de zinco. Então, eletricamente a gente poderia caracterizar o varistor como tendo uma resistência do grão de zinco e uma resistência da camada de depressão que tem uma certa capacitância. A resistência do contorno de grão predomina, então nós temos aquela região ômica e para tensões muito altas esse efeito capacitivo e o efeito resistivo, a resistência do grão de zinco passa a ter um efeito conjunto que dá aquela característica da varistância. O varistor é ligado no circuito eletrônico como um novo caminho, caminho alternativo para a corrente. Quando você está com uma tensão baixa, a corrente que passa pelo varistor é muito baixa. Portanto, a diferença de potencial que você fornece é praticamente a da carga. Quando a tensão que você fornece é muito grande, então existe um caminho alternativo que protege a sua carga. Essa é a maneira simples de explicar o funcionamento de um varistor.

Uma projeção do crescimento do mercado internacional seria basicamente: sensores de umidade e de gás, são os que se prevê que vão ter o maior "boom" no futuro, um crescimento de 28% no período de 1985 a 1990. Cerâmica estrutural vai ter também um crescimento alto, ferramentas de corte, capacitores vão ter um crescimento menor, ferritas, piezoelétricos, substratos cerâmicos. Das cerâmicas eletrônicas os sensores de umidade e gás representam a função que vai ter um crescimento maior no mercado internacional.

Nós tentamos fazer uma avaliação mais ou menos de como é o mercado nacional. Temos um pouquinho de dúvida em relação ao mercado nacional, é muito difícil você avaliar, nem sempre todo mundo fornece informações sobre a produção e também pelas importações, que também nem todo mundo importa com nomes característicos. Há vários nomes de importação, é muito difícil achar, sem falar nas importações clandestinas.

Na verdade, em linhas gerais, a cerâmica de alta tecnologia tem um mercado em torno de 130, 150 milhões de dólares, como o Edgar fez uma avaliação. Eu preferi colocar que é maior do que 70, capacitores é maior que 30 milhões de dólares, varistores maior que 6 e assim por diante. Lembre-se que também aqui, a exemplo do mercado internacional, a cerâmica eletrônica é a que possui o maior mercado, haja visto que motor cerâmico ainda está em fase de implantação, está em fase de pesquisas tecnológicas, desenvolvimento de tecnologia.

Com relação à produção das cerâmicas eletrônicas, depende da matéria-prima e as mais importantes são a alumina (no Brasil ainda não existe uma alumina compatível com o processamento de cerâmica eletrônica, com pureza e processabilidade cerâmica e eu acredito que dentro de uns dois anos deve ser desenvolvida), a zircônia (como foi dito, entra tanto em cerâmica estrutural, na produção de compostos alumina-zircônia, já dito pelo Edgar, como também em cerâmica eletrônica e com funções nucleares). Existe um esforço nesse sentido e parece-me uma tendência de fabricação dentro do próximo ano. O IPEN, por exemplo, está desenvolvendo uma planta-piloto para produção de 10 toneladas ao mês e deve funcionar no ano que vem, se não me engano.

A titânia, eles estão fazendo por fusão alcalina, é um processo que quebra o silicato de zircônia. A titânia é produzida no Brasil. O óxido de zinco é produzido pela Union Royal e é um material que seria usado em pequena proporção para cerâmica eletrônica. Ele é usado muito mais para outras finalidades químicas, na indústria da borracha, mas a pureza dele é muito boa. Ele é produzido pelo processo francês e tem uma pureza maior que 99,8%, que é perfeitamente compatível na utilização de varistores.

A nióbia tem um crescimento muito grande e cada vez mais está sendo utilizada em cerâmica eletrônica, então nesse sentido a tendência da CBM é produzir uma nióbia cada vez mais pura e com uma processabilidade cerâmica maior.

Uma coisa que não se falou, eu vou falar para finalizar. É o seguinte: com relação aos equipamentos que se usam para pesquisa e desenvolvimento em materiais de alta tecnologia. Esses equipamentos são muito mais sofisticados do que os equipamentos que se usam para pesquisa e desenvolvimento de cerâmicas tradicionais. Evidentemente e dependendo do tipo de propriedade que você busca, você tem que usar equipamentos cada vez mais sofisticados e deve-se lembrar que eu citei alguns exemplos. Eu não conheço nenhum departamento, nenhum instituto de pesquisa ou departamento que tenha um laboratório do qual se possa dizer: "esse laboratório está completamente hábil para realizar pesquisas em cerâmica eletrônica ou cerâmica estrutural". Eu não acredito que exista nenhum laboratório ainda no Brasil com essas condições, mas só para ter uma idéia, microscópios eletrônicos de transmissão e varredura são altamente utilizados. O de transmissão, que era pouco utilizado em cerâmica, é muito mais usado atualmente, principalmente quando você vai olhar o contorno do grão, medidores de área superficial, analisador termodiferencial, termogravímetros, pizetam, picedígrafo, para preparar os pós cerâmicos especiais para cerâmica de alta tecnologia. São especiais, têm que ter uma processabilidade muito importante, muito controlada. Liofilizadores, câmaras secas, estufas a vácuo, leito fluidizado, câmaras de alta temperatura com difração de raios x. Nos processamentos cerâmicos, nós temos prensas isostáticas, isostática a quente, prensas a quente, máquinas para colagem, fornos elétricos com controle de atmosfera, programadores e controladores de sintetização e assim por diante.

Para caracterização microestrutural nós precisamos de microscó-

pio eletrônico de transmissão, de varredura com microanálise do tipo EDS, microscópios metalográficos, porosímetros com alta pressão, difratômetros de raios X, microsonda, fluorescência de raio X. Para caracterização elétrica nós temos que ter osciloscópio, analisadores de frequência, fontes de "pools", fontes estabilizadas, traçadores de gráficos, medidores de impedância complexa, pontes de capacitância, microamperímetros, milivoltímetros digitais com 4,5 dígitos etc. Coisas que dificilmente a gente tem no laboratório.

E, finalmente, eu quero dizer o seguinte, só para ter uma idéia do que se faz em cerâmica de alta tecnologia no Brasil. Por exemplo, isoladores de vela: a NGK e a Bosch produzem com tecnologia importada, adaptada. Substratos cerâmicos, a NGK e a Coors estão em desenvolvimento, parece que já estão em nível de produção comercial. Varistores de óxido de zinco, a AVC está em produção, a Lorenzetti está em desenvolvimento, nós estamos trabalhando em cima disso; piezoelétricos, a Thorton diz que fabrica, mas eu não tenho informações seguras de que nível de processamento eles têm, nós estamos trabalhando nisso também. Sensores de oxigênio, o IPEN, o DEMA da UFScar estão em desenvolvimento. Eletrólitos sólidos o DEMA da UFScar trabalha em betalumina. Então, para ter uma idéia, pouca coisa em cerâmica eletrônica foi desenvolvida no Brasil. Na verdade, precisa-se de muita pesquisa em cima disso, muito trabalho, muita adaptação. Em nenhuma dessas tecnologias, nenhuma dessas pesquisas que a gente pode fazer na Universidade é realmente pesquisa de ponta, é simplesmente você adaptar o que foi desenvolvido no exterior. Provavelmente desenvolver novos materiais seria você procurar um novo varistor, novas propriedades, um novo piezoelétrico e assim por diante. Isso também deve ser um tom na universidade e nos institutos de pesquisa e a gente espera que haja uma integração maior entre indústrias, universidades e institutos de pesquisa. Precisamos canalizar melhor os recursos que são poucos.

Só isso que eu tinha a colocar, agradeço a atenção.

## DEBATE

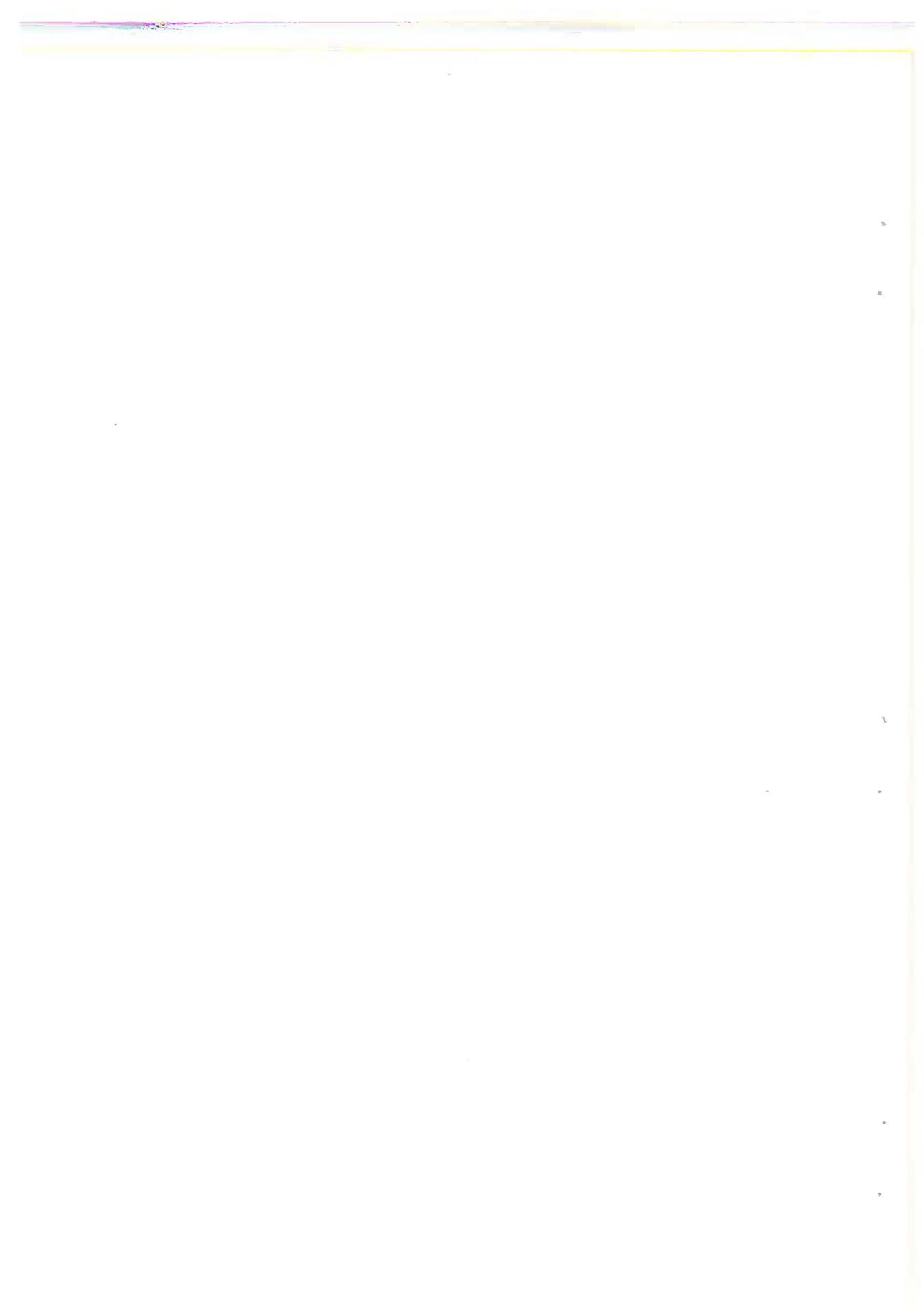
JORGE  
(NGK)

*Varela, com respeito à cerâmica piezoelétrica, nossa indústria é interessada em componentes, desenvolvendo componentes. Qual é o atual estágio de desenvolvimento dessa pesquisa que você disse que estaria levando à frente, na tentativa de comercialização? O que se precisa para colocar em produção?*

**JOSE A. VARELA**

Você está dizendo o PZT. A idéia da gente fazer um trabalho em PZT, foi um trabalho de mestrado que uma aluna minha fez. A idéia geral era produzir a zircônia com pureza eletrônica e utilizar por exemplo com PZT, e este trabalho foi feito, foi obtido a zircônia com grau eletrônico, a nível de laboratório evidentemente, e foi feito um piezoelétrico. A gente queria um produto utilizando aquela zircônia, então foi feito o PZT com 53% de zirconato de chumbo, com 47% de titanato de chumbo, mas na verdade nós estamos prosseguindo agora com outro aluno, trabalhando em cima disso. Mas nós medimos as características desse material, fizemos pastilhas pequenas e polarizamos, etc, e a resposta foi muito interessante, obteve-se um fator de acoplamento bem próximo do fator de acoplamento obtido internacionalmente, os piezoelétricos japoneses, por exemplo, e a gente ficou interessado em continuar o trabalho. Varia o processamento, agora a nível de industrialização, etc. Agora, existe um grande problema na sinterização, que tem de ser feita de maneira muito cuidadosa porque você tem um problema de evaporação de óxido de chumbo. À temperatura de sinterização, que é 1.200°C, o óxido de chumbo evapora, então você tem que contornar esse problema. Uma das maneiras talvez fosse reduzir a temperatura de sinterização ou através de um certo dopante que não vá influenciar nas propriedades piezoelétricas, haja visto que as propriedades piezoelétricas dependem da estrutura. Portanto, você tem que por um aditivo que diminua a temperatura de sinterização, mas que não entre em solução sólida na estrutura da perovskita. O pessoal tem usado nióbia, por exemplo, para aumentar propriedades mecânicas, etc.

Então, há muita coisa para ser feita, mas a nível industrial e de escala-piloto nem foi pensado. Se alguém estiver interessado, é um começo.

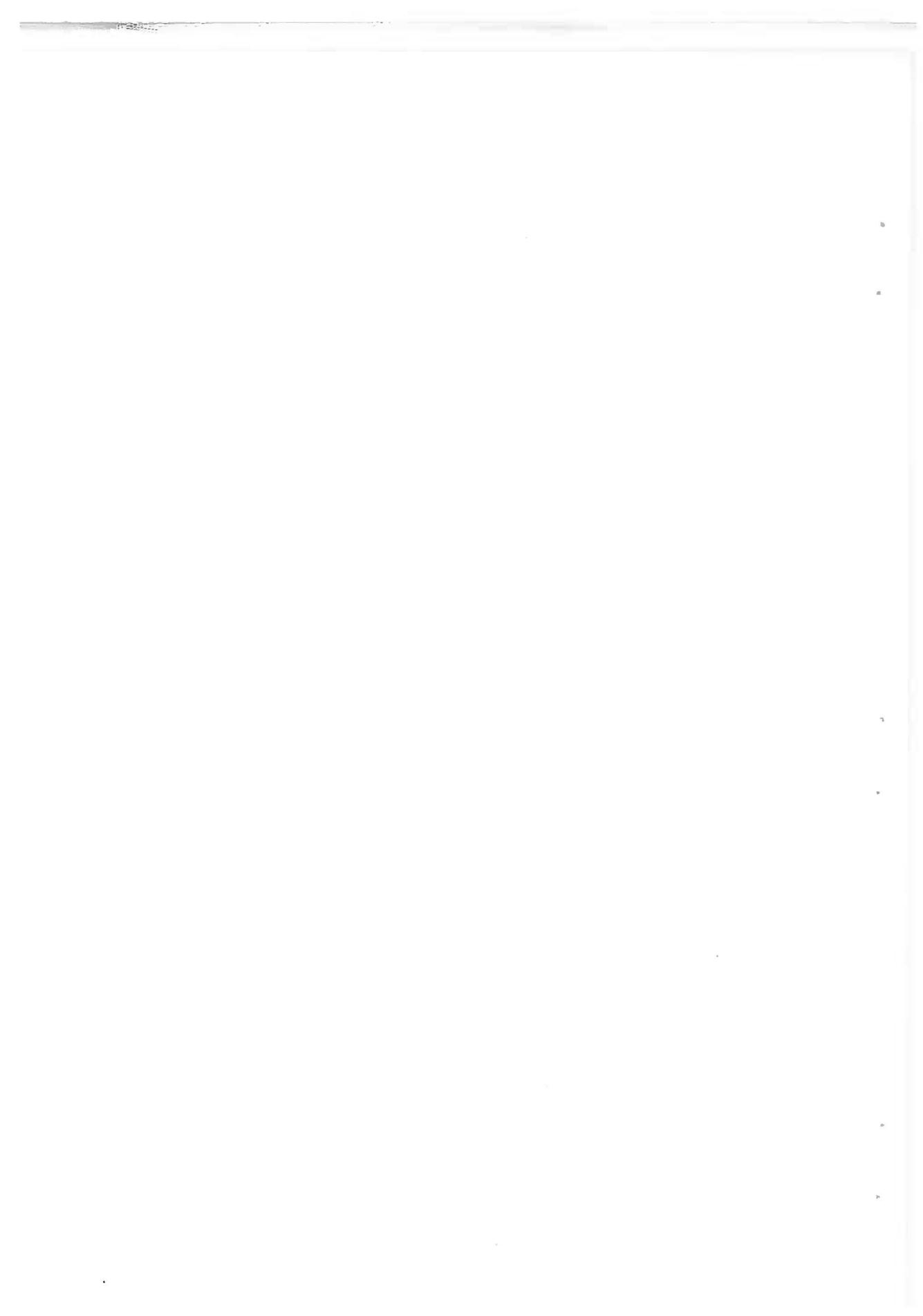


# **CARACTERIZAÇÃO DO QUARTZO BRASILEIRO PARA A INDÚSTRIA DE ALTA TECNOLOGIA**

**Conferencista**

**SIMÃO TAKYA**

**Diretor Adjunto de Tecnologia,  
Divisão de Quartzo da ABC-XTAL Microeletrônica S/A**



Agradeço o convite para participar deste encontro e também gostaria de parabenizar os promotores do Encontro Paranaense Sobre Novos Materiais por ter colocado a indústria. Estou aqui como representante de uma indústria do Rio de Janeiro que se preocupa ou comercializa produtos de quartzo cultivado.

Nós estamos agora entrando num tema que deixa um pouco o tema central, que é Cerâmica Avançada e entramos no quartzo.

O tema colocado é bastante amplo mas eu não estou me propondo a caracterizar exatamente o quartzo brasileiro e sim apenas expor algumas características aplicáveis ao nosso uso industrial.

As condições naturais de farta matéria-prima e custo baixo de energia elétrica fazem do Brasil o berço esplêndido para produção do quartzo cultivado ou quartzo sintético. Entretanto, a questão vital é a participação, é a capacidade de produzir cristais de alta qualidade e torná-los competitivos no mercado internacional, já que o produto cultivado é quase exclusivamente destinado à exportação. O Brasil consome menos de meio por cento da demanda mundial e a única planta industrial existente, a ABCXTAL no Rio de Janeiro, supre amplamente as necessidades internas. O uso massificado do quartzo cultivado para fabricação de ressonadores, osciladores a cristal foi iniciado em 1960 e suas características como produto estão bem estabelecidas em normas internacionais, a exemplo do Japão e Europa. Entretanto, a matéria-prima para o cultivo, que é a lasca de terceira que tem no Brasil seu maior exportador mundial, possui classificação incipiente e inadequada às diversas aplicações e usos.

Vamos tentar aqui descrever nosso processo rapidamente, como é que se produz um quartzo cultivado. O equipamento básico para o cultivo é o autoclave, que é um forno elétrico, um cilindro bastante espesso de aço especial. Nosso equipamento, considerado hoje pequeno frente aos grandes produtores, tem seis metros de altura por meio metro de diâmetro, produz para cada partida cerca de cento e trinta quilos de material cultivado. O Japão, que produz cerca de 50% da necessidade mundial, já possui autoclaves que produzem até dois mil quilos por corrida. Basicamente é um espesso tubo de aço, selado na sua abertura. Internamente são colocadas as lascas, chamadas nutrientes, lascas de terceira qualidade. Na outra divisão superior são colocadas as chamadas sementes, finas tiras de quartzo também cultivado. Uma vez cultivado, é novamente cortado e reutilizado como semente. Isto é aquecido pelas resistências, e como é um vaso selado, se obtém pressão alta.

Os estudos iniciados durante a 2ª Guerra na Alemanha foram extensivamente pesquisados por americanos e japoneses na década de 50, estabelecendo-se para a década seguinte um padrão de obtenção industrial de matéria-prima para uso piezoelétrico, que são os cristais osciladores. O produto assim obtido suplantava em larga margem de eficiência e uniformidade de qualidade, seu similar natural. O cultivo do quartzo, como também é chamado o processo isotérmico, é realizado em au-

toclaves de aço cuja apresentação esquemática já se viu. A autoclave possui duas regiões térmicas: a metade superior, onde ficam as sementes, é denominada região de crescimento ou cristalização; na inferior mais quente é onde se colocam as lascas para serem dissolvidas. Essas duas regiões ficam imersas em uma solução alcalina que dissolve as lascas e as transporta por convecção às regiões das sementes, cristalizando-se, alinhando-se à estrutura dessas sementes.

Então nós temos algumas características desse processo como pressão da ordem de 2.000 atmosferas, temperatura na ordem de 400°C. As sementes precisam ser orientadas com planos fáceis na ordem de minuto. O crescimento é realizado a uma razão de mais ou menos um milímetro por dia. A energia elétrica: consumo da ordem de 200 quilowatts por quilograma crescido, produção de 130 quilos a cada 40 dias.

A ABC-XTAL é a única produtora de cultivado no Hemisfério Sul, produz 1% do mercado mundial e destina 50% da produção à exportação, tendo como maior cliente o Japão.

A ABC-XTAL interessa-se também por fibra ótica que tem também de certa forma um elo com a lasca, não sabemos precisamente que caminho essa lasca toma, mas eu acho que isso o Dr. José Mauro na próxima sessão poderá explicar melhor. Também a partir da lasca têm-se diversos outros usos, como na cerâmica, silício metalúrgico e liga de ferro silício.

O Anuário Mineral Brasileiro de 1984 registra uma reserva oficialmente aprovada de 24 milhões de toneladas de quartzo, cuja exploração anual tem se limitado entre 70 e 100 mil toneladas por ano. Destas, são exportadas em forma de lasca 5.000 a 10.000 toneladas por ano, 90% destas são classificadas como lasca de terceira, sendo os atuais compradores Japão e Europa, observando-se que os Estados Unidos, outrora grande comprador, desenvolveram reservas próprias. Então, desse quadro total do quartzo brasileiro, o que é exportado é a lasca na sua forma de terceira qualidade, isso é 90% da exportação e isso representa 10% do total produzido internamente, quero dizer, o resto é consumido aparentemente em liga de ferro-silício e silício metalúrgico, no mercado interno.

Vamos então caracterizar especificamente a lasca de terceira para nosso uso. Em função de nossa vivência como consumidor de lasca de terceira nesses últimos dez anos, verificamos flutuações da qualidade com resultados danosos ao produto final e, em consequência, ao faturamento da fábrica. Passamos primeiramente a restringir o fornecimento a determinadas localidades, mais recentemente exploramos pesquisas conjuntas sobre lascas com o grupo do professor Suzuki, da UNICAMP, que culminou esse ano na apresentação de trabalho ao 4º Simpósio de Controle de Frequência da Filadélfia. Esses resultados, em forma de tabelas, eu vou passar a apresentar. Mas que a própria apresentação em si, podemos a partir deste trabalho controlar objetivamente a qualidade da lasca consumida, uniformizando a nossa produção e proporcionando o desenvolvimento de novos fornecedores. Dentre os vários métodos científicos testados, a medida de densidade das lascas

encontra boa correlação com a graduação (primeira, segunda e terceira), atualmente utilizada, que se baseia em critérios visuais (a olho nú) de transparência.

A figura mostra curvas de densidade, um dos métodos utilizados para classificação das lascas. Temos a primeira, uma mista (que é alguma coisa entre a primeira e segunda), a segunda, terceira e quartas qualidades, hoje classificação oficialmente adotada pelo Brasil e que impõe preços a estas qualidades para efeito de exportação. Podemos ver que há uma certa correlação entre a graduação, densidade e a classificação dessa forma realizada.

Foram feitas também análises com espectroscopia de absorção atômica de impurezas de lascas. Analisamos duas minas, numa mesma região de Minas Gerais. Não observamos nenhuma correlação da impureza do alumínio com a classificação atualmente adotada, nem no tocante ao alumínio no tocante a ferro, que são os dois principais elementos que nos preocupam como contaminação, porque têm efeitos no produto final. Podemos observar que numa mina tem 58 ppm de alumínio e na outra 28 ppm e não segue uma regra, não acompanha a classificação de primeira, segunda, terceira ou quarta. Analisadas as diversas lascas de diversas localidades ou minas, incluindo minas da Bahia, Minas Gerais, de uma qualidade chamada terceira, podemos observar também que existem variações de localidades. O alumínio, que é o que mais nos interessa, varia de 15 a 241 ppm numa parte. Variações grandes também em ferro podemos observar. O que isso pode trazer para o cultivado em si? Podemos verificar um nível de purificação de elementos. Por exemplo, o alumínio de 30 partes por milhão cai para 22 e 11, na região Z, já que o quartzo cultivado tem várias regiões, e assim sucessivamente. Nós temos aqui o quartzo cultivado como um processo também purificador da matéria-prima e talvez isso seja um elo de ligação entre lasca e produto mais nobre, mais purificado com vários nomes, como é necessário para a fibra ótica.

Então, o quartzo ainda é um material pouco conhecido a nível de qualidade, principalmente da lasca, porque o produto final segue regras de normas internacionais. Mas a lasca que eu compro, que é exportada como primeira, segunda ou terceira, pouco se conhece ainda. Esse trabalho que estamos realizando com o grupo da UNICAMP tem nos auxiliado bastante nesse tocante ao controle de qualidade do produto e também creio que sirva de exemplo entre ligação da indústria a áreas de pesquisa básica, que seria a Universidade ou Centro de Pesquisa.

É isso que eu tinha para apresentar.

## DEBATE

EDIR E. ARIOLI

*Eu estou interessado, como geólogo, em dois pontos da sua palestra: ter uma noção dos vários tipos de quartzo que temos no Brasil, quartzo leitoso por exemplo de pegmatito, de veio e outros quartzos; quais são os que se prestam mais, contêm menos impurezas. O segundo se liga à curiosidade minha em relação à exportação da ABC-XTAL de quartzo cultivado para o Japão. Como é que se explica isso?*

SIMÃO TAKYA

A primeira pergunta, qual é melhor qualidade de lasca que se presta a esse tipo de produção, hoje o Brasil já tem alguma experiência, já tem um parque industrial, entre outras. Ele tem no garimpo ou este garimpo e na mesma localidade, tendo os garimpeiros pegando as pequenas lascas e descascando essas lascas para retirar impurezas superficiais. Depois essa pequena pedra é classificada em termos visuais a nível ótico em luz e passa então, quer dizer, em cima da classificação de transparência a conformar primeira, segunda ou terceira qualidade, nós compramos desses diversos fornecedores/exportadores a chamada lasca de terceira, mas como vimos esse tipo de classificação não nos é adequada pura e simplesmente assim realizada.

EDIR E. ARIOLI

*Quer dizer que o negócio é comprar lasca de terceira sempre, porque sabe que não é verdade?*

SIMÃO TAKYA

Ou quarta, ou quinta, às vezes compramos lasca de quarta que é mais barata e nos atende perfeitamente e são lascas que não são comercializadas hoje. E certamente é o grosso do que sobra nas próprias jazidas, porque o que é exportado é até lasca de terceira e é 10% do que se produz no Brasil. Quer dizer, o grosso fica como entulho. Então há necessidade nesse campo, carece de uma melhor classificação inclusive para se poder utilizar melhor as reservas que estão aí, mas que de uma

certa forma estão sendo desperdiçadas, ou por não estar sendo comercializada ou por não estar angariando os preços adequados por estarem simplesmente mal classificadas.

Agora, com respeito à segunda pergunta, qual a nossa relação com a exportação do Japão, talvez essa tenha sido uma ligação no momento em que em 1980 houve uma grande demanda do quartzo cultivado por efeito principalmente do mercado de computadores explodindo nos Estados Unidos e houve falta desse material. Nós passamos a ser fornecedores e o Japão foi um dos que aceitou e até hoje está nos aceitando como fornecedores, apesar de existir hoje, atualmente um excesso de oferta de quartzo cultivado, já que nesse campo o Japão implantou muitas autoclaves no seu próprio território.

**BORIS SITNIK**  
(COPEL)

*Eu tenho três perguntas para o senhor. Em primeiro lugar, como é que foram desenvolvidas as reservas próprias dos Estados Unidos? Depois, qual a ordem de grandeza do custo do quartzo cultivado hoje, em dólares por quilo? E qual seria a consequência se o país parasse de exportar lascas?*

**SIMÃO TAKYA**

Eu tenho a impressão que a primeira pergunta vai ser respondida junto com a terceira. Os Estados Unidos pararam simplesmente de comprar do Brasil e desenvolveram reservas próprias (a exemplo da cerâmica hoje se fala muito em material cerâmico e cujas reservas de matérias-primas são abundantes no Brasil). O quartzo é talvez o material mais abundante no Brasil e no mundo todo também é, mas como reserva o Brasil ainda possui a maior e talvez a de melhor qualidade hoje no tocante a impurezas, mas em 1974 houve um embargo na tentativa de se monopolizar o comércio da lasca e isso forçou a criação de novas descobertas, de novas reservas. Os Estados Unidos conseguiram desenvolver suas próprias jazidas, que apesar de serem em termos de pureza piores que as do Brasil, conseguem manter uniformidade e atender ao cultivo do quartzo. Hoje os Estados Unidos são auto-suficientes nessa área.

A segunda pergunta é o preço. A lasca hoje tem preço oficial, como preço mínimo. Você exporta a lasca de primeira a 6 dólares se não me falha a memória; segunda a 3 ou 4 e a lasca de terceira, que é a de maior exportação, a 1,20 dólares como preço mínimo. Pode-se observar que 90% das exportações são de lasca de terceira. O cultivado hoje está com preço da ordem de 30 dólares o quilo, achamos também que é bastante baixo. É muito difícil produzir o quartzo cultivado a esse preço, ainda que tenhamos matéria-prima abundante e eletricidade barata. Is-

so é devido principalmente ao mercado atual de excesso de oferta, porque esse material já atingiu preço de 50 dólares.

**MÁRIO LESSA SOBRINHO**  
(MINEROPAR - CPM)

*Ainda em cima da pergunta do colega, como geólogo também, o quartzo exportado é aquele transparente, hialino, explorado principalmente em Minas e Goiás ou atinge também outras qualidades de quartzo, como leitoso ou rosa, como tem no Nordeste?*

**SIMÃO TAKYA**

Realmente, essa classificação elimina os leitosos, baseia-se apenas na transparência do material, mas não pode ter cor.

**ALUÍSIO**  
(FINEP)

*O CETEC de Belo Horizonte desenvolveu uma tecnologia de crescimento de cristais, semelhante em tudo ao que o senhor expôs. Houve algum intercâmbio entre os senhores e o CETEC?*

**SIMÃO TAKYA**

Nós conhecemos bem o desenvolvimento do CETEC, mas esse desenvolvimento foi a posteriori à nossa implantação industrial. Nós tivemos um relacionamento e trocas de informações, mas não pudemos ajudá-los muito porque nós estávamos já com uma planta industrial e vendendo e exportando produtos quando eles estavam atingindo o produto que a gente queria para exportar. Eu acho que no tocante à aplicação dos recursos para esse tipo de desenvolvimento, deveria estar de acorco à necessidade da indústria que já estava implantada.

**ALUISIO**

*Quer dizer que a tentativa deles não marcou nenhuma evolução que chegasse a interessar aos senhores como industriais?*

## SIMÃO TAKYA

No tocante ao quartzo cultivado, não. O que acontece é que a oferta no mercado mundial ainda está em excesso, então eu acredito que não seria economicamente viável um empreendimento similar no momento.

## BORIS SITNIK (COPEL)

*Eu gostaria de saber como é que a indústria nacional para fornecimento de autoclaves, máquinas e equipamentos destinados a crescimento e corte e também se os senhores já estão produzindo filtro a cristal.*

## SIMÃO TAKYA

A nossa planta industrial foi adquirida em 1976, inclusive com a ajuda do FINEP, como um pacote dos Estados Unidos. De lá para cá toda a tecnologia foi absorvida e pudemos inclusive modificar essa tecnologia e hoje somos auto-suficientes em tecnologia, não dependemos do exterior para esse tipo de produto. Há alguns anos atrás, quando havia uma demanda muito forte para esse produto, pesquisamos a necessidade de contratar equipamentos, novos equipamentos, maiores, e chegamos à conclusão de que o parque nacional é habilitado a produzir os equipamentos. Não haveria problema no Brasil em se produzir equipamentos similares aos que já operamos. O filtro a cristal é uma variação do cristal oscilador, estamos ainda a nível de pesquisa de alguns produtos, ainda não lançamos no mercado.

## EDGAR ZANOTTO (UFScar)

*Eu tenho visto várias vezes essas análises químicas, são interessantes porque aparentemente não há correlação entre o nível de impurezas e a classificação. Agora você poderia me dizer o nível de outros metais de transição, tipo cobalto, cromo, níquel, vanádio, etc; porque para aplicação do quartzo em vidro óptico é muito importante o nível dos outros metais de transição, por ordem de grandeza.*

SIMÃO TAKYA

Infelizmente no momento não posso lhe responder, mas nós podemos verificar se o professor Suzuki tem analisado esses outros metais, nosso interesse fugiu a essa pesquisa porque não tem influência para o quartzo cultivado.

LUÍZ FELIPE  
(BADEP)

*Em cima da pergunta que foi feita pelo colega eu gostaria de saber se a ABC-XTAL tem reserva de mercado dada pelo governo?*

SIMÃO TAKYA

Efetivamente, não. Mas não descarto a idéia de trabalharmos daqui para a frente, mas dentro de proporções que nós possamos colocar, dando maior valor àquilo que a gente já possui e que possa vir a comercializar, como por exemplo novos produtos em quartzo.

EDGAR ZANOTTO  
(UFScar)

*Vou fazer uma segunda pergunta. Se eu entendi bem, leva quarenta dias para produção de 130 quilos?*

SIMÃO TAKYA

Essa é uma corrida "standard", um padrão para produção de um quartzo que tenha 20 mm de largura.

EDGAR ZANOTTO

*Sim, mas numa autoclave, ela fica funcionando quarenta dias, você retira 130 quilos, mas tem inúmeras autoclaves então.*

SIMÃO TAKYA

Nós temos vinte.

# **DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO BRASILEIRO NO CAMPO DAS FIBRAS ÓTICAS**

**Conferencista**

**JOSÉ MAURO L. COSTA**

**Diretor de Tecnologia da Divisão de Fibras Óticas,  
ABC-XTAL Microeletrônica S/A**



Eu agradeço à organização do Encontro por me permitir apresentar o resultado de um trabalho que há onze anos está sendo desenvolvido no Brasil. Pouca coisa se sabe desse trabalho, está se sabendo agora na fase final de industrialização, em parte porque foi sempre o espírito da coordenação do Projeto Fibras Óticas não divulgar, não fazer muita propaganda em cima de resultados parciais. Nós aguardávamos sempre a indústria para poder concretizar o projeto. Uma das vantagens disso é que empresas com tecnologias alienígenas não nos preocuparam muito até agora. Fica difícil, hoje, a produção de fibra ótica com tecnologia brasileira, atendendo integralmente o mercado nacional.

Eu vou, durante a apresentação, mencionar um ou outro ponto que eu tenha julgado importante no desenvolvimento desse projeto. Eu tive a honra e o prazer e as dores de cabeça de chefiar esse projeto desde a fase de universidade. Vi atravessar uma série de fatores, uma série de fatos muito críticos para que se pudesse chegar um dia à indústria, sendo oriunda de tecnologia nacional.

Em primeiro lugar, para situar no tempo a fibra ótica, a idéia é muito antiga, pelo fato de haver sempre um interesse comercial por detrás do produto. Eu lembro que um dos fatores talvez preponderante no sucesso de um empreendimento é que haja interesse comercial para um dia ser industrializado. Sem isso uma indústria ou um grupo empresarial não vai se interessar por determinado projeto, porque não vai fazer lucro, e sem fazer lucro não investe no desenvolvimento, não investe em pesquisas e assim por diante. O Graham Bell patenteou um produto que ficou arquivado durante muito tempo, até 1960, com a invenção do laser. Tratava-se de um dispositivo que emite luz bem comportada, tratável, a primeira aplicação na verdade que se viu para o laser, diferentemente como se pensa "raio de morte", ou agora "guerra nas estrelas", etc. Foi como fonte de radiação de sistemas de telecomunicação. Havia ainda o problema do meio de transmissão. O Graham Bell, com a patente dele usava o sol e o ar, o sol como fonte de radiação de luz e o ar como meio de transmissão. Ficou engavetado, como eu disse, em parte porque a fonte não era confiável (por incrível que pareça, de noite porque ninguém falaria, por exemplo), e em parte porque a chuva bloqueava a comunicação, um pássaro na frente bloquearia, enfim. Então o laser resolveu o problema da fonte de radiação e, em torno de 1966, 1967 até 1970, propôs-se um fio de vidro como meio de transmissão para o sinal de luz transportando informações.

Aqui no Brasil, a Telebrás iniciou em 1975, há onze anos atrás, o financiamento de um projeto inicialmente realizado no Instituto de Física da UNICAMP, em Campinas, com o objetivo de desenvolver a tecnologia de fibras óticas. Naquela ocasião, o campo tecnológico de fibras óticas ainda estava saindo do laboratório e, eu chamo a atenção, acredito tenha sido um dos fatores importantes no bom desenvolvimento do projeto, ou seja, o Brasil começou há tempo, começou poucos anos de-

pois de se ter começado no exterior. Eu acredito que caso semelhante desses novos materiais, como cerâmica avançada, por exemplo, esteja numa situação semelhante, nossos homens de governo têm que pensar rápido em investir agora ou não investir mais porque não vai dar tempo.

Três anos depois, o projeto foi deslocado para o Centro de Pesquisa da Telebrás, em parte porque a universidade apresentava uma série de problemas quanto ao desenvolvimento de trabalho de tecnologia e eu pessoalmente fui submetido a uma série de pressões. Isso traz um segundo problema da universidade brasileira de não compreender a necessidade de se fazer trabalho de tecnologia para o país. Havendo já o centro de pesquisa da Telebrás, que tinha como preocupação básica desenvolver uma tecnologia de produto, ter um produto final na indústria, esse problema foi resolvido e o projeto então deslocou-se, permanecendo parte dele na UNICAMP, apenas tirando a responsabilidade de um desenvolvimento de tecnologia eventualmente para a indústria. Ele permanece lá até hoje, um segmento na universidade, basicamente formação de recursos humanos. Finalmente na Telebrás, em 1983, o projeto chegava então a uma planta-piloto. Foi montada no Centro de Pesquisas da Telebrás em Campinas uma planta-piloto para fabricação, onde se podia verificar todos os detalhes de eficiência de processo, de investimentos necessários para fazer uma indústria. Isso nos traz um segundo problema a mencionar sobre o sucesso ou não de um empreendimento a ser desenvolvido: a tecnologia no país. O grupo empresarial que vem assumir a responsabilidade de industrialização deve ser forte do ponto-de-vista financeiro, do ponto-de-vista empresarial e do ponto-de-vista administrativo. A ABC-XTAL é uma das 56 empresas do grupo ABC e tem todo o suporte de um grupo empresarial muito forte. Isso é um segundo fator preponderante no sucesso do projeto.

A fibra ótica em si é um fio flexível feito de dois vidros, esse amarelo do meio que tem uma característica ótica um pouco diferente desse marrom por fora. Os dois são escolhidos de forma a fazer com que o raio de luz fique preso no interior da fibra ótica. Essa fibra tem um diâmetro próximo ao de um fio de cabelo, na ordem de 1 décimo de milímetro e segue padrões já hoje internacionais de especificação de geometria. Por dentro da fibra é que passa o rio de luz levando informações, quer dizer, a luz é piscada, é pulsada, é modulada como se fosse um código morse e carrega informações de um ponto até o outro. Então a fibra ótica apenas transporta informação de um ponto até outro, desse bairro até outro bairro aqui próximo, ou daqui até São Paulo, ou daqui até Brasília. Enfim, ela serve como meio de transmissão para levar as informações na forma de pulso de luz.

Devemos situar onde entra uma fibra ótica e para que ela serve num sistema de comunicação. Quando uma pessoa fala num telefone convencional (e aqui não entra fibra ótica ainda), o sinal que sai da voz é modulado eletricamente. São pulsos elétricos, são juntados com outros dez mil sinais de telefone, vão para uma central telefônica que fica em algum lugar na cidade. O sinal elétrico é então convertido em sinal ótico. Pulsos elétricos incidem sobre um dispositivo, que é um laser

semicondutor, e esse laser copia esses pulsos elétricos na forma de pulsos óticos. É como se piscasse uma lâmpada comum, ligasse e desligasse. O sinal elétrico é convertido em sinal ótico e é então jogado pela fibra. A diferença é que aqui são enviados quarenta, cinquenta, cem milhões de pulsos de luz por segundo. Esses pulsos são então transportados pela fibra ótica. Esse é um cabo que vai por debaixo da rua, de um local até outro da cidade e na outra central telefônica há um foco detector que converte o sinal ótico de novo em sinal elétrico e para casa do outro assinante segue o percurso normal. A diferença é que por uma dessas fibras (hoje no Brasil, aqui em Curitiba já há um sistema funcionando), são mandados 480 canais de telefone, enquanto que um sistema convencional de cabo de fio de cobre, por exemplo, cada par de fio de cobre manda no máximo trinta canais. E, como eu vou mostrar um pouco adiante, a ABCX-TAL já em conjunto com o CPQD da Telebrás (não mais o CPQD sozinho), através de nosso trabalho interno já exportamos uma fibra que tem uma característica diferente, uma capacidade maior de transmissão ainda. Mas essa é a função da fibra ótica.

Em termos de tecnologia, o que representa, eu vou mostrar a seguir como é fabricada a fibra ótica, apenas para dar uma idéia. O nível de pureza do vidro é muito importante porque permite que a luz se propague a distâncias bem grandes. Um vidro de janela de automóvel, por exemplo, que está escrito lá oitenta e poucos por cento de transparência, ou seja, atravessando lá quatro ou cinco milímetros só oitenta por cento da luz é que chega lá dentro. A gente não sente isso porque o olhómetro não detecta a intensidade tão claramente. Mas a fibra ótica precisa mandar 50% do sinal a um quilômetro de distância, então é como se tivesse um vidro de automóvel com um quilômetro de espessura e ainda do outro lado sair metade da luz que entra, então é preciso atingir um nível de pureza bastante alto. A tecnologia que foi desenvolvida por nós e no mundo inteiro, nós provavelmente não reinventamos a roda, apenas vimos o que era feito lá fora, como todo mundo faz também, e partimos sozinhos no desenvolvimento a partir de 1975. Naquela ocasião havia na verdade mais de uma tecnologia. Felizmente nós escolhemos a certa. Eu digo felizmente porque os recursos financeiros são limitados no Brasil. Nós não podemos nos dar ao luxo de fazer qualquer coisa, várias coisas ao mesmo tempo, então foi sorte e visão ter escolhido uma que hoje o mundo inteiro usa.

O processo envolve duas etapas: se começa com um tubo de quartzo fundido, e aí vem o primeiro vínculo com o quartzo. Esses tubos de quartzo fundido são comprados da Alemanha, uma empresa chamada Hoechst, da mesma forma como é comprado por todas as empresas do mundo que fabricam fibra ótica, as empresas americanas algumas compram da GE americana, mas principalmente da Hoechst alemã. Então o nosso insumo é igual ao de outra fábrica qualquer do mundo que fabrica fibra ótica. Entretanto, há um aspecto curioso, a Hoechst só fabrica esses tubos com quartzo brasileiro, tirando do Brasil, nesses últimos onze anos. Várias vezes foi me trazido esse problema pelo pessoal da Telebrás, por órgãos do governo, etc, porque parece uma formação lógica, simples na cabeça. Nós temos o quartzo, exportamos o quartzo para a

Alema e depois importamos o tubo, então há uma primeira reação de nacionalismo um pouco exagerada de "vamos parar com isso", quer dizer, vamos passar a fazer o tubo. Eu acredito que seria jogar dinheiro fora no momento, tentar investir em desenvolvimento; já fui acusado até de ter interesses com a Hoechst. Mas o fato de há dezesseis anos a Hoechst continuar tendo monopólio mundial, ela não vende só para o Brasil, a Hoechst vende para o mundo inteiro, inclusive Estados Unidos e Japão, montou uma fábrica agora no Japão. Significa isso que não é um problema só de tecnologia, isso existe, mas a Alemanha vende tubo para os Estados Unidos e compra fibra ótica depois. Ela não tem essa preocupação em dizer que não vou vender mais tubo, vou fazer a fibra ótica e vender para os Estados Unidos, ou coisa assim. Então, esse fluxo de insumos de um lado para o outro é normal, nem sempre vale a pena a gente fincar o pé e dizer: vamos parar com essa história de vender insumos e comprar produto processado. Isso é válido em alguns casos, em outros não. Tem que se ver onde se faz mais lucro. O importante para o país, eu acredito, é que as indústrias façam o maior lucro possível e com isso dê mais emprego e todo mundo fique mais feliz. Muitas vezes o espírito nacionalista atrapalha as coisas. Tentou-se, em 1973, bloquear a exportação de quartzo do Brasil, tentou-se não, bloqueou-se a exportação de quartzo no Brasil, porque era um material estratégico, era um material importante. Infelizmente não aconteceu absolutamente nada. De repente, o Paraguai passou a ser um grande exportador de quartzo. Havia uma reserva estratégica de quartzo nos Estados Unidos e dois anos depois, o que aconteceu foi um prejuízo. Pelo menos os garimpeiros tinham um emprego, vendiam alguma coisa e pararam de fazer porque nós não fizemos nada, bloqueamos a exportação. Em contrapartida, ficamos possuidores do nosso quartzo e não fizemos absolutamente nada com ele e dois anos depois voltou-se a exportar. Foi uma perda de tempo, na verdade, e prejudicou-se os pobres dos garimpeiros que ficaram sem emprego durante dois anos. É questão de se analisar cada caso onde vale a pena se investir em desenvolvimento, mas esse é o primeiro insumo nosso.

Dentro desse tubo são passados vapores de certos componentes. Dentro do tubo há uma reação química que faz com que se depositem películas de vidro de alta pureza. O que está se fazendo dentro do tubo é eventualmente o núcleo da fibra ótica que é aquele círculo, aquele eixo central. Esse processo se repete quarenta, cinquenta, sessenta vezes. Esse maçarico desloca-se, depositando essas camadas umas sobre as outras e no final do processo há um colapso do tubo. O tubo de fecho e o resultado final dessa primeira etapa é um bastão que a gente chama de pré-forma, que tem a ordem de 80 centímetros de comprimento, uns 15mm de diâmetro. Ele vai ser, numa segunda e última etapa, esticado na forma de uma fibra. O segundo insumo, que são esse líquidos, nós compramos numa das quatro empresas no mundo que fabricam e vendem para o mundo inteiro também. Como eu disse, os insumos que nós temos em Campinas são os mesmos insumos de qualquer fábrica no mundo da fibra ótica.

Aqui é um detalhe apenas da fabricação. Esse é um tubo de quart-

zo. São tubos maiores de 20mm de diâmetro, eles começam com um metro de comprimento. Ele fica girando num torno. Aqui é o maçarico que aquece. Isso está tudo hoje automatizado, computadorizado, são máquinas que são a receita de bolo de como variar o fluxo desses gases (foram onze anos de trabalho). Isso está guardado a sete chaves em memória de computador. Isso é constantemente mudado também, mas as máquinas são todas computadorizadas na fábrica para evitar erro humano. Demora na ordem de cinco, seis, sete horas para se fazer um bastão desses. E às vezes o técnico está brabo, o Corinthians perdeu ou coisa desse tipo, ele aperta o botão errado e sai errado. Perdem-se alguns milhares de dólares porque ele faz um erro humano. Então é necessário que esteja tudo computadorizado, hoje em dia.

A segunda etapa, e última, envolve pegar-se a pré-forma, o bastão com o núcleo (isso aqui não é oco, mas tem um vidro aqui dentro sólido e um segundo vidro por fora), levá-lo a uma estrutura vertical com seis, sete metros de altura. Funde-se a parte debaixo do bastão e puxa-se a fibra ótica, que é enrolada em tambores. Durante esse processo se reveste a fibra com uma camada de proteção, um polímero. Nós vínhamos usando silicone, agora estamos usando outra resina (Acrilat). Mas é preciso proteger apenas a fibra. Aquela pré-forma se transforma em cinco a seis quilômetros de fibra. Ela é uma transformação apenas geométrica. Só o diâmetro muda, e conseqüentemente o comprimento.

Alguns componentes dessas torres são importadas. O próprio forno de grafite tem duas ou três empresas no mundo que fabricam. Motores de corrente contínua de precisão, por exemplo, no Brasil não tem. Muitas indústrias penam com problemas desse tipo. Não há motivação, não há financiamento. Quando se tem que aumentar a produção, como o Brasil está vivendo hoje em dia, tem que importar equipamento e a balança fica desequilibrada. Desequilibrada porque você tem que começar a importar mais. Então o que se vai fazer? Tem que aumentar a sua capacidade de produção e não tem equipamento no Brasil, tem que importar. E nós hoje importamos motores de corrente contínua, de precisão, passo-a-passo. Temos alguns fabricados no Brasil, mas que não têm a precisão necessária para se puxar a fibra.

Essas torres são projetadas e montadas em Campinas por oficinas mecânicas nossas.

Numa etapa posterior, se pega a fibra, numa máquina, e se põe uma capa de um outro polímero mais resistente em volta da fibra. Então, já temos a fibra revestida, um revestimento primário e um secundário, no caso específico, por exemplo, nylon.

Isto é feito numa extrusora muito semelhante a uma que faz revestimento em cobre, apenas com mais precisão mecânica, principalmente. Depois disso o produto tem que ser caracterizado em controle de qualidade. Então, é uma série de medições que seguem rigorosamente os padrões internacionais. Esse é um outro detalhe muito importante.

Nosso gerente de controle de qualidade, por exemplo, vai de dois em dois anos a reuniões no exterior, onde indústrias de vários países se reúnem para determinar não só padrões internacionais, mas métodos de medição padronizáveis para evitar o comentário possível de que nós

obtivemos um resultado bom porque mexemos um pouquinho em medição. Então é muito importante que a caracterização feita por nós seja igual à que é feita no exterior. E isso já nos permitiu iniciar a exportação, como já foi iniciada.

Em termos de aplicações de produtos, sem dúvida nenhuma é telecomunicações a principal, aqui e no mundo inteiro. Porque permite a substituição de um cabo de cobre bastante grande. Vocês já tiveram a oportunidade de ver na rua. Aqui ao lado da calçada, é só abrir aquelas tampas de bueiros e ver lá dentro aqueles cabos enormes que são substituídos por cabos muito fininhos com uma capacidade muito maior de transmissão.

Nós temos no momento uma necessidade de telefone enorme no país para acompanhar, inclusive, o desenvolvimento, além de cobrir a demanda que é ainda reprimida. E essa tecnologia vem a calhar em tempo com as necessidades do país.

Entretanto, há outros mercados como por exemplo de telemetria e telecomando em subestação elétrica, onde o sinal enviado pela fibra é inteiramente imune à interferência eletromagnética em geral, o que não é o caso de um fio de cobre que se induz nele uma corrente devido a um campo.

Um outro campo de aplicação: nós já fizemos várias instalações em São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília. No próprio processamento de dados do Senado Federal, os senadores têm lá um terminal que afeta o computador de bancos de dados e o sinal vem de um concentrador do computador até um equipamento fabricado por uma outra empresa do grupo, a ABC-Dados, e envia sinal via fibra ótica até aqueles dois prédios centrais e torna-se imune à interferência. Torna-se muito mais econômico, ao invés de se usar cabos coaxial, bastante caros e pesados.

Então, nós temos o sistema lá operando, nós mesmos instalamos há uns 6 ou 8 meses em bancos de São Paulo, Central Empresarial de São Paulo. Enfim, comunicação de dados, não de telefones, mas de dados de computador a médias distâncias, evitando interferências e peso devido a cabo coaxial.

E, finalmente, usos militares, que no Brasil, que nós sabemos, pelos menos por enquanto não existem, mas é um dos maiores campos nos Estados Unidos, por exemplo. Eu mesmo me formei num projeto financiado pela Força Aérea Americana em 1975, inclusive, dentro de aviões.

Um pouco da ABCX-TAL. Nós nos localizamos em Campinas, não por acidente, mas pela proximidade do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás, à Unicamp, ao CTI, e à PUC. Nós estamos continuamente em contato com os pesquisadores. Fibras óticas, hoje, em Campinas há cerca de 80 pessoas envolvidas na Unicamp ou Centro de Pesquisa da Telebrás e à ABC-XTAL, a nível de gerência técnica e pesquisa.

A fábrica tem hoje cerca de 120 pessoas, envolvendo os técnicos de produção, que trabalham em três turnos diários, inclusive aos sábados.

A proximidade com o CPq da Telebrás foi muito importante para

nós porque facilita a interação, o fluxo de informações com aquele centro. Fomos tentados a ficar no Rio de Janeiro por motivos políticos, mas resistimos a essa tentação e hoje não nos arrependemos.

Essa interação tem-se mostrado bastante efetiva e acredito que outro fator preponderante para o sucesso desse empreendimento, tenha sido a preocupação desde o início do projeto gerar recursos humanos. Repito, poucas vezes eu vejo uma orientação a nível de governo, que deveria haver, em gerar recursos humanos. Parece balela, mas é muito importante porque quando fomos montar a ABC-XTAL fabricando fibras óticas, se nós então fôssemos contratar técnicos, ou no Brasil para treiná-los, ou no exterior para vir para Campinas, ou teríamos muito tempo a gastar enquanto a fábrica viesse a funcionar até treinar esses técnicos, ou os técnicos estrangeiros iam acabar indo embora e a fábrica não ia funcionar. Então, foi uma preocupação contínua desde o início gerar esses recursos humanos para permitir à fábrica ser implementada.

Apenas uma última observação. Até o momento, absorvido um pacote de tecnologia da Telebrás que foi transferido para a ABC-XTAL, nós vínhamos atendendo o mercado local. Esse mercado envolvia enlaces das operadoras do Sistema Telebrás dentro de cidades, e como mencionei, comunicação entre computadores. E isso vinha acontecendo com instalações que se fizeram, primeiro antes da ABC-XTAL existir. O primeiro sistema foi instalado no Rio de Janeiro em 1982 e está lá funcionando até hoje. Foi um teste piloto com fibras já produzidas em Campinas, isso em Jacarepaguá, onde acompanhei a instalação (estava na Telebrás ainda).

O segundo, dentro de uma empresa de telefone privada do grupo ABC, particular. O grupo ABC tem a única empresa privada de telefonia no Brasil e lá instalamos um segundo sistema em 1984.

O primeiro sistema oficial, digamos, do Sistema Telebrás (que o primeiro foi um teste), foi instalado na Telesp em março de 1985. Hoje, a Telesp está iniciando a construção de um grande anel em volta de São Paulo, todo ele com fibras óticas e agora com uma pequena modificação, que vou apenas mencionar.

No início deste ano, nós fomos contactados pela Petrobrás, que tem várias plataformas de petróleo na Bacia de Campos, no Rio de Janeiro, e que pretendia e pretende fazer ligações entre as plataformas com a costa e com outras plataformas, usando cabos de transmissão de energia elétrica e de comunicação, usando fibra ótica. E nós, na ocasião não tínhamos o tipo de fibra que se chama monomodo, que tem mais capacidade de informação e fizemos um trabalho interessante em conjunto com a Telebrás.

Algumas vezes fomos lá, trocamos idéias e com trabalho feito dentro da ABC-XTAL chegamos a esse produto, que é o que nos permitiu exportação. Esse início de exportação só foi permitido pelo fato de dispormos desse produto com qualidade a nível internacional.

Isso traz benefícios para todos, porque aumentando a produção o custo do produto para o Brasil fica bastante menor.

Quanto ao custo, que é um aspecto importante, eu diria, o quarto aspecto importante, a ABC-XTAL hoje existe porque a Telebrás deter-

minou que nos primeiros cinco anos de operação nós teríamos reserva de mercado para o Sistema Telebrás, sem o qual não existiríamos. Essa reserva de mercado termina dentro de dois anos e meio, que é a vigência de um programa de implantação de comunicações óticas determinado pela Telebrás.

Os nossos preços, o preço da empresa maior do mundo em fibra ótica e a evolução dos preços com o tempo estão mostrados na tabela, até 1985. Em 1986, o nosso preço ficou em 27 centavos de dólar/metro, ou seja, aqui ainda uma pequena queda exponencial, mas nós estamos num preço, eu diria equivalente. A verdade é que se hoje o Brasil estivesse importando fibra ótica, não estaria pagando 27, estaria pagando algo em torno de 54 pelas alíquotas de importação. Então, eu acredito que do ponto-de-vista do custo, a qualidade já foi confirmada. O custo nós começamos com quase o triplo, fomos caindo e hoje atingimos esse valor. Em parte, porque o mercado aumentou muito.

Para os senhores terem uma idéia, nós multiplicamos por quinze a nossa capacidade de produção no último ano, o que significa comprar mais módulos de fabricação, e agora estamos para fechar um contrato de volumes ainda maiores.

Me perguntaram se a gente fez magia aqui, como é que a gente consegue produzir a preço muito mais barato do que lá nos Estados Unidos por exemplo. Quer dizer, magia não dá para fazer e a resposta para isso é muito simples e direta. O investimento que o CPQ da Telebrás fez no desenvolvimento desse projeto, e eu sei porque fui eu que gastei esse dinheiro todo, foi da ordem de 15 milhões de dólares em 11 anos, acumulando tudo, equipamentos, pessoal, etc.

Nós calculamos, uma vez na Telebrás, se a Telebrás estivesse depreciando o custo desse desenvolvimento no produto nosso preço teria subido para 3,5 dólares nessa ordem de grandeza. Então, é um outro benefício na verdade que a Telebrás traz e que divulga pouco também. Ela deveria divulgar mais esse benefício.

E, finalmente, a perspectiva que temos em futuro próximo, muito próximo, acho que vai ser benefício para todos, todas as instalações até agora no Brasil são dentro de cidades como eu falei. Hoje em dia eu estou em Campinas para ligar para a ABC-XTAL no Rio de Janeiro para falar com o Simão, por exemplo, muitas vezes o sinal cai antes de completar a ligação. Isso significa que a ligação entre São Paulo e Rio de Janeiro, que é feita por micro-ondas, já está abarrotada de canais, ou seja, não tem mais capacidade de informação. Assim como Curitiba-São Paulo, São Paulo-Brasília, etc.

Nós não vamos estar inventando a roda porque no mundo inteiro o enlace de cabo de fibra ótica já está sendo instalado em grande escala. O mercado hoje nos Estados Unidos é da ordem de 2 milhões de quilômetros por ano, varrendo de norte a sul, de leste a oeste, e a expectativa nossa, que é bom para a gente, vamos vender mais, quer dizer, fazer mais lucro, contratar mais gente, enfim, é bom que isso aconteça em breve no Brasil. Breve, eu diria em dois anos, teremos enlace de longa distância, e eu soube que Curitiba já está dentro do planejamento de se ligar via cabo ótica com São Paulo. Isso eu acho que vai ser bastante positivo para todos nós.

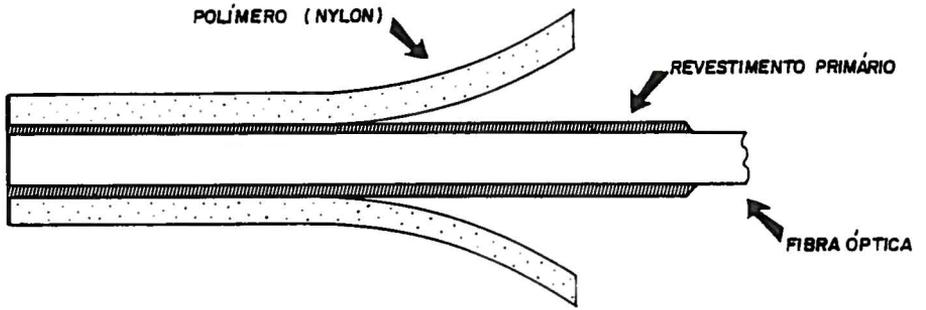


FIGURA 01 - ESTRUTURA DA FIBRA ÓPTICA

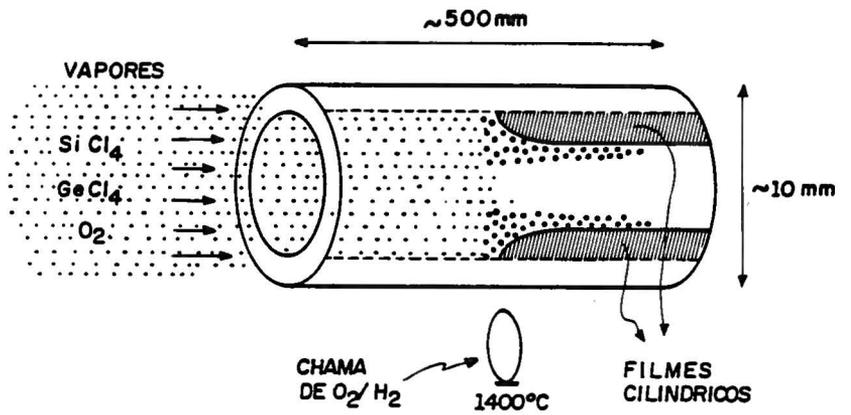


FIGURA 02 - PRIMEIRA ETAPA DE FABRICAÇÃO : CONFEÇÃO DE PRÉ-FORMAS, POR DEPOSIÇÃO DE CLORETOS OXIDADOS.

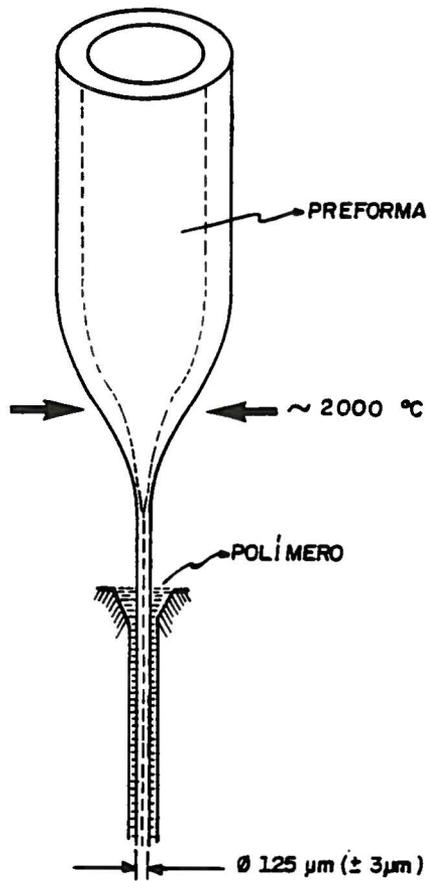


FIGURA 03 - SEGUNDA ETAPA DE FABRICAÇÃO: PUXAMENTO DA FIBRA.

## DEBATE

### MÁRIO LESSA SOBRINHO

(MInerpar)

*O custo mostrado foi em relação ao custo americano. Eu perguntaria qual o relacionamento que existe entre o custo da fibra ótica com o fio de cobre que ela substitui no Brasil?*

### JOSÉ MAURO L. COSTA

O metro de fibra ótica é muito mais caro do que um metro de fio de cobre. Nem sei exatamente o valor do metro de fio de cobre hoje em dia. Mas, quando uma empresa telefônica, por exemplo, quer instalar um sistema de telefone numa cidade, o que ela vê é o custo global de instalação, ou seja, quantos dólares custa um canal instalado, ou seja, o preço da fibra, o preço do cabo, o preço da instalação do cabo, o preço dos equipamentos utilizados na instalação, o preço dos equipamentos terminais, etc.

Há um ano atrás, num sistema convencional com cabo de fio de cobre custava na ordem de mil dólares por canal. E o sistema com fibra ótica custava 950 dólares por canal. Eu não sei o valor hoje, mas acredito que tenha caído para pelo menos a metade, ou seja, dependendo do comprimento do sistema, eu acredito que hoje já esteja pela metade. Isso depende também da utilização total do sistema, ou seja, um cabo com 24 fibras permite  $12 \times 480 = 6.000$  canais. Então, é necessária a utilização plena do sistema com fibra ótica para ele ser econômico, o que significa a utilização entre grandes centros urbanos, por exemplo. Então, acredito que hoje esteja pela metade do preço.

### EDGAR ZANOTTO

(UFScar)

*Eu tenho acompanhado esse projeto praticamente desde o início. Também trabalhava em vidros nessa época, em 1976 e, sem dúvida é um dos exemplos mais gritantes de interação universidades-centros de pesquisa e meio produtivo. Agora me surge mais uma pergunta de cunho estratégico. Eu conheço a história, quem foram as pessoas que começaram, você foi um dos pesquisadores que iniciou na Unicamp. Minha pergunta é a seguinte: quem foi o responsável pela idéia da implantação do projeto no Brasil, quer dizer, foi um grupo de pesquisadores da Unicamp que procurou financiamento ou foi a Telebrás ou o Governo que solicitou ao grupo de pesquisadores da Unicamp que iniciasse o projeto?*

Essa é uma pergunta interessante.

Eu acredito que os dois, realmente foram os dois. Havia na Unicamp, em 1975, um projeto de laser de semi-condutor que era um projeto relacionado à tecnologia de comunicação ótica. Embora, não na ocasião com o objetivo de desenvolvimento de produção. E naquela mesma ocasião o ex-diretor do instituto, depois coordenador das faculdades, já falecido, o Sérgio Porto, que eu tive o prazer de conhecer, contactou a Telebrás dizendo que já estava sendo feito o projeto laser. Por que não fazer também fibra ótica? Eu sei disso porque eu estava, ainda em 75, nos Estados Unidos, e recebi uma carta dele convidando para eu vir trabalhar. Ele me conheceu na ocasião, eu tinha acabado de me formar e ele conhecia meu ex-professor. Agora, o curioso é o seguinte: o Sérgio Porto queria fazer fibra ótica, não na verdade para telecomunicações e sim para estudar interação de luz com material, uma vez que aí você teria não o que tem numa célula de 2 ou 1 centímetro, mas em quilômetros de distância. Então, o interesse dele e isso é importante do ponto-de-vista histórico, não era na verdade tecnológico (não digo isso porque ele morreu, porque na ocasião discutíamos isso também), e sim mais acadêmico. Ou seja, ele viu na fibra ótica um meio de estudos científicos onde você teria uma distância muito maior de interação de luz com matéria podendo, portanto, estudar efeitos, por exemplo, de segunda ordem, interação de luz com matéria, efeitos não lineares, etc, muito melhor do que pequenas distâncias. Mas, o que acabou acontecendo é o que todos nós sabemos, eu acho que felizmente, quer dizer, não houve uma concentração do ponto-de-vista acadêmico e sim, tecnológico. Eu não tenho nada contra o trabalho acadêmico, mas os dois são necessários. Então, o primeiro coordenador do projeto da Unicamp foi um americano que já voltou para os Estados Unidos. Ele assumiu quando o projeto começou e ele indo embora, eu fiquei no lugar dele. Mas, acredito que quem teve primeiro a motivação inicial para comunicação ótica foi a própria Telebrás, aliás, com muita visão, porque foi numa época em que não havia ainda comercialização em grande escala no mundo. E segundo, o Sérgio Porto, ele era para ser o primeiro coordenador do projeto, inclusive, mas por questões políticas, deixou de ser. Então, foi um processo em que não houve um grande homem que assumiu aquilo, isso não aconteceu.

**BORIS SITNIK**  
(COPEL)

*Eu queria saber se o senhor tem alguma informação sobre cabos para uso em aplicações para energia elétrica, ou seja, cabo ótico junto com cabo de cobertura ou junto com cabo de fase. Em que pé está isso em termos de produção no Brasil.*

## JOSÉ MAURO L. COSTA

Em termos de aplicação no campo de energia elétrica em 1981, há cinco anos atrás a Telebrás, (inclusive eu estava ainda na Telebrás na ocasião), nós instalamos em conjunto com o Centro de Pesquisas da Eletrobrás, na subestação de Caioba, Americana, Companhia Paulista de Força e Luz, um sistema de monitoração do estado de um disjuntor de 138 mil watts, se não me engano. Depois disso houve um trabalho feito pela Pirelli que faz cabos num pára-raio, se não me engano, na hidrelétrica de Tucuruí. O único outro sistema que eu sei no momento é esse da Petrobrás, na Bacia de Campos. Nós estamos fazendo a fibra ótica e a própria Pirelli está fazendo o cabo que tem três condutores elétricos e fibras óticas no meio. Então, esse setor não é um setor que se desenvolveu tanto, quer dizer, ainda.

Muita gente pergunta por que é que está tudo equacionado para telecomunicações, quer dizer, não só existem cabos padronizados hoje sendo instalados Brasil afora, mas um tipo de cabo com várias fibras e quantidades de fibras diferentes. Todos os equipamentos de transmissão são padronizados e homologados hoje em dia e muita gente pergunta por que não tem isso para outros setores.

E, infelizmente a resposta é simples. Quem bancou isso nos últimos vinte anos foi a Telebrás, e obviamente ela fez para o seu próprio sistema. Quer dizer, o CEPEL tem ultimamente realizado algum trabalho. Nós estamos fazendo agora, por exemplo, para eles acopladores óticos na própria X-TAL com tecnologia nossa, e um sistema que vamos instalar em Florianópolis, na Eletrosul. Mas, não há muita quantidade de trabalho ainda porque está começando agora. O mais importante é que já foi iniciado.

## BORIS STNIK

*Eu li qualquer coisa que em Nova Iorque estaria sendo substituída toda a fiação por fibras óticas. E pela sua exposição dá para entender que essa fiação é de comunicações e não elétrica?*

## JOSÉ MAURO L. COSTA

Sim, fibra ótica é utilizada como meio de transmissão de sinais de luz que portam informação, nunca energia. Então, cobre não vai ser substituído para aplicação de energia elétrica.

## GINA PALADINO

(Concitech)

*Você disse que a ABC-XTAL tem uma reserva de mercado de cinco anos. Eu queria saber se essa reserva é para a empresa ou é para o mercado nacional, porque como você mesmo falou, o mercado para esse tipo de produto está explodindo. E seria possível outra empresa entrar hoje no mercado e receber essa tecnologia da Telebrás, ou não?*

## JOSÉ MAURO L. COSTA

Nós temos reservas de mercado. Essas reservas são exclusivas para o sistema Telebrás. Quer dizer, não é uma reserva de mercado para o país inteiro. Gostaria que assim fosse, mas não é. Essa reserva de mercado do sistema Telebrás dura 5 anos, ou seja, termina na metade de 1989. Quanto à entrada de outras empresas, sim, está aberta para outras empresas entrarem, apenas elas não vão poder vender para o sistema Telebrás até agosto de 1989 porque há um contrato assinado entre as partes nos termos da reserva de mercado.

Eu queria fazer um minuto só de comentário sobre reserva de mercado porque é algo que me preocupa um pouco. Reserva de mercado é uma das coisas mais mal-interpretadas hoje no Brasil, infelizmente. O Japão fez uma reserva de mercado inteligente porque não divulgou. Quer dizer, negociavam com as empresas depois da Segunda Guerra Mundial, iam lá, falavam, investimentos daqui, dali, mas na hora de comprar, não compravam de nenhuma empresa que não fosse japonesa.

Eu tive uma vez a oportunidade de conversar com o Senador Roberto Campos, no escritório dele no Rio de Janeiro. Ficamos conversando sobre esse assunto, porque ele é bastante contrário à reserva de mercado sobre todos os aspectos. E no caso específico de você precisar ter um empreendimento brasileiro, de um grupo brasileiro, com tecnologia brasileira viabilizado, não há alternativa você dar reservas de mercado. Você pode ter por algum tempo, a empresa exige, mas é muito fácil para um grupo forte financeiro no exterior, por exemplo, vender fibra ótica a um custo zero, ou melhor ainda, pagar para quem compra fibra ótica nesses cinco anos. Isso, eu acho que por outro lado, você não pode fazer indefinidamente. Tem que dar um prazo para que a empresa venha a se firmar e depois disso tem que largar. É mais, durante a reserva de mercado, deve haver um sistema extremamente eficiente de cobrança de resultados, de melhorias de processo produtivo, de queda de preços, que é o que a Telebrás vem exercendo sobre nós ativamente. Quer dizer, o que existe às vezes, é um cartório de reservas de mercado onde a empresa fabrica um produto ruim ou etiquetado como brasileiro e usufrui dessa reserva de mercado de uma forma errônea. Quer dizer, de novo, o importante eu acho é ter ou não ter reserva de

mercado. O mais importante é que nós, povo, paguemos um preço justo por um produto bom.

Se for uma empresa para fazer isso ou quinze, não importa. Se for necessário que só uma faça, nesse caso foi. Esse preço que atingimos, se houvesse mais uma outra empresa, quase que mais ou menos por lógica, o mercado seria dividido por dois. Então, o nosso preço teria que subir e o povo brasileiro estaria pagando mais caro por metro de fibra. Então, às vezes a gente pega num problema que não é o principal. O problema não é existir ou não reserva de mercado. O problema é o Brasil dispor ou não de um produto bom e de bom preço. Se for preciso a reserva de mercado para isso, tem que ser feita. Agora, não permitir que o produto seja ruim e o preço exorbitante. Eu sou fiel defensor da reserva de mercado desde que seja muito bem controlada, como aliás está sendo (eu sou suspeito de falar) no caso da fibra ótica.



7

8

9

10

11

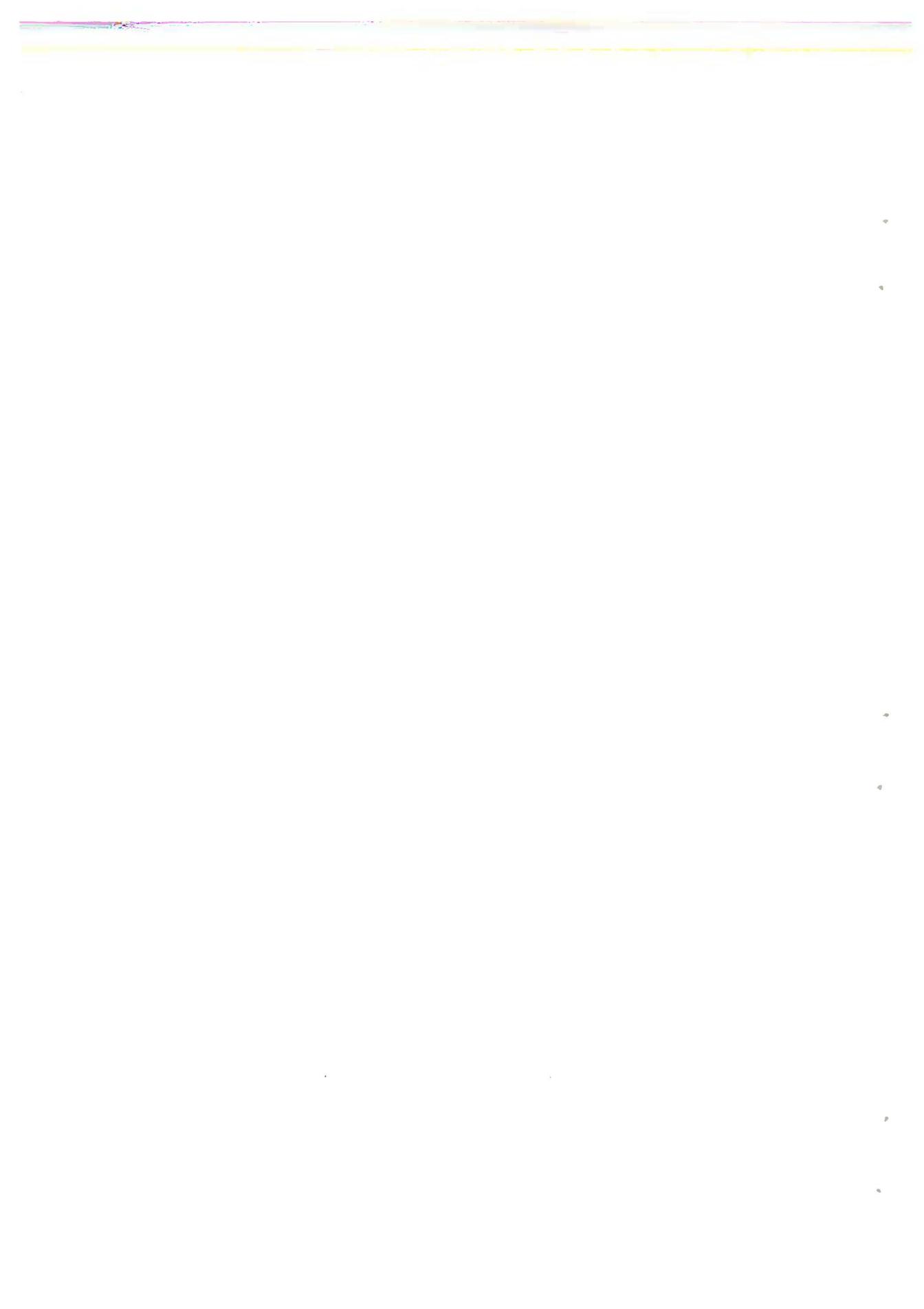
12

**APLICAÇÕES DO TALCO E DO XISTO  
DE SÃO MATEUS DO SUL  
COMO CARGA DE POLIPROPILENO**

Conferencista

**REGINA S. V. NASCIMENTO**

Professora e pesquisadora do Instituto de Química, UFRJ



Essa utilização é vasta tanto em áreas como embalagens, brinquedos, utilidades domésticas, como em áreas mais de engenharia, como indústria automobilística e equipamentos elétricos.

Existe uma tendência hoje muito grande por parte de uma série de indústrias, principalmente a indústria automobilística, de substituir peças metálicas por peças plásticas.

Essa tendência é devida não só a motivos econômicos, mas também por motivos técnicos. Por exemplo, um componente para uma indústria automobilística produzido em plástico vai ter menor densidade. Por conseguinte, a peça vai ser mais leve e o automóvel mais leve, vai consumir menos combustível, essa peça não vai sofrer corrosão, etc.

Atualmente, existe um automóvel produzido na Inglaterra que possui cerca de 100 quilos de plástico e a previsão é de que até 1990 ele possua 130 quilos de plástico. Um automóvel médio americano deverá possuir cerca de 220 quilos em plástico. Isso, plástico de uma maneira geral. É claro que só parte desses plásticos seriam carregados com minério.

Existe também uma tendência de substituir esses plásticos, que são os chamados "plásticos de engenharia", que são plásticos caros como ABS, por plásticos mais baratos, como polipropileno, carregados com minerais do tipo talco.

Uma prova de que esses minerais carregados estão adquirindo cada vez mais uma maior confiabilidade é que a indústria automobilística é muito exigente em matéria de propriedade mecânica dos materiais usados. A Ford, em 1984, produziu pelo menos um dos modelos dela com pára-choque em polipropileno carregado com 20% de talco. Então, essa é uma prova de que esses materiais estão adquirindo cada vez mais confiabilidade de mercado. Esse é realmente um mercado em expansão.

Ao se incorporar uma carga mineral a um plástico, uma série de propriedades melhoram e outras pioram. Por exemplo, existe um aumento de rigidez, um aumento no módulo de elasticidade do material, o que é uma grande vantagem. Na verdade, talvez seja uma das principais vantagens de se utilizar uma carga mineral. Existe um aumento de resistência à tração, dependendo do material, ou uma diminuição. Existe uma diminuição da fluência e isso também deriva da carga mineral em plástico.

As fibras térmicas aumentam a estabilidade dimensional, também uma grande vantagem porque muitos materiais poliméricos, principalmente os semi-cristalinos, ao serem moldados sofrem contração e pode então haver uma distorção da peça ao sair fora do molde. Então, a carga mineral consegue dar uma estabilidade dimensional às peças.

Estabilidade térmica, principalmente para componentes que vão ficar, por exemplo, debaixo do capô do automóvel, quer dizer, perto de fontes térmicas, fontes de alta temperatura.

Existe uma variedade enorme de cargas minerais que são utiliza-

dos hoje nos polímeros. Essas cargas variam em composição mineralógica, podem ser carbonatos, óxidos, silicatos e variam também em forma. E a composição química e mineralógica vai ter uma influência grande no desempenho desses materiais. Então, a composição química e mineralógica do mineral é muito importante no desempenho final do mineral.

Quanto maior for a interação entre a partícula de minério e a matriz polimérica, melhor vão ser as dispersões das partículas no meio polimérico. A dispersão é crítica no sentido que a presença de aglomerados trazem conseqüências catastróficas para as propriedades mecânicas do material.

A adesão da matriz polimérica também vai depender da composição química e mineral de cada carga. Quanto maior essa adesão, maior vai ser o módulo do material, maior vai ser a resistência à tração.

A estrutura cristalina do polímero pode também ser modificada pela natureza da carga mineral, principalmente se ele for um polímero semi-cristalino.

Existe uma série de minerais que são capazes de nuclear os polímeros semi-cristalinos. Então, ao se nuclearem eles modificam a morfologia cristalina e modificam o grau de cristalização do polímero e isso tem conseqüências nas propriedades mecânicas do material final.

Como eu estava falando, essas cargas podem variar incrivelmente em forma. Partículas esféricas ou com alta esfericidade, como o carbonato de cálcio, vão produzir materiais com maior resistência a impacto, porém um menor módulo de elasticidade. E partículas laminares ou fibrilares vão produzir materiais com menor resistência ao impacto e maior módulo de elasticidade.

Existe no mercado dos minerais utilizados uma busca de um balanço de propriedade. Quer dizer, não existe ainda um mineral que vai conferir o material ideal. Existe hoje uma busca sempre de se encontrar um melhor balanço, aquele mineral que vai produzir o material que melhore ao máximo as propriedades positivas e não piore as indesejáveis.

Então, por causa desses fatores e também pelo fato do motivo do nosso trabalho. Ele nasceu dessa necessidade de encontrar novas cargas para plásticos e, também com essa história do xisto de Irati.

O xisto é retornado na usina de São Mateus do Sul, que em breve produzirá cerca de 120 toneladas/dia de material retornado. E 90% desse material retornado consiste em rejeito. Esse rejeito tem que ser descartável e descarte é extremamente dispendioso por motivos ecológicos, pelo fato do material retornado possuir poluentes. Então, qualquer projeto que viessem a utilização desse rejeito é extremamente importante pelo fato de baixar o custo de produção de óleo de xisto. Daí nasceu a idéia de se utilizar o xisto retornado de Irati como carga de polipropileno.

A escolha do polipropileno foi devido ao fato do polipropileno ser um dos polímeros que mais lucram em termos de propriedades mecânicas com incorporação de carga mineral. E também pelo fato de ser produzido em larga escala e ser também um dos polímeros mais estudado

em Cambridge, na época que estive lá. Então, nosso trabalho utilizou xisto polimizado, que é o xisto retornado de Irati, xisto calcinado que foi o xisto polimizado calcinado a 600°C e, portanto, livre de matéria orgânica. O xisto polimizado é preto e o xisto calcinado tem uma coloração róea. E um talco chamado "Reichan", que é um talco chinês produzido lá na Inglaterra, e é um talco utilizado pela indústria de polímeros da Inglaterra.

Então, qualquer projeto que vise avaliar uma carga como um mineral como carga de plástico deveria em princípio obedecer às etapas descritas a seguir.

A primeira etapa seria a caracterização da carga. A segunda seria o processamento dos materiais, quer dizer, produzir os materiais. A terceira seria a caracterização da micro-estrutura desses materiais e, finalmente, a avaliação dos resultados mecânicos.

A caracterização da carga mineral inclui análise química e mineralógica desse material, análise morfológica, que é a análise da forma dessas partículas para saber que tipo de propriedades mecânicas pode-se esperar desse material, análise granulométrica, que é muito importante. O tamanho da partícula tem um efeito drástico nas propriedades, densidade e áreas específicas. Essas seriam as análises que deveriam ser feitas na primeira etapa de avaliação de um mineral como carga de polipropileno.

Na análise química, o xisto, além dos óxidos que seria de se esperar, mostrou conter uma certa quantidade de  $Fe_2O_3$ , que na ocasião nos preocupou um pouco. A presença desse óxido poderia significar que ele poderia atuar como catalizador de uma redução térmica durante o processamento do material. Mas, mais adiante foi verificado que tal não ocorreu.

A análise mineralógica do xisto mostrou que ele possui caulinita e mica, dois minerais que são vastamente utilizados pela indústria de carga de polipropileno. Foi, então, mais um encorajamento no sentido de se utilizar o xisto como carga de polipropileno.

A fração utilizada por nós no nosso trabalho foi a de classificado 2, que está praticamente toda menor que 12 micra. As frações de talco estudadas são ligeiramente menos finas que as do xisto. O talco principalmente estudado foi o talco 325, que é um talco muito menos fino do que o xisto utilizado.

As partículas de xisto têm uma certa esfericidade. Elas têm uma razão entre maior eixo e menor eixo que é pequena, o que nos levou a prever que eles comporiam materiais de maior resistência ao impacto e menor elasticidade.

No xisto calcinado a forma das partículas mudou ligeiramente devido ao aumento da presença de mica. Uma maior quantidade de partículas laminares fez-nos prever também que o material deveria compor materiais com maior módulo de elasticidade.

As partículas de talco como todo mundo sabe são de maneira geral, laminares. O que é um dos fatores que leva o talco a compor materiais com modo de elasticidade maior do que os outros minerais.

Então, o xisto classificado é levado à análise granulométrica e

análise morfológica. Em seguida ele é misturado a seco em misturador, onde é misturado a um agente de acoplamento. A principal função desse agente de acoplamento é modificar a química da superfície da partícula de maneira a aumentar a interação entre a partícula e a matriz polimérica. O agente de acoplamento que utilizamos, que surtiu maior efeito, foi um titanato produzido pela Kericher chamado KRTTS. Esse titanato fez maravilhas com a dispersão do xisto.

Os materiais iniciais obtidos apresentaram aglomerados enormes que foram um desastre à resistência ao impacto desses materiais. Com 2% de titanato, esse número praticamente dobrou. Então, o titanato foi realmente capaz de diminuir a presença de aglomerados no material.

Após o tratamento com agente de acoplamento, o material volta para o misturador e então é misturado com polipropileno, é levado à extrusora. Na extrusora ele é fundido, misturado e depois de resfriado num banho de água ele é granulado. Esses grânulos são analisados no sentido de se verificar se o processo alcançou os objetivos, isto é, se houve uma dispersão das partículas na matriz polimérica e se houve alguma degradação do polímero durante o processamento devido ao excesso de temperatura, à presença de óxido de metais de transição ou devido, ainda, ao excesso de cisalhamento durante a mistura.

Então, a microscopia ótica mostra que houve uma dispersão, se existem aglomerados.

A cromatografia de permeação em gel vai dar dados sobre o peso molecular do polímero que cai, se houver um excesso de degradação térmica ou mecânica.

E a espectroscopia de infra-vermelho vai indicar se houve variação térmica, também com presença de carbonilados no polímero.

Os grãos de material composto então são moldados em corpo de prova, que é também submetido à microscopia eletrônica para se verificar se houve um acoplamento entre as partículas e a matriz polimérica. Como dissemos, há conseqüências nas propriedades mecânicas.

A microscopia eletrônica vai mostrar se houve um acoplamento entre as partículas e a matriz.

A colorimetria diferenciada de varredura vai nos dar a indicação de que o mineral atuou como agente nucleante, o que também vai ter um efeito muito grande nas propriedades mecânicas do material.

Se um mineral atua como agente nucleante, ele vai fazer com que a temperatura de cristalização do polímero aumente. Então, com esse dado podemos verificar que o talco a pequenas concentrações é capaz de atuar como um excelente agente nucleante. Isso vai ter uma influência grande nas propriedades mecânicas do material, porque, certamente ele vai aumentar o grau de cristalinidade do polipropileno e vai aumentar a rigidez. O xisto calcinado teve um desempenho intermediário e o xisto pirolizado atuou como nucleante, mas não tão fortemente quanto o talco.

Então, entramos na última fase, que seria a avaliação do desempenho mecânico desses corpos de prova.

É muito interessante de se ver como o carbonato de cálcio influi, ou deteriora pouco, a resistência ao impacto do polipropileno, porque

no polipropileno sem carga seria 28 joules. E aparentemente seria possível se colocar até 40% de carbonato de cálcio sem degradar essa propriedade. A partir de então, a resistência de impacto começa a cair.

Já com o talco a pequenas quantidades, a resistência ao impacto cai drasticamente. E o xisto ficou entre os dois, o xisto calcinado e o xisto pirolizado. O isto pirolizado ainda se mantém até uns 30% e depois ele cai.

É claro que eu digo aparentemente, porque na verdade o que a carga está fazendo é deslocar a transição entre ductil e frágil para temperaturas maiores.

Então, a posição do xisto é intermediária entre o talco e o carbonato de cálcio.

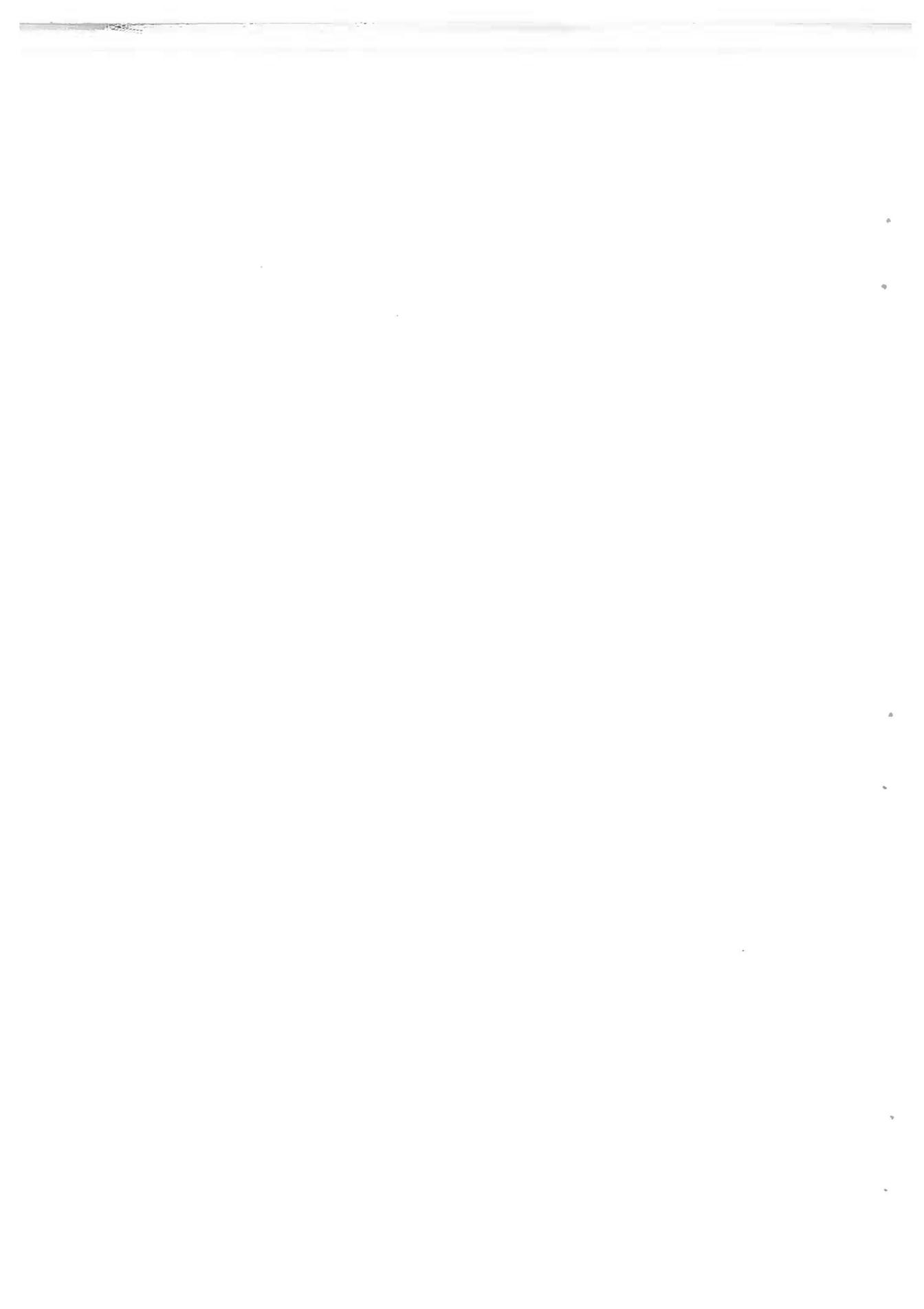
Vejamos, agora, a influência da concentração de carga na resistência da à tração no ponto de escoamento. De uma maneira geral, em polipropileno as cargas minerais tendem a diminuir a resistência à tração. Porém é muito interessante notar que a 10% o talco, pelo menos esse talco utilizado, aumentou barbaamente e isso está completamente de acordo com aqueles dados de aumento da temperatura de cristalização provocada pelo talco, quer dizer, exatamente a 10% coincide com um tipo de aumento de temperatura de cristalização.

Então, seriam na verdade dois efeitos contrários, um de enfraquecimento do material e outro provocado pela nucleação de talco.

E, para terminar, vou ler o que seria para mim a principal conclusão. É que existe um enorme potencial para utilização de minérios como talco, carbonato de cálcio e caulinita que não tiveram ainda a oportunidade de serem devidamente caracterizados e avaliadas como cargas de determinandos polímeros. A indústria brasileira de transformação se ressentida da inexistência de um fornecimento de minérios para carga de polímeros, minérios esses que têm seu uso devidamente caracterizados, beneficiados e avaliados como carga, e de informações sobre o desempenho desses materiais testados, que deveriam acompanhar o fornecimento de material.

Não sei se ficou claro essa última conclusão, mas eu acho que existe um campo enorme a ser desenvolvido e no sentido de se tomar uma atitude mais agressiva por parte dos produtores de minérios, os mineradores, no sentido de produzir realmente e não simplesmente fornecer minerais que são vendidos em bruto. Eles passam então o problema para os transformadores, que vão ter que beneficiar e concluir quais as melhores contribuições que esses minerais podem conferir ao plástico.

Era só isso. Muito obrigado.



**ESTRATÉGIA DO MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA PARA NOVOS MATERIAIS  
INDUSTRIAIS: RELATO DA COMISSÃO DE  
NOVOS MATERIAIS**

**Conferencista**

**HELENA LASTRES**

**Secretária-Executiva da CNM do MCT, CETEM/RJ**



O Ministério da Ciência e Tecnologia, dentro de suas prioridades, estabeleceu cinco campos de atuação principal: biotecnologia, química fina, engenharia de precisão e novos materiais. E esse ano resolveu criar uma Comissão de Novos Materiais, da qual fazem parte as agências do Ministério da Ciência e Tecnologia (daqui para a frente vou chamar de MCT), a FINEP, a SEI, o CNPq e o INT. O objetivo maior dessa comissão é articular e coordenar a política a nível das agências. Como os senhores sabem, principalmente a FINEP vem financiando já há alguns anos projetos nessa área de novos materiais. Inclusive temos aqui a presença do chefe da divisão de novos materiais na FINEP, Doutor Alufio, que vai participar da mesa a seguir. Então, a idéia maior dessa comissão é articular essas agências que vêm trabalhando nessa área, para se ter uma ação mais coordenada, e até tentar, dentro dessa ação mais coordenada, angariar um volume de recursos mais substancial para aplicar no fomento, desenvolvimento científico e tecnológico dessa área, que foi considerada pelo ministério como prioritária.

Eu queria então passar a discutir, de apresentar para os senhores basicamente qual é a filosofia do grupo, quer dizer, qual é a filosofia que a Comissão de Novos Materiais do ministério pretende implantar dentro do que a gente está chamando um programa nacional de desenvolvimento científico e tecnológico para novos materiais. O que são novos materiais? Como é que isso chega no Brasil, que vantagens e desvantagens, que deslocamentos nós vamos ter? Como é que as ações de financiamento, fomento à pesquisa devem ser referenciadas num quadro mais geral de reflexão? O que vale a pena para o Brasil, o que não vale a pena, o que vai ser importante, quais são os espaços que a gente enxerga?

Eu acho interessante ressaltar que algumas das colocações feitas ontem nas apresentações, bem como discussões pela platéia, eu vou pretender retomar aqui agora para arrumar uma discussão mais geral.

Bom, então a primeira delas, e houve um questionamento desse ontem na reunião, e o que é que são os novos materiais, são novos mesmo, ou não? Então, primeiro, gostaria de ressaltar que podem ser combinações, associações, etc. de materiais já tradicionais ou propriamente novos. A maior parte dos materiais que a gente vem discutindo, são associações e combinações de velhos materiais utilizados de forma completamente diferente, com todo um processamento tecnológico diferenciado. Mas enfim, é o que se falou ontem na reunião. A tabela periódica é a mesma e permanecerá a mesma não se sabe por quanto tempo mais.

Agora a idéia de que nós estamos passando por uma reestruturação do padrão de acumulação e produção mundial. Quer dizer, os economistas costumam analisar essa coisa dos ciclos econômicos e tecnológicos e basicamente balizar em estágios diferenciados.

O mais famoso estabilizou em cerca de cinqüenta anos, e de uma certa forma era esperado nesse final dos anos 70 e início dos anos 80

uma reversão do ciclo. A gente consegue identificar alguns movimentos de declínio generalizado, a nível internacional, de uma estrutura que se pode considerar portanto exaurida e a expansão de novas estruturas, de novos caminhos para o crescimento.

No caso de materiais, o que a gente pode enxergar é que de uma certa forma havia uma expectativa de que esse novo ciclo de expansão começaria no final dos anos 70 e se desse basicamente repousado numa matriz energética nova, assim como o último ciclo foi mais ou menos considerado como associado à introdução do petróleo como energético fundamental para a indústria como um todo. Propriamente a indústria nuclear, como os senhores sabem, não decolou. Então o que houve foi basicamente uma "não vamos mudar a matriz energética", nós vamos transformar os insumos energéticos numa coisa muito menos importante do que era anteriormente. Se a gente for considerar o que é que é informática, o que é que é informática, o que é química fina, o que são novos materiais, o que são todos esses segmentos, a gente vai conseguir compreender a unidade que tem como base uma estratégia de diminuição fantástica de insumos energéticos, seja na produção dessas coisas, seja falando na informática como elemento de um processo produtivo. O que ela otimiza e diminui o consumo também de energia, e principalmente energia e até na utilização. Quer dizer, os novos materiais são consumidores de energia na própria produção e também na utilização, quando eles são utilizados nos setores a que se destinam.

Bem, então é basicamente isso que está mais ou menos sublinhado: a gente tem uma série de alterações e algumas se dão mais rapidamente que a outra. Evidentemente, quem está no bojo de quais são os setores que vão liderar a expansão daqui para frente no próximo ciclo, é informática e junto com eles os outros setores relacionados. Evidentemente, as transformações vão se dar em alguns segmentos de forma mais veloz. É que no bojo dessa estratégia está a definição de uma política, de uma meta que a gente pode identificar, basicamente nesses países de economia mais desenvolvidas. O Japão lidera essa definição de quais são os novos caminhos, porque certamente o que a gente está vislumbrando dessas novas áreas de expansão, é que vamos ter um consumo cada vez menor de insumos de origem natural, sejam minerais ou não, e principalmente os energéticos. Então, um país que tem condições de jogar forte num segmento que é exatamente ciência e tecnologia, tenta desviar, tenta mudar um pouco a linha de expansão da economia industrial (que como a gente estava dizendo, estava mesmo chegando a um período de declínio), e substituir, armar as bases para um novo crescimento, em cima evidentemente de áreas onde eles têm competência mais do que provada para deslanchar num processo de crescimento amplo.

O que se deve ressaltar é que a atual reestruturação do perfil de consumo e produção de materiais reflete a busca por soluções a problemas derivados da rigidez de oferta de matéria-prima. Isso a gente não está falando só na escassez propriamente e na distribuição geográfica, porque a gente sabe que nos últimos vinte anos não era tão problemática para um determinado país não dispor de recursos naturais

em suas próprias fronteiras. Quer dizer, nós vimos uma série de práticas serem efetivadas a nível de exploração e comercialização de bens minerais no mundo inteiro, que tentavam até ultrapassar essa possível pretensa barreira de fronteiras, que significam o que é de uma nação e o que é de outra. Enfim, uma série de interlaçamentos, intercâmbios e acordos comerciais que facilitaram isso, mas de qualquer maneira, é evidente que a busca é de lançar a expansão em determinados rumos que significam uma vulnerabilidade cada vez menor por aqueles países que não dispõem de insumos energéticos e recursos naturais. Então a idéia, a tônica desse processo e por que ele é desencadeado pelos países que estão na dianteira do que a gente chama Primeiro Mundo (basicamente Japão e Estados Unidos, nem tanto a Europa), a de enfatizar a produção e consumo de bens, com conteúdo tecnológico muito sofisticado e para os quais existem fontes diversificadas de fornecimento de insumos. O motor desse processo, então, passa a ser propriamente a tecnologia, ou seja, a forma de utilização dos materiais e não mais a obtenção dos mesmos.

Portanto, uma coisa que tem que ficar bem clara é que aquela estória de que o homem dominar a natureza, pode ser considerado talvez até como uma coisa obsoleta. Agora, a estória é o homem superar a natureza, nós vamos tentar produzir coisas de que nós não dispomos como dom da natureza. Se a gente está falando de fonte diversificada de fornecimento de insumos, o que a gente quer dizer com isso? A gente quer dizer não só da possibilidade de substituição dos diversos bens, como até a diminuição na escala do consumo desses bens. O que a gente quer dizer efetivamente, é que a gente tinha anteriormente uma estrutura, vamos voltar uns 30 ou 40 anos, voltada à utilização do aço, então o que é aço? Você tem toda uma estrutura montada para produção das toneladas e milhões de toneladas de ferro que são necessárias a nível mundial, anualmente, e esse insumo com essas quantidades e teores se localizam rigidamente em alguns lugares, e agora você tenta introduzir um processo de substituição desse tipo de estrutura para um outro que vai consumir o quê? Por exemplo, já que foi a tônica da reunião ontem, a gente pode citar qualquer um dos segmentos, nós vamos pegar cerâmica. O que é a cerâmica? É argila (ou em grosso português, barro) ou filigranas de zircônia, de alumina, de coisas que você inclusive pode alternar na tecnologia, pode substituir. Mas, basicamente o que você quer dizer é que você vai consumir muito pouco, então não vai estar atrelado a uma estrutura de produção de um país que tenha aquelas reservas com aqueles teores e naquelas quantidades, e vai poder alternar muito mais facilmente do que no modelo anterior, que é esse que a gente está ainda vivendo e que pressupõe vai se transformar nesse outro caso.

A conclusão dessa estória, e que não pode fugir nunca da cabeça da gente, e aí o colega da Fundação Tupy fez uma pergunta nesse sentido ontem: mas enfim, cerâmica é bom para o Japão, é um caminho fantástico para o Japão, para os Estados Unidos, mas é bom para o Brasil? E os nossos metais básicos? A gente tem um potencial mineral que não é desconsiderado, vale a pena nós mesmos investirmos em determina-

dos segmentos que vão substituir, e vão deslocar e vão fazer com que perca a importância? Toda nossa base, não só de patrimônio, mas até de estrutura produtiva, de experiência e competência de exportação desses próprios bens, naquelas quantidades no exterior, vale a pena isso? Então essa é a reflexão que a gente quer fazer, mas não desconsiderando uma série de aspectos, começando pelo principal que é se, evidentemente, a consolidação desse novo processo se fizer na direção que nós estamos prevendo, certamente isso vai ameaçar bastante a possibilidade de manutenção, pelo Brasil, do espaço conquistado a nível internacional.

Bom, evidentemente que isso é uma estratégia que leva em conta o privilégio, que privilegia a produção de bens, e um conteúdo sofisticado de tecnologia, que tem ciclos tecnológicos muito rápidos, e nós somos um país que tem poucos recursos financeiros, científicos, tecnológicos e humanos. Ontem fizeram várias comparações em número de pessoas em cerâmica, doutores em cerâmica formados nos EUA e no Brasil. Nós não somos de jeito nenhum um país de ponta, no que se refere a desenvolvimento tecnológico. Não só isso, como também naquelas áreas que a gente já tem competência, devemos ser deslocados e já estamos sendo deslocados por uma série de outros produtos. Esse quadro é muito grave e precisa de uma análise muito séria do ponto-de-vista nacional. Quer dizer, como é que a gente vai gerenciar o que está acontecendo? Porque evidentemente a gente não está falando só de mercado internacional. Quer dizer, quando a gente diz que vai haver, deverá ocorrer, e já está ocorrendo em alguns casos, mais nitidamente, um processo de deslocamento dos tipos tradicionais de matérias-primas consumidas. As exportações de insumos vão ser diminuídas nos moldes como elas hoje são realizadas por países em desenvolvimento. A gente está dizendo que isso é uma tendência no mercado internacional, agora isso pode ser repassado também para o mercado nacional, porque a gente não pode deixar de considerar que nós somos uma economia muito internacionalizada, e que algumas dessas empresas que já estão implantando essas diretrizes e estratégias no exterior, estão aqui dentro do Brasil também já realizando essas modificações. Então, a gente já está com o quadro montado.

Se vocês forem observar a indústria automobilística, ao longo desses vinte anos houve um movimento muito grande de alteração dos materiais utilizados por essas indústrias. A gente pode considerar que não houve nenhuma definição de uma estratégia nacional, se aquelas substituições deveriam se fazer ou não. Isso não é só em cima da indústria automobilística. O nosso dia-a-dia, o saco de leite, antigamente era vidro, por que substituir a embalagem do leite de vidro por plástico? Será que para o Brasil é muito mais vantajoso produzir a embalagem de plástico do que a de vidro, sem falar na coisa do meio ambiente, tipo "depois como é que você vai descartar o plástico?". Evidentemente que isso não passou por uma discussão mais ampla do que a gente deve ou não utilizar. Isso é uma estratégia dos produtores e consumidores, compradores e vendedores de leite, que para o transporte é muito mais barato você transformar naquela forma do que em outra. Então o que

eu quero dizer é que alguns dos segmentos produtivos no Brasil já introduziram essas modificações sem que haja essa reflexão do que temos, e podemos fazer. Evidentemente, não vamos tentar nada contra a onda, mas tentar ver como dela a gente pode tirar alguma coisa. Então, eu acho que a sua pergunta ontem foi extremamente bem colocada, porque muitas vezes o processo decisório sobre o que produzir, o que substituir, não está no controle nacional. Vamos dizer assim, você tem a empresa que seja privada dos estrangeiros e ela tem decisões que nem sempre se coadunam com os interesses maiores do país. Isso é evidente, é óbvio, então se vale a pena substituir, ou não, se essas coisas devem ser feitas ou não, acho que as empresas estão definindo em função do campo de análises que elas têm e o governo efetivamente tem que se posicionar também a respeito disso para orientar melhor pelo menos os seus incentivos e financiamentos.

A conclusão é que evidentemente a gente deve considerar a oportunidade de se buscar caminhos novos e soluções próprias que podem ser geradas, tendo em vista as prioridades nacionais.

É preciso repensar essa questão colocando a situação nacional como determinante da análise. Que novos materiais deveriam ser produzidos no país, em que grau e que rumos poderíamos direcionar as transformações presenteadas a nível de perfil industrial?

Outra coisa que eu gostaria de chamar a atenção dos senhores, que sempre estamos falando em novos materiais, estamos pensando na substituição de um bem por outro. Assim, a tônica agora não é mais o aço, o minério de ferro, o que acontece com o minério de ferro, que importância vai deixar de ter, que tipo de reação vai haver no mercado internacional e nacional de ferro, que declínio vamos ter, que tipo de prejuízo a Vale do Rio Doce vai ter como a maior comercialização de minério de ferro do mundo. Aliás, ontem eu ouvi no jornal das onze horas que a Vale fechou o orçamento desse ano com prejuízo. Enfim, todo esse tipo de coisa temos que pensar que não é só uma questão de a Vale do Rio Doce deixar de produzir minério de ferro, ou alumínio, ou cobre, os novos metais com que ela ampliou a sua atuação, mas o que vai acontecer com o que eu estou chamando aqui de perfil industrial. Quer dizer, a gente tem que pensar que a Vale do Rio Doce, para dentro desse modelo onde ela se desenvolveu, montou toda uma estrutura bastante característica. O que ela é? Ela é uma grande mineradora de pesquisa que produz e pesquisa, lavra volumes imensos de minério de ferro, concentra, transporta numa rede fantástica de estradas de ferro montada por ela mesma. Em Carajás temos novecentos quilômetros de estrada de ferro ligando Serra dos Carajás até o Maranhão. Depois ela tem uma estrutura imensa também de comercialização dessa massa mineral imensa, e ainda tem uma empresa que é a Docenave que transporta naqueles navios também grandiosos, aquele minério que é produzido e vendido no exterior.

Então o que a gente quer dizer? Que não é uma questão de a Vale dizer "minhas áreas de interesse deixam de ser ferro, alumínio e cobre e passam a ser, por hipótese, pó de quartzo, terras raras, zirconita". Não é simples assim porque ela tem que pensar o que é que ela faz com

toda aquela estrutura imensa que está moldada para produzir, transportar e comercializar uma coisa que se torna obsoleta agora, que são volumes grandiosos, massas imensas de minérios como a estrutura anterior necessitava, no caso o minério de ferro.

Quer dizer então, se ela for produzir pó de quartzo a dimensão que ela precisa ter para isso é muito diferente. A tecnologia que ela precisa ter para isso é muito diferente, e sem falar que além dela ser uma estrutura horizontal muito ampla, ela também é extremamente "low-tech", então ela tem um peso extremamente grande. O que a gente prevê então, isso eu queria deixar claro, não é uma alteração de materiais simplesmente, que o Brasil ao ser afetado com isso está sendo afetado também em termos de como estruturou industrialmente toda a sua base de desenvolvimento. Então, o que acontece é que se vocês dizem "minério de ferro já era, minério de ferro é obsoleto", evidentemente a gente tem que ter que ter em conta que isso não é para a nossa geração. O mundo não vai parar de consumir aço amanhã ou depois do mês que vem. Isso é uma tendência que a própria Vale já sentiu e está trabalhando em enxergar quais são os caminhos que ela tem.

Eu me lembro que há dois anos e meio eu fui convidada por eles para uma palestra sobre caminhos estratégicos da Vale. Agora em outubro a Docegeo, que é a empresa de prospecção deles, fez de novo uma grande rodada de nomes para saber quais são os caminhos, aí lá fomos nós conversar com eles de novo. Eles estão conversando com todo mundo. Eu me lembro que há três anos atrás eles contrataram uma consultoria, duas consultorias internacionais, que já diziam isso para eles "esqueçam o minério de ferro, esqueçam o alumínio, esqueçam o cobre e pensem em coisas de tecnologia de ponta". Tanto que há dois anos e meio a área deles de pesquisa, que é a SUTEC (Superintendência de Tecnologia, era um departamento e virou uma superintendência, alçada em hierarquia, assumindo uma importância muito maior dentro da empresa), se posicionou para estudar. Vocês vejam o programa deles de dois anos e meio atrás, o que era? Tudo bem, manter o minério de ferro lá nas coisas que eles faziam, mas já tem quartzo, nióbio, terras raras e ligas especiais. Vocês já viram a Vale do Rio Doce preocupada com isso? Não, como resultado uma definição de uma série de empreendimentos que agora já a nível de conhecimento geral que eles estão delineando nessas áreas. Então, isso é uma coisa que não é para nossa geração, mas é uma coisa para quem está trabalhando na empresa. Eles fazem um gráfico onde flutua o preço do minério de ferro, e eles sabem que aquela tendência é inexorável, há um declínio que não se espera jamais que a compreensão desse fato se dê sob análise de que é uma coisa conjuntural. Não, isso é estrutural. A gente começa a observar o movimento de fechamento de siderúrgicas a nível mundial, a repassar isso para os países do terceiro mundo, que aliás recebem esse impacto um pouco com atraso em relação aos países que estão na fronteira. Mas perder importância não em termos só de quantidades de materiais ou de minérios que comercializam, mas em termos da diminuição do preço que esse material vai ter, seja no mercado interno ou principalmente no mercado internacional.

De jeito nenhum quero colocar a Vale do Rio Doce como único exemplo, mas ela é o exemplo maior que temos, principalmente se a gente está considerando a parte de novos materiais com insumos, porque utilizam insumos de origem mineral, e o exemplo de uma companhia que já há algum tempo se posicionou e está tentando articular ações daqui para a frente, do que fazer daqui para frente. O que eles vão fazer com aquela estrada de ferro monstruosa, o que eles vão fazer com aquela transportadora de navios, a Docenave, de transportadores daquele calado de minério para o exterior? Eles também não sabem. Os geólogos que trabalham na subsidiária para prospecção mineral, a Doccego, estavam tão impressionados com o que estavam sentindo na empresa, que eles questionavam: o que que nossa empresa vai fazer daqui para frente? Eles sabem que aquela tônica dos anos 60, 70, que aliás, quando a empresa foi criada, no início dos anos 70, "vamos procurar recursos minerais", porque essa era uma grande peça do chamado movimento do desenvolvimento internacional. Isto já não tem mais a importância que tinha, a gente não precisa de coisas específicas e, talvez, ao invés daqueles carregamentos de não sei quantos navios ao ano, uma sacolinha de zircônia, que já é suficiente para um consumo anual. Quer dizer, a história deles é que estão questionando a própria formação, quer dizer, será que até ser geólogo, ou seja, procurar buscar, prospectar, etc, recursos minerais, isso também é uma profissão obsoleta? Eu até deixo esse ponto para ser desenvolvido com os demais colegas geólogos, mas a minha impressão é que eles ficaram tão incorporados desse quase pânico gerado pelas modificações que eles pressentiam a nível da empresa, que chegaram a referenciar isso como postura individual mesmo. Será que a profissão que eu fiz ainda tem sentido? E aí vinham informações de que, na Colorado, ou fecharam, ou diminuíram extremamente os graduados em engenharia de minas e geologia, principalmente.

Bom, vamos voltar para o nosso caso propriamente, deixando estes dois grandes blocos de referência de análise como destaque.

O que a gente quer dizer, é que não vamos ser completamente pessimistas o tempo todo. Eu acho que existem caminhos e acho que precisa de muita reflexão para saber onde estão estes caminhos. Inclusive, o que a gente pode considerar também, é que num momento em que as coisas estão todas se mexendo, modificando, se reestruturando, é um espaço também importante para quem tiver uma orientação, uma política mais bem orientada, conseguir um espaço maior, do que num cenário articulado, consolidado. Se as coisas estão paradas e você já sabe quem é quem, e as quebras de braço estão bem definidas, você sabe quem ganha de quem. Nesse cenário é muito mais difícil você conseguir disputar um espaço, já que a coisa está consolidada, do que num cenário de modificação, de alterações, então acho que pode ser também um cenário importante para o Brasil.

Estudos realizados junto a presidentes de multinacionais, a nível internacional, (recentemente saiu uma reportagem, se não me engano na Folha de São Paulo, sobre um estudo desse tipo feito nos EUA), enfim, entrevistas com presidentes de multinacionais que diziam aonde

vão estar os maiores mercados mundiais nos próximos anos, e o Brasil foi colocado em terceiro ou quarto lugar. Quer dizer, a importância que se dá para o mercado, em tecnologia de ponta, estão considerando que o Brasil será o terceiro ou quarto, deslocando a própria França. Mercados desses segmentos de tecnologia de ponta, nós já temos alguns no Brasil que já estão avançados, e outros não, mas essa é a perspectiva que se tem, se enxerga no Brasil um grande potencial de crescimento. Espero que a gente também consiga enxergar onde e equacionar uma política certa de como consolidar uma capacitação interna própria. Então, o que eu quero dizer é que existem algumas vantagens, porque evidentemente primeiro, precisam ser identificadas e potencializadas, e é essa a intenção nossa, no ministério, tentar ver nessas áreas de desenvolvimento científico e tecnológico, novos materiais. Não apenas o que, evidentemente a gente já está podendo fazer em termos de pesquisa de ponta, mas investir mais pesadamente naquelas áreas que a gente acha que vão oferecer um resultado futuro, uma puxada muito mais forte do que alguns outros setores que a gente vai identificar como efetivamente menos prioritários do que os primeiros.

É importante também que, numa época de reformulação, a gente tente um pouco mais o consumo de insumos à nossa disponibilidade. Quer dizer, aí é feita uma crítica sobre o modelo anterior em que você fez a substituição de trás para frente. Ou seja, você começa a implantar a nível da política que você adotou no Brasil, modelo de substituição por etapa e de cima para baixo, você começa a implantar os setores produtivos mais de consumo final, e vai descendo nas etapas até a produção de insumos e bem de capital.

O grande exemplo disso é que a gente diz "está bom, importávamos a geladeira mas não vamos mais importar a geladeira, vamos produzi-las aqui dentro". Então passamos a produzir geladeiras aqui, importando as chapas de aço, os fios, e nós vamos mais importar os fios e as chapas de aço, vamos produzir aqui dentro. Esta foi a segunda etapa, vamos produzir o aço, o cobre, vamos produzir o pigmento de titânio, que entra na pintura de geladeira. E a terceira etapa qual é? Não vamos mais importar propriamente o aço, não vamos importar propriamente o cobre, mas vamos produzir o cobre aqui dentro, vamos produzir o ferro aqui dentro (bem o ferro não era problema), o titânio ou o pigmento de titânio aqui dentro e essa é a terceira etapa, é a substituição de insumos.

E o que acontece é que às vezes você se olha como tendo que produzir um tanto de aço naquele prazo, naquela quantidade necessária, com aquelas características. O ferro não teve problema, quer dizer, não teve tanto problema. A implantação da indústria siderúrgica demorou um tempo, a gente andou importando muito aço, principalmente até 1975, depois a gente começou a equilibrar, mas o titânio, a gente vê um pouco mais de problema, apesar de termos as maiores reservas mundiais de titânio. A gente importou uma fábrica para produção do pigmento de titânio, que utilizava o minério que era adequado à tecnologia que não era desenvolvida no Brasil, portanto não era com o minério que existe no Brasil. Nós precisávamos produzir o cobre que não dispú-

nhamos.

Enfim, você monta uma estrutura de demanda de bens que não tem nada a ver com o que você tem de potencial mineral. O que eu quero dizer é que nessa reestruturação você pode até tentar modificar um pouquinho isso. Tentar porque, evidentemente, você não vai reverter o quadro. Mas, naquelas coisas que se implantam, você consegue introduzir uma orientação nova, uma orientação mais adaptada.

Como eu disse no início, o MCT se posicionou, estabeleceu dentro de suas prioridades principais, a atuação na área de informática, biotecnologia, química fina, engenharia de precisão e novos materiais, identificando esses campos como os que estão na dianteira desse movimento de renovação. Quer dizer, a gente teve o esgotamento de um ciclo, e quem é que vai puxar a expansão para a frente são esses setores. Então, temos que ter uma preocupação maior ainda quanto ao desenvolvimento científico-tecnológico, de armar condições no país, de se ter processos que sejam utilizados nesses setores que vão puxar a expansão para frente.

Relativamente à coisa dos novos materiais, que é o que a gente está trabalhando aqui hoje, três justificativas fundamentais impõem a definição de uma estratégia de atuação a nível nacional. Como eu me referia, agora mais para consolidar a idéia, o impacto da cristalização desse movimento de renovação, principalmente no que se refere a novos materiais sob a demanda tradicional de matérias-primas, alterar profundamente a situação brasileira de países exportadores dessas matérias-primas, dando como exemplo o minério de ferro, porque o minério de ferro tem a importância que tem para o Brasil.

Queria dizer que a questão não é tão simples, não é simples também para o mercado interno. Como a gente já viu um pouquinho atrás, a mesma dificuldade que a gente tem para trabalhar com mercado externo, eu colocaria talvez no mesmo nível que o mercado interno. A gente também não tem dificuldade de introduzir modificações, e a tendência de identificação de tecnologia incorporada aos materiais, e a sua monopolização por grandes empresas, ameaçam gravar um nível de dependência brasileira em tecnologia e importação de produtos acabados.

Evidentemente, se a gente não faz uma ação rápida de o que a gente criar num determinado prazo, a nossa situação de país importador, não só de tecnologia, mas de produtos acabados, na consolidação desse novo ciclo, vai estar ampliada a nossa vulnerabilidade sobre esses dois aspectos.

É um terceiro ponto, que aí é um pouco mais propriamente uma vantagem do que uma desvantagem (se bem que não chega a ter o que teve nos anos passados), que nós efetivamente temos importante reserva de alguns desses insumos fundamentais par uma série de aplicações tecnológicas de ponta. Inclusive, em alguns dos casos o Brasil dispõe de reservas desses insumos e situação de reais monopólios. A gente pode citar o caso do quartzo, apesar de toda discussão que se tem sobre o que que é isso, porque se a gente faz alguma coisa os EUA podem constituir produção lá. Mas 95% das reservas de quartzo estão localizadas no Brasil. Nióbio a gente tem, segundo informações mais recentes da

maior empresa produtora mundial de nióbio, que é aqui do Brasil. Chegam a 97% os recursos de nióbio no Brasil. Os dados que eles dão é que 86% do que é comercializado no mundo é de origem brasileira, quer dizer, 86% de nióbio comercializado no mundo seria proveniente do Brasil.

Enfim, são situações de quase monopólio que eu quero frisar.

Titânio, a gente tem as maiores reservas do mundo, sob a forma de mineral que ninguém tem. Esta é outra discussão, mas enfim, berílio, terras raras, e outros insumos utilizados nesses setores de ponta, por exemplo, microeletrônica, aeroespacial, transportes. E, evidentemente, se a gente não equacionar uma ação relativa a isso, relativa a como aproveitar essa potencialidade que dispomos, como já é o caso de alguns segmentos, nós vamos é acabar importando mais uma vez nossos próprios recursos, transformados em materiais e/ou produtos finais. Isto, se não equacionarmos e estruturarmos uma base de utilização deles.

Temos que considerar também que a gente já tem uma certa capacitação científica e tecnológica, em alguns centros de pesquisas e universidades no Brasil, e empresas também que já estão produzindo uma série de produtos relacionados a essa área de renovação.

Cerâmica a gente viu um pouco ontem, mas também metais e ligas, fibras óticas e polímeros. Evidentemente a gente está pelo menos uns trinta anos atrasado. A gente precisa de muita coisa, principalmente transformar uma coisa que foi mais ou menos espontânea, o surgimento e a implantação de unidades produtoras desses materiais no Brasil, numa coisa mais articulada e que tenha como referência um plano, um programa de onde vamos chegar, o que queremos priorizar. Eu acho até que nem preciso ressaltar esse aspecto, a orientação do governo é muito mais indicativa, quer dizer, a iniciativa privada vai desenvolver investimentos, vai desenvolver pesquisa onde lhe parecer mais viável. Agora, evidentemente que os instrumentos do governo podem ser mobilizados, e aí nós estamos basicamente falando em ciência e tecnologia, em apoio para pesquisa. Para consolidar e articular determinados segmentos julgados mais interessantes.

A conclusão é que o que se quer é, consolidado esse novo movimento de reestruturação, padrão de acumulação internacional, a gente quer evitar que o Brasil perca os espaços que já consolidou e penetrou e, melhor, que tente conseguir novos espaços de atuação, quer dizer, uma reformulação também tem algumas características que podem ser exploradas e potencializadas.

A nossa condição não é muito fácil, evidentemente. A gente tem uma série de aspectos que não podemos desconsiderar. De algum jeito, a gente pode ser também que se vocês forem analisar como é que a Europa está se posicionando com relação a essa renovação (e a gente tem uma série de reflexões e de textos onde eles colocam a estratégia que eles estão definindo para esse novo cenário), a gente percebe que (e isso é um pouco espantoso para a gente), eles estão considerando que, consolidada essa nova fase, vão estar em uma posição de hierarquia muito pior do que a que estão hoje, em termos de países do primeiro

mundo. Portanto, eles estão definindo uma estratégia de defesa a esse movimento, que deve ser um pouco semelhante ao que o Brasil vai desenvolver, não idêntico, mas um tanto quanto semelhante. Então, segundo os textos que a gente tem lido deles, eles verificam que nessa definição de estratégias novas e expansão, evidentemente é o Japão que está liderando, e que eles não têm condições de estar com os EUA ou com eles disputando a fronteira do desenvolvimento tecnológico, nesse ou naquele segmento. Eles acham que não estão em condições de continuar correndo na frente. Eles desistiram e falaram que não aguentavam essa corrida em desenvolvimento tecnológico. Nós vamos ter uma reflexão maior de como a gente pode ter um espaço de atuação.

Isso foi bastante interessante. Eu estou falando da Europa como um todo e evidentemente a gente encontra diferenciações num e noutro segmento. É esse o posicionamento da comunidade européia.

A coisa não é muito fácil, inclusive eu queria aproveitar para reafirmar uma questão que ontem foi levantada, com relação à comercialização de quartzo no exterior. Foi colocado aqui que a gente exporta quartzo sob as três categorias que são oficializadas pelo governo brasileiro, primeira, segunda e terceira, e que haveria uma necessidade de uma caracterização maior do conteúdo de lascas que são classificadas dentro dessas três categorias. E até que nós estaríamos depredando parte da reserva porque, se não temos a quarta e a quinta categoria, que são categorias inferiores, poderíamos conquistar mercados e aproveitar material que está hoje sendo descartado. O que eu queria colocar é que, recentemente, nós tivemos uma reunião de exportadores de quartzo na CACEX, e os importadores estão querendo modificar essa estrutura, apenas para introduzir a quarta. E a quinta e a sexta, quem sabe. O que os exportadores dizem é que, se a gente substituir, se a gente ampliar essas categorias, os consumidores só vão consumir a categoria pior que é o que eles pagam menos. Já estão recebendo menos, já estão recebendo muito pouco pela terceira, então se a gente ouve um discurso de que precisa haver caracterização, isso vai soar sempre como se realmente a gente precisasse caracterizar melhor, para sabermos até o que estamos vendendo e cobrar pelo o que estamos vendendo. Agora, o que eles colocaram no mercado de quartzo, é que eles não têm a menor condição de saber o que o comprador está querendo. Para os senhores terem uma idéia, o mercado de quartzo é um mercado em que não tem um produtor comercializando diretamente com o consumidor no exterior, como parece ser o mercado de ferro. Não, você tem uma cadeia de "tradings" que compram aquela coisa toda, e que eles sim fazem o repasse a nível internacional.

Então o que exportador de quartzo dizia na reunião da CACEX, é: "o-lha, eu não sei nem o que o cara que está comprando áreas de produção de quartzo, a gente manda pacotes daqui, pacote dali, e o cara é que diz, eu quero aquele, tantas toneladas, tal volume, e nós não sabemos porque ele quer". Então essa situação nossa de países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, como que se quer chame, a gente trabalha, e a gente tem que considerar uma dificuldade muito maior do que se fosse outro cenário, para trabalhar em cima dessas coisas.

A visão do comprador é essa, e tem uma lógica, tem uma coerência lógica. Por que não caracterizar melhor e vender o melhor? Porque os exportadores dizem que se a gente caracterizar melhor, estará trabalhando para o importador, porque ele é que tem que ter esse trabalho de abrir o saco. E se a gente está vendendo um saco que tem coisas mistas, a gente está ganhando tantos dólares por isso. Se a gente for caracterizar melhor a gente vai ganhar muito menos dólares do que isso, quer dizer, dentro do esquema de manobra que eles conseguem que é um mínimo dentro do mercado, a posição deles é essa. Então, a gente de repente toma uma atitude que é contrária a isso, sem entender o que está acontecendo no conjunto de mercado. A gente não consegue saber sequer o que o mercado consumidor está comprando, está querendo, para poder valorizar o que a gente está vendendo. Se a gente não tem esse instrumento, a minha opinião sobre o mercado de quartzo é deixar como está, porque se você impuser uma caracterização aos exportadores, o que a gente vai fazer é perder mais divisas com a exportação. Eles vêem que vão deixar, os consumidores, de importar as lascas de melhores categorias e só vão importar as de pior, quer dizer, então agora eu estaria pagando um pouco mais pelo que eles estão querendo.

É uma situação muito difícil de você definir, o que você vai fazer em determinada hora. Realmente, para o Brasil, a situação é muito mais problemática do que num país chamado primeiro mundo.

Bom, então a idéia maior, a definição dessa política maior sobre a atuação do Brasil para novos materiais, deve atender necessidades de identificar dentro desse cenário de reestruturação industrial, os novos espaços de atuação do Brasil no mercado interno e externo de bens e serviços. Estruturar e consolidar a base interna de formação de recursos humanos de materiais de forma adequada às características nacionais, e alcançar um alto nível de competência para tratar com tecnologia de fronteira.

Agora, só para dar uma idéia global, vou mais ou menos apresentar como é que a gente está estruturando para fins de operação as áreas consideradas em novos materiais.

Além da Comissão de Novos Materiais Industriais, foi criado em dezembro o Núcleo de Estudos e Planejamento em novos materiais no INT, ligado a essa comissão do MCT. A idéia nossa, nesse grupo, é exatamente começar a estudar esse grande movimento, como é que isso chega no Brasil, que deslocamento a gente vai ter, e que saídas a gente pode vislumbrar, e dentro disso, onde a gente situaria a questão de desenvolvimento de ciência e tecnologia nesses segmentos. Então, a gente está separando segmentos para fins metodológicos em metais e ligas metálicas especiais. Já vêm sendo verificados avanços e utilização de produtos principalmente nesses setores assinalados: metal mecânico, evidentemente aeroespacial, bio-engenharia, eletrônica, e que a gente já tem no Brasil também alguma estrutura trabalhando. A gente separou minerais não-metálicos especiais, porque apesar de hoje a tônica ser o quartzo, silício e fibras óticas e materiais cerâmicos, a gente não quer excluir a possibilidade de um não-metálico brasileiro (por hipótese, podia ser um recurso mineral do estado do Paraná). A principal

atenção deve ser dada em consolidar uma estrutura de pesquisa e produção a nível estadual, a nível nacional ou a nível regional que seja. Não queremos restringir, mas começar a trabalhar com os casos que já estão em andamento, que são os cerâmicos de alta tecnologia e o quartzo, o silício e as fibras óticas.

O terceiro ponto seriam os polímeros de alta tecnologia, os novos polímeros, plásticos de engenharia, tecnoplásticos, etc, que já vem apresentando difusão bastante importante na indústria automobilística, aeronáutica, metal-mecânica e área biomédica. Quer dizer, a gente pensa que isso também é uma coisa de um futuro quase que impossível de se enxergar. Os paraquedas do Fiat, do Volkswagen novos não são nem polímeros, são compostos, são plásticos com metal. Já temos a introdução em alguns segmentos implantados já aqui no Brasil, há áreas que já vêm substituindo os metais tradicionais e básicos por outras estruturas de materiais, sem que haja essa reflexão. Dizem estudos que o peso do automóvel em vinte anos diminuiu para um terço. A introdução do plástico no automóvel é uma realidade. Já está no nosso dia-a-dia, alguns desses que a gente está chamando de novos materiais, já estão no nosso dia-a-dia, há algum tempo.

E, por fim, os compósitos que são materiais compostos de dois ou mais materiais, basicamente uma matriz e uma fibra. As matrizes mais utilizadas até hoje têm sido as resinas de metais. Haverá um desenvolvimento muito grande com a utilização de matrizes de carbono, materiais cerâmicos e vidros, e dentro de fibras. O destaque é a de vidro, que também não é tão nova assim, grafite, bórlo, e as orgânicas sintéticas. Esses materiais onde se vislumbram a maior expansão de suas demandas são na indústria aeroespacial, automobilística, armamentos e metal mecânico.

Eu acho, inclusive, que esse segmento é que vai ser o fundamental dentro do conjunto de materiais. Por quê? Você pode misturar os materiais que você quer e potencializar as características mais vantajosas de um neutralizando as de outro. Por exemplo, ontem a gente discutiu muito cerâmica de alta tecnologia, mas tem um problema, que é a ruptura. Então, se você consegue fazer um misto de cerâmica com plástico, cerâmica com metal, que o metal deforma antes, tem uma deformação, não há uma ruptura mais prontamente e consegue neutralizar as características negativas em termos de expansão.

Basicamente era isso que eu queria conversar com os senhores, e dizer que nós contamos, apesar de estarmos começando esse estudo agora, com algumas contribuições para discussão e a gente está interessado em estabelecer uma articulação mais estreita com os órgãos estaduais que vem cuidando disso. Inclusive a Secretaria da Indústria e Comércio de São Paulo vem também tentando armar um programa de novos materiais a nível estadual.

Vocês paranaenses, estão começando, e a gente está começando também. Temos uma ótima oportunidade para começar a tentar fortalecer uma atuação na área de novos materiais.

Eu agradeço, e me coloco à disposição para esclarecimentos que forem necessários.

## DEBATE

EDIR E. ARIOLI

(CPM/Minerpar)

*Eu queria aproveitar, como geólogo, e dar minha opinião sobre o quartzo. Eu fico altamente prejudicado para dar uma opinião mais ampla, porque não entendo nada de Economia, das implicações econômicas na mudança. Mas, pelo que eu estou entendendo, nesse problema do quartzo, o que está nos prejudicando é que a nossa classificação de lasca de quartzo é meramente visual, porque não tem nenhuma aplicação verdadeira, nenhuma correlação com as especificidades industriais.*

*Acredito que se passarmos a um outro tipo de classificação que seja geoquímica, com base nas impurezas, a um controle de qualidade na origem, realmente aplicado na indústria, acredito que a gente poderia batalhar e obter um preço compatível.*

HELENA LASTRES

Com relação a isso, eu também não fiz nenhuma análise econômica. Eu dei como depoimento de uma pessoa que assistiu à reunião dos exportadores e que eles colocavam isso: "se a gente está vendendo safras que contêm hoje o que poderia ser chamado de décima categoria, por que não ser classificada de terceira e a gente ganhar um pouco mais de dólares com isso"?

Qualquer posicionamento que você defina, você tem que ter certeza do que você está fazendo e arma o teu cenário como um todo.

Foi colocado aqui, ontem, que o Brasil tentou paralisar exportações de quartzo, e com isso nós fomos deslocados do mercado. É evidente que se você não tem conhecimento do cenário completo em que você vai atuar, não adianta fazer qualquer coisa, que pode ser besteira. Você tem que estar bastante seguro do que está acontecendo. O que eu quis dizer é que os exportadores, refletindo sobre essa possibilidade de fazer uma caracterização, enxergavam que a situação deles, enquanto produtores, exportadores remunerados pela venda de determinado pacote ou saca, estaria prejudicada, se eles investissem. Se o governo investisse em caracterização (porque foi apresentada essa possibilidade, do governo montar um centro nacional de classificação de quartzo), eles dizem que isso vai ser perverso, vai diminuir o preço. Dizem que a gente não está conseguindo saber o que eles querem comprar, a gente vai tentar caracterizar para eles saberem o que eles estão comprando. Mas nós nunca vamos saber o que estamos tendo que vender, então o que nós precisamos que o governo faça é um estudo de mercado, que alguém vá lá fora e veja porque que eles estão comprando esse quartzo.

Com que características, com que intervalo de impurezas são aceitos, que tipos de lascas. Eu não fiz propriamente uma análise econômica, eu fiz mais uma observação de uma pessoa que assistiu o debate, e eu estou trazendo para vocês o lado não de quem compra lascas, mas de quem vende lascas, para mostrar a dificuldade que é, porque realmente nós não temos controle, sequer conhecimento do mercado onde a gente atua.

**WILSON**  
(Fundição Tupy)

*Helena, eu gostaria de aumentar a discussão, tentar discordar às vezes de algum ponto de você mais no sentido de te provocar para você colocar algumas idéias novas.*

*Um aspecto que eu acho que está pouco enfocado na sua abordagem é como que os setores tradicionais de indústria que são a base da indústria no Brasil, como é que eles se relacionam com novos materiais, e aí eu gostaria de colocar uma visão particular minha, mais no sentido sensorial do que uma análise verdadeira. É essa estória, por exemplo, de que aço daqui a duas ou três gerações, nós não vamos estar consumindo. Eu acho que não tem nada a ver. Nós vamos continuar consumindo aço da mesma maneira. O mundo vai continuar consumindo aço, até porque aço tem uma série de propriedades que só ele tem.*

*O que eu sinto que vai acontecer, vai diminuir o valor dele. Vamos imaginar a gente como consumidor. Eu vou à loja no Natal comprar uma máquina de lavar roupa para a minha esposa. Então eu vou encontrar dois modelos, um modelo tradicional, e um modelo na qual estão acoplados alguns sensores de umidade que permitem controlar todo ciclo, fazendo inclusive a secagem da roupa lá dentro, etc. É claro que eu vou dar para essa máquina com esse valor agregado, um valor maior, estou disposto a pagar mais. E o que tem essa nova máquina? Ela simplesmente tem novos materiais, nos quais está embutido um fator tecnológico muito importante. As duas máquinas estão consumindo um mesmo valor de aço, apenas aquela que não tem toda tecnologia eu vou estar pagando menos e, portanto, o produtor de aço vai estar sendo remunerado menos. Quem vai estar sendo remunerado mais é o produtor de componentes de alta tecnologia.*

*A discussão que eu queria lançar é como é que se comporta o produtor de aço, ou o produtor de setores tradicionais? Eu vejo uma necessidade dele acompanhar todos esses setores de novos materiais, e se desenvolver da mesma maneira, porque senão, nós como país podemos chegar numa situação em que conseguimos fazer sensores de umidade, mas não conseguimos mais fazer aços com formação de chapas pré-pintadas para fabricação de máquinas de lavar roupa. E a nossa máquina de lavar roupa não vai mais ter um custo competitivo a nível internacional.*

*Eu vou pegar outro exemplo. A utilização de materiais cerâmicos em máquinas e ferramentas. Por que isso tem andado lentamente demais no Brasil? O que se observa é que, para utilizar ferramentas cerâmicas, utilizar o*

*potencial delas em altíssimas velocidades de corte, eu preciso de máquinas muito mais robustas, que não são as máquinas disponíveis num parque industrial. Os fabricantes estão hoje já colocando isso no mercado, mas instalado no parque industrial, isso existe ainda muito pouco.*

*O que isso exige do ponto-de-vista do fabricante de máquina e ferramenta? Vai exigir uma máquina muito mais robusta. Eu vou estar precisando fabricar aços ou componentes de ferro fundido que têm uma resistência muito mais alta, no sentido de se poder aproveitar o benefício de nova ferramenta de corte, na qual está embutida toda a nova tecnologia.*

*Apenas com esses dois exemplos, eu queria mostrar que eu acho que tem um acoplamento muito grande, a existência dos novos materiais, dos materiais de alta tecnologia, eu acho também exige do produtor de aço, produtores tradicionais, desenvolvimentos no sentido de colocar no mercado preocupação final é nas ocasiões em que eu tenho ouvido o Ministério da Ciência e Tecnologia se manifestar, dele nunca colocar essa preocupação, e o que me preocupa é que daqui a pouco todos os incentivos governamentais estejam voltados para setores de novos materiais e não para se fazer inclusive esse acoplamento de maneira a viabilizar a entrada de todo parque industrial brasileiro nessa nova realidade.*

## HELENA LASTRES

Eu também concordo. A preocupação é exatamente essa, de jeito nenhum a gente pode pensar que é Japão, EUA, sei lá quem, é investir maciçamente sem ter uma reflexão de como é que isso chega na gente, que deslocamentos a gente tem, e o que a gente vai precisar descartar, porque é isso, a gente não pode concretamente descartar tudo o que a gente tem consolidado no país, a gente tem que ter uma reflexão muito grande sobre isso e ver exatamente quais são essas áreas de articulação, a preocupação é por aí, quer dizer, parte do receio é que se a gente pretendesse países de ponta também, de primeiro mundo, eles saíssem investindo também sem pensar no que a gente tem de mais sólido.

Para não dizer que eu não aceitei a provocação, eu diria a você que naquele seu exemplo de máquina de lavar você só citou melhoramentos, desenvolvimentos tecnológicos em sensores, etc, a gente pode, numa projeção, pensar numa máquina de lavar de plástico, sem usar aço. Eu não sei se vocês leram no jornal, há pouco tempo a Dupont descobriu, criou e patenteou um substituto do nylon que tem características semelhantes a do aço, inclusive pode se recuperar. O avanço tecnológico é uma coisa que você não consegue sequer restringir como variável de análise, porque daqui a pouco pode mudar tudo, então vocês pensem se a gente estivesse na pré-revolução industrial com a introdução da máquina a vapor, se as pessoas pensassem, como alguns economistas tentaram fazer, como é que a gente vai continuar daqui para frente? Cavalos eram um meio de transporte, comunicação, produção e tudo, o boi era força animal, se você pensasse uma grande cidade como

Curitiba nesses termos, você se suicidaria, mas dali a pouco alguém descobre a máquina a vapor, e aí modifica completamente todas as formas de expansão para frente E daí vamos seguindo nesse processo, cada um dos progressos técnicos, e isso aqui é interessante você juntar, análises dos ciclos, com a introdução de processo tecnológico, você tira até as bases para você poder fazer uma reflexão como eu estou chamando, variável de análise porque tudo pode mudar amanhã. Então eu concordo que em determinados tipos de utilização, e não é dizer que isso vai acontecer, porque certamente não vai, o aço é substituível em alguns tipos de aplicação, o que já se sente hoje é uma substituição em alguns desses segmentos.

O que a gente considerou também, eu não falei, mas estava aí na projeção, um dos segmentos em metais e ligas especiais que é considerado são os aços HSLA ou ARBL, enfim esses tipos de aço têm uma perspectiva de crescimento espantosa, está sendo projetada uma demanda bastante crescente para eles, agora são aços com características especiais. É inegável a preocupação do pessoal que trabalha na área siderúrgica com o que está acontecendo nesse novo campo, inclusive o que a gente vê a nível mundial, algumas siderúrgicas fechando produção e até desviando para produção das próprias coisas que substituem o aço. A gente tem esse movimento tanto nos EUA como no Japão. Eu fui informada que veio o ex-presidente da United Steel fazer uma palestra exatamente sobre isso, os movimentos de reordenação da indústria siderúrgica americana face a essa questão de novas tecnologias e novos materiais. O que a gente pode perceber também é o seu interesse em participar de uma discussão como essa, quer dizer, você é da Fundação Tupy, então esse tipo de interesse das siderúrgicas ou produtores de metais básicos, setores, como a gente está chamando aqui tradicionais, face aos novos que estão em expansão. Esta articulação existe. Se você for observar o movimento das indústrias produtoras de alumínio a nível internacional, o que elas estão fazendo? Elas estão deixando de ampliar as suas atividades em alumínio, e sabe onde elas estão investindo? Em plásticos e polímeros que é o próprio substituto do alumínio, então esse tipo de concepção, você vai criar uma classe industrial nova, essa articulação existe em si só, porque são as próprias empresas, as indústrias que estão atuando nesse mercado, elas são as primeiras a perceber. Como eu estou dizendo, no Brasil isso já existe, elas são propriamente as primeiras a perceber que o cenário vai mudar, e como que elas vão se articular.

Eu dei o exemplo da Vale do Rio Doce, porque se espera que nesse movimento de fechamento das siderúrgicas a nível internacional dos países de fronteira, a coisa se volte um pouco para o Brasil, então nós vamos poder aumentar nossa produção por um tempo e até consolidar, ficar com essa fatia do mercado. Daqui para frente o que a gente vê é que quem está produzindo para fornecer insumos para eles lá fora que é a Vale, que produz minério de ferro para as siderúrgicas no exterior, e já receberam essa articulação. De jeito nenhum a gente considera que com novos materiais surgiu uma nova classe industrial. Não, é a mesma que está aí, são vocês mesmos, enquanto classe industrial a nível inter-

nacional, que estão até em alguns casos investindo na mudança.

A gente vê que essa coisa têm causa e efeito, consequência e causa, se você seleciona determinados setores de expansão, porque acha que tem potencial para liderar a puxada de crescimento para frente, quando você começa a investir maciçamente neles, é como bolsa de ação, você está pagando por eles, e eles vão expandir por causa desse investimento maciço também. A não ser que seja uma ação que não presta. No que você começa a botar dinheiro, você está contribuindo para a puxada deles, se você não pusesse, espontaneamente ele não decolaria, mas como você está investindo maciçamente, você é que está propriamente criando, forjando que aquele seja o segmento espontâneo, se você começasse investir em outro, você iria fazer isso com outro. É que nem ação, eu vejo assim.

## DANIEL

(Universidade de Maringá)

*Eu gostaria de saber o seguinte: dentro dessa estratégia do Ministério da Ciência e Tecnologia, se existe algum posicionamento com relação aos materiais para construção civil com relação aos novos materiais, uma vez que uma das coisas que você colocou é que a matriz de energia é um problema sério que está bastante ligado aos novos materiais, e em relação a isto a indústria da construção civil acho que é uma das indústrias que mais consome energia, e existe uma preocupação muito grande no sentido da substituição de novos materiais realmente no sentido também dessa diminuição de energia. Então, eu gostaria de saber qual o posicionamento porque até agora em relação não só a esse encontro mas muitos encontros que a gente tem visto, praticamente a gente não vê a área de materiais de construção dentro dessa colocação de novos materiais.*

## HELENA LASTRES

Como eu estava dizendo, a gente está começando a trabalhar nisso e estamos começando por uma análise mais global. Agora, eu acho que é um segmento sem sombras de dúvida importantíssimo, e até me permita discordar de você, porque ontem foram mostrados aqui blocos, eu chamaria tijolões de cerâmica (não sei se você estava na primeira apresentação). Até cabe uma distinção, você tem determinado tipo de chamados novos materiais e que são novos pelo que são e tem materiais que são aplicados em coisas novas, então essa distinção se faz necessária: o que é novo material, e o que é novo no uso do material. E outra coisa, quando a gente chama materiais de alta tecnologia para uma utilização de ponta, ou nova, ou tradicional que seja, você tem que fazer essa distinção sempre, você tem um material que tem um conteúdo tecnológico muito elevado, e você tem materiais que não têm conteúdo

tecnológico elevado mas que são utilizados em setores que tem conteúdo tecnológico elevado.

## DANIEL

*Correto. Inclusive ontem, acho que foi o Dr. Egon que colocou isso e justamente uma colocação que ele fez também de alguns fabricantes se queixarem que eles fazem produto, num caso que ele citou lá, que depois por curiosidade eu perguntei à ele sobre aqueles painéis que são feitos na França. Quer dizer, o máximo que a gente tem conseguido aqui no Brasil, em termos de cerâmica que eu tenho conhecimento, são painéis estruturais substituindo esse tipo de bloco de concreto, que são painéis aproximadamente 40 cm de comprimento por cerca de 15 a 20 cm de largura por 20 de altura. Mesmo assim me parece no Paraná que não existe nenhuma cerâmica que produza esse material. Em São Paulo praticamente a colocação desse material no mercado é bastante recente. São Paulo é que produz, no Paraná que eu tenha conhecimento ninguém produz. Mas então a colocação é que realmente a indústria da construção civil faz, ou pelo menos os produtores de materiais que na realidade, quando se fala por exemplo a colocação de produtos de ponta, que talvez então tenha uma certa disparidade ou discrepância de colocar o que é a tecnologia. Pois, como você colocou aí, os produtores de materiais, no desenvolvimento de novos materiais para construção, se ressentem disso aí, porque eles são colocados normalmente num plano tecnológico inferior a isso, e por isso as vezes esse desenvolvimento não se dá da maneira que se gostaria.*

## HELENA LASTRES

Eu realmente não tenho muito que acrescentar nessa área, inclusive eu até anotei as suas contribuições. A única coisa que eu queria ressaltar é que no caso da construção civil, o próprio pré-fabricado é considerado um novo material, inclusive a gente viu o pessoal de cerâmica ontem, considerando cimento, concreto, etc, como incluídos nessa área, agora, eu efetivamente com relação aos avanços nessa área, não saberia lhes dizer.

A única coisa que eu gostaria de manifestar é que essa preocupação dos segmentos que são considerados tradicionais, e já foi especificado aqui pelo colega anterior, de que o governo agora só se interessa por ponta, só quer saber de alta tecnologia, e o resto, como é que vai ficar? Quer dizer, isso não é bem assim, só me cabe responder com relação à área que eu estou ligada, que é desenvolvimento científico e tecnológico, evidentemente que os apoios que vêm sendo dados vão ser mantidos.

O que o governo está querendo agora é inclusive convencer a so-

cidade de que há uma importância em se alocar recursos também para cá, mas uma preocupação que a gente tem sentido muito, e que os senhores acabaram de manifestar por duas vezes, é essa de que sejam carreados recursos de um lugar para outro. Não, a idéia nossa é continuar com a estrutura de gastos que já tínhamos e tentar ver o que está acontecendo de novo, inclusive em articulação desses segmentos tradicionais porque parece que esse é o caminho que está sendo trilhado aí fora, e aqui dentro também, são os próprios tradicionais que tentam ver o que vai acontecer no seu espaço de atuação daqui um ano, e vai passar a ser novo. E não há de jeito nenhum, eu faço questão de frisar isso, a gente está alerta para uma coisa que a gente não conhece.

**ANSELMO**  
(UFSCar)

*Sobre o ponto-de-vista de um engenheiro de materiais eu queria deixar claro o conceito de, que sob o ponto-de-vista científico, a potencialidade dos novos materiais é conhecida há muito tempo. O que não existia era tecnologia para fabricação dos novos materiais.*

*Recentemente essa tecnologia passou a ser disponível. Então materiais que antigamente tinham que ser feitos de metais porque era a tecnologia mais avançada, puderam ser substituídos por materiais que economicamente eram favoráveis para outros, para mesmas aplicações, então passou-se a usar plásticos em coisas que antigamente se usava metais desse tipo.*

*Então está havendo um uso mais racional dos materiais pela possibilidade de fabricação do material mais apropriado para uma determinada aplicação do material mais apropriado para uma determinada aplicação, e é sob esse aspecto que os metais que eram a tecnologia mais avançada até alguns anos atrás, estão até certo ponto perdendo mercado para os novos materiais que agora podem ser fabricados.*

*Sob o outro ponto-de-vista, os novos materiais que têm que ser criados para usos que até não existiam, então não existiam naves espaciais, ninguém precisava de materiais com características extremamente desenvolvidas porque essa necessidade não existia, então o avanço científico e tecnológico também possibilita a fabricação desses novos materiais.*

*Isso é só uma parte, mas a pergunta que eu gostaria de colocar para a Helena, era sob o ponto-de-vista de tecnologia. Você colocou a tecnologia como sendo o grande insumo do futuro, quer dizer, as matérias-primas naturais começam a perder a importância sobre o aspecto mundial, e a tecnologia passa a ser a coisa mais importante.*

*Eu gostaria de saber como vocês vêem o desenvolvimento de tecnologia nacional, como se dá o desenvolvimento de tecnologia nacional, e como o governo pretende influenciar e de certa forma gerenciar esse desenvolvimento de tecnologia nacional para atingir os objetivos que você colocou.*

## HELENA LASTRES

Eu queria concordar com suas afirmativas iniciais dizendo inclusive que eu fui um pouco de trambolhão naquela minha parte, quer dizer, a reflexão da gente começa certamente nessa mudança de ciclo, exatamente porque já fazendo uma ponte no que o Anselmo colocou, porque o que é analisado em todos os ciclos, e não há novidade nesse, é que você tem uma série de descobertas de inovações tecnológicas que não são aproveitadas e que o aumento de reversão de um ciclo é sempre uma oportunidade de você implantar essas descobertas a nível de produção.

O que eu quero dizer é que muitas coisas já não são tão novas, já estavam descobertas, mas não havia ainda uma viabilidade econômica, industrial, etc, a ser implantada. Quer dizer, o que a gente percebe é que quando você tem um período de declínio, como a gente começou a viver nos anos 70, você tem um sucateamento da estrutura industrial em que você consegue reverter a tua produção em termos de introdução de inovações tecnológicas sem grande custo do que quando você está num ciclo de expansão. Não é dizer que as coisas todas foram engendradas agora. De repente os pesquisadores e cientistas descobriram que esses materiais têm utilizações fantásticas aqui e acolá? Negativo, a massa de conhecimento foi gerada há muito tempo mas sempre quanto você tem uma reversão de um ciclo, e a gente observa até aqui no Brasil, espero que nem tanto no Paraná, fechamento de indústrias, aglutinação, etc, e procura muito por onde puxar para frente.

Outra coisa que eu gostaria de observar é que não falei, mas tem que ficar bastante claro é que evidentemente a gente não pode considerar que a gente percebe, não agora, isso é uma coisa antiga, que o motor do desenvolvimento a nível internacional é a tecnologia, o domínio da tecnologia, da geração de conhecimento científico e tecnológico. Isso não é uma novidade. É a gente o que vê é cada vez mais essa supremacia, e talvez com esse sucateamento geral que a gente pode caracterizar nessa reversão do ciclo é que toda a massa de conhecimentos que tinham sido geradas ao longo de um período, puderam se cristalizar a nível de aparecer no mercado.

Bom, agora evidentemente que a gente jamais pode pensar que tecnologia é uma coisa neutra, então dizer, que um determinado material é melhor para uma determinada aplicação, isso tem que ser considerado no sentido estritamente técnico. A gente sabe que essas modificações se fazem muito mais tendo em vista um cenário de articulações políticas do que propriamente técnicas, a gente sabe que algumas dessas introduções e até a definição dessa estratégia, tem por detrás, é uma consideração em termos de briga política das grandes potências. Então, a gente dizer que determinados materiais são mais eficientes para determinada utilização, nunca está isento de uma concepção estratégica do país que está adotando ou da empresa que está adotando aquele tipo de bem. Como eu estava aqui discutindo com vocês, será que vale a pena para o Brasil substituir o vidro de leite por um saco de plástico?

Você me fez uma pergunta. Bom, você esteve quatro anos na Inglaterra, mas certamente não se esqueceu do que é o Brasil. A gente pode ficar conversando aqui não sei quantos dias se for introduzir na pauta de discussão o que é ciência e tecnologia no Brasil; o que que é política científica e tecnológica no Brasil. Eu particularmente teria algumas coisas que gostaria de conversar porque trabalho no CNPq há 10 anos e tenho muitas críticas e meu lado próprio de enxergar o que um país com a estrutura do Brasil pretende e tem feito com relação ao desenvolvimento científico e tecnológico.

Agora, formalmente, sem estar nessa discussão, inclusive, porque estou aqui em nome do MCT, e não só por isso, mas por questão de tempo principalmente, eu diria que a gente vai tentar enxergar dentro do que a própria comunidade está definindo como área de prioridade, o que se reflete melhor e o que teria impacto mais positivo dentro desse cenário maior onde a gente está querendo analisar o desenvolvimento de ciência e tecnologia que sejam feitos no Brasil.

Então, a idéia, e você tem participado de algumas conversas sobre isso, é que nesse primeiro momento a comissão encomendou trabalhos e está escutando membros da comunidade, tanto em cerâmica de alta tecnologia como de quartzo, silício e fibras óticas, como de metais e ligas especiais, polímeros de alta tecnologia, está escutando a comunidade para dizer como é a perspectiva do seu segmento no país e quais são as oportunidades imediatas de desenvolvimento de ciência e tecnologia.

Ouvimos expoentes dessa comunidade, porque, realmente a gente está começando agora e a gente quer ter primeiro os grandes lances, é tentar ver dentro dessas sugestões que nos chegam o que nesse quadro de referências dá mais jogo.

## MÁRIO LESSA SOBRINHO

(CMP/Mineropar)

*Para o Paraná, o que aqui discutimos são coisas novas e muito importantes.*

*Para o Paraná que está na fase de uma cerâmica quase artesanal, se falar aqui em fibras óticas e tantas outras coisas, parece até um pouco de ficção, a curto prazo será até uma ficção. E eu vejo a intervenção do Daniel e vejo a importância que é aquele meio termo, aquela coisa mais pé-no-chão, não tão elaborada como exposto por muito dos conferencistas e participantes que estão aqui.*

*Então, quando se levanta por exemplo, o cuidado de toda aquela estrutura já formada para que um determinado segmento não seja desprezado, eu acho que isso é elementar, mas muito importante de ser levantado.*

*Alguns aspectos que foram abordados pela Helena diferem muito daqueles abordados ontem, ou seja, uma outra ótica, e isso é muito natural, um é órgãos do governo, outros são órgãos privados, empresas.*

*Mas, em função disso eu pergunto, baseado inclusive numa explicação tua que nada deve vir de cima para baixo. Como é que a Comissão de Novos*

*Materiais do MCT funciona? Ela busca o empresariado, ela discute, ela cria normas, ela é agressiva, como é a norma da CNM nisso?*

## HELENA LASTRES

A gente tem duas coisas a diferenciar.

Uma coisa, a Comissão de Novos Materiais, seu objetivo é a política de desenvolvimento científico e tecnológico. O que é muito pouco dentro do que se tem para fazer em termos de novos materiais.

Quer dizer, em termos de você articular uma política direcionada à importação de tecnologia ou de implantação de empresas, aí já falando em dois ministérios diferentes, a Seplan, porque o BNDES apóia a implantação de empresas e o Ministério de Indústria e Comércio através do INPI, que é o Instituto Nacional da Propriedade Industrial que é o que articula a política de importação de tecnologia.

Então, uma coisa é a comissão que está hoje preocupada exclusivamente com as ações que o Ministério da Ciência e Tecnologia, através de suas agências já está fazendo em termos de novos materiais.

Fazendo um parênteses, o representante da Finep está aqui e vai participar da mesa daqui a pouco. Mas a Finep já tem uma certa de projetos em termos de novos materiais e cerca de me parece de 25 projetos, então não é uma coisa pequena.

Então, o espaço que a gente tem é muito importante porque é tecnologia e como fomentar o desenvolvimento de tecnologia, mas não existe só ele.

Então, o que o Ministério de Ciência e Tecnologia agora está pensando é numa ação coordenada para cima com os outros órgãos, que aí você tem que envolver, por exemplo, a nível de produção nesses materiais com o Ministério das Minas e Energia, com o Ministério da Indústria e Comércio. E você tem que envolver as entidades tipo Seplan que estão relacionadas também a produção dessas coisas via o BNDE; você tem que envolver os ministérios militares porque são utilizadores desses materiais em seus produtos; você tem que envolver o de Comunicações porque a Telebrás, enfim, o CNPq não pode ficar de fora de uma definição desse tipo; você tem que envolver o Ministério da Saúde também como consumidor desses materiais. Então, a coisa é muito complexa.

Agora, em termos do Ministério de Ciência e Tecnologia, o que a gente tem é que tentar discutir. Vou dar pequenos exemplos que não são representativos, mas as bolsas que o CNPq vem dando para doutoramento no exterior são exatamente nessas áreas os programas de cooperação internacional. Com quem mais vale a pena conversar. Se você for conversar com o Japão e trazer representantes da comunidade de pesquisas de lá ou da definição de política industrial, o que você quer saber é por onde eles acham que está indo apoio.

Se você for chamar elementos de outros países, como por exemplo a comunidade européia ou outros que têm o mesmo grau de adianta-

mento do nosso, você vai estar preocupado em ver como é que eles estão se defendendo e reagindo a esse novo cenário.

Então, você vai orientar a utilização melhor dos ministérios em desenvolvimento de ciência e tecnologia dentro dessa grande ótica. O que se poderia fazer é, por exemplo, discutir os apoios que a Finep vem dando, que resultados alcançados e em que direção está, o que a gente está conseguindo com isso. E mais para a frente quando forem alcançados bons resultados das pesquisas, que campo para a frente eles têm, quem é que vai utilizar esta tecnologia, em que mercado vai participar. Enfim, uma reflexão desse tipo.

O que ficou claro desde o começo é que o ministério não quis entrar numa área porque todo mundo fala aí fora e é moda atualmente. Não.

Primeiro porque já existia uma atuação das agências em financiar projetos nessas áreas e precisava de articular e consolidar essa ação.

E segundo, porque, não sei se é de informação para os senhores todos, mas o próprio Secretário Geral, que é o Luciano Coutinho, o Secretário Geral Adjunto, que é o Fábio Ervin e o Secretário de Planejamento, que é o José Eduardo Cassiolato, a quem a comissão está vinculada, além de outras pessoas do ministério, mas principalmente esses porque estão ocupando os cargos que ocupam, são pesquisadores que desde o final da década de 70 estavam preocupados na Unicamp ou no Instituto de Economia Industrial no Rio, em estudar essa coisa e de que como é essa reversão de ciclos e quais são os setores no ministério. Eles não estão definindo isso como prioridade porque todos os países que se pretende desenvolvidos têm isso como estratégia de atuação.

Eles estavam estudando anteriormente o desenvolvimento das suas pesquisas, nas universidades que eram ligadas numa compreensão desse fenômeno, a importância que se tinha para equacionar a ação para tratar dessa coisa.

## EDIR E. ARIOLI

(CPM/MIneropar)

*Queria só colocar um entendimento meu.*

*Está parecendo que a indústria tradicional com que o Wilson e o Daniel se preocupam, pertence caracteristicamente à uma economia de mercado. Quer dizer, ela é dependente de mercado, trabalha com marketing e tenta satisfazer necessidades de mercado.*

*A tecnologia de ponta é típica de uma economia planejada em que o mercado é formado pelo produtor, é uma economia de produtor. Então, as indústrias de tecnologia de ponta são mais agressivas, elas vão ocupando um espaço, vão empurrando de fato a indústria tradicional que estava aí estabelecida e quase confiante da sua posição internacional de controle de economia.*

*Essa visão tem algum fundamento?*

## HELENA LASTRES

Não há essa distinção. Economia planejada é uma coisa e quem está na ponta dessa renovação é o Japão. Quer dizer, é planejada e isso que tem que perceber bem a categoria que você está tratando. É planejada num determinado sentido. Inclusive, o José diz o que está no bojo é iniciativa privada, o que é verdade.

No caso do Japão a iniciativa privada se confunde com a nação, com o estado, que se confunde com o governo, que se confunde com o indivíduo e com a família.

Agora, quem está na fronteira são países de economia de mercado, livre mercado como Estados Unidos e o Japão propriamente, se é essa a pergunta que você está colocando.

## EDIR E. ARIOLI

*Não. Apenas quando falei em economia planejada seria uma economia condicionada pelo produtor. Ele cria as necessidades, ele que forma o mercado.*

## HELENA LASTRES

Acho que essa é uma situação que sempre existiu. O produtor sempre cria uma nova realidade. É por isso que em relação às próprias empresas, que visualizando a crise elas permitem o desenvolvimento tecnológico em determinados produtos e introduzem novos produtos – o mercado. Isto é, o capitalismo permite que o produtor de certo modo comande a situação o tempo todo.

Essa articulação entre os setores considerados tradicionais e novos é importantíssimo e é patente. Tanto que temos pessoas aqui presentes que estão participando mais ativamente desses tais setores preocupados com o que está se enxergando de renovação. E, evidentemente, é como já frisei antes, são os que eram tradicionais e se alteram, se renovam para expandirem. No caso das siderúrgicas, acho que vamos ter efetivamente um consumo que vai ser insubstituível, como construção civil, que é uma coisa que não vai terminar nunca.

Então, como é que vão se incorporar os reflexos dessa mudança que já não é tão nova em construção civil, isso é outra história, e é o que a gente está querendo, inclusive, ver se intercede.

## CAIO PINHÃO (INT-MCT)

Eu gostaria de acrescentar também, sou mais radical.

Eu entendo que as novas indústrias de ponta chegam, se estabele-

cem e que o sistema é profundamente espartano, ou seja, as indústrias tradicionais entram num bojo de um novo desenvolvimento, criam alternativas próprias ou então, dançam pura e simplesmente.

Históricamente nós assistimos isso várias vezes porque realmente, ou o empresário nacional utiliza a sua iniciativa criadora e introduz novos materiais como é o caso que Helena citou na US Steel, que realmente é a mesma massa de capital atuando no ciclo anterior que está preocupado com o que está acontecendo ou então, dança pura e simplesmente.

Eu acho que sendo nós uma economia periférica a velocidade é bem menor e existe o organismo do CNPq que está sensível a uma nova mudança.

Então, há que articular, há o que pensar no que vai acontecer com o que nós temos e o que vai acontecer.

Por isso, é que temos que pensar.

## RAMIRO (Citpar)

*Há um mês atrás basicamente, nós estivemos em São Paulo num seminário de administração de ciência e tecnologia e a palestra de abertura foi de um francês chamado Maurice Castanhe, de um órgão da França ligado ao Instituto Politécnico de Lorene na região de Nanci. Eles criaram um órgão chamado Promotec, uma coisa parecida com o Citpar aqui.*

*E não é só na França. Lá já existiam dois desses centros, no norte da Itália, na Alemanha, na região de Berlim e na Europa toda hoje deve ter uns vinte centros desse tipo e nos Estados Unidos tem cento e cinquenta.*

*E como todo bom francês, eles têm uma capacidade incrível de fazer uma análise profunda do que está acontecendo na realidade. Eles talvez não sejam muito bons para implementar as coisas, mas para discutir e escrever em dez páginas o que se pode escrever em duas, isso eles fazem muito bem.*

*E ele deu uma definição de tecnologia como sendo os conhecimentos técnicos mais os conhecimentos conexos aplicados ao mercado.*

*Então, na realidade ele conceituou também a concentração de recursos humanos nas empresas tradicionais ou nas empresas convencionais e nas empresas de base tecnológica.*

*Nas empresas convencionais você tem uma concentração de recursos humanos muito pequena na fase de concepção de produtos; tem uma concentração de recursos humanos muito grande na fase de produção e uma concentração de recursos humanos também muito pequena na fase de mercado.*

*E as empresas de base tecnológica elas modificam um pouco esse perfil. Há uma concentração de recursos humanos muito acentuada, muito maior que nas empresas convencionais na concepção dos produtos; há uma concentração de recursos humanos menor na fase de produção, é claro, a automação está aí, uma série de outras coisas; e há uma concentração de recursos também muito grande interagindo fortemente com o mercado.*

*Nas empresas de base tecnológica o mercado está estritamente ligado*

à fase de produção.

*Então, essa idéia que quem vai definir em termos de empresas com base tecnológica, quem vai definir o produto é o próprio produtor, isso não é, não está muito bem dentro desse conceito. Na realidade, quem define o que quer é o próprio consumidor.*

*Então, acho que é uma conceituação importante e acho que a coisa vai um pouco por aí.*

## EDIR E. ARIOLI

*Bem, há uma observação, já que eu levantei a questão.*

*Isso é um assunto de se ter opinião ou não.*

*Eu talvez até me arrisque por não ser um economista, acredito que realmente o produtor fabrica o mercado, na área de tecnologia.*

## RAMIRO

*Inclusive, essas empresas de base tecnológica não são muito grandes. Na realidade é claro, o produtor põe o produto no mercado, mas depois com a seqüência das coisas quem vai dizer o que o produtor tem que fabricar é o consumidor.*

*Nós vimos muito isso no setor de informática e em outros setores de ponta também.*

## DANIEL

*Eu gostaria de colocar mais uma coisa, particularmente na área de construção civil que é o seguinte: com relação a novos materiais de construção civil, nós temos alguns que o pessoal chama realmente de material de ponta, como por exemplo, os concretos polímeros onde há uma substituição total do cimento por material polímero.*

*Muitos países têm feito isso e têm estudado e é claro, é um material muito mais caro que o cimento. Então, por que eles estão estudando isso?*

*Estão estudando isso por problemas ecológicos, porque as minas de cimento dão um problema ecológico muito grande e outros problemas desse tipo.*

*E mesmo uma substituição de materiais de construção como por exemplo a reciclagem de materiais nos países ricos, isso é considerado mais ou menos na tecnologia, talvez, meio de ponta e o custo disso é altíssimo. Quer dizer, o custo que eles têm não é em função do custo do material.*

*Tenho conhecimento por exemplo, na Holanda que eles reciclam o lixo e do lixo fabricam agregado para concreto, mas fazem em função de resolver o problema do lixo.*

*Ao passo que nos países em desenvolvimento como no caso o Brasil, a Índia e outros países, a preocupação que se tem é de fazer um material barato para diminuir, em termos da crise de energia, diminuir custos.*

*Então em termos de materiais de construção civil, o problema é da ótica em que é enfocado.*

*Pelo menos é o que eu tenho visto.*

## HELENA LASTRES

É como eu penso.

Você tem um grupo que estuda isso?

## DANIEL

*Em Maringá estamos montando um grupo para estudar esse problema de reciclagem de materiais e utilização de rejeitos de novos materiais.*

*Inclusive, dentro disso tivemos um encontro sobre tecnologia porque foi patrocinado pelo Concitec e outros órgãos, acho que devemos verificar em termos de novos materiais também uma tecnologia apropriada para esses novos materiais.*

## HELENA LASTRES

Eu vou te pedir um favor então, de deixar seu endereço com a gente para contato, que a gente vai lá para visitar vocês.

## LUCIANO LOYOLA

(CPM-Mineropar)

*A minha pergunta se prende mais do que você falou durante a explanação onde foi citado o exemplo da Vale do Rio Doce como produtora de minério e depois, também citado, o problema das indústria que têm que se adaptar a essa nova tecnologia ou tentar se aproximar dessa nova tecnologia.*

*A minha dúvida ao assistir à sua explanação era de qual a preocupação do ministério, porque na verdade são fases diferentes onde você tem a produção de insumos, tem a formação de uma massa crítica que vai discutir sobre toda essa problemática, criada. Você tem uma indústria intermediária nesse processo que seria uma indústria talvez de química fina que pega as matérias-primas naturais e transforma matérias-primas utilizáveis nessa indústria de ponta e tem a própria indústria de ponta, essa indústria que vai fazer o produto final. São fases totalmente diferenciáveis.*

*Também tem uma preocupação que a gente sente que é onde que o país deve investir? Se é na formação, no estímulo para pesquisa desde o início ou comprar uma tecnologia já pronta?*

## HELENA LASTRES

*Você começou perguntando qual era a preocupação do ministério.*

*Eu diria que a preocupação do ministério é imensa. A gente, como eu tentei colocar, sabe que o desafio é muito grande. Temos variáveis algumas vezes incontroláveis.*

*A sua pergunta, além de muito extensa, foi muito ampla, então, o que eu diria é o seguinte.*

*Vamos começar pelo fim da pergunta.*

*A questão se vai fazer reserva de mercado ou não, isso é um caso que junto com o que se vai importar tecnologia e qual vai se importar e qual vai se gerar no país está junto. Cada caso é um caso, vai ter que ser estudado assim.*

*Evidentemente que o ministério não define que tecnologia vai ser importada. Isso quem faz é a empresa. O que o ministério pode definir é qual é a área que vai ser centrada uma atuação mais firme com relação à geração interna.*

*Agora, o que ficaria descoberto, nós temos uma economia de mercado, capitalista, etc e tal e isso vai depender das iniciativas privadas.*

*O ministério também, apesar de ter introduzido e politicamente ter uma amplitude grande à de reserva de mercado na informática, isso não é um rótulo. Qualquer um dos setores que são tratados no ministério não têm necessidade que se crie uma reserva de mercado, não. Não posso te falar pelo ministro. Mas o que a gente lê no jornal é que ele tem garantido que em química fina não vai haver reserva de mercado. Mas, a gente tem a colega Denise que está em Brasília ao lado das pessoas no poder e talvez tenha uma informação mais nova para a gente a respeito disso.*

*Agora, certamente não é um carimbo da atuação ministerial. Em novos materiais também vamos ter reservas de mercado? Não. Isso a gente nem chegou a discutir ainda e, inclusive, ao que a gente discutiu é que cada caso é um caso e uma reserva de mercado, se for feita, tem que ser muito bem feita.*

*Queria lembrar vocês também que essa história de reserva de mercado como o expositor ontem da ABC-XTAL frisou, em alguns países isso é feito sem que se designe formalmente. Não há uma lei definindo a reserva. E eu poderia lembrar também para vocês que em algumas agências do governo existe uma espécie de reserva que é feita informalmente. Eu quero dizer, que o caso não apenas do BNDES, mas o IN-PI por exemplo, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial, se você é a matriz e eu sou a sua filial no Brasil, em Curitiba, e você quiser me vender tecnologia sobre a forma de fornecimento tecnologia industrial que é o que eles chamam FTI, a gente não vai ser autorizado pelo governo em fazer esse*

intercâmbio porque eles consideram que isso é remessa de lucro disfarçada ao exterior.

Essa lei não existe, mas o INPI, o corpo técnico inteiro sabe há anos que esse tipo de projeto não é autorizado e os demandantes sabem também

Quer dizer, então não temos uma regra que defina: "não pode haver importação de tecnologia entre matriz e controlado filial etc". Mas, isso é praxe de se fazer.

Não sei se hoje já tem uma norma explicitando esse tipo de determinação, mas no início não tinha, me lembro que há uns dois anos atrás não tinha nenhum papel escrito que dizia que se fosse controlada por capital estrangeiro não era passível de ser apoiado pela Finep.

Enfim, esse tipo de coisa mesmo que hoje já tenham se consolidado através de normas internas de atuação, por todo período anterior que era muito mais fechado e muito mais difícil de se passar um negócio desse tipo você tinha como prazo norma interna.

Então, eu concordo com aquela colocação dele ontem de que se de repente você coloca uma discussão muito grande num palco muito amplo uma determinada postura política que você está adotando e isso serve a muito tiro de tudo quanto é lado, você ganha fortes inimigos em vários segmentos.

Agora, isso também tem o seu lado positivo. Com isso você consegue mandar uma série de recadinhas com esse tipo de atitude política. Então, é ver quando interessa, o quê, em que hora, em que caso.

E, evidentemente que para a frente, se a gente julga que não precisa desenvolvimento tecnológico, mas sem que apoio à implantação de uma empresa que eventualmente até traga tecnologia de fora, isso aí é esfera que não é do MCT, que é esfera de um BNDES por exemplo, que está ligado à Seplan.

Por isso que eu acho que o passo seguinte vai ter a constituição de um fórum a nível de governo federal mais amplo para que se trate da questão tecnológica num conjunto todo. Porque, de repente, o problema num determinado segmento não é a tecnologia.

## ALOYSIO SILVA

(Finep)

A colocação que vou fazer não tem nada a ver com a minha atual situação na Finep, que depois na mesa poderei explicitar.

O que eu venho trazer aqui é um pouco da minha experiência passada de reflexões nessa questão da geração da tecnologia ou se quem comanda é o mercado é o produtor ou o consumidor.

Eu vi com satisfação na realização dos debates aqui um tom de realismo crescente como na questão do quartzo, no posicionamento da venda, na tentativa frustrada de monopólio.

Eu trabalhei durante dez anos numa das mecas do desenvolvimento privado mundial, líder há 100 anos no seu ramo, geradora líder de processo em produtos.

Ainda técnico junior nessa empresa, os colegas brasileiros ficavam pro-

*fundamente chocados quando nos era exigida uma previsão de vendas para os próximos 5 anos.*

*Aquilo na época era olhado como magia negra, bola de cristal, jogada de cigano. Mas, não. Aquilo tudo obedecia a um plano muito perfeito.*

*As previsões dos três primeiros meses diziam respeito à gerência imediata. As previsões dos seguintes seis meses diziam respeito a políticas de compras, de vendas, a orientação da propaganda. As previsões até dois anos, essas então tinham por finalidade os contratos de um mais longo prazo de compra e venda, ampliação de fábrica e, os planos de cinco anos eram aqueles planos em que se analisavam as novas oportunidades de investimentos. Então, era uma coisa muito bem estruturada.*

*E o meu choque foi maior ainda quando chegando na matriz lá fora, eu vi que este estudo se estendia por 15 anos.*

*Era impressionante o número de informações que se cruzavam e que se levantavam de todas as áreas para prever o nascimento, vida e morte dos diferentes produtos.*

*Não tinha nada de maquiavélico. Era uma posição continuamente revista apoiada em tendências de estatísticas, evolução de mercado e na evolução da ciência.*

*Então, é preciso ver que quando muitas vezes se coloca mais emocionalmente do que racionalmente e há uma série de maquiavelismo, de pré-determinações e uma série de coisas mais, eu alertaria que por trás dessa evolução toda existe muita competência. É muito mais grave do que o maquiavelismo.*

*Portanto, a conclusão desse pessoal era que o que valia não era o tamanho do barril, mas o valor do conteúdo. Então, era preciso eliminar os produtos obsoletos, gravosos, ineficientes. E eu assisti a dinamitação de fábricas, em vez de estar tentando reviver coisas obsoletas porque produziam um volume alto de faturamento. E essa postura então, era sempre ditada pelo mercado, que eram coisas fundamentais. É preciso sempre gastar menos energia. Os materiais precisam ser cada vez mais resistentes ao desgaste, mais resistentes às temperaturas, a ciclos mais rápidos de produção.*

*Então, isso lidera as linhas de pensamento das pesquisas a longo tempo, pelas quais se procuram estruturas de materiais que poderão dar respostas a isso.*

*Agora, essas necessidades vêm sempre indicadas pelo mercado. Porque o mercado é que indica o que é necessário, num determinado estágio da evolução de uma sociedade.*

*Nós, no futuro, não poderemos nunca contar com os gastos de materiais de energia que tivemos no passado se formos elevar o padrão de vida das massas Asiáticas e do Continente Sul-Americano. É evidente que novas técnicas de novos materiais terão que ser gerados e postos à disposição da sociedade para que seja possível a elevação do nível de vida em tal escala.*

**CLÁUDIA**

(Tecpar)

*De repente eu gostaria de colocar uma dúvida como química, que trabalha num laboratório no setor de tecnologia inorgânica.*

*Eu me pergunto onde que nós poderíamos nos colocar em toda essa discussão de alto nível, de alta tecnologia inclusive, já vi colocações de empresários, de indústrias tradicionais preocupados com esse desenvolvimento.*

*Onde que nós poderíamos ajudar, já que somos técnicos?*

*De repente eu vejo que um empresário a nível tradicional, ele então vai ter que pegar um pesquisador e colocar o pesquisador para desenvolver um produto para tentar chegar no nível da alta tecnologia, ou será que nós do Instituto de Pesquisa não poderíamos receber algum incentivo para desenvolver isso e o empresário nos procurar e nós então juntos conversarmos e tentarmos adaptar alguma coisa pelo interesse do Paraná e o Setor de Tecnologia Inorgânica, onde poderíamos chegar?*

## HELENA LASTRES

Eu vou tentar dar alguma resposta. Agora queria dizer que considero isso uma grande mesa redonda e não me ponho na situação de ter as respostas aos comentários feitos, mas sim os senhores.

Mas, acho que essa pergunta deve ser melhor respondida pelo pessoal do Paraná, mais em termos de questão estadual, do que se vai fazer em termos da política estadual, a nível semelhante do quadro que se tem em termos nacionais.

Evidentemente, a idéia que se tem da Comissão de Novos Materiais é essa, é descobrir quais são os grandes alvos e tentar ver em termos não só dos institutos de pesquisas que existem no Brasil, não apenas toda a experiência que já desenvolveram em pesquisa naquele segmento, mas como todo o perfil de recursos humanos, a infra-estrutura formal propriamente dita que existe instalada no país, como aproveitar essa capacitação para realizar os projetos de pesquisas que se façam necessários.

Então, evidentemente que é uma ação conjunta do governo com o Instituto de Pesquisa, centros universitários, centros de empresas e etc, que se ponham nessa mesma tarefa para articular, definir e realizar.

Então, o trabalho de vocês certamente vai ser definido por um programa estadual que se tenha de novos materiais, se é que se vai ter o que se espera ter no Paraná e, parece que a proposta é exatamente essa com a realização desse seminário como ponto de partida. E de qualquer maneira, a nível nacional o que a gente pretende fazer é um programa indicando que linhas de pesquisas prioritárias e quem são os parceiros potencialmente mais capazes de desenvolver essa tecnologia, absorver e utilizar essa tecnologia e repassar os resultados para o mercado.

Eu acho essa iniciativa bastante elogiável por parte do governo do estado de buscar uma interação estadual e nacional.

## MESA REDONDA

*Helena Lastres representando a Comissão de Novos Materiais do Ministério de Ciência e Tecnologia; Silvio Silva representando a Finep, do mesmo ministério; Jamil Dualib Filho do Instituto Nacional de Tecnologia; Edir E-demir Arioli coordenador do Programa de Coordenação da Produção Mineral (CPM-Mineropar); Sylvio Péllico Netto da Secretaria de Planejamento do Paraná, do Concitec; Percy Blitzcow, representante do Badep, Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento do banco.*

## ALOYSIO SILVA

No momento, só tenho a transmitir aos senhores, além da satisfação de participar desse encontro aqui promovido pelas entidades ligadas ao fomento industrial, técnico e científico do Paraná, as nossas congratulações.

A Finep está passando por uma fase de reestruturação e tenho que deixar a área de química propriamente dita para assumir a área de divisão de novos materiais.

Sendo assim, eu ainda não estou no exercício efetivo do meu grupo, ainda não recebi os projetos que estão em trâmite na casa alocados a outros departamentos que haviam sido distribuídos na estrutura anterior da Finep que era uma estrutura mais setorializada do ponto de vista das áreas de competência.

A área de divisão de novos materiais e multidisciplinar e sua criação representa a sintonia com o Ministério da Ciência e Tecnologia e dedicar esforços aos desenvolvimentos de materiais, recursos humanos e conhecimentos nessa área.

Isso nós prosseguiremos dentro da nossa atuação tradicional, ou seja, o apoio à atividade dentro da nossa atuação no sentido da formação de recursos humanos especializados com o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico que são alocados às instituições acadêmicas sem obrigação de retorno. O retorno que se espera, é evidente associado à sociedade na forma de geração de conhecimentos e de recursos humanos capacitados a nível de pós-graduação.

A outra linha de ação é a linha de fomento industrial e que segue as linhas que a Finep já patrocina para qualquer ramo industrial do país e que são financiamentos para os projetos de desenvolvimento de engenharia básica, desenvolvimento de controle de qualidade e comercialização pioneira. Essas constituem as nossas duas linhas básicas de atuação.

O que eu quero fazer questão de transmitir é que a Finep é uma casa de portas abertas. Todo aquele que tiver uma idéia, um intuito, tiver algo a propor dentro da área pode telefonar, pode aparecer, pode conversar, pode questionar. Nenhuma idéia proposta dentro da Finep é recusada sem que ela seja propriamente informada pelos técnicos, revi-

sadas pelos chefes de departamentos e, finalmente, homologada a decisão de apoiar ou recusar pela diretoria.

Portanto, é um sistema aberto que tem dado várias contribuições ao desenvolvimento e nós esperamos que com novos enfoques que se prenunciam hajam mais recursos à disposição para que se possa aplicar por estas duas linhas, ou vias: a via de recursos humanos, sua formação dentro das universidades e a via de desenvolvimento industrial.

Então, me coloco à disposição para esclarecer quaisquer aspectos que os senhores desejem. Porque ainda é prematuro formular uma política nossa dentro da área.

Certamente nós vamos voltar aos grupos aqui presentes depois com propostas. Mas, por enquanto ainda é cedo.

## JAMIL DUALID FILHO

Para iniciar eu queria fazer um pequeno comentário com relação ao que consta da programação porque o INT não é do Ministério do Planejamento.

Na verdade o INT a partir deste ano passou a pertencer ao Ministério de Ciência e Tecnologia.

É perfeitamente compreensível esse tipo de confusão porque, acho que nos últimos 60 anos o INT já andou desde uma simples estação experimental, em que inclusive originou várias pesquisas do carro a álcool, em 1920 já se se fazia pesquisa de carro a álcool no INT, até passou pela Presidência da República. Recentemente, na década de 70, esteve vinculado ao Ministério de Indústria e Comércio e no início deste ano passou ao Ministério de Ciência e Tecnologia.

Eu vou fazer um breve relato do que é INT e qual é o desenvolvimento atual do instituto na área de materiais e as intenções do INT para atuar na área de cerâmica avançada e materiais estratégicos numa forma geral.

O INT desde a década de 50 – 60 vem desenvolvendo papel bastante relevante em termos de país, de ciência e tecnologia, tendo surgido do seu quadro ou de ações desenvolvidas lá, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, o próprio INMETRO, e mesmo o INPI e outras instituições de lá surgiram.

Foram feitas pesquisas bastante relevantes no campo da cerâmica a partir da década de 60, para ser mais exato no início de 1962 com a criação da Divisão de Cerâmica e Refratários de Vidros.

A partir do início da década de 70 o instituto passou por um período praticamente vegetativo. Isso foi devido a questões políticas e mesmo a um esvaziamento porque o instituto passou por dificuldades salariais.

Já nessa época estava no âmbito do Ministério de Indústria e Comércio. Passou a atuar em conjunto com o INT a Fundação de Tecnologia Industrial junto com o Instituto Nacional de Metrologia e o Instituto Nacional de Propriedade Industrial, coordenados pela Secretaria de

Tecnologia Industrial formavam o sistema de tecnologia industrial do Ministério de Indústria e Comércio.

Então, nessa época as ações de INT e FTI se confundiam, inclusive, a sede era no mesmo prédio.

No final do ano de 1982, ou melhor, ao longo de 82, houve uma decisão de fazer uma separação, uma divisão de áreas e reestruturar todo o sistema de tecnologia industrial do MIC.

Então, nesta época a parte de Biotecnologia foi transferida totalmente para Lorena e outras áreas relacionadas com metais refratários também foram transferidas.

E o INT incorporou várias áreas que estavam atuando no âmbito da FTI, como materiais, corrosão, posteriormente foi criada uma área de sondagem e, foram também incorporadas áreas de energia, poluição industrial e desenho industrial.

Em 1983 com a criação de uma tabela de especialistas que permitiu contratar pessoas a nível de mercado foi possível passar por uma reestruturação completa.

Atualmente, as áreas de atuação do instituto são enquadradas em dois grandes blocos.

O primeiro bloco que nós chamamos de Divisão de Tecnologias Indiferenciadas são áreas ou conhecimentos aplicáveis setorialmente como energia, controle de poluição industrial, projeto de produto assistido por computador, desenho industrial, parte de ergonomia e tecnologia de materiais.

Tem uma outra grande divisão que cuida do desenvolvimento de tecnologia, é mais uma divisão de química orgânica industrial.

Além disso, temos uma outra divisão de apoio tecnológico onde estão alocados laboratórios comuns às várias áreas onde são realizados ensaios de análises químicas e etc.

E o setor de informação.

Nós temos também um laboratório de cerâmica que na época da reestruturação do instituto em 1983 foi mantido na área de materiais, porque já naquela época nós discutíamos a importância que as pesquisas na área de cerâmica poderiam exercer para um futuro não tão distante assim.

Com a mudança do instituto para o Ministério de Ciência e Tecnologia, evidente que aqueles programas que eram levados diretamente com o setor produtivo como a energia, apesar de não ser uma das áreas prioritárias do MCT definida no seu plano de operação, controle de poluição industrial e outras, continuaram porque já existe um corpo técnico montado de competência já firmada e uma grande interação com o setor produtivo. Hoje mais de 50% dos projetos desenvolvidos pelo setor de atendimento ao parque industrial, não só o parque industrial fluminense, mas a nível nacional que prestam serviços dos mais diversos possíveis.

O mesmo critério nós estamos pensando em implantar na área de cerâmicas especiais e materiais estratégicos. Estamos participando intensamente das discussões que estão sendo realizadas em seminários, dentre eles o atual e, estamos procurando estreitar contato com outras

instituições de pesquisa do Rio de Janeiro ue já desenvolvem alguma coisa na Universidade Federal do Rio de Janeiro e, contatando várias empresas para que a gente possa estabelecer um programa de desenvolvimento com uma meta bem fixada para trabalhar em cima dessa meta no desenvolvimento de técnicas para chegar ao nível de protótipo e produto em conjunto com empresas incluindo, inclusive, a formação de recursos humanos e etc.

Quer dizer, o INT está bastante consciente que é um instituto de desenvolvimento, quer dizer, não se pode confundir instituto de pesquisa com universidade. Na universidade o papel principal é de recursos humanos, isso nada impede que ela faça pesquisas de base e etc.

Então, em suma, estamos nessa fase procurando definir um programa de atuação, procurando fazer com que esse programa de atuação na área de cerâmicas especiais seja em conjunto com o setor produtivo, mas isso nós não esperamos resultados a curto prazo porque envelope a formação de recursos humanos, o reequipamento laboratorial, já existe uma infra-estrutura porque temos uma área de materiais bastante forte mas não específica para cerâmicas especiais, embora uma boa parte dos instrumentos são aplicados em ambos os casos.

Era isso que eu tinha que relatar com relação ao que o INT está pensando na área de materiais especiais.

## SYLVIO PÉLLICO NETTO

Nós do Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia estamos dentro de uma programação de aprofundamento daquilo que foi desde o ano passado a intenção de delimitar mais claramente o que foi estabelecido no nosso segundo Plano Estadual de Ciência e Tecnologia.

Este plano naturalmente foi aprovado e constitui um documento básico no que se refere ao desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, mas é uma experiência ainda genérica pelo fato de que nós todos estamos sentindo que não é muito fácil nem simples direcionar o desenvolvimento dentro de programas mais específicos, mas nós sentimos uma necessidade muito grande de aprofundar esses conhecimentos e começamos este ano o desenvolvimento do programa de biotecnologia que acaba de ser concluído.

Iniciamos por aí porque, naturalmente, o Paraná tem uma experiência muito maior nessa área, tem uma convivência empresarial e nós ganhamos uma experiência em organizar um programa estadual com aquilo que conhecíamos mais.

Naturalmente que o horizonte agora passa a ser tão importante também para os outros segmentos e com isso nós, do estado, organizamos esse seminário exatamente para servir de ponto de partida para uma reflexão mais aprofundada na área de novos materiais, como também está na meta do conselho, no próximo ano, se preocupar com envolvimento com a química fina e que nesse seminário nós já sentimos que tem ligação íntima. Já falava hoje com a Gina que talvez até essa

área de novos materiais não devesse ser tratada independentemente da química fina, uma vez que a química fina tem uma colaboração muito íntima com a decantação dos materiais pelo que nós entendemos aqui, e chegar depois mais avançadamente nos produtos.

Mas o conselho, com esse seminário, ficou muito enriquecido, nós sentimos que os debates foram muito relevantes para o conhecimento daquilo que se está fazendo no país, acho que os exemplos trazidos pelas empresas foram muito objetivos, até muito esclarecedores e nós sentimos que realmente há uma necessidade hoje de identificar mais profundamente o que nós temos no Paraná em matéria de recursos humanos, de pesquisas em andamento, enfim, de um contexto básico de conhecimento. E para tanto, eu diria que hoje não possa aqui falar genericamente onde estão os nossos pontos de partida, não tivemos oportunidade de fazer um levantamento prévio, é esse seminário realmente o ponto de partida. Sabemos pelas andanças que temos feito no estado e há um grupo de trabalho em Londrina que conheço trabalhando na área de desenvolvimento de cristais, estive lá recentemente e os visitei. Eles estão numa fase muito preliminar, mas com resultados muito interessantes, trabalhando em cooperação com São Paulo e São Carlos. Estão realmente no início, mas há uma célula nessa área de cristais que nos impressionou. E sabemos que Maringá tem um grupo muito bom na área de química e o Daniel está aqui presente, representando o novo segmento na área de engenharia com vistas voltadas para a construção civil; sabemos da Universidade Federal do Paraná que tem um grupo na área de Engenharia Química, que trabalha em cerâmica algum tempo. Sabemos que existe algo no Tecpar, já foi demonstrado que houve uma intenção aberta de colaboração e participação dentro desse campo, de maneira que sentimos que existe em todos os nossos ambientes alguma célula inicial de trabalho.

No setor industrial sentimos que o Paraná também tem algumas indústrias já preocupadas com esse problema.

Desta forma, então, o que gostaríamos é de logo após este seminário, tendo os resultados já de forma escrita para a gente analisar um pouco mais profundamente, propor ao conselho a organização de um grupo de trabalho, da mesma forma que fizemos para a biotecnologia, para que se comece a pensar em termos das nossas realidades, em termos das nossas oportunidades e daí surjam as idéias que no decurso de 1987 haverão de delimitar um programa para o estado, no horizonte de quatro anos.

Acho que nós poderemos contar a partir do próximo ano com alguns apoios melhores para esta área, uma vez que os senhores sabem nós temos agora o Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia, que deverá estar regulamentado até a próxima semana, depois de uma longa tarefa de trabalho para tentar viabilizar a existência desse Fundo no Estado, mostrando que o Paraná terá interesse em colocar recursos próprios para sustentação desses programas.

Na verdade, nós aqui estamos também com a representação do governo federal, que também está se preocupando em organizar os apoios a nível das entidades de fomento, não está ainda claro como pa-

ra a biotecnologia que já existe uma secretaria, um orçamento específico, mas é claro e evidente, sabemos que uma vez existindo os programas estaduais, o governo federal haverá de estar consoante com essas políticas estaduais, interessado em apoiar aqueles projetos que foram apresentados e julgados relevantes para o desenvolvimento.

Então, é essa a visão que eu posso dar hoje. É a intenção clara e aberta nossa de constituir esse grupo de trabalho e esperar que de uma forma bastante interessada e articulada para a indústria paranaense e com apoio do Badep, com apoio dos órgãos de financiamentos, a gente chegar então a um ponto de identificação do que o Paraná pode fazer nesse campo.

Gostaríamos de aproveitar a oportunidade também de dizer que o senhor Secretário de Planejamento gostaria de estar presente para o encerramento, mas acaba de nos informar que não será possível e, solicitou a mim que em nome dele, agradecesse a presença dos ilustres conferencistas que aqui estiveram. E agradecer também a participação das pessoas que vieram dar brilhantismo a esse encontro.

Então, agradeço em nome da Secretaria de Planejamento, em nome do Concitec e, diria que me senti muito satisfeito nesse seminário porque estávamos preocupados porque quando organizamos com outros órgãos do estado outros seminários, tínhamos um pouco mais de domínio no assunto pela convivência e pelo trato com as pessoas e era mais fácil nós vislumbrarmos os horizontes do resultado do seminário e para esse viemos como assim o inusitado pela frente, mas acredito que pelo brilhantismo das palestras, pela competência que vimos aqui, pelo menos hoje nós sentimos que esse seminário trouxe um marco importante e claro para nós do quanto podemos atingir.

Eu diria pudemos ver que podemos contar com uma capacidade nacional muito boa e muito bem interessada nesse assunto, e com isso sentimos que podemos tocar avante o nosso programa no estado.

Muito obrigado.

## PERCY BLITZCOW

*Bem, as palavras do Dr. Sylvio Péllico praticamente resumem a expectativa que tínhamos. Ele traduziu a nossa expectativa também, porque realmente a partir desses eventos que conseguimos reunir informações para poder direcionar a ação dos órgãos como o caso do Badep, que é um Banco de Desenvolvimento e procura atuar como agente de fomento.*

*Então, a ação do Badep, ela não se restringe a um apoio financeiro aos projetos, mas sim a um apoio de uma forma mais ampla, dando o apoio institucional, gerencial, tecnológico e também o apoio financeiro.*

*E é através de convênios ou da interação com os demais órgãos que atuam na área gerencial e tecnológica, que podemos desenvolver definitivamente ações conjuntas para viabilizar a implantação de projetos.*

*E o banco como agente financeiro da Finep, do BNDE, Finame e outras fontes de recursos, pode encontrar alternativas mais venientes para cada um dos casos.*

*Então, eu me permitiria não identificar condições para esse apoio financeiro, mas sim dizer que o banco está sempre pronto a receber as idéias e juntamente com os interessados buscar aquela solução que melhor resolve o seu problema.*

*Nós não temos possibilidade de dar o apoio institucional no sentido de encaminhar essas pretensões aos órgãos de pesquisas, às fontes de recursos e acompanhar o desenvolvimento das negociações. Já temos alguns casos aqui no estado em que a partir da idéia o banco se enganhou no processo e hoje ele acompanha o projeto já implantado e, inclusive, no que se refere ao capital de giro ele vem apoiando há alguns anos.*

*Então, o banco procura acompanhar o projeto desde o nascimento e viver com ele. A intenção do banco casa com a empresa porque os nossos financiamentos vão a 8, 10, 12 anos, então, temos um período de carência, de amortização que chega até 12 anos e isso é uma vida. Então, o banco está disposto a formar, a ser o "partner" do projeto.*

*Um outro enfoque que eu gostaria de fazer é de que já algum tempo estamos tentando desenvolver o que chamamos de ação programada.*

*Então, procuramos identificar oportunidade em investimentos a partir de potencialidade ou até de carência e consolidar aqueles projetos afins, de forma tal que permitam a montagem de um programa que dê melhores condições de negociações tanto de recursos como de outros apoios.*

*Então, imagino que a partir desse evento nós possamos resgatar idéias e informações que permitam a montagem de um programa dirigido especificamente a alguns ramos de atividade. Como o Professor Sylvio propôs e nós também faríamos, a constituição de um grupo de trabalho que possa analisar os registros desse evento e a partir daí formular algum plano, alguma política de ação que dará efetivamente um ganho qualitativo para o estado. Nós teremos sem dúvida, a condição de identificar tipo de apoio necessário ao desenvolvimento dos projetos que utilizem a tecnologia, os processos que enham a ser aproveitados.*

*Então, qualquer projeto de pesquisa e desenvolvimento e tecnologia pode desde o início receber o apoio do banco.*

*Evidentemente, em seguida a palavra estará livre para que sejam questionadas as colocações, inclusive, da parte do banco e, que a partir das indagações nós poderíamos então detalhar algum aspecto de maior interesse.*

*Quero deixar registrado que o banco se sente bastante gratificado por poder sediar encontros dessa natureza, que vem realmente de encontro com seus objetivos que é estabelecer um diálogo com as comunidades, comunidades científicas, empresariais e, inclusive, nós estamos com uma proposta na nossa diretoria para ser aprovada, elaborada pela nossa Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento, para que haja a criação de clubes de empresas, que só numa primeira informação se constitui numa forma, numa ação a ser desenvolvida junto às universidades com apoio do banco integrando a empresa com o meio acadêmico.*

*Então, deveremos em curto espaço de tempo implementar essa forma de trabalho, onde, através desses clubes de empresas, nós teremos a possibilidade de captar, ou de dar maior objetividade às pesquisas que vêm sendo desenvolvidas e fazer com que as próprias empresas de iniciativa privada participem, inclusive, no direcionamento da pesquisa. E aproveitem muitos tra-*

*balhos do meio acadêmico que estão sendo já desenvolvidos e às vezes por falta de uma oportunidade maior deles, são acelerados ou não chegam a resultados que possibilitem a implantação de um projeto.*

*Então, o banco estará sempre de portas abertas para receber as idéias e dar todo apoio necessário à viabilização da implantação de um projeto.*

**BORIS**  
(Copel)

Eu queria questionar o representante do INT.

O que que tem hoje estruturado, previsto em termos de quartzo quanto a novos materiais?

**JAMIL DUALID FILHO**  
(INT - Ministério de Ciência e Tecnologia)

Por enquanto, nada. Ainda estamos pensando.

**ALUÍSIO SILVIO**  
(Finep)

Talvez não tanto diretamente ao quartzo, mas ao crescimento do cristal eu já mencionei ontem que a Finep apoiou um projeto de desenvolvimento no Cetec, em Belo Horizonte, onde a tecnologia foi desenvolvida e está disponível.

**GINA PALADINO**  
(Concitec)

Eu gostaria de perguntar à Dra. Helena, nessas andanças pelo Brasil, como Secretária Executiva da Comissão de Novos Materiais, que tipo de experiências os outros estados estão desenvolvendo a nível institucional na área de novos materiais?

**HELENA LASTRES**  
(Ministério de Ciências e Tecnologia)

O Secretário Executivo dos Novos Materiais da Comissão não realiza andanças pelo Brasil, mas sim o Núcleo de Estudos e Planejamento que foi recém instalado agora em dezembro que é o pessoal pós a "mão-na-massa".

Então, a idéia nossa, a exemplo de todos os outros setores onde há um programa de planejamento de ciência e tecnologia, uma das eta-

pas fundamentais é esse levantamento. Conversar com universidades, institutos de pesquisas, empresas e até não só produtivas, mas até consumidoras. Sem falar em todos os órgãos ligados ao governo seja federal ou estadual, que vêm cuidando de fomento ou do planejamento industrial de ciência e tecnologia.

Então, a gente não começou andança relativa à área de novos materiais, mas já temos muita andança na área minero-metalúrgica propriamente dita. Mas, isso é outra questão.

Inclusive, nesse aspecto a gente tem também canais de articulação enquanto o que foi colocado, que é que a nível estadual vai se realizar um aprofundamento do levantamento que já se dispõe hoje de quem está fazendo o quê e onde. Não apenas em termos de pesquisa, mas até em termos de capacidade empresarial, industrial.

Nesse sentido, a gente tem mais uma grande área de articulação, como já montamos com relação ao estado de São Paulo. Eles devem estar acabando agora em janeiro as duas atividades que planejaram fazer. Eles iam fazer um levantamento a nível estadual e até abrangendo outros estados de quem está fazendo o quê e onde, com que tipo de recurso, que tipo de pessoas, com que tipo de recursos materiais.

E o outro lado da ação deles inicial, é contratar consultoria para identificar a nível estadual quais são os grandes polos potenciais de oportunidade de um programa em novos materiais estadual.

A gente já tem uma articulação boa com eles nisso, desde o início que eles pensaram em armar um programa estadual em novos materiais, que existe essa articulação e que agora, vamos ter elementos de troca, mais propriamente discutir o que vamos fazer.

Acredito que em fevereiro ou março que a gente vai estar na rua.

## GINA PALADINO

É só em São Paulo que tem esse trabalho por enquanto?

## HELENA LASTRES

Ao nosso conhecimento, sim.

Contratado formalmente pelo ministério sim. Os resultados dessa andança é até localizar a nível estadual ou municipal que seja, se existe alguma proposta mas, acredito que não. Inclusive, novos materiais é centralizado bastante em São Paulo. Temos alguma coisa aqui no estado, no estado do Rio, em Minas e, eventualmente em outro estado. Mas, é inegável que o grosso da coisa está em São Paulo.

Eu queria fazer um acréscimo.

Em termos de articulação desde já o conselho está convidado para assim que tiver um planejamento do que deseja fazer a nível estadual, ser recebido pela comissão e conosco discutir e que a gente possa articular formalmente essa possibilidade de apoio, de troca e etc.

## EDIR E. ARIOLI

(CPM - Mineropar)

Gostaria de dirigir uma questão ao Dr. Aloísio.

Em julho de 1986 estive na Finep, no Rio de Janeiro, conversando com alguns assessores. Houve na oportunidade uma insistência muito grande em me convencer a trazer a visão para cá de que nós não deveríamos investir em desenvolvimento dos Centros de Tecnologia, aqui no Paraná, alguma coisa dessa natureza, porque as entidades existentes no país as capacitações instaladas têm elevado índice de ociosidade, e uma rarefação muito grande de cérebros no país e isso apenas seria mais um fator de dispersão. A gente teria que realmente acabar atraindo pessoal de outros centros.

Como é que o senhor vê esse tipo de problema?

## ALOYSIO SILVA

(Finep)

Eu quero crer que essa observação tenha partido de um técnico especializado na área e, portanto, tinha uma condição de avaliação.

Esse retrato é muito aplicado, não só a esse setor, mas a vários setores nacionais e que nós temos por vez uma má distribuição.

O nosso país é do tipo arquipélago em quase todas as suas atividades. Nós temos concentrações em alguns lugares, temos vácuo em outros, distâncias grandes no meio.

Entretanto, isso não exclui uma apreciação mais a rigor das potencialidades de um determinado estado.

Se, por exemplo, o Paraná julga que seus recursos minerais são promissores suficientes e que o estado de desenvolvimento industrial já atingiu um grau que permite a exploração desses recursos, eu não vejo por que não prosseguir.

Essa decisão deve ser em cima da potencialidade real existente.

Por outro lado, se alguns estudos ou desenvolvimentos devessem ser feitos a níveis de laboratórios ou instituições de pesquisas que já estão equipadas para isso, evidentemente não se deve e não se pode duplicar o investimento da capacitação na área. Correríamos o risco realmente de comprarmos mais aparelhos que permaneceriam ociosos por falta de equipes.

## LUCIANO LOYOLA

(CPM - Mineropar)

No início de agosto tive uma reunião em São Paulo na Finep, onde vários representantes de indústrias cerâmicas estiveram presentes. Alguns deles pleitearam junto à Finep que esta financiasse a compra de tecnologia de cerâmica avançada junto a uma instituição de pesquisa nos Estados Unidos.

E as reuniões em São Paulo tiveram um lastro de continuidade porque, ao que parece, estaria havendo uma sobreposição de trabalhos junto ao Ministério de Planejamento, que teria uma equipe trabalhando no mesmo assunto.

A minha pergunta se resume no seguinte: nesse tipo de financiamento, houve algum avanço, vai haver compra de tecnologia externa? E também, já me fixando na sua resposta anterior, em que o senhor falou na falta de mão-de-obra capacitada que teria para tocar certos assuntos. Como a Finep vê isso, a compra de tecnologia versus a mão-de-obra para tocar isso?

## ALOYSIO SILVA

O desejo básico da Finep, que aliás é condição da sua existência, é o desenvolvimento da tecnologia nacional.

Muitas vezes o desenvolvimento da tecnologia nacional e a petroquímica é um exemplo grande disso, para se ter uma fase de aquisição tecnológica a qual deve se seguir desenvolvimento nacional para não se perder tempo, não passar a oportunidade. E em segundo para não inventar a roda, colocando aí um lugar comum.

Então, numa compra de tecnologia de novos materiais, posta em termos genéricos, ela não poderá ser considerada. Toda compra de tecnologia ela tem que ser explicitada de quem, por quanto, para quem.

Só aí nós podemos opinar. Muitas vezes nós participamos, aprovamos a compra de tecnologia no exterior, mas sempre condicionada por uma série de parâmetros e de pré-tentar julgar de melhor interesse nacional.

## PERCY BLITZCOW

Em primeiro lugar eu quero agradecer aos componentes da Comissão Organizadora que realmente conseguiram trazer para o encontro grandes vultos dentro da área, e com isso reunir as informações necessárias a um ponto de partida para o equacionamento de uma política no setor.

Aos ilustres conferencistas que aqui compareceram e trouxeram um elevado conteúdo para o encontro, nossos agradecimentos e, acredito que num próximo encontro poderemos rever alguns dos temas

porque esse não deve ser o último evento para analisar o aspecto de novos materiais.

Com certeza a comissão organizadora, a partir da análise dos registros desse evento, possa formular um novo encontro para um futuro próximo.

Eu acredito que haja necessidade de um aprofundamento maior nesse sentido.

Aos representantes dos órgãos do governo federal que aqui se fizeram representar, do Ministério de Ciência e Tecnologia, da Finep, da Comissão de Novos Materiais, da Secretaria de Tecnologia Industrial, Instituto Nacional de Tecnologia, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do CNPq, aos órgãos promotores, à Mineropar, coordenadora do Encontro, CPM, Tecpar, Universidade Federal do Paraná, Concitec, Citpar, Copel e, em especial, a todos aqueles que participaram do evento trazendo com a sua presença o sucesso desse encontro.

O Badep se sente, como disse, bastante gratificado por ter servido apenas de anfitrião e espera poder num futuro próximo, sediar um novo encontro. Desde já fica proposto aos senhores que se organize um segundo encontro com base nas conclusões que vão ser tiradas dos registros eu tenho certeza de que nós poderemos formular uma política de ação bastante objetiva a partir deste evento.

Há uma integração muito grande a nível de estado entre os órgãos de pesquisa e os órgãos de fomento. Nós temos uma participação conjuntamente proveitosa e bem objetiva, onde estão definidas as funções, a responsabilidade e há um entendimento muito bom. Exemplo, a criação do Funcitec onde junto com os demais órgãos e o Concitec pode participar na discussão do assunto e, provavelmente será o gestor do fundo.

Então, para o banco cumprir o seu papel de agente de fomento só é possível a partir dessa integração e do apoio que ele receba dos órgãos afins, aqueles órgãos que participam de uma maneira direta ou indireta dos ramos de atividade que o banco apoia. Porque o leque de ramos é muito grande e nós devemos inclusive, nos concentrar um pouco estabelecendo algumas prioridades.

Provavelmente a partir de uma política de desenvolvimento para o próximo governo possam ser evidenciadas aquelas prioridades que são de maior interesse para o Paraná.

E aqueles projetos que utilizam a tecnologia de ponta, com o aproveitamento desses materiais novos, com certeza merecerão um destaque especial. Então, acho muito oportuna a realização desse encontro, que poderá trazer a base para formulação de uma política mais firme, com pé no chão, conhecendo um pouquinho mais das possibilidades que o Paraná tem de implantar e desenvolver projetos na área.

Em nome da diretoria do banco, quero agradecer e dizer que nos sentimos muito satisfeito de poder recebê-los e continuamos sempre à disposição de todos.

Meu muito obrigado.

# LISTA DE PRESENÇA

## **ABÍLIO C. HEISS**

Propex do Brasil  
Rua Rodolfo Hatschbach, nº 1581 - CIC  
Curitiba - PR.

## **ADÃO ROTH NETO**

Av. Erasto Gaertner, nº 2554  
Curitiba - PR.

## **ALCYONE COLLE ROTH**

COLLE S/A Cerâmica São Marcos  
Assistência Técnica  
Av. Erasto Gaertner, nº 2554  
Curitiba - PR

## **ALOÍSIO C. RAPOSO**

SEPL  
Rua Mal Hermes, nº 999  
Curitiba - PR.

## **ALOYSIO MANSO SILVA**

FINEP  
Chefe da Divisão de Novos Materiais  
Av. rio Branco, nº 124  
Rio de Janeiro - RJ

## **ANSELMO ORTEGA BOSCHI**

UFScar  
Professor/Pesquisador  
Caixa Postal 676 DEMA  
São Carlos - SP

## **ARCELI CLEMENTE MAROCENI**

BRDE  
Técnico em Desenvolvimento  
Rua Emiliano Perneti, nº 170 - 14º andar  
Curitiba - PR

## **BORIS SITNIK**

COPEL  
Engenharia de Planejamento e  
Telecomunicações  
Rua Visconde de guarapuava, nº 3832 -  
5º andar - Curitiba - PR

## **CAIO MÁRCIO PINHÃO**

INT/Ministério de Ciência e Tecnologia  
Pesquisador  
Av. Venezuela, nº 82  
Rio de Janeiro - RJ

## **CALIXTO ABRÃO MIGUEL AJUZ**

Costalco Mineração, Indústria e  
Comércio Ltda.  
Av. Gal. Carlos Cavalcanti, nº 4274  
Ponta Grossa - PR

## **CARLOS ANTONIO FIOR**

TECPAR  
Rua dos Funcionários, nº 1357  
Curitiba - PR

## **CARLOS ARTUR KRUGER PASSOS**

Ipardes  
Rua Jaime Reis, nº 331  
Curitiba - Pr

## **CARLOS BEYERSDORFF**

Citpar  
Av. Cândido de Abreu, nº 200 - 5º andar  
Curitiba - PR

## **CIRILO SCHENKEL**

Ipardes  
Rua Jaime Reis, nº 331  
Curitiba - PR

## **CLÁUDIA MONTENEGRO ANGELIN RAMOS**

Tecpar  
Pesquisador I  
Rua dos funcionários, nº 1357  
Curitiba - Pr

## **CRISTINA RIBEIRO LEMOS**

INT/Ministério de Ciência e Tecnologia  
Av. Venezuela, nº 82 sala 711  
Rio de Janeiro - RJ

## **DANIEL DAS NEVES MARTINS**

Universidade Estadual de Maringá  
Av. Colombo, nº 3690 - Maringá - PR

**DELSON MIRANDA DE OLIVEIRA**

Lorenzetti S/A  
 Ceramista  
 Rua Botiatiuva, nº 3312  
 Campo Largo - PR

**DENISE D.M. DANTAS**

Ministério de Ciências e Tecnologia  
 SAS Q.05 - Lote 6 - 9º andar  
 Brasília - DF

**DONALDO CORDEIRO DA SILVA**

Mineropar  
 Rua Constantino Marochi, nº 800  
 Curitiba - PR

**EDIR EDEMIR ARIOLI**

CPM - Mineropar  
 Rua Constantino Marochi, 800  
 Curitiba, PR

**EDGAR DUTRA ZANOTTO**

DEMA - UFScar  
 Universidade Federal de São Carlos  
 São Carlos - SP

**EDNA FABRIS BERG**

Estudante da PUC - Química Industrial  
 Trav. Dr. Lourival S. Torres, nº 983  
 Curitiba - PR

**EDNA T. HORA**

Ipardes  
 Rua Jaime Reis, nº 331  
 Curitiba - PR

**EDSON MÁRIO BÓRA**

Lorenzetti S/A  
 Rua Botiatiuva, nº 3312  
 Campo Largo - PR

**EGON ANTONIO TORRES BERG**

Lorenzetti S/A  
 Rua Botiatiuva, nº 3312  
 Campo Largo - PR

**ELAINE T. SEREMIN**

BRDE  
 Rua Emiliano Parneta, nº 160  
 Curitiba - PR

**ELBIO PELLEZ**

Mineropar  
 Rua Constantino Marochi, nº 800  
 Curitiba - PR

**ERALDO ARAÚJO DA SILVEIRA**

ABCBULL S/A  
 Rua Comendador Araújo, nº 143 - 7º andar  
 Curitiba - PR

**ETHEL R. HANDFAS**

Finep / MCT  
 Av. Rio Branco, nº 124 - 7º andar  
 Rio de Janeiro - RJ

**FERNANDO FLÁVIO PACHECO**

Citpar  
 Av. Cândido de Abreu, nº 200 - 5º andar  
 Curitiba - PR

**FLÁVIO HENRIQUE RABE**

Universidade Federal de Santa Catarina  
 Av. Hercílio Luz, nº 120-A - 908  
 Florianópolis - SC

**GILBERTO GIRALDI**

Mineração GiralDI Ltda.  
 Av. Gal Carlos Cavalcanti, nº 4060  
 Ponta Grossa - PR

**GILSON FANTIN**

EPI - Consultoria e Planejamento  
 Rua Bruno Filgueira, nº 1257  
 Curitiba - PR

**GINA GULINELI PALADINO**

Concitech  
 Rua Mal. Hermes, nº 999 - 1º andar  
 Curitiba - PR

**GUILHERME GUEDES XAVIER**

Universidade Federal de Santa Catarina  
 Caixa Postal 476  
 Florianópolis - SC

**HEITOR LUZ NETO**

Instituto Nacional de Tecnologia  
 Núcleo de Estudos e Planej. de  
 Novos Materiais  
 Av. Venezuela, nº 82 - sala 711  
 Rio de Janeiro - RJ

**HELENA LASTRES**

Comissão de Novos Materiais  
Ministério da Ciência e Tecnologia  
Secretária Executiva  
Av. Venezuela, nº 82 - sala 711  
Rio de Janeiro - RJ

**HENRIQUE JOSÉ CHEMIN**

Lorenzetti S/A  
Rua Botiatuva, nº 3312  
Campo Largo - PR

**IGNÊS M. LUDEWIG**

Madebrás  
Rua 15 de Novembro, nº 621 - 6º andar  
Curitiba - PR

**JAIRO ALMEIDA**

EPI - Consultoria e Planejamento  
Diretor  
Av. Iguaçú, nº 1848  
Curitiba - PR

**JAMIL DUALID FILHO**

Instituto Nacional de Tecnologia  
Av. Venezuela, nº 82  
Rio de Janeiro - RJ

**JERÔNIMO MEIRA**

Ipardes  
Rua Jaime Reis, nº 331  
Curitiba - PR

**JORJE M. KAWASAKI**

Cerâmica e Velas de Ignição  
NGK do Brasil S/A  
Estrada Mogi - Selessópolis Km 9  
Mogi das Cruzes - SP

**JOSÉ ANTONIO ROCHA ALVES**

Cendi - SEIC  
Rua Benjamin Constant, nº 608  
Curitiba - PR

**JOSÉ ARANA VARELA**

UNESP - Professor  
Indústria Química  
Rua Prof. Francisco Degni, s/nº  
Caixa Postal 174  
Araraquara - SP

**JOSÉ HENRIQUE DE FARIA**

Badep  
Rua Dr. Vicente Machado, nº 445 - 14º andar  
Curitiba - PR

**JOSÉ MAURO LEAL COSTA**

ABCXTAL  
Diretor de Tecnologia  
Rodovia Campinas - Mogi Mirim km. 18.º  
Campinas - SP

**JULIO CÉSAR DE SOUZA**

Rua dos funcionários, nº 1357  
Curitiba - PR

**JÚLIO C. FÉLIX**

Tecpar  
Rua dos Funcionários, nº 1357  
Curitiba - PR

**LAWRENCE JOSÉ DE ARAUJO**

Autônomo  
Rua Francisco Torres, nº 559  
Curitiba - PR

**LORIVAL GONÇALVES RIOS**

Cerâmica Marinotti S/A  
Rua Justino Paixão, nº 455  
São Caetano do Sul - SP

**LOURENÇO DE MEDEIROS Fº**

Badep  
Rua Dr. Vicente Machado, nº 445  
Curitiba - PR

**LUCIANO CORDEIRO DE LOYOLA**

Mineropar/CPM  
Rua Constantino Marochi, nº 800  
Curitiba - PR

**LUIZ CLÁUDIO SKROBOT**

COPEL  
Rua Cel. Dulcídio, nº 800  
Curitiba - PR

**LUIZ RICARDO MARINOTTI**

Cerâmica Marinotti  
Diretor  
Rua Justino Paixão, nº 455  
São Caetano do Sul - SP

**MARCO CÉSAR C. BONATTO**

Mineropar  
Rua Constantino Marochi, nº 800  
Curitiba - PR

**MARCOS ANTUNES WISNIFWSKI**

Tecpar  
Rua dos Funcionários, nº 1357  
Curitiba - PR

**MARIA LUIZA STEFANELO**

Tecpar  
Rua dos Funcionários, nº 1357  
Curitiba - PR

**MÁRIO LESSA SOBRINHO**

CPM/Mineropar  
Rua Constantino Marochi, nº 800  
Curitiba - PR

**MÁRIO M. IGAMI**

NGK do Brasil  
Pesquisador Assistente  
Rua Floriano de Mello, nº 435  
Mogi das Cruzes - SP

**MARIA TEREZA GARCIA DUARTE**

INT - Ministério da Ciência e Tecnologia  
Pesquisadora  
Av. Venezuela, nº 82 - sala 711  
Rio de Janeiro - RJ

**MAURO VOIGT**

Lorenzetti S/A  
Rua Botiatuva, nº 3312  
Campo Largo - PR

**MIRIAM ZENI ADOCHI**

Controle de Desenvolvimento Industrial  
Rua Benjamin Constant, nº 608  
Curitiba - PR

**MOZART SALDANHA DE CASTRO FILHO**

Copel  
Rua Cel. Dulcídio, nº 800  
Curitiba - PR

**NOBORU HIOKA**

Universidade Estadual de Maringá  
Av. Colombo, nº 3690  
Maringá - PR

**NOÉ VIEIRA DOS SANTOS**

CPM - Mineropar  
Rua Constantino Marochi, nº 800  
Curitiba - PR

**NILO FIDELIS BICHARA**

Copel - UFPr (Chefe de Departamento)  
Rua Cel. Dulcídio, nº 800  
Curitiba - PR

**PAULO AFONSO SCHWARZ**

Embraco  
Técnico em Desenvolvimento de Materiais  
Rua Rui Barbosa, nº 1020  
Joinville - SC

**PAULO ALBERTO DE OLIVEIRA**

Badep  
Análise de Projetos  
Av. Dr. Vicente Machado, nº 445  
Curitiba - PR

**PAULO KASUO TAKAHASHI**

Tecpar  
Técnico Químico  
Rua dos Funcionários, nº 1357  
Curitiba - PR

**PAULO KODAIRA**

Lorenzetti S/A  
Assessor Técnico  
Av. Pres. Wilson, nº 1510  
São Paulo - SP

**PAULO ROBERTO MACHADO**

Tecpar  
Técnico Químico  
Rua dos Funcionários, nº 1357  
Curitiba - PR

**RAMIRO WAHRAFTIG**

Citpar  
Diretor Executivo  
Av. Cândido de Abreu, nº 200 - 5º andar  
Curitiba - PR

**RENATO SIDNEI GASPAR**

Coord. de Projetos e P e D  
Rua dos Funcionários, nº 1357  
Curitiba - PR

**ROBERTO ACYOLI VEIGA**  
Mineração Castechanos Ltda  
Rua Harry Blass Gornrn, nº 130  
Curitiba - PR

**SÉRGIO ABEL**  
Itaiacoca S/A - Diretor  
Rua Gal. Carneiro, nº 1035  
Ponta Grossa - PR

**SÉRGIO EISFELD**  
Propex do Brasil  
Rua Rodolfo Hatschbach, nº 5181  
CIC - Curitiba - PR

**SÉRGIO R. KOVALESKI**  
Madebrás  
Comercialização Internacional  
Rua 15 de Novembro, nº 621 - 6º andar  
Curitiba - PR

**SIDNEI ANTONIO PIANARO**  
Estudante da UFScar  
Rua Engº Tourinho, nº 1200  
Campo Largo - PR

**SILVIO PÉLICO NETTO**  
Concítec - Secretário Executivo  
Rua Mal. Hermes, nº 999  
Curitiba - PR

**SIMÃO MIKAMI TAKIYA**  
ABCX-TAL  
Diretor Adjunto de Tecnologia  
Av. Brasil nº 20201  
Rio de Janeiro - RJ

**THULIO RUIZ COLLE**  
Colle S/A Ind Cerâmica  
Av. Erasto Gaertner, nº 2554  
Curitiba - PR

**VITOR SCHENKMAN**  
Hoescht do Brasil quím. Farm. S/A  
Rua 7 de Abril, nº 230 - 11º andar  
São Paulo - SP

**WALDEMIRO PEDROSO SOBRINHO**  
Copel  
Gerente de Divisão  
Centro Politécnico  
Curitiba - PR

**WILSON LUIZ GUESSER**  
Fundição Tupy  
Rua Albano Schmidt, nº 3400  
Joinville - SC.

WALDIR WARETT

RENATO SIDNEI GARRA  
Coordenador de Projetos e Pesquisas  
Rua dos Funcheiros, nº 1000  
Curitiba - PR

MOACIR SALDANHA DE CASTRO RIBEIRO  
Coordenador  
Rua Cel. Dutra, nº 800  
Curitiba - PR

ROBERTO MIKAMI  
Universidade Estadual de Maringá  
Av. Colombo, nº 8620  
Maringá - PR

0  
1  
2

3  
4  
5

6  
7  
8

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY  
547 BR  
98748

LIBRARY TECHNICAL  
FROM A. BERN  
FORBENTIN & A  
AND CHIEF LOYOLA  
O.P.M.

**COMISSÃO ORGANIZADORA**

**EDIR EDEMIR ARIOLI**  
C.P.M.  
*Coordenador*

**GINA GULINELI PALADINO**  
CONCITEC

**LUÍS TADEU CAVA**  
MINEROPAR

**RENATO SIDNEI GASPAR**  
TECPAR

**CARLOS BEYERSDORFF**  
CITPAR

**MOZART SALDANHA DE CASTRO Fº**  
COPEL

**ALCEU PEDROSO**  
BADEP

**COLABORADORES TÉCNICOS**

**EGON A.T. BERG**  
LORENZETTI S.A.

**LUCIANO C. DE LOYOLA**  
C.P.M.

Promitores

Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia - CONCITEC

Mineração do Paraná S.A. - MINEROPAR

Coordenação de Produção Mineral - CPM

Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR

Banco de Desenvolvimento do Paraná - BADEP

Centro de Integração Tecnológica do Paraná - CITPAR

Companhia Paranaense de Energia - COPEL