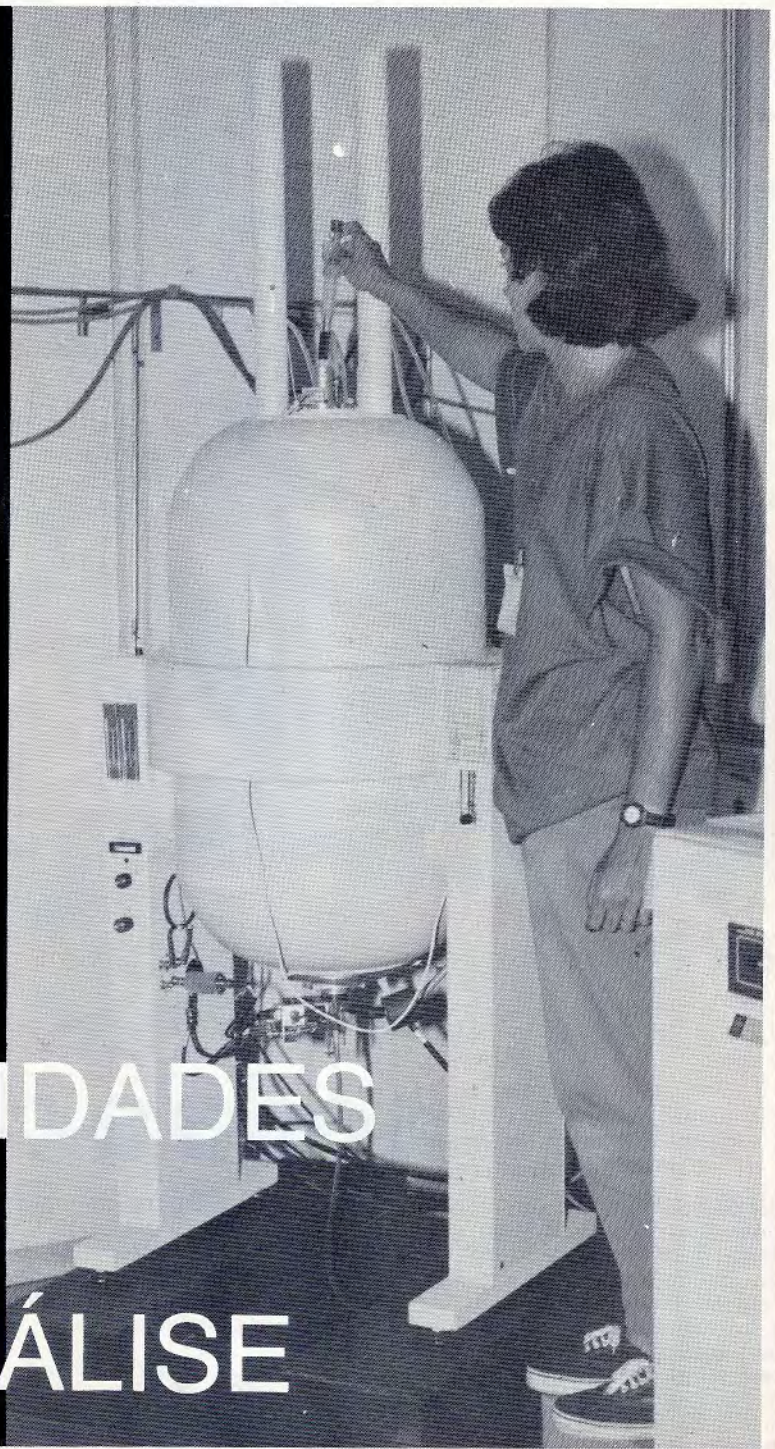


# Revista de Química Industrial

ANO 56 1988 Nº 663.

**RMN:  
BRASIL  
TEM  
300MHz  
E MAIS:  
ESPECIALIDADES  
QUÍMICAS  
TERMOANÁLISE**





# Duas palavrinhas mudaram a vida dele:



## soda e cloro.

A história do conforto, da segurança e do bem-estar do Homem pode ser contada em duas seqüências: antes e depois da indústria química.

E a soda cáustica e o cloro são protagonistas dessa história.

O desempenho da soda pode ser notado nos tecidos que você usa, nos vidros, no alumínio, sabões e detergentes e até mesmo no papel da revista que você lê.

O cloro atua na produção de plásticos à base de PVC usado em tubos e conexões, móveis,

garrafas, na indústria automobilística, nos gases de refrigeração, em embalagens.

Uma série de medicamentos e de defensivos agrícolas conferem ao cloro um papel de destaque. Sem mencionar o uso no tratamento da água que abastece os grandes centros.



**Salgema**

A Salgema, uma das maiores fabricantes de soda e cloro da América Latina, participa em 30% do mercado nacional escrevendo um capítulo muito especial nessa história de sucesso. Pesquisando, criando e investindo, a Salgema está ampliando a produção da soda cáustica e do cloro e diversificando seu elenco com novos personagens. Da idade da pedra à vida atual, a química caminha com a humanidade.



# Revista de Química Industrial

REDATOR PRINCIPAL: JAYME STA. ROSA

ANO 56

1988

NÚM. 663

Publicação mensal, técnica e científica, de química aplicada à indústria. Em circulação desde fevereiro de 1932.

DIRETOR RESPONSÁVEL E EDITOR  
Jayme da Nóbrega Santa Rosa

CONSELHO DE REDAÇÃO  
Arikerne Rodrigues Sucupira  
Carlos Russo  
Clóvis Martins Ferreira  
Eloísa Bissotto Mano  
Hebe Helena Labarthe Martelli  
Kurt Politzer  
Luciano Amaral  
Nilton Emílio Bühler  
Oswaldo Gonçalves de Lima.  
Otto Richard Gottlieb  
Paulo José Duarte

CIRCULAÇÃO  
Italia Caldas Fernandes

CONTABILIDADE  
Miguel Dawidman

ASSINATURAS:  
BRASIL: por 1 ano, Cz\$ 500,00  
OUTROS PAÍSES: por 1 ano, US\$ 50,00

VENDA AVULSA:  
Exemplar da última edição: Cz\$ 50,00  
De edição atrasada: Cz\$ 100,00

MUDANÇA DE ENDEREÇO  
O Assinante deve comunicar à administração da revista qualquer nova alteração no seu endereço, se possível com a devida antecedência.

RECLAMAÇÕES  
As reclamações de números extraviosados devem ser feitas no prazo de três meses, a contar da data em que foram publicados. Convém reclamar antes que se esgotem as respectivas edições.

RENOVAÇÃO DE ASSINATURAS  
Pede-se aos Assinantes que mandem renovar suas assinaturas antes de terminarem, a fim de não haver interrupção na remessa da revista.

REDAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO  
R. da Quitanda, 199 - 8º - Grupos 804-805  
RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL  
20092 - Telefone: (021) 253-8533

## NESTA EDIÇÃO

EDITORIAL .....	pág. 4
CENA QUÍMICA .....	pág. 4
BRASIL ALCANÇA ESTADO DA ARTE EM RMN .....	pág. 5
ESPECIALIDADES QUÍMICAS .....	pág. 8
DESENVOLVIMENTO, CLASSIFICAÇÃO E APLICAÇÕES DE MÉTODOS TERMOANALÍTICOS .....	pág. 12
MICRODOSAGEM .....	pág. 23
IDENTIFICAÇÃO DE BORRACHAS NATURAL E SINTÉTICAS CRUAS OU VULCANIZADAS .....	pág. 24



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA

RUA ALCINDO GUANABARA, 24 / 13.º AND.  
CAIXA POSTAL, 550 - CEP 20.031 - TEL. 262-1837  
RIO DE JANEIRO - BRASIL

Revista de Química Industrial - Nº 663 - ano 1988 3



# EDITORIAL

**D**ifícilmente alguém aceitaria respirar os vapores de compostos como: acetato de propila, álcool isobutílico ou 2-pentanona. Na verdade eles proporcionam um aroma agradável quando emanam de bananas maduras juntamente com outros 225 ou mais tipos de molécula, mas hoje em dia sua mera identificação como "produto químico" provoca uma forte reação negativa na maioria das pessoas.

O que fazer? Uma boa sugestão partiu da Dra. Ursula Hofacker da Sociedade dos Químicos Alemães durante a 9ª Conferência sobre Educação Química. Em um trabalho sob o título "Por que queremos introduzir a química ao cidadão e quem é o cidadão?" a Dra. Hofacker procura analisar a formação da opinião pública em assuntos referentes à química. Vale a pena reproduzir alguns trechos de sua apresentação.

"Depois do uso da energia nuclear no meio civil, é o uso industrial da química que mais desperta suspeitas junto ao público. A química aplicada é, portanto, uma das áreas que sente a pressão política. Um voto político só pode ser benéfico se é um voto bem informado. Como todos votam em países democráticos, nós químicos devemos reconhecer que cabe a nós assegurar que todos sejam informados sobre a química".

Citando as dificuldades em atingir uma população que corresponde a uma mistura de indivíduos, com diferentes formações hereditárias, educacionais, religiosas e étnicas, por exemplo, a Dra. Hofacker procura identificar os veículos ou grupos de veículos mais importantes na formação da opinião pública. Quem acompanha os jornais ou a televisão tem seu interesse despertado para a química através de notícias quase diárias. Infelizmente, hoje em dia a maioria dessas notícias está ligada a acidentes. Não obstante, muita informação correta pode ser transmitida através da necessidade que esses veículos tem de obter maiores detalhes sobre a notícia. Um sistema de informações sobre propriedades de produtos químicos deve funcionar sem interrupção para jornalistas e as informações factuais sobre os fatos de notícia sobre acidentes químicos precisam ser proporcionadas rapidamente.

As publicações científicas para amadores e as "páginas de ciência" dos grandes jornais cobrem a química apenas esporadicamente — em contraste com a medicina, biologia ou mesmo física. A Dra. Hofacker atribui essa constatação ao fato de que uma linguagem da química que não é familiar à maioria das pessoas precisa ser usada para que se possa divulgar assuntos de natureza química

a um nível intelectualmente mais avançado. Além disso, o leitor está interessado em conhecimentos imediatamente aplicáveis ou que se relacionem a outros assuntos de seu interesse e tópicos de química puramente científica frequentemente não satisfazem esses critérios.

A química aparece naturalmente no ensino primário e secundário e nas discussões de partidos políticos, associações de moradores ou grupos conservacionistas. A única maneira de assegurar que a química receba um tratamento correto é através da presença e participação de químicos bem informados e preparados para expressar-se nessas situações. Essas qualidades não são muito fáceis de encontrar e muitos de nossos colegas deveriam educar-se para tal fim.

A REVISTA DE QUÍMICA INDUSTRIAL estará colaborando nesse esforço, proporcionando a divulgação de notícias que auxiliem aos colegas na interpretação de notícias sobre a química junto ao grande público. O debate sobre questões que afetam a química e os químicos também tem lugar nestas páginas. É absolutamente necessário corrigir uma visão distorcida sobre a química que vem sendo propagada através dos veículos de comunicação. Só os químicos bem informados podem fazê-lo.

## CENA QUÍMICA

### SEMINÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DE POLÍMEROS NO CENPES

**O** conhecimento da estrutura molecular é a chave para a compreensão do comportamento dos sistemas poliméricos e para o projeto de novos produtos. Assim a caracterização desses sistemas é estratégica, tanto para quem prepara polímeros, quanto para quem os utiliza para diferentes finalidades.

No final de outubro, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello abriu suas dependências para os convidados ao I Seminário de Caracterização de Siste-

mas Poliméricos. Cerca de 100 profissionais de empresas nacionais, centros de pesquisas e laboratórios universitários reuniram-se para conhecer-se e apresentar 19 trabalhos e 39 cartazes sobre temas bastante variados (a movimentação das fanilas do poliestireno foi discutida ao lado dos problemas de caracterização de uma película de tinta).

Embora o objetivo inicial fosse mais limitado e restrito ao nível nacional, o interesse despertado foi grande e houve necessidade de am-

pliar o escopo do Seminário e acomodar também pesquisadores de outros países. Até o aspecto educacional foi abordado (através de um trabalho sobre Uso da Computação).

Segundo os organizadores a programação foi bastante compacta. Nos próximos eventos, que deverão ocorrer a cada 2 — 3 anos, haverá mais tempo para discussão. Temas específicos como instrumentação, laboratórios, etc. também serão focalizados.

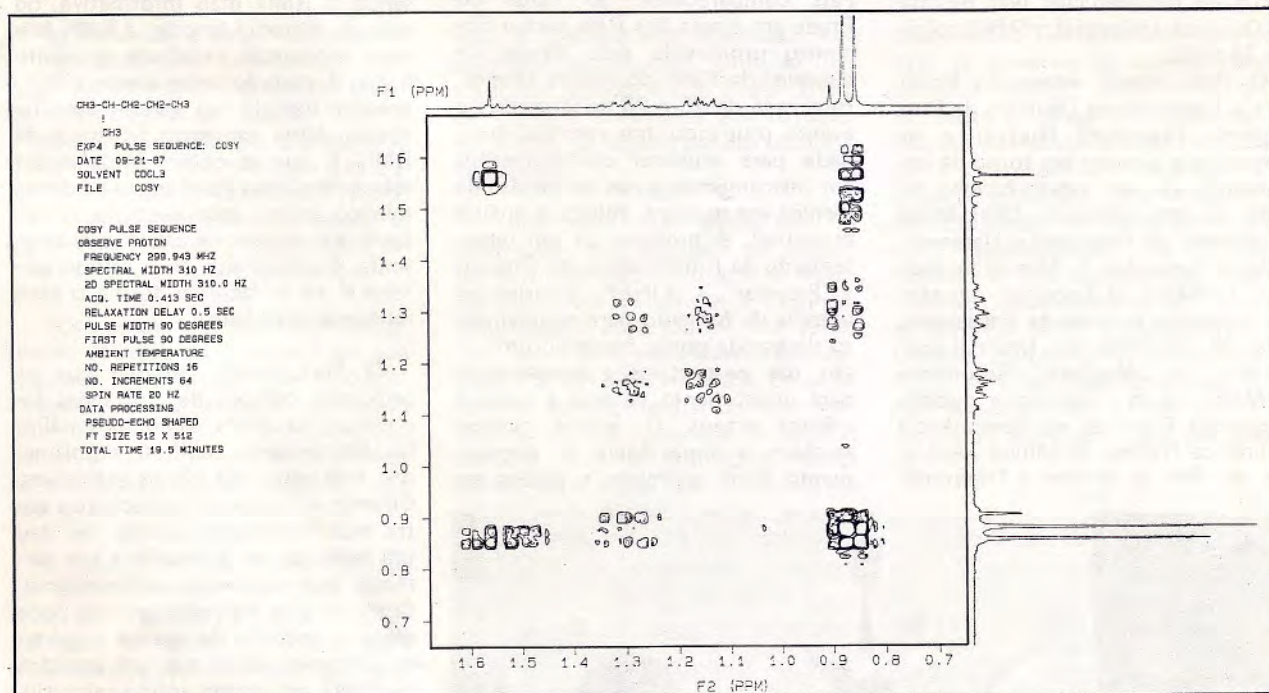
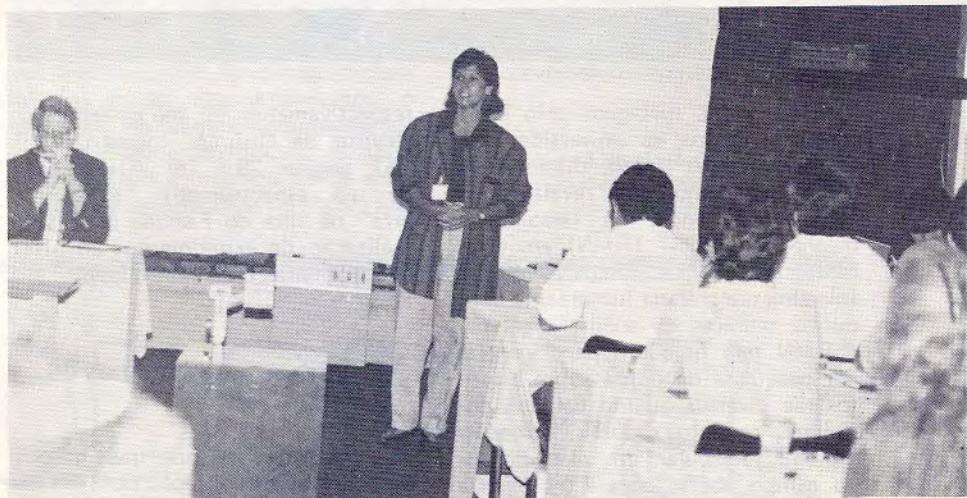
RQI agradece a  
Leni Akcelrud




# BRASIL ALCANÇA ESTADO DA ARTE EM RMIN

Um resultado experimental publicado em "Nature", um dos mais respeitados periódicos científicos do mundo, desencadeou uma acirrada batalha judicial entre a Union Carbide e a Mobil Oil, duas gigantes da área da química e petroquímica. Estão em jogo milhões de dólares de "royalties" de patentes.

Em 1977, a Union Carbide obteve a patente para o que ela alegava ser uma nova forma de uma zeólita chamada "silicalite". Mas de acordo com uma análise realizada por Fyfe e seus colaboradores, silicalite é de fato "idêntica" a uma família de zeólitas patenteada pela Mobil em 1972. As zeólitas da Mobil são vitais para seu processo metanol-à-gasolina.



Nucleus _____ Freq _____ MHz Spec. Width _____ Hz Offet _____ Hz Acq. Time _____ sec Delay _____ sec Pulse Width _____ sec Transients _____	Nucleus _____ Offet _____ Hz Mode _____ Power _____ db Modulation Mode _____ Freq _____ Hz Pulse Width _____ sec Power Mode _____	FN _____ K PE _____ sec CD _____ sec LB _____ Hz AF _____ sec CDD _____ Width _____ Hz/gpm Start _____ Hz/gpm Reference _____	Pulse Sequence _____ SAMPLE _____ Tube OD _____ mm Temp _____ °C Solvent _____	Number _____ File _____ Dir. _____  XL _____ Varian
--	--	--	---	--





Esta peróla, divulgada pelo Prof. Robin K. Harris, da Universidade de Durham, Reino Unido, durante sua recente estada no Brasil, revela a crescente importância da ressonância magnética nuclear (RMN) em diferentes áreas de tecnologia avançada. Inicialmente tratada juntamente com outras técnicas de análise orgânica, a RMN tem hoje um papel central em pesquisas de ponta sobre assuntos tão diversos quanto catálise, polímeros, produtos naturais, fármacos, biologia molecular, etc. além do novo campo aberto para a tomografia por RMN em medicina (ver Revista de Química Industrial, nº 648, páginas 24 a 28).

O Prof. Harris esteve no Brasil para o Encontro de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear e os eventos que giraram em torno da implantação de um espectrômetro de RMN de alta resolução (300 MHz) no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello — CENPES. O Encontro mantém em evidência o interesse despertado pela 9ª Reunião da International Society of Magnetic Resonance (ISMAR) e o "workshop" sobre Progressos Recentes em Ressonância Magnética Nuclear Orgânica, realizados no Rio de Janeiro e Campinas,

respectivamente, no ano passado (ver Revista de Química Industrial, nº 652, páginas 25 e 26). A instalação de um espectrômetro "estado-da-arte" na Ilha do Fundão permite a realização de experimentos ao nível da fronteira do conhecimento no País.

### O Encontro de Usuários de RMN

Integrantes dos principais grupos de pesquisa ou aplicação de RMN no País compareceram ao Hotel do Frade em Angra dos Reis para o Encontro promovido pelo Grupo de Usuários de RMN do Rio de Janeiro. Realizado de 23 a 26 de setembro, o evento propiciou uma rara oportunidade para atualizar conhecimentos em instrumentos e nas aplicações da técnica em imagens, sólidos e análise estrutural. A presença de um representante da Financiadora de Estudos e Projetos — FINEP, a principal agência de fomento para equipamento de grande porte, forneceu uma visão das perspectivas e necessidades para investimento na área a curto e médios prazos. O evento marcou também a importância do entrosamento entre químicos e físicos em

áreas de interesse de ambos e a conveniência de realizar eventos destinados a um grupo seleto de pessoas reunidas em um ambiente aprazível e condizente a uma intensa troca de informações.

### Novas Técnicas Disponíveis

Os primeiros espectros de alta resolução de sólidos e os obtidos em duas dimensões (2D) no País foram exibidos aos participantes. O Dr. Steve Patt, da Varian Associates, EUA descreveu a técnica de 2D e apresentou as suas vantagens e aplicações. Lembrando que a obtenção de um espectro correlacionado em 2D é apenas de 3 a 4 vezes mais demorado do que o de carbono-13 normal, o especialista de aplicações da Varian mostrou os diferentes tipos de experimentos que podem ser realizados e as informações que fornecem.

O Prof. Harris, que ao lado de seu laboratório acadêmico dirige um centro de RMN financiado pela indústria britânica, deu uma verdadeira aula de didática, traçando a evolução do RMN de sólidos e descrevendo as técnicas utilizadas para a obtenção de espectros para diferentes finalidades. A análise de material sólido por RMN já admite comparação com a por raios-X: esta última é a indicada para monocristais; ambas podem ser utilizadas para um pó microcristalino, sendo a RMN mais informativa; no caso de material amorfo, a RMN fornece informação detalhada enquanto o raio-X pode fornecer apenas a "Impressão digital" ou padrão característico. Uma vantagem adicional da RMN é que se obtém informações sobre diferentes vizinhanças de determinado átomo (por exemplo, o carbono em acetato de cálcio, que apresenta 4 picos) que só é obtido por raios-X se o material forma cristais de ótima qualidade.

O Prof. Harris acredita que os principais campos de aplicações industriais da RMN estão na catálise (particularmente zeólitas) e polímeros, mas estes não são os exclusivos. Citando a indústria farmacêutica entre seus principais clientes, ele deu um exemplo de aplicação a um fármaco que apresenta polimorfismo. Como o grau de polimorfismo pode afetar a potência do agente, o governo britânico exige que um espectro de RMN em estado sólido seja utilizado para determinar o grau de polimorfismo de qualquer fármaco que possa apresentar essa propriedade.





## Instrumentação: Evolução Rápida Continua

A julgar pelo passado recente, o desenvolvimento da instrumentação continuará em ritmo acelerado. Uma mesa-redonda coordenada pelo Prof. Antonio Jorge Ribeiro da Silva do Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais da UFRJ e contando com a participação do Dr. Steve Patt, do Prof. Horácio Panepucci do Instituto de Física e Química da USP em São Carlos, e do Dr. Luiz Alberto Colnago da Unidade de Apoio ao Desenvolvimento de Instrumentação da Embraer discutiu os rumos que a instrumentação em RMN está seguindo. Nos últimos 40 anos os especialistas de RMN que achavam que tinham visto tudo foram sucessivamente surpreendidos pela RMN de alta resolução de sólidos, RMN em duas dimensões e RMN multinuclear e não há porque duvidar que esse quadro vá ser modificado em futuro próximo. O impacto dos novos materiais supercondutores sobre a instrumentação de RMN só deve ser sentido dentro de cerca de 5 anos, contudo.

A Varian hoje constrói vários espectrômetros de 500 MHz por mês e está começando a fabricar os de 600 MHz, estimando que seu uso se tornará rotineiro dentro de 5 a 10 anos. A empresa acredita que, pelo menos em algumas áreas, os avanços em sensibilidade são mais importantes do que os em resolução. Os maiores avanços nos próximos 5 anos deverão ocorrer nos sistemas de dados e os fabricantes de espectrômetros não vêem necessidade de investir em computadores, pois não estão em condições de competir com empresas especializadas. Procuram, isto sim, tornar seus produtos compatíveis com os sistemas de uso industrial.

O Prof. Panepucci iniciou seus trabalhos em EPR, passando depois para RMN de banda larga. O objetivo de seu grupo é dominar a técnica de maneira a poder apoiar aos usuários antes de passar ao desenvolvimento industrial. Um espectrômetro de imagens para a medicina foi construído em 1983 e o primeiro RMN supercondutor entrou em funcionamento no País em outubro de 1986. Mostrando uma fotografia "instantânea" de seu espectrômetro (porque o equipamento muda constantemente de configuração) e da primeira imagem tomográfica obtida na América do Sul, o Prof. Panepucci mostrou que na área de instrumentação de RMN, o País está muito bem servido.

Enquanto muitos pensam em cam-



pos cada vez mais altos, o Dr. Colnago segue uma linha oposta. Ele procura usar o próprio campo magnético da terra (que, por sinal, é mais baixo do que o normal em São Carlos, onde trabalha), e deu outro exemplo de construção própria — um aparelho para dosar óleo em sementes montado pela UAPDIA para a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

### Boas Perspectivas para a RMN

A outra mesa-redonda do Encontro discutiu as Perspectivas da RMN no Brasil sendo coordenada pelo Prof. Roberto Rittner do Instituto de Química da UNICAMP, e contando também com a participação do Prof. Peter Seidl do Instituto Militar de Engenharia e do Dr. José Jorge Campello da FINEP. Partindo das conclusões do "workshop" de Campinas e da necessidade tanto de fazer um recrutamento agressivo de alunos de pós-graduação quanto de sensibilizar as agências para a importância da RMN (dois dos grandes programas nacionais, os de Química Fina e de Biotecnologia dependem muito desta técnica), o Prof. Rittner lembrou os dois principais problemas da área: a falta de pessoas que possuam um mínimo de conhecimentos sobre a RMN e a falta de equipamento.

Um quadro bastante otimista foi descrito pelo Dr. José Jorge. Há uma previsão de 5,1 bilhões de cruzados para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — FNDCT em 1988 e cogita-se do lançamento de editais para programas de Formação de Pessoal, Novos Materiais, Biotecnologia e Instrumentação, de grande interface com a RMN, no PADCT. O representante da

FINEP também anunciou que desde o início do ano os projetos de química na área acadêmica passaram para o Departamento de Desenvolvimento Científico, o que deve regularizar e fortalecer o apoio aos mesmos. Apontando a dificuldade que a agência encontra ao tentar fazer algum planejamento para a Química, o Dr. José Jorge fez um apelo aos presentes no sentido de proporcionar informações sobre assuntos que lhes são afetos como as necessidades de instrumentação e uma opinião sobre o estabelecimento de centrais analíticas regionais e o fornecimento de aparelhos de menor porte para outros grupos.

O Prof. Peter relatou os termos de uma conversa que teve com o Prof. José Manuel Riveros, do Instituto de Química da USP, que não pode comparecer ao Encontro. O Prof. Riveros foi o coordenador do GT-RMN do extinto Programa Nacional de Apoio à Química (PRONAQ) e transmitiu a sua experiência tanto a frente do GT quanto em trabalhos posteriores financiados pelo CNPq e PADCT. O GT reunia periodicamente os principais usuários de RMN para fins de planejamento e acompanhamento de atividades. Entre suas realizações estão: a formação de uma empresa especializada em manutenção de RMN e o atendimento de mais de 40 pedidos de conserto, a aquisição das mais importantes peças de reposição (que ainda existem no IQ-USP e estão à disposição dos necessitados), e o incentivo a entrada no mercado brasileiro de um segundo fabricante de espectrômetros. Detetando uma mudança na filosofia do PADCT, o Prof. Riveros conseguiu recursos para fazer um novo le-



vantamento da aparelhagem de RMN existente no País e formular sugestões a respeito de sua manutenção.

O fato de que algumas recomendações do "workshop" de Campinas haviam sido seguidas, inclusive na aquisição do espectrômetro por parte do CENPES, foi ressaltada bem como as consequências da in experiência nesse sentido. A FINEP pretende, inclusive, considerar compras mal-feitas como um fator impeditivo à alocação de novos recursos para instrumentação e sua Consultoria Jurídica poderá passar a analisar os contratos de fornecimento.

Os debates trouxeram outras informações importantes como a possibilidade de treinamento junto aos fabricantes e o incentivo ao intercâmbio com o exterior. A Varian sugere que os usuários treinem seus próprios técnicos, tanto para operação quanto para manutenção, oferecendo para isso cursos e estágios em suas unidades.

O Prof. Harris mencionou a visita por parte de uma missão da CAPES/CNPq à Universidade de Durham, para incrementar o envio de estudantes brasileiros para cursos de pós-graduação no exterior. Ele está disposto a receber alunos brasileiros interessados em trabalhos em RMN.

### Participantes querem Mais

Ao abrir o Encontro, a Dra. Sonia Cabral de Menezes explicou os moti-

vos que levaram os usuários do RMN a se organizarem, e os benefícios que isto traz para todos os envolvidos. Ressaltando a conveniência de realizar o Encontro em local afastado, onde as interações entre os participantes fossem estimuladas também por eventos de cunho social, ela convidou a todos para uma reflexão e avaliação das atividades. Esta avaliação revelou que o Encontro atingiu seus objetivos e que havia interesse em realizar outro em futuro não muito distante.

Cabe registrar ainda as Sessões de Cartazes (Posters), coordenadas pelas Profas. Adelina Costa Neto do Instituto de Química da UFRJ e Elizabeth Ermel Monteiro do Instituto de Macromoléculas da UFRJ, que apresentaram um painel dos trabalhos em RMN que são realizados no País, e uma exposição de empresas da área. A Varian Indústria e Comércio Ltda., patrocinadora do Encontro, expôs suas novas, linhas de espectrômetros supercondutores VXR e Gemini. A Quimitra Comércio e Indústria Química S.A. e o Grupo Química C.E.A. França ofereceram seus solventes deuterados, e a S.A. White Martins seus gases especiais. A Petrobrás — Petróleo Brasileiro S.A. também colaborou no evento através do CENPES.

Um dos principais problemas com relação ao funcionamento de espectrômetros supercondutores parece estar sendo equacionado. Como se sabe, esse tipo de espectrômetro possui

um ímã que requer temperaturas próximas de zero absoluto ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) o que é conseguido através de refrigeração por hélio em estado líquido. A aquisição de espectrômetros supercondutores ficaria seriamente comprometida caso não houvesse também um fornecimento adequado. Entre as boas notícias reveladas durante o Encontro estão as providências que estão sendo tomadas a esse respeito.

A unidade de liquefação de hélio da Fundação de Tecnologia Industrial (FTI) deve estar funcionando brevemente. Estará em condições de suprir a região entre São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro em bases regulares através de tanques criogênicos montados em um caminhão.

A S/A White Martins recebe regularmente containers importados com capacidade para 40 mil litros de hélio líquido. A empresa possui uma unidade em Santa Cruz, RJ, onde transfere o hélio para containers de pequeno porte, específicos para o armazenamento de líquidos criogênicos ("dewars"). A White Martins acredita que poderá suprir todas as necessidades de aparelhos de RMN supercondutores, oferecendo também equipamentos, linhas de transferência e projetos de instalações para líquidos criogênicos.

RQI agradece à A. Jorge Ribeiro da Silva, Elisabeth Ermel Monteiro, Pedro Ferraz e Sonia Cabral de Menezes.

# ESPECIALIDADES QUÍMICAS

PARTICIPANTE: ISAAC PLACHTA NORDESTE QUÍMICA S.A. — NORQUISA

O conceito de especialidade tem origem na mercadologia.

A mercadologia nos ensina que produtos diferenciados devem ter uma postura de mercado específica, que não é a mesma postura para produtos não diferenciados, conforme veremos adiante.

É importante, também, salientar que a condição de produto diferenciado constitui um mero estado mercadológico do produto e que, portan-

to, a diferenciação pode ser manipulada por quem vende.

Daí, conclui-se que há um equilíbrio dinâmico entre diferenciação e não diferenciação, que dependerá da política mercadológica da empresa que vende.

A terminologia empregada para produtos diferenciados e não diferenciados também se origina na mercadologia:

Não Diferenciado = Commodity  
Diferenciado = Especialidade

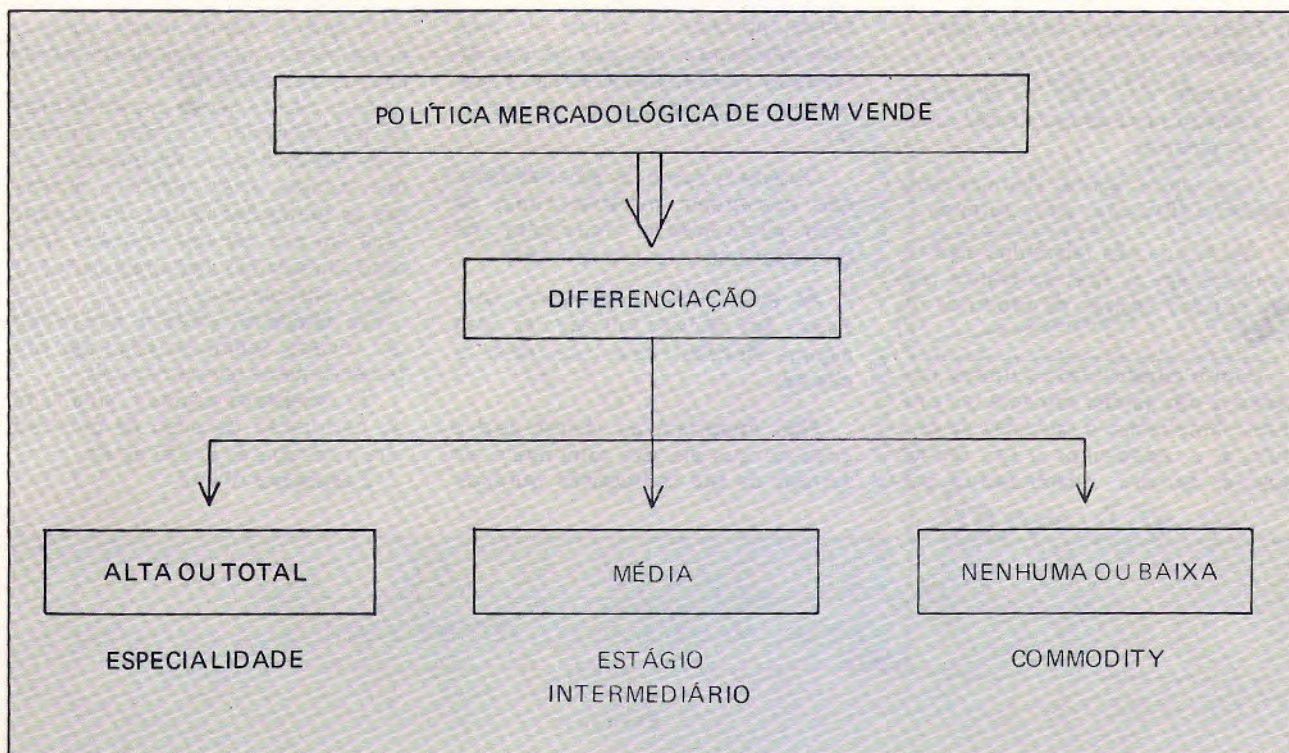
O que foi dito até aqui desfaz alguns mitos:

Nenhum produto é commodity ou especialidade;

O estado de commodity ou especialidade de um produto pode ser modificado:

- por forças exógenas (ex. concorrência) à empresa;
- pela política mercadológica da empresa.





Em resumo, é importante que fique bem claro o seguinte:

- O conceito de especialidade aplicado a qualquer produto não é uma característica específica ou endógena do produto.
- Portanto, especialidades transformam-se em commodities (e vice-versa) dependendo da política mercadológica de quem vende.

Passamos agora à aplicação destes conceitos mercadológicos ao setor químico.

## ESPECIALIDADE QUÍMICA

A especialidade passou a constituir "moda" em palestras, congressos e seminários no Brasil há alguns anos.

O que é perfeitamente aceitável a partir do ponto em que o país estruturou uma indústria química de base com um porte significativo e considerando-se que, a partir daí, o setor se orientaria para produtos de maior valor agregado.

O que é importante salientar é que especialidade não é um conceito novo e que o seu uso é fundamental para o avanço do setor químico em bases competitivas mais sólidas.

E a palavra-chave neste assunto é mesmo competitividade.

Para se competir bem no mercado com um produto diferenciado é necessário adotar uma política

mercadológica adequada, que não é a mesma a ser empregada com um produto não diferenciado, obviamente.

Na dicotomia especialidade versus commodity, as diferenças de postura empresarial são muito grandes e uma empresa que não adote a política mercadológica e de produção correta incorrerá, fatalmente, em sérios prejuízos.

Estas diferenças fundamentais serão abordadas aqui para o setor químico.

Observemos alguns exemplos de commodities típicos do setor químico:

### COMMODITIES TÍPICOS DO SETOR QUÍMICO

#### Exemplos

- Soda
- Cloro
- Ácido Sulfúrico
- Olefinas
- Aromáticos
- Fenol

Eles constituem, fundamentalmente, matérias-primas com uma participação significativa na produção de seus derivados.

A soda é utilizada em um grande número de aplicações, assim como o cloro, o ácido sulfúrico, as olefinas, os aromáticos, o fenol.

São, portanto, produtos vendidos em elevados volumes ao nível de cada cliente, a menos de poucas exceções.

Os preços, as margens unitárias e os custos unitários são relativamente bem baixos.

E o cliente, quando compra, não busca diferenciação entre os fornecedores a não ser preço e condições de venda e de entrega favoráveis.

Qual a implicação disto sobre a postura do empresário que produz e vende commodity?

Certamente, para competir bem, ele terá ter escala compatível com custos baixos e um custo fixo o menor possível.

E como chegar lá?

- 1) Elevada escala de produção, com

níveis de capacidade elevada: ganho de escala.

Isto leva a uma primeira decorrência: investimento inicial elevado.

- 2) Aperfeiçoamento contínuo da tecnologia do processo.

Uma equipe pequena mas especializada no processo é fundamental.

- 3) Equipe de vendas reduzida. A empresa não vende, os clientes é que compram.



4) Toda a empresa voltada para o produto.

Redução do custo de produção e estrutura de administração a menor possível.

Observemos, agora, algumas especialidades típicas do setor químico.

Vejam que não falaremos mais de produtos em si, mas de efeitos que são obtidos através de produtos diversos.

Com a especialidade química, passamos a não vender somente um produto. Ampliamos o conceito de produto e o associamos a um serviço que o tornará diferenciado: pas-

samos, portanto, a vender um binômio produto-serviço que irá nos diferenciar no mercado e tornar a nossa competitividade maior no mercado.

Observem como as especialidades não constituem matérias-primas de peso relativamente importante nos derivados onde elas são aplicadas.

As especialidades, em geral, consistem em aditivos ou agentes com alguma função específica para o cliente.

Não importará ao cliente qual o produto que ele está comprando em termos de sua composição química.

O que o cliente deseja comprar é um efeito que funcione de acordo com os seus objetivos.

Se o cliente deseja um antioxidante, por exemplo, o produto químico a ser vendido pode ser qualquer um que cumpra esta finalidade, guardadas as limitações de uso do produto final em que ele será aplicado (produto alimentício requererá certos tipos de anti-oxidante).

Se desejamos espessar a massa de um sorvete, temos de empregar preferencialmente gomas naturais.

Se desejamos espessar uma lama de perfuração de poço de petróleo, esta preocupação já não existe.

E assim por diante. . .

### ESPECIALIDADES TÍPICAS DO SETOR QUÍMICO

#### Exemplos

- . Anti-oxidantes
- . Anti-espumantes
- . Agentes Espessantes
- . Engomantes e Desengomantes
- . Corantes
- . Flavorizantes
- . Fixadores de Essências
- . Tensoativos

### ESPECIALIDADES QUÍMICAS

- . Compostos polímeros avançados
- . Produtos químicos para diagnóstico
- . Produtos químicos para área eletrônica
- . Aditivos para plásticos e borracha
- . Produtos químicos para agricultura
- . Biocidas
- . Catalisadores
- . Cosméticos
- . Explosivos
- . Aditivos para indústria alimentícia
- . Produtos químicos para móveis
- . Aditivos para combustíveis
- . Produtos de limpeza industrial e institucional
- . Produtos químicos para acabamento de metais
- . Produtos químicos para indústria de mineração
- . Produtos químicos para perfuração de poços de petróleo
- . Aditivos para pintura
- . Produtos químicos para indústria de papel
- . Tintas de impressão
- . Reagentes
- . Lubrificantes especiais
- . Sulfactantes especiais
- . Produtos químicos para indústria têxtil
- . Produtos químicos para tratamento de água



4) Toda a empresa voltada para o produto.

Redução do custo de produção e estrutura de administração a menor possível.

Observemos, agora, algumas especialidades típicas do setor químico.

Vejam que não falaremos mais de produtos em si, mas de efeitos que são obtidos através de produtos diversos.

Com a especialidade química, passamos a não vender somente um produto. Ampliamos o conceito de produto e o associamos a um serviço que o tornará diferenciado: pas-

samos, portanto, a vender um binômio produto-serviço que irá nos diferenciar no mercado e tornar a nossa competitividade maior no mercado.

Observem como as especialidades não constituem matérias-primas de peso relativamente importante nos derivados onde elas são aplicadas.

As especialidades, em geral, consistem em aditivos ou agentes com alguma função específica para o cliente.

Não importará ao cliente qual o produto que ele está comprando em termos de sua composição química.

O que o cliente deseja comprar é um efeito que funcione de acordo com os seus objetivos.

Se o cliente deseja um anti-oxidante, por exemplo, o produto químico a ser vendido pode ser qualquer um que cumpra esta finalidade, guardadas as limitações de uso do produto final em que ele será aplicado (produto alimentício requererá certos tipos de anti-oxidante).

Se desejamos espessar a massa de um sorvete, temos de empregar preferencialmente gomas naturais.

Se desejamos espessar uma lama de perfuração de poço de petróleo, esta preocupação já não existe.

E assim por diante. . .

## ESPECIALIDADES TÍPICAS DO SETOR QUÍMICO

### Exemplos

- . Anti-oxidantes
- . Anti-espumantes
- . Agentes Espessantes
- . Engomantes e Desengomantes
- . Corantes
- . Flavorizantes
- . Fixadores de Essências
- . Tensoativos

## ESPECIALIDADES QUÍMICAS

- . Compostos polímeros avançados
- . Produtos químicos para diagnóstico
- . Produtos químicos para área eletrônica
- . Aditivos para plásticos e borracha
- . Produtos químicos para agricultura
- . Biocidas
- . Catalisadores
- . Cosméticos
- . Explosivos
- . Aditivos para indústria alimentícia
- . Produtos químicos para móveis
- . Aditivos para combustíveis
- . Produtos de limpeza industrial e institucional
- . Produtos químicos para acabamento de metais
- . Produtos químicos para indústria de mineração
- . Produtos químicos para perfuração de poços de petróleo
- . Aditivos para pintura
- . Produtos químicos para indústria de papel
- . Tintas de impressão
- . Reagentes
- . Lubrificantes especiais
- . Sulfactantes especiais
- . Produtos químicos para indústria têxtil
- . Produtos químicos para tratamento de água



As especialidades químicas são, portanto, produtos vendidos em pequenos volumes ao nível de cada cliente.

Os preços e as margens unitárias são relativamente altas.

Os custos não guardam relação com as margens e os preços, já que a diferenciação do produto permite formar preços independentemente dos custos de produção.

E o cliente, quando compra, busca o fornecedor que irá resolver o seu problema. O preço passa a não ser uma variável fundamental na decisão de compra, mesmo porque o volume é pequeno em relação ao produto final em que a especialidade será aplicada.

Qual a implicação disto sobre a postura do empresário que produz e vende especialidade?

Certamente, para competir bem ele deverá dispor de uma equipe de vendedores técnicos especializados que conheçam o processo do cliente (aplicação do produto) e conheçam o produto.

Vejam como difere o fator fundamental de competitividade em especialidade e em commodities.

Em especialidades este fator deixa de ser a escala de produção e o custo baixo.

E como chegar lá?

1) Capacidade de produção reduzida,

com reatores de pequeno tamanho.

Investimento, em produção, baixo.

2) Equipe de vendas altamente técnica voltada para a aplicação do produto.

Uma equipe grande, formada em laboratório, que vive entre a fábrica e o cliente tentando introduzir novos serviços ou aperfeiçoar os já existentes.

3) Aperfeiçoamento contínuo da tecnologia de aplicação.

A equipe volta-se para a tecnologia de aplicação do produto no cliente.

4) Toda a empresa voltada para o cliente.

Para manter competitividade é necessário estar sempre aperfeiçoando novas fórmulas e resolvendo possíveis problemas junto aos clientes.

Estabelecida a conceituação e a prática mercadológica e empresarial em especialidades e commodities químicas, passamos a discorrer sobre aquilo que se convencionou chamar de Química Fina.

Existe realmente uma certa confusão de conceitos quando se equipara Química Fina a Especialidades Químicas.

A Química Fina constitui um estágio intermediário entre a especialidade e a commodity e, como tal, pos-

sui características de um e outro lado.

Requer igualmente uma postura específica dentro dos mesmos moldes abordados nos casos anteriores.

A diferenciação está a meio caminho entre a especialidade e a commodity, e muitos casos tendendo a uma não diferenciação.

O mesmo ocorre com os volumes de venda por cliente e os custos.

A veia essencial em Química Fina consiste primordialmente em dominar processos químicos de um mesmo tipo visando a maximizar a obtenção de diferentes produtos.

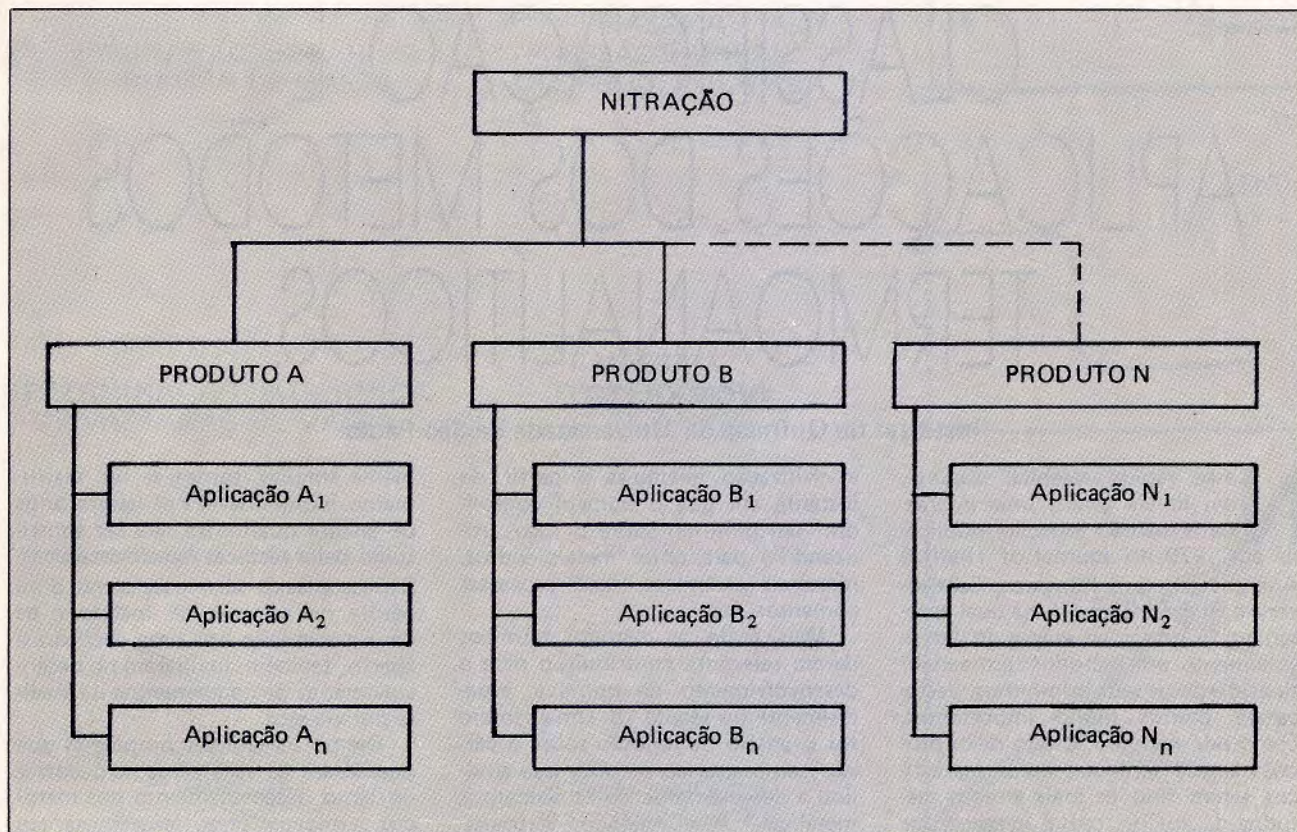
O que isto significa?

A empresa deverá obrigatoriamente dominar um tipo de processo químico ou mais. Por exemplo, nitração.

E ao dominar a nitração, ela deverá obrigatoriamente maximizar a linha de diferentes produtos que podem ser obtidos via nitração, atingindo diferentes segmentos de mercado como farmacêutica, defensivos agrícolas, corantes, entre outros.

Portanto, ao mesmo tempo em que o aperfeiçoamento do processo é importante (veia de commodity), a abertura a novos produtos para novas aplicações também o é (veia de especialidade).

Isto torna o setor de Química Fina peculiar por requerer investimentos elevados em produção e mercado.





## REFLEXÕES SOBRE O FUTURO DA ESPECIALIDADE E DA QUÍMICA FINA NO BRASIL

Alguns pontos fundamentais da conceituação de Especialidade Química e de Química Fina levam a crer que o avanço do Brasil, ou seja, do Empresariado Nacional nesta área dependerá de uma postura radicalmente diferente daquela adotada até o presente.

Quando se implanta a Química de Base — leia-se "commodity" — uma possível postura de reserva de mercado aliada à propensão ao monopólio ou ao oligopólio pode se adequar.

Afinal de contas, se temos um produto como objetivo, a reserva de mercado ou o monopólio é uma questão de negociação.

Podemos dizer que o futuro da Especialidade e da Química Fina é hoje, e que o quadro atual sob o ponto de vista nacional não é dos melhores.

Este segmento é dominado principalmente por empresas multinacionais fortemente atuantes não somente em farmacêutica como é ampla-

mente divulgado mas também em especialidades químicas.

Alguns grupos nacionais engatinham na área mas parecem ainda envenenados com uma postura monopolista voltada para o produto e não para o cliente.

Sob o aspecto da política empresarial de atuação em especialidades, apresentamos alguns tópicos que vêm causando esta situação:

- 1) Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento são elevados, aliados à necessidade de contratação de técnicos especializados: o empresariado nacional ainda engatinha no desenvolvimento de tecnologia, estando mais habituado em adquiri-la do exterior.
- 2) O nível de faturamento das empresas nacionais é baixo considerando a perspectiva dos investimentos necessários em P & D.
- 3) É muito comum o não entendimento de que a venda é essencialmente técnica e que, no caso de uma corporação que atue com commodities e especialidades, as equipes devem ser diferentes em tudo: formação, nível de salários, espírito de investigação, etc.

4) Empresas monoprodutoras em sua maioria.

O Brasil descobriu o caminho certo para a nacionalização de sua Química de Base via mecanismos já explicitados aqui.

Certos de que estes mesmos mecanismos não são válidos para as Especialidades e a Química Fina, resta o caminho da competitividade.

E este caminho dependerá basicamente de:

- Uma vocação empresarial para a concorrência em um mercado aberto.
- Desenvolvimento tecnológico nacional em processos químicos e aplicações químicas em setores diversificados.
- Formação de pessoal técnico: engenheiros químicos e químicos voltados para processo, para aplicações.
- Incentivo a fusões de empresas do setor químico de modo a se formarem corporações maiores com um nível de faturamento compatível com as exigências de desenvolvimento tecnológico.

# DESENVOLVIMENTO, CLASSIFICAÇÃO E APLICAÇÕES DOS MÉTODOS TERMOANALÍTICOS

IVO GIOLITO

Instituto de Química da Universidade de São Paulo

**N**essa rápida resenha, seguirei, em linhas gerais, uma interessante revisão especial, publicada em 1979 no Journal of Thermal Analysis por dois húngaros, Szabadvary e Bugagh-Gere I11, na qual apresentam as principais etapas do desenvolvimento dos métodos termoanalíticos desde os seus primórdios, destacando pontos muito importantes, como por exemplo, o fato de os procedimentos térmicos ou pirométricos terem sido os mais antigos métodos de análise, pois é inegável que

a civilização iniciou-se a partir do instante em que o homem consolidou seu domínio sobre o fogo, utilizando-o para obter metais, vidros, materiais cerâmicos, para processar alimentos, etc.

Mais tarde os métodos térmicos deram relevante contribuição para o desenvolvimento da química, especialmente no século 18. Um exemplo foi o ensaio de redução sobre o carvão com maçarico de boca que auxiliou a descoberta de vários elementos metálicos. Esse método, extrema-

mente simples, tornou-se um instrumento indispensável nos laboratórios de análise qualitativa, até ser substituído pelas técnicas espectroscópicas. Outros ensaios térmicos, como o da pérola de bórax e de fosfato e os de aquecimento em tubo fechado e aberto, também auxiliaram no desenvolvimento dos andamentos de análise por via seca.

Dentre os grandes problemas que precisaram ser resolvidos no decorrer do lento desenvolvimento dos métodos termoanalíticos destacam-se, em



primeiro lugar, o relacionado com a medição de temperatura. Por muito tempo a temperatura podia apenas ser sentida, não se dispo de meios para medi-la. Os termômetros constituíram invenções dos tempos modernos.

Fahrenheit (1724) inventou o termômetro a álcool e o termômetro de mercúrio 121. Réaumur (1730) desenvolveu nova escala termométrica 131 Celsius (1742) desenvolveu nova escala, usando os mesmos pontos fixos usados por Réaumur (temperatura de congelação e de ebulição da água), só que dividindo o intervalo entre esses pontos fixos em 100 partes iguais, ao invés de 80 partes 141. A escala Celsius foi adotada como parte do sistema métrico em fins do século 18.

Mortimer Johnson (1748) foi o primeiro a utilizar a expansão térmica de metais para medição de altas temperaturas para as quais os termômetros de vidro eram inúteis 151. Mais tarde esses termômetros bimetálicos foram aperfeiçoados por Crichton (1903) 161.

Em 1822, Seebeck descobriu o efeito termoelétrico 171. Nobili (1830) fez uso desse fenômeno para a medição de temperatura 181. Vários termopares foram sendo desenvolvidos e constituídos por ligas ou metais puros, sendo mais eficiente pela sua durabilidade e resistência ao ataque químico, o par Pt/Pt,Rh 10%, desenvolvido por Le Chatelier, em fins do século passado. Modernamente, em análise térmica, a medição e controle da temperatura são feitos quase que exclusivamente através de termopares.

Em 1821, Davy descobriu que a resistência dos metais sofria variações com a temperatura 191. Contudo, só em 1871 é que Siemens utilizou na prática essa propriedade, onstruindo o primeiro termômetro de fio de platina 1101. A termometria de resistência com platina tornou-se um recurso muito importante para a medição e controle da temperatura em análise térmica.

Os pirômetros ópticos foram desenvolvidos por Le Chatelier, em 1892.

Um significativo avanço no campo da medição da temperatura foi realizado por Sillery (1942) com a invenção do termistor 1111 que hoje, juntamente com outros dispositivos de junção são largamente utilizados na prática, especialmente em titulações termométricas.

A escala de temperatura termodinâmica absoluta ou escala Kelvin,

embora tenha sido introduzida em ciência na metade do século passado, só foi considerada unidade oficial de temperatura em 1969.

Outro problema que precisou ser resolvido relacionou-se com a medição de calor. Quem primeiro prestou atenção ao conceito de quantidade de calor foi Joseph Black em 1761, ao observar que o gelo e a água fervente podiam absorver muito calor sem que ocorressem alterações de temperatura. Esse calor absorvido foi por ele denominado "calor latente", termo até hoje utilizado.

Lavoisier e Laplace (1780) lançaram as bases da calorimetria 1121. Embora Lavoisier tenha sido o cientista que expulsou da química o conceito de "flogisto", a "substância do fogo", supunha que o calor fosse algo material, ao contrário de Laplace que o considerava como o resultado do movimento de partículas invisíveis. Essa última opinião predominou no século passado, embora, modernamente, se aceite uma posição dialística ao se explicar a natureza do calor.

Carnot (1824) em seu famoso artigo "Reflexões Sobre o Poder Motriz do Calor" afirmou, inequivocamente, que o calor era o resultado do movimento de partículas. Os estudos sobre a cinética de gases somados a outras observações em outros campos provocaram, em meados do século passado, o desenvolvimento de um novo ramo da ciência, a termodinâmica, para o qual foram de grande importância as contribuições dadas por Clausius, Thomson e Helmholtz.

Maxwell chegou a levantar dúvidas quanto a natureza do calor, suspeitando que ele fosse um tipo de radiação, e, no início deste século, Planck classificou-o como radiação.

Paralelamente à termodinâmica e por ela influenciada, nasceu a termoquímica, nela destacando-se os trabalhos de Dulong e Petit, Hess, Favre e Silbermann. Várias definições foram estabelecidas no decorrer desses estudos iniciais. A palavra e unidade caloria foram introduzidas por Favre e Silbermann em 1853 1131. As noções de entropia e entalpia foram criadas por Clausius e os termos exotérmico e endotérmico por Berthelot (1879).

Le Chatelier (1887) foi o primeiro a utilizar as variações de entalpia que podem ocorrer durante o aquecimento de substâncias, com o objetivo de determinar a composição de argilas 1151. A amostra era aquecida linearmente por meio de um forno a gás. Um termopar era mergulhado na argila e ligado a um Galvanômetro. A

lâmpada do galvanômetro era acesa a intervalos regulares e o sinal de luz registrado em papel fotográfico. Um adensamento das linhas indicava a ocorrência de um processo endotérmico. Esse método, hoje denominado determinação da curva de aquecimento deu origem à análise térmica diferencial, DTA, que foi desenvolvida em 1899 por Robert-Austen que, além da amostra, utilizou outra substância que não sofria variações de entalpia durante o aquecimento, e que funcionava como material referência 1161.

Na amostra e no material referência mergulhou dois termopares unidos em configuração diferencial, de modo que o galvanômetro só indicasse passagem de corrente quando houvesse diferença de temperatura entre a amostra e o material referência, i.é., quando a amostra sofresse alguma variação de entalpia.

Algumas modificações foram aparcendo: Kurnakov (1904) sugeriu o uso de um tambor giratório para registro fotográfico das curvas 11711; Burgess (1909) também discutiu as vantagens de se utilizar dois termopares 1181.

O método passou a ser utilizado, principalmente, em estudos físico-químicos, mineralógicos e metalográficos. As aplicações em análise química foram bem escassas inicialmente, talvez pelo fato de esse método dar apenas informações qualitativas. A primeira aplicação do método DTA no estudo de problemas químicos data de 1923, com um trabalho de Houldsworth e Cobb 1191.

Kracel (1929) parece ter sido o primeiro a tentar uma avaliação quantitativa dos resultados DTA 1201. Em 1955, Boersma, através de um trabalho que causou certa polêmica, lançou as bases da DTA Quantitativa ou de Boersma 1211, recurso hoje largamente utilizado pelos fabricantes de instrumentos DTA.

Em 1964, um novo método denominado calorimetria exploratória diferencial (DSC) conseguiu melhorar consideravelmente a utilidade da técnica DTA em análise quantitativa. O sistema DSC mede a diferença de energia necessária para manter a amostra à mesma temperatura da referência durante o aquecimento linear de ambas. Watson, O'Neill, Justin e Brenner 1221, ao descreverem o método DSC, mencionaram Sykes (1935) 1231, Kumanin (1947) 1241 e Eyrand (1954) 1251 como precursores do DSC. Esse instrumento foi comercializado pela Perkin-Elmer com o nome de DSC-1, tendo sido logo a seguir substituído pelo modelo DSC-



1B. Posteriormente, foram lançados o DSC-2 e o DSC-2C (computarizado). Atualmente, o modelo DSC-4 substituiu o modelo DSC-1B, que tantos serviços prestou ao desenvolvimento desse método. Por sua vez o DSC-4 já foi substituído pelo DSC-7.

Outro aspecto prático importante na evolução dos métodos termoanalíticos é o relacionado com o desenvolvimento de sistemas que permitissem acompanhar as variações de massa sofridas pela amostra durante seu aquecimento. Embora os químicos analíticos sempre tenham se preocupado em verificar se a amostra atingiu ou não peso constante, não davam muita importância à temperatura do tratamento térmico a que ela era submetida.

Os primeiros dados sobre testes térmicos com precipitados analíticos, com o objetivo de estabelecer sua estabilidade térmica, apareceram no livro de Fresenius, Instruções para a Análise Quantitativa, publicado em 1847.

Embora muitos livros sobre análise térmica, afirmem que Nernst e Risinfeld foram os primeiros a construir uma termobalança, em 1903, o certo é que eles, em um artigo intitulado Gravimetria Quantitativa de Pequenas Quantidades de Substância (26), apenas descreveram uma nova balança de torsão, através da qual pesaram as substâncias em estudo antes e após o aquecimento, não se tratando, portanto, de uma termobalança. Pouco antes, em 1900, Nernst havia descrito um novo forno elétrico aquecido por meio de uma resistência de fio de platina (27), e foi Brill (1905) quem acoplou esses dois instrumentos, forno e balança, para estudar a termod decomposição de carbonatos alcalinos terrosos (28). O instrumento de Brill pode ser considerado como a primeira termobalança.

Urbain e Boulanger (1912) construíram uma termobalança que operava como instrumento de nulo, através de compensação eletromagnética, e com ela acompanharam a eflorescência de sais hidratados (29).

Honda, em 1915, construiu uma termobalança simples a partir de uma balança analítica comum, tendo sido também, o inventor da palavra "termobalança" (30). Os trabalhos de Honda foram fundamentais e serviram de base para os futuros trabalhos de TG, tendo ficado à frente da ativa escola japonesa até 1954, ano de seu falecimento.

A escola francesa se originou com os trabalhos de Guichard (1923)

(31, 32), que, aparentemente não teve conhecimento dos trabalhos de Brill e de Honda. Foi muito grande, também, a contribuição da escola francesa para o desenvolvimento da termogravimetria, através de numerosas teses e artigos hoje clássicos da literatura termoanalítica.

Rigolet (1934) introduziu a idéia de utilizar o forno com a abertura voltada para baixo, a fim de evitar os problemas relacionados com a convecção, idéia mais tarde adotada por Chevenard (33).

Vallet (1935) estudou a influência de vários fatores como razão de aquecimento, forma do cadinho, velocidade de libertação e natureza dos produtos gasosos libertados, conseguindo obter aquecimentos lineares de apenas 8,33°C/hora, entre 20 e 600°C (34), portanto levando cerca de 3 dias para atingir 600°C, a partir da temperatura ambiente.

Dubois (1935) construiu um sistema de registro em papel fotográfico das curvas TG (35).

Chevenard iniciou, em 1936, uma série de estudos visando a construção de uma termobalança que não apresentasse as falhas que já haviam sido apontadas. A II Grande Guerra atrasou até 1944 a publicação de seus resultados (36). Em 1945 foi lançada no mercado a primeira termobalança Chevenard com registro fotográfico. Em 1953, surgiu um novo modelo capaz de registrar as curvas TG em papel milimetrado. Em 1959, foi comercializada a termobalança Chevenard TBM/A fabricada pela Societé A.D.A.M.E.L. na Suíça, com cilindro vertical, pena acionada por mecanismo fotoelétrico e programador de temperatura acionado por um mecanismo de relojoaria. Esse instrumento acelerou os progressos da escola francesa e foi intensamente utilizado pelo grupo de Clement Duval que, em 1953, publicou seu famoso livro Análise Termogravimétrica Inorgânica, cuja 2ª edição foi publicada em 1963 (37).

A fim de permitir uma melhor avaliação das curvas TEG, foram desenvolvidos dispositivos e instrumentos capazes de registrarem automaticamente as derivadas das curvas TG, i.é., as curvas DTG.

De Keyser (1953) foi a primeira tentativa (38). Ele usou o conhecido recurso da duplicação: duas balanças, duas amostras iguais e dois fornos aquecidos à mesma razão linear, só que um deles 5°C mais frio que o outro. A diferencial de peso era registrada em papel fotográfico. Essa idéia foi comercializada na termobalança Sartorius-De Keyser.

Em 1954 Erdy, Paulik e Paulik começaram outro projeto (39) que em 1958 resultou no lançamento no comércio de um instrumento que recebeu o nome de Derivatograph, sendo o primeiro instrumento termoanalítico complexo capaz de registrar, simultaneamente, quatro curvas: T, TG, DTG e DTA.

Em 1964, Wiedemann descreveu um sistema termoanalisador comercializado pela Metler, o Thermoanalyzer I, que incorporava a mais sofisticada termobalança da época, e que registrava até 7 curvas; P, T, TG (em duas sensibilidades), DTG e DTA em atmosferas estáticas, dinâmicas ou a vácuo.

No início da década de 60 vários outros sistemas termoanalíticos complexos foram sendo comercializados por diferentes companhias, destacando-se os sistemas produzidos pela Perkin-Elmer, Dupont, Shimadzu, Rigaku, Theta e Netzsch.

Outros métodos foram sendo associados como detecção e análise de gases libertados, mudanças dimensionais e possibilidade de se trabalhar a vácuo ou sob pressões elevadas.

Quanto à detecção e/ou análise de gases libertados foi Berg (1939) o primeiro a medir o volume de gás libertado durante o aquecimento progressivo de uma amostra (40). Teitelbaum e Berg (1953) (41) e Gordon e Campbell (1957) (42) também conseguiram desenvolver recursos adequados à análise de gases libertados.

Quanto à dilatométrie, embora tenham havido tentativas muito antigas, o pioneiro da dilatométrie moderna foi Chevenard (43), em 1917.

Nos últimos 15 anos o desenvolvimento da instrumentação termoanalítica tem-se caracterizado pela combinação de métodos térmicos com outros métodos, como espectroscopia de raios-X e infravermelho, cromatografia em fase gasosa e espectrometria de massas. Se de um lado essas combinações resultaram em um aumento mútuo da eficiência dos métodos em questão, especialmente ao serem auxiliados pelo microprocessamento dos dados, por outro lado, elevaram exponencialmente os preços desses sistemas.

A tendência atual em relação à instrumentação termoanalítica consiste em controlar, processar e registrar os dados através de microprocessadores adequadamente programados. Todos os novos aparelhos que surgiram no mercado na atual década apresentam eletrônica totalmente digital.



Pelo que acaba de ser exposto, vê-se que as técnicas termoanalíticas começaram a se difundir e a serem utilizadas mais intensamente a partir de meados da década de 50, e, daí em diante, seu emprego vem crescendo rápida e continuamente.

As revisões bienais sobre Análise Térmica publicadas desde 1958 no número especial de abril dos anos pares pela Analytical Chemistry permitem chegar-se a uma visão bem detalhada do caminho seguido no desenvolvimento desses métodos. Até 1986 essas revisões relacionaram 4344 artigos julgados mais importantes e representativos dentro da literatura termoanalítica. No quadro a seguir tem-se um resumo estatístico dessas revisões bienais da Analytical Chemistry (pág. 12).

Outra evidência do crescente interesse pelas técnicas termoanalíticas são os três periódicos que foram fundados no início da década de 70:

Journal of Thermal Analysis  
(março de 1969)  
Thermochimica Acta  
(março de 1970)  
Thermal Analysis Abstracts  
(maio de 1972)

Vale destacar, também, a criação, em 1965, da International Confederation for Thermal Analysis, ICTA, que, desde essa data, patrocina as reuniões internacionais de análise

térmica a cada dois anos e também já estabeleceu as normas de nomenclatura termoanalítica.

Em 1981, Wendlandt (4), editor chefe da Thermochimica Acta, fez um balanço dos dez anos desse periódico assinalando que:

1. Foram processados 2.500 manuscritos para publicação;
2. Número de páginas por ano cresceu de 500 em 1970 para 3.500 em 1980 (e continuou aumentando);
3. Uma estatística sobre as técnicas empregadas nos artigos publicados nos volumes 24-29 de 1978-1979 foi o seguinte:

Outro levantamento, mais amplo, foi realizado por Liptay em 1982 (45). Ele permite formar um quadro bastante completo e objetivo do estado atual da análise térmica. Nesse estudo Liptay levou em conta todos os trabalhos publicados sobre esse tema na década de 70. Desse trabalho convém destacar alguns dados:

1. Entre 1975 e 1980, de um total de 12.573 artigos, tiveram a seguinte distribuição:

TG	18,9%	
DTA	20,1%	61,9%
DSC	12,9%	
TG + DTA	7,4	

Técnicas usadas nos 220 artigos de Thermochimica Acta, volumes 24-29, 1978-1979.

Técnica	Porcentagem de artigos
TG	29,1
DTA	16,7
DSC	6,8
DTG	6,2
Raios-X (Alta temperatura)	4,6
Suscetibilidade Magnética	2,8
Propriedades Elétricas	2,2
EGD e EGA	1,9
TMA (Dilatometria)	1,9
Derivatografia	1,0
Outros Métodos	18,5
Calorimetria (todos os tipos)	8,7

THERMAL ANALYSIS REVIEW  
Analytical Chemistry (Abril - anos pares)  
Número de Artigos Citados

		Títulos e subtítulos da última revisão:	
	1958 - 135		
	1960 - 81		
	1962 - 109		
	1964 - 254		
C.B.	1966 - 356		Thermogravimetry, Differential Thermal
Murphy	1968 - 460		Analysis, Differential Scanning
	1970 - 300		Calorimetry
	1972 - 364		Energy Storage Materials
	1974 - 245		Fuels
	1976 - 467		Inorganic Materials
	1978 - 384		Organic Materials
	1980 - 207		Pharmaceutical Materials
			Polymeric Materials
			Reaction Kinetics
			Reviews
W.W.	1982 248		Electrical Methods
Wendlandt	1984 400		Evolved Gas Analysis
	1986 407 →		Miscellaneous Methods
			Thermosonimetry
	4344		Thermomagnetic and TG
			Optical Methods
			Thermoluminescence
			Thermomechanical Methods



Publicações relacionadas pela Coluna Bibliográfica do J. Thermal Anal. 1976-1980 quanto à metodologia empregada

Metodologia	% de Publicações
TG	18,9
DTA	20,1
DSC	12,9
TG-DTA Simultâneos	7,4
Dilatometria	4,9
Medições Elétricas	9,2
Medições Termomecânicas	5,4
Calorimetria	6,9
Espectroscopia Magnética (NMR, ESR, MOSSBAUER)	4,3
Espectrometria de Massas	2,8
Técnicas Isotérmicas	14,7
Medições Magnéticas	4,6
Difração de raios-X (elétrons, nêutrons)	4,8
Métodos Microscópicos	3,5

Idem, quanto às substâncias estudadas

Substâncias	% de Publicações
Ligas	5,4
Catalisadores	3,0
Materiais Cerâmicos	3,4
Vidros	2,0
Argilas	3,0
Polímeros	20,7
Substâncias Inorgânicas Simples	26,0
Complexos Inorgânicos	6,9
Metais	4,4
Compostos Órgano-Metálicos	3,9
Minerais	6,6
Substâncias Orgânicas	11,1
Materiais Elétricos e Eletrônicos	2,8

Idem: quanto aos temas estudados

Temas	% de Publicações
Desidratação e desidroxilação	6,3
Calor de reação	6,4
Cinética	14,0
Baixas temperaturas	12,5
Fusão	9,0
Estudos de diagramas de fase	8,4
Pressão	3,7
Calor específico	2,5
Reações em estado sólido	2,9
Constantes termodinâmicas	8,7
Altas temperaturas (> 1500°C)	1,7
Estudos de caracterização	13,4
Cristalização e estrutura de cristais	15,0
Decomposição e degradação	18,2
Transições vítreas	7,4
Transições de fase	8,6
Novos aparelhos e modificação	5,2

- Entre 1972 e 1980 o número de artigos abstractados anualmente pelo Thermal Analysis Abstracts cresceu de 1320 para 2400;
- De 1970 a 1980 o número de artigos da coluna bibliográfica do Journal of Thermal Analysis apresentou um grande crescimento até 1976, com um pico de 3000 trabalhos, para depois oscilar anualmente entre 2000 e 2500;
- Convém destacar, em resumo, três tabelas: uma, apresentando as porcentagens de artigos segundo a técnica termoanalítica utilizada, outra indicando as porcentagens correspondentes aos vários temas estudados e, finalmente, a última indicando as porcentagens com relação às substâncias estudadas.

Das conclusões de Liptay vale a pena salientar o seguinte: "O uso amplamente difundido das técnicas termoanalíticas é indicado pelo fato que, de acordo com a aplicabilidade, os estudos utilizando essas técnicas são publicados em muitos periódicos. Nos últimos anos vem ocorrendo um processo de concentração, pois o número de revistas que publicam mais de 20 artigos por ano vem crescendo, enquanto que o número de periódicos que publica menos de 5 artigos sobre análise térmica por ano vem decrescendo".

Fato curioso é que os artigos publicados pelos dois periódicos especializados em análise térmica constituem apenas uma pequena parcela do número total de publicações, como mostram os dados abaixo:

1975	15,0%	1978	12,9%
1976	13,7%	1979	11,3%
1977	11,5%	1980	19,3%

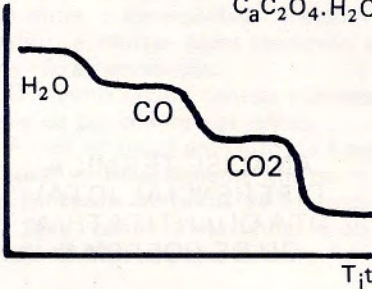
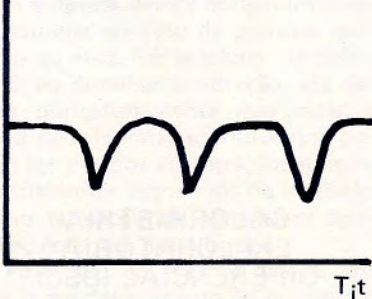
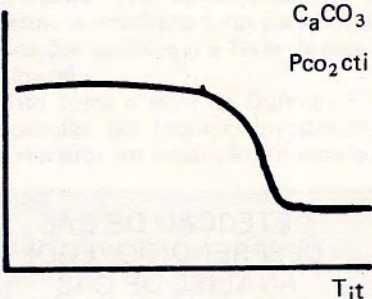
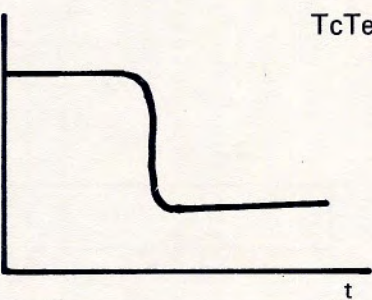
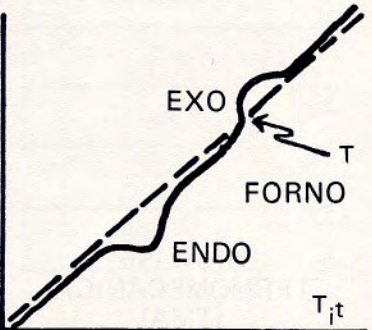
Para finalizar, é necessário citar o longo e minucioso trabalho de Meisel (1984), intitulado:

"Em que Extensão a Análise Térmica é um Método Analítico?", 1461,

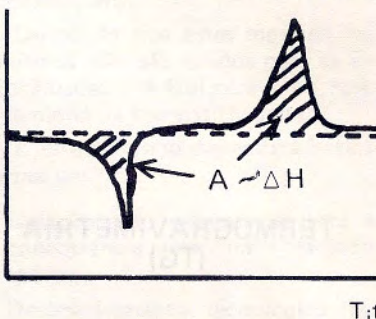
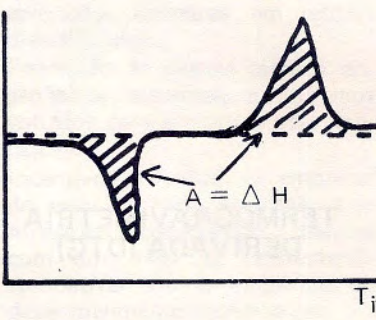
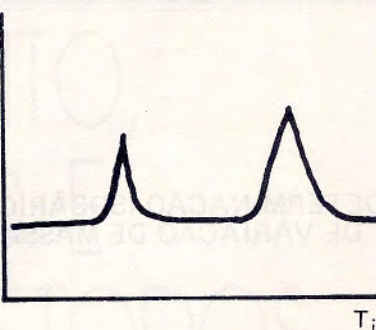
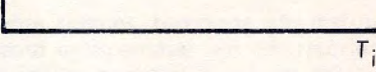
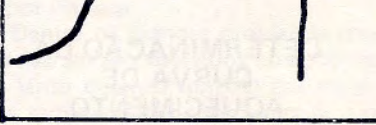
que demonstra, de maneira muito clara e evidente, que os métodos térmicos podem ser colocados entre os métodos analíticos de grande importância científica e tecnológica, ao lado dos métodos espectroscópicos e eletroanalíticos.



TECNICAS DA ANALISE TÉRMICA (I)

TÉCNICA	PARÂMETRO MEDIDO	CURVA TÍPICA
TERMOGRAVIMETRIA (TG)	MASSA	 <p><math>C_aC_2O_4 \cdot H_2O</math></p> <p>H<sub>2</sub>O, CO, CO<sub>2</sub></p> <p>M</p> <p>T<sub>it</sub></p>
TERMOGRAVIMETRIA DERIVADA (DTG)	dM / dT (dt)	 <p>dM / dT</p> <p>T<sub>it</sub></p>
DETERMINAÇÃO ISOBÁRICA DE VARIAÇÃO DE MASSA	MASSA A PRESSÃO PARCIAL CTE PROD. VOLATIL	 <p><math>C_aCO_3</math></p> <p><math>P_{CO_2} cte</math></p> <p>M</p> <p>T<sub>it</sub></p>
DETERMINAÇÃO ISOTÉRMICA DE VARIAÇÃO DE MASSA	MASSA A TEMPERATURA CONSTANTE	 <p>M</p> <p>TcTe</p> <p>t</p>
DETERMINAÇÃO DA CURVA DE AQUECIMENTO	TEMPERATURA DA AMOSTRA TA	 <p>T<sub>A</sub></p> <p>EXO</p> <p>ENDO</p> <p>T</p> <p>FORNO</p> <p>T<sub>it</sub></p>



TÉCNICA	PARÂMETRO MEDIDO	CURVA TÍPICA (I)10
<p>ANALISE TÉRMICA DIFERENCIAL (DTA) DTA QUANTITATIVA OU DE BOERSMA</p>	<p><math>T_A - T_R = \Delta T</math></p>	
<p>CALORIMETRIA EXPLORATÓRIA DIFERENCIAL (DSC)</p>	<p>FLUXO DE CALOR, <math>\frac{dH}{dt}</math></p>	
<p>DETECÇÃO DE GÁS DESPRENDIDO (EGD) ANÁLISE DE GÁS DESPRENDIDO (EGA)</p>	<p>MASSA (DET. COND. TER.) [ESPEC. DE MASSA CROMATÓGRAFOS]</p>	
<p>TERMODILATOMETRIA</p>	<p>COMPRIMENTO, ÁREA, VOLUME</p>	
<p>ANALISE TERMOMECAÂNICA (TMA)</p>	<p>COMPRESSIBIL., FLEXIBILIDADE, MODULO TORCIONAL SOB CARGA ESTÁTICA</p>	



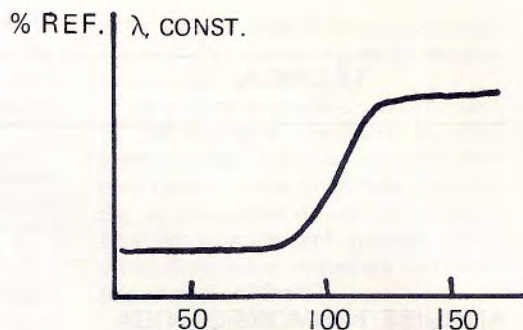
TÉCNICA	PARÂMETRO MEDIDO	CURVA TÍPICA
ANALISE TERMOMECAÂNICA DERIVADA (DTMA)	IDEM CASO ANTERIOR, COMO DERIVADA	
TERMOMEKANOMETRIA, DINÂMICA	MOD. DINÂMICO, DE AMORTECIM. SOB CARGA DINÂMICA	
TERMOMAGNETOMETRIA	SUSCETIBIL. MAGNÉTICA (MET. DE FARADAY)	
TERMOELETROMETRIA	RESISTÊNCIA (CONDUTÂNCIA), CORRENTE	

TÉCNICA	PARÂMETRO MEDIDO	CURVA TÍPICA
ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA A ALTA TEMPERATURA (HTRS)	% REFLECTÂNCIA (COR) A TEMP. CONST.	



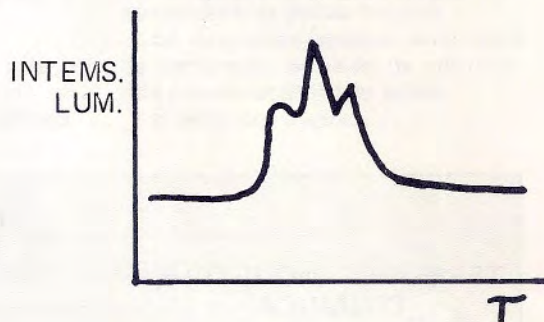
ESPECTROSCOPIA  
DE REFLECTANCIA  
DINÂMICA (DRS)

% REFLECTANCIA  
EM  $\lambda$  CONST.



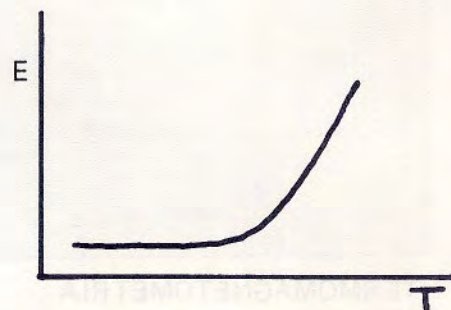
TERMOLUMINESCÊNCIA

EMISSÃO  
DE LUZ



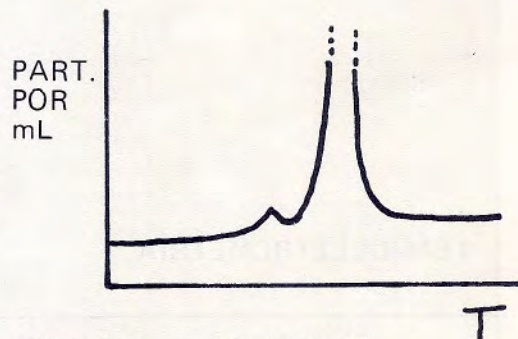
ANÁLISE TÉRMICA POR  
RÁDIO-EMANAÇÃO

RÁDIO  
ATIVIDADE



ANALISE POR PRODUÇÃO  
TÉRMICA DE  
PARTICULAS

NÚCLEOS  
DE  
CONDENSAÇÃO



BIBLIOGRAFIA

1. F. Szabadváry e E. Buzagh-Gere, J. Thermal Anal., 15 (1979) 389-398.
2. D.G. Fahrenheit, Phil. Trans., 33(1724) 78.
3. R.A. Reaumur, Mem. Acad. Paris, 1730, 454.
4. A. Celsius, Kongl. Svensk. Vet. Akad. Handlingar, 3(1742) 171.
5. M. Johnson, Phil. Trans., 45 (1748) 128.
6. J. Crichton, Phil. Mag., 15 (1803) 147.
7. T.J. Seebeck, Akd. Berlin Abhandl., 265 (1922-1923).
8. L. Nobili, Bibl. Univ. Geneva, 44 (1830) 225.
9. H. Davy, Phil. Trans., 1821, 431.
10. W. Siemens, Proc. Roy. Soc., 19 (1871) 443.
11. R.W. Sillery, J. Sci. Inst., 19 (1942) 81.
12. P.S. Laplace e A.L. Lavoisier, Mem. des Savants, 1780, 355.
13. P.A. Favre e J.T. Silbermann, Recherches sur les quantités de chaleur dégagées dans la action chimiques, Paris, 1853, p. 29.
14. M. Berthelot, Mecanique Chimique, Paris, 2 (1879) 18.
15. H.L. Le Chatelier, Z. Phys. Chem., 1 (1887) 396.
16. W.C. Roberts-Austen, Nature, 59 (1899) 566.
17. N.S. Kurnakov, Z. Anorg. Allgem Chem., 42 (1904) 184.
18. G.K. Burgess, Natl. Bur. Sta. (U.S.) Bull., 5, 199 (1909).
19. H.S. Houldsworth e J.W. Cobb, Trans. Brit. Ceram. Soc., 22 (1923) 111.
20. F.C. Kracek, J. Phys. Chem. Ithaca, 33 (1929) 1286.
21. S.L. Boersma, J. Am. Ceram. Soc., 38 (1955) 281.
22. E.S. Watson, M.J. O'Neill, J. Austin e N. Brenner, Anal. Chem., 36 (1964) 1233.
23. C. Sykes, Proc. Roy. Soc., 148 (1935) 422.
24. K.G. Kumanin, Zh. Prikl. Khim., 20 (1947) 1242.
25. C. Eyraud, Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, 238 (1954) 1511.
26. W. Nernst e E.H. Risenfeld, Ber., 36 (1903) 2086.
27. W. Nernst, Z. Electrochem., 7 (1900) 253.
28. O. Brill, Ber., 38 (1905) 140; Z. Anorg. Allgem. Chem., 45 (1905) 275.
29. G. Urbain e C. Boulanger, Compt Rend. Acad. Sci. Paris, 154 (1912) 347.
30. K. Honda, Sci. Reports Tohoku, Imp. Univ., 4 (1915) 97.
31. M. Guichard, Bull. Soc. Chim. France, 33 (1923) 258.
32. M. Guichard, Bull. Soc. Chim. France, 37 (1925) 251.
33. C. Rigolet, Diploma de Altos Estudos, Paris 1934, 552.
34. P. Vallet, Bull. Soc. Chim. France, 3 (1936) 103.
35. P. Dubois, Tese Univ. de Paris, 2428; Bull. Soc. Chim. France, 3 (1936) 1178.
36. P. Chevenard, S. Vaché e R. de la Tullaye, Bull. Soc. Chim. France, 11 (1944) 41.
37. C. Duval, Inorganic Thermogravimetric Analysis, Elsevier, 2ª edição, 1963.
38. W.L. De Keyser, Nature, 172 (1953) 364.
39. L. Erdely, F. Paulik e J. Paulik, Acta Chim. Acad. Sci. Hung., 10 (1956) 61.
40. L.G. Berg, Izv. Sekts. Fiz. Khim. Inst. Obshchey Khim., 19 (1939) 294.
41. B.Y. Teitelbaum e L.G. Berg, Zh. Anal. Khim., 8 (1953) 152.
42. S. Gordon e C. Campbell, Anal. Chem., 29 (1957) 1705.
43. P. Chevenard, Rev. Met., Paris, 14 (1917) 610.
44. W.W. Wendlanst, Thermochim. Acta, 56 (1981) 1-5.
45. G. Liptay, J. Thermal Anal., 25 (1982) 235-241.
46. T. Meisel, J. Thermal Anal., 29 (1984) 1379-1392.



# I ENCONTRO DE TERMOANÁLISE SURPREENDE



**O**s organizadores do I Encontro de Termoanálise (I ETA) realizado de 5 a 9 de outubro no Instituto de Macromoléculas no Rio de Janeiro, não contavam com as mais do que cem pessoas que compareceram ao evento. Ao que parece, entretanto, essa técnica apresenta muitas novidades em termos de aplicações analíticas e em estudos cinéticos (especialmente de reações com fases heterogêneas). A maioria dos presentes eram usuários de equipamento de termoanálise em indústrias e centros de pesquisa fora do mundo acadêmico.

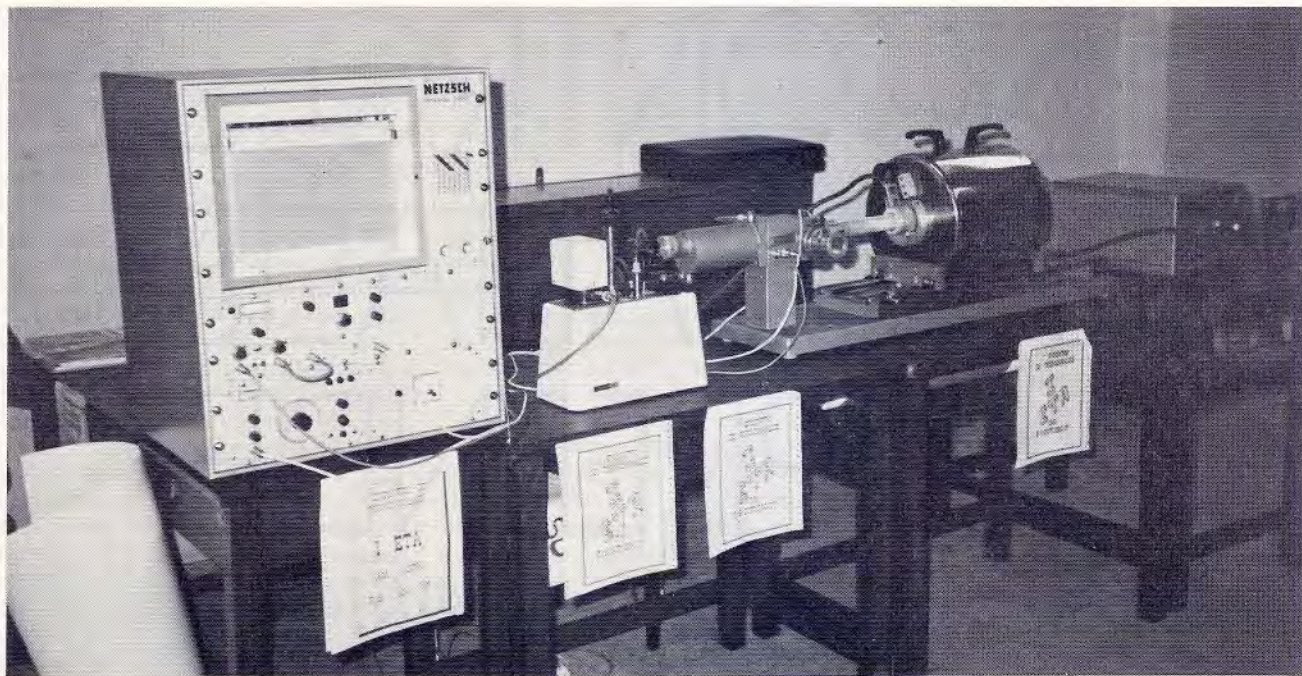
As origens do I ETA estão em um convite formulado à Profa. Eloisa

Biasotto Mano para presidir o Comitê de Educação no Brasil do ICTA (International Confederation for Thermal Analysis) durante o biênio 1987/1988. Os objetivos do ICTA são amplos, visando especialmente à organização de Congressos para promover discussões sobre métodos e técnicas, sobre problemas associados a aplicações, e sobre a avaliação de resultados obtidos. Um dos deveres assumidos, pela Profa. Mano foi de realizar pelo menos um encontro anual de interessados em Termoanálise. Desses encontros se espera significativo entrosamento dos profissionais que trabalham nos múltiplos aspectos da Análise Térmica, função que o I ETA cumpriu plenamente.

A própria Profa. Edith A. Turi, fundadora e Presidente do Comitê esteve presente ao I ETA. A Profa. Turi é Professora Pesquisadora da Polytechnic University em Brooklyn, N. Y., EUA. Anteriormente, durante a maior parte de seus 26 anos com a Allied-Signal, Inc., ela foi encarregada dos Laboratórios de Análise Térmica da empresa no Corporate Research Center em Morristown, N. Y., EUA. Uma especialista internacionalmente reconhecida em seu campo, a Profa. Turi possui 15 patentes e tem publicado extensivamente sobre a termoanálise e suas aplicações.

A Profa. Turi apresentou duas conferências sobre "Análise Térmica





na Pesquisa e Produção”, mostrando que a análise térmica é frequentemente a técnica mais adequada para a caracterização de materiais. Ela explicou os princípios básicos da termoanálise e, através de uma série de exemplos, demonstrou como métodos de análise térmica servem também para finalidades industriais práticas. Ao mesmo tempo, a Profa. Turi deu uma senhora aula sobre a aplicação da técnica a polímeros.

A partir da visão ampla, adquirida durante muitos anos de experiência, e sua vontade de transmitir conhecimentos ela mostrou como a análise térmica é utilizada na indústria de polímeros. A versatilidade da análise térmica é evidenciada pelos seguintes exemplos.

1. Copolímeros a Partir de Homopolímeros: A Calorimetria Exploratória Diferencial (conhecida por sua sigla DSC ou Differential Scanning Calorimetry) foi utilizada para investigar a catálise da reação de transaminação entre os homopolímeros do náilon 6 e náilon 66. Esse novo processo oferece uma rota simples para a fabricação de copolímeros aleatórios com fusão única a partir de homopolímeros ao invés de a partir de comônômeros mistos. Esses produtos evidenciam um ponto de fusão mais baixo e propriedades melhores do que as de cada dos homopolímeros. São particularmente adequados para filmes plásticos.

2. Performance do Filme HALAR<sup>R</sup> à alta Temperatura: As propriedades desse copolímero de etileno-clorotri-fluoroetileno foram estudadas utilizando técnicas térmicas. DSC revelou que durante o envelhecimento por calor (recozimento), além da fusão principal, apareceu uma fusão à temperatura mais baixa que dependia da temperatura de recozimento e tempo. As curvas de análise Termomecânica (TMA-Thermomechanical Analysis) indicaram a estabilidade dimensional do filme. A resistência à tração índice, de amarelamento, e dados de viscosidade bem como os de infravermelho de difração de raios-X estavam de acordo com os resultados obtidos por análise térmica e provaram que o recozimento não é detrimental a esse copolímero. O estudo estabeleceu a adequabilidade do HALAR<sup>R</sup> para o revestimento de fios e cabos.

3. Capacidade de Tingimento de Fibras: A história térmica de fibras de tapete de náilon 6 foi estabelecida por técnicas térmicas (DSC e TMA). A formação e fusão de pequenos cristallitos, e as variações ao iniciar-se o encolhimento foram estudadas. Baseadas em princípios diferentes, ambas as técnicas térmicas provaram que existe uma correlação direta entre os parâmetros medidos e a temperatura de fixação por calor. Esse estudo resultou em uma técnica para monitorar a capacidade de tingimento das fibras.

Essas aplicações foram discutidas de forma detalhada, representando as diferentes áreas de pesquisa industrial nas quais as técnicas tiveram um papel decisivo.

O Prof. Ivo Giolito, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, um dos pioneiros da análise térmica e especialista no assunto no País apresentou um trabalho sobre “Desenvolvimento, Classificação e Aplicações Atuais dos Métodos Termoanalíticos”. O Prof. Giolito fez uma abordagem abrangente do tema, traçando a história da termoanálise, a evolução de equipamentos e a cobertura da literatura especializada no assunto. O trabalho completo aparece neste número da REVISTA DE QUÍMICA INDUSTRIAL.

Complementando as apresentações, representantes de empresas que fornecem aparelhagem para a termoanálise mostraram as suas novidades. O representante da D.P. Instrumentos Científicos Ltda. apresentou sua linha de instrumentos, convidando, o Dr. Ducler Fernandes da Pirelli para expor o tema: “Análise Dinâmico-Mecânica”. Essa é uma técnica pouco difundida, mas de grande utilidade na caracterização da transição vítrea de polímeros.

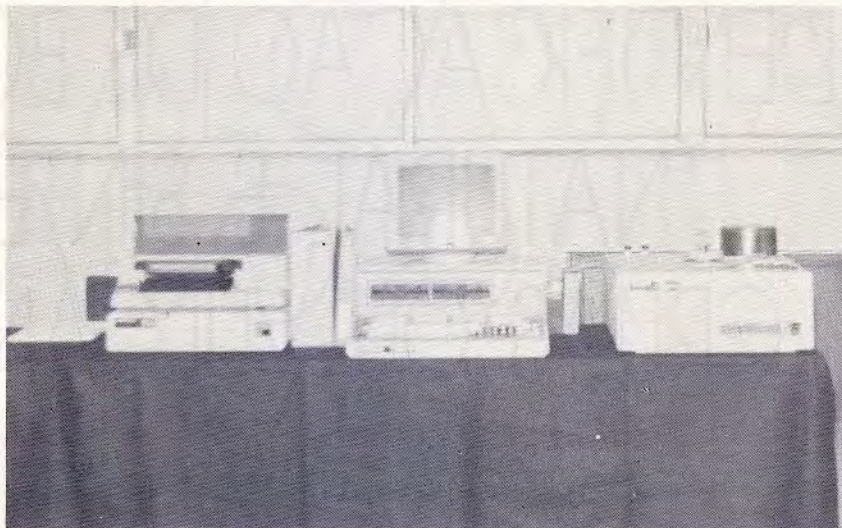
O representante da B.P. Engenharia Indústria e Comércio Ltda. trouxe o Prof. Waldomiro Lunardi Pires Correa, da Escola Técnica de Cerâmica do SENAI para discutir as “Aplicações do DTA em Tecnologia Cerâmica”. Essa apresentação trouxe uma



aplicação à química inorgânica, pouco coberta pelo I ETA.

O Dr. Peter A. Schmid da Mettler/Micronal S.A. apresentou o "Sistema de Termoanálise Mettler" e mostrou suas aplicações e linha de equipamentos. O Dr. Luis Barsotti da Perkin-Elmer Indústria e Comércio Ltda. trouxe para o I ETA "DSC, TG, TM - Introdução da Nova Série", apresentando o instrumento DSC 7. O Simultaneous Thermal Analyser, STA - 409, da Netzsch do Brasil Indústria e Comércio, também esteve presente ao Encontro, sendo apresentado pelo Dr. José Ferreira Rodrigues.

Uma segunda surpresa estava reservada para os organizadores do I ETA. A assembléia dos participantes foi muito concorrida, levando a discussões acaloradas. Procurou-se definir diretrizes e estabelecer grupos regionais de termoanálise (GRUTAS). As vantagens e desvantagens de filiação ao ICTA também foram debatidas, e o Prof. Ivo Giolito foi lançado como sucessor na Presidência.



O II ETA foi previsto para 1989, em São Paulo, SP. O comparecimento em massa dos interessados, o apoio de fabricantes e equipamentos e o entusiasmo em discutir as questões relativas à organização de atividades em termoanálise no País, reve-

lados durante o I Encontro, asseguram o sucesso de eventos subsequentes.

*RQI agradece à Elisabeth Ermel Monteiro, Jo Dweck, Marcia Regina Benzi e Maria Luiza Ficara.*

# MICRODOSAGEM

**O** Maranhão está exportando mão-de-obra especializada. Os alunos concluintes do curso de metalurgia da Escola Técnica Estadual Bacelar Portela, que durante quatro meses fizeram estágio curricular na Companhia Siderúrgica Nacional foram contratados por empresas do Rio de Janeiro e Manaus por salários entre 32 e 45 mil cruzados.

oOo

Você possui um aparelho de absorção atômica de chama? Caso sua resposta for positiva tome cuidado! Segundo carta enviada à revista Chemical & Engineering News (22 de junho de 1987, página 2) já houve três explosões de aparelhos deste tipo só em 1987.

oOo

O Laboratório de Ensaio do Fogo do IPT vai testar o Styrofoam\* integrado a placas de gesso. Inéditos no país, os testes solicitados pela Dow visam comprovar que essa combinação não contribua, de maneira nenhuma, para o aumento das cha-

mas. A empresa está interessada em classificar seu produto junto ao Instituto de Resseguros do Brasil (IRB) de maneira a reverter em redução do prêmio de seguro para os usuários do isolante.

oOo

Você pode estar sendo poluído dentro de casa! Segundo um estudo da Environmental Protection Agency dos EUA (Chemical e Engineering News, 12 de outubro de 1987, pág. 13 e 14), indivíduos estão expostos a um nível mais alto de substâncias tóxicas dentro de suas residências do que fora delas. A agência acredita que as principais fontes dessas substâncias são produtos de consumo doméstico (tintas, removedores, propelentes e cosméticos) e materiais de construção (adesivos, resinas, isolantes, por exemplo).

oOo

Um Programa Nacional de Polímeros está sendo organizado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e

pela FINEP. Tem por finalidade acelerar o aumento de conhecimentos na área, formar recursos humanos em todos os níveis (iniciação científica até pós-doutoramento) e fomentar a interação com empresas. Um grupo coordenado pelo Instituto de Macromoléculas da UFRJ e contando com representantes do CENPES, Petroquisa, Instituto de Química da UFRGS, Departamento de Materiais da UFSCar e do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da UFPe está reunindo propostas a serem encaminhadas ao Ministério. O programa entra em vigor em março de 1988.

oOo

O dia 6 de novembro foi celebrado o Dia Nacional da Química nos EUA. A American Chemical Society escolheu essa data para comunicar ao público os benefícios associados a química e responder às apreensões quanto aos riscos associados a química e a produtos químicos.



# IDENTIFICAÇÃO DE BORRACHAS NATURAL E SINTÉTICAS CRUAS OU VULCANIZADAS

RITA DE CÁSSIA LAZZARINI  
DUTRA  
Centro Técnico Aeroespacial (CTA)

ELOISA BIASOTTO MANO  
Instituto de Macromoléculas  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

A identificação dos elastômeros encontrados em artefatos ou em peças de uso industrial é freqüentemente necessária, tanto em empresas de pequeno porte e sem recursos laboratoriais sofisticados, quanto em Centros de Pesquisa, especializados ou não em Polímeros. Assim, é de grande utilidade um roteiro de análise simples que permita essa identificação.

Em trabalho, publicado anteriormente nesta Revista<sup>1</sup> por uma das Autoras (EBM), era descrita a identificação de uma série de borrachas:

- Poli-cis-isopreno natural (NR)
- Poli-cis-isopreno sintético (IR)
- Policloropreno (CR)
- Copolímero de butadieno e estireno (SBR)
- Copolímero de butadieno e acrilonitrila (NBR)
- Polissulfetos orgânicos (EOT)
- Polissiloxanos (MQ)
- Policlorossulfoetileno (CSM)

Atualmente, a relação de elastômeros de importância industrial já se encontra bastante aumentada. O presente trabalho tem por objetivo atualizar os dados constantes da publicação anterior, acrescentando àquela relação mais os seguintes elastômeros:

- Polibutadieno (BR)
- Copolímero de etileno e propileno (EPDM, EPR)
- Copolímero de isobutileno e isopreno bromado (BIIR)
- Copolímero de isobutileno e isopreno clorado (CIIR)
- Copolímero de hexafluorpropileno e fluoreto de vinilideno (FPM)

As siglas obedecem às regras encontradas na literatura<sup>2,3</sup>.

As técnicas empregadas são as mesmas usadas anteriormente. As observações foram feitas em diversos tipos de material, obtidos de fontes diferentes para cada polímero elastomérico empregado. O trabalho foi estendido também aos elastômeros estudados anteriormente; as faixas de resultados, bastante amplas, são contudo, adequadas à fácil caracterização da borracha.

A identificação dos elastômeros foi baseada em suas interações com solventes mais, ou menos, polares (razões de inchamento em três solventes), em sua resistência à oxidação (mistura oxidante ácida a 2 temperaturas) e na reatividade dos seus produtos de decomposição (reações coloridas características).

O inchamento diferencial, feito em três solventes (heptano ou éter de petróleo, benzeno e anilina), é representado pela letra inicial de cada solvente: heptano (H), benzeno (B) e anilina (A) e é determinado obedecendo a seguinte técnica, já relatada anteriormente.<sup>1</sup>

- Em 3 frascos de boca larga, com tampa removível, colocar amostras, já extraídas com acetona e secas, de forma e tamanho adequados à medida rigorosa de uma das dimensões, com micrômetro ou paquímetro. Medir uma das dimensões, de preferência a espessura, e cobrir as amostras, em cada frasco, respectivamente com benzeno, anilina e heptano ou éter de petróleo devendo o nível atingir pelo menos o triplo da altura da amostra submersa. Fechar os frascos, para evitar a evaporação dos solventes. Repetir a mesma determinação da espessura em cada amostra após 6 horas e depois, diariamente, até razoável estabilização dos valores. Em geral, um dia é suficiente para atingir o equilíbrio e fazer-se a medida. A fim de obter um

valor determinado para o quociente dos inchamentos, sempre que o resultado for aparentemente nulo atribui-se um acréscimo muito pequeno, como 0,01, o que possibilita o cálculo. Antes de efetuar a determinação, secar com papel de filtro a amostra; após a medida, retornar a amostra ao respectivo frasco. Determinar as razões de inchamento em benzeno/heptano, benzeno/anilina e heptano/anilina, respectivamente. Os resultados variam entre largos limites conforme cada tipo de elastômero e a composição da mistura vulcanizada. A extração com acetona, em geral, pode ser omitida sem afetar fundamentalmente os limites abaixo. No entanto, essa omissão pode acarretar até inchamentos negativos, pela remoção de plastificante ou outros aditivos solúveis nos meios de imersão adotados.

As razões de inchamento heptano/anilina (H/A), benzeno/heptano (B/H) e benzeno/anilina (B/A) foram reunidas, de modo a formar 5 grupos de elastômeros (Quadro I).

A resistência à mistura oxidante de ácidos, a 40°C (MIST-40) e a 70°C (MIST-70), foi determinada tal como anteriormente, de acordo com a seguinte técnica:

- Extrair com acetona pequenos fragmentos da amostra integral e secar em estufa; este tratamento pode ser omitido desde que se interpretem cautelosamente os resultados. Em tubo de ensaio, imerso em banho de água a 70°C, colocar alguns ml da mistura 1:1, em volume, de ácido sulfúrico concentrado (d:1,84) e de ácido nítrico concentrado (d:1,42) deixando alguns minutos, para que a temperatura atinja a do banho. Adicionar então alguns fragmentos da amostra extraída e seca, e medir em cronômetro o tempo necessário para que seja visível o início da desa-



gregação do material, que pode ser facilmente observado quando pequenas partículas começam a surgir à superfície da amostra, dispersando-se depois no meio líquido. Se o ataque for imediato, repetir o ensaio em banho a 40°C. Utilizar esses resultados como ordem de grandeza, apenas, pois há variações dentro de cada tipo de elastômero, conforme os componentes da mistura vulcanizada, e além disto, esta pode conter mais de um tipo de elastômero.

Os valores de MIST-40 e MIST-70 foram distribuídos em 4 grupos (Quadro II).

Os ensaios de ácido-resistência e inchamento diferencial acima propostos, além de permitir a identificação de borrachas, ainda possibilitam a avaliação de resistência à oxidação e a solventes dos diferentes elastômeros, o que é importante conhecer para fins de escolha da borracha adequada à aplicação desejada.

Verifica-se que NBR, EOT e FPM são os únicos representantes dos grupos 3, 4 e 5, respectivamente, quanto a inchamento diferencial (Quadro I); por sua vez, EOT é também representante único do quarto grupo de ácido-resistência (Quadro II).

IIR, BIIR e CIIR pertencem ao mesmo grupo de inchamento (1º) e ao mesmo grupo de ácido-resistência (1º), porém a ausência de halogênio distingue IIR das suas formas halogenadas CIIR e BIIR, as quais dão resultado positivo (verde) para o ensaio de Beilstein (Ensaio nº 1). A distinção entre CIIR e BIIR é feita por pirólise, por absorção do destilado sobre solução de sal de prata (Ensaio nº 2).

EPDM e MQ têm comportamento semelhante, tanto no inchamento quanto na resistência ácida. O Ensaio nº 3 permite a caracterização simples do MQ.

Os elastômeros NR, IR e CR, têm comportamento semelhante ao inchamento e ao ataque por ácido. Entretanto, somente CR possui halogênio, acusado no Ensaio nº 1. NR e IR se caracterizam pela formação de ácido acético, resultante de oxidação crômica (Ensaio nº 4). A diferenciação entre NR e IR pode ser feita pelo seu teor de fósforo<sup>4</sup>: as borrachas naturais de diversas origens têm cerca de 400 ppm de fósforo, e as sintéticas, da ordem de 20 ppm.

Os elastômeros vulcanizados BR e SBR também apresentam semelhança de comportamento ao inchamento em solventes e à resistência a ácidos fortes oxidantes. A presença do anel aromático no SBR é confirmada pela existência de amina primária aro-

mática após nitração e redução do material (Ensaio nº 5).

Os elastômeros vulcanizados CR e CSM apresentam inchamento parecido, porém sua resistência à oxidação em meio ácido é muito diferente.

Verifica-se que são assim, facilmente distinguíveis esses 14 elastômeros, mesmo sem instrumentação sofisticada, que freqüentemente não é disponível nos laboratórios industriais.

A descrição minuciosa dos ensaios necessários a essa caracterização se encontra a seguir.

### Ensaio nº 1 Ensaio de Beilstein

**Técnica:** Aquecer um fio de cobre ao rubro, em chama direta, até que a coloração inicial da chama seja restabelecida. Tocar, então, com a extremidade ao rubro, a superfície da amostra integral, tendo o cuidado de

verificar se realmente há tomada de material no fio de cobre. Retornar à chama. Intensa coloração verde é teste positivo para halogênio.

Halogênio presente: POLICLOROPENO, POLICLOROSSULFOETILENO, BROMOBUTÍLICA ou CLOROBUTÍLICA.

### Ensaio nº 2 Diferenciação entre Cl e Br

**Técnica:** Em tubo de ensaio ou balão de destilação de 10 ml de capacidade, colocar cerca de 0,5 g da amostra de borracha, cortada em pequenos fragmentos. Aquecer o tubo e recolher os vapores em solução aquosa de AgNO<sub>3</sub> (10%), levemente acidificada, com HNO<sub>3</sub>, contida em outro tubo. Um precipitado branco acinzentado de AgCl, indica a presença de Cl; um precipitado amarelo-claro de AgBr revela a presença de Br.

QUADRO I					
Razões de inchamento em benzeno (B), anilina (A) e heptano (H)					
Razões de inchamento	GRUPOS				
	1º	2º	3º	4º	5º
(B/A)	≥ 50	2-30	0,5	0,5-5	~ 0
(B/H)	≤ 1	1-8	10-60	50	~ 0
(H/A)	≥ 50	0,5-15	< 0,1	~ 0	~ 0
ELASTÔMEROS	IIR CIIR BIIR EPDM MQ	NR IR CR BR SBR CSM	NBR	EOT	EPM

QUADRO II				
Resistência a ácido oxidante forte, a 40 e 70°C				
Ácido-resistência	GRUPOS			
	1º	2º	3º	4º
MIST 40	> 15 min	< 3 min	10-30 min	< 30 seg
MIST 70	> 15 min	< 1 min	< 1 min	< 5 seg
ELASTÔMEROS	IIR CIIR BIIR EPDM CSM MQ FPM	NR IR CR	BR SBR NBR	EOT



### Ensaio nº 3 Pirólise

**Técnica:** Colocar em tubo de ensaio alguns fragmentos da amostra integral e aquecer, a princípio sobre pequena chama, aumentando gradativamente o aquecimento. Observar a fusibilidade, a carbonização, a evolução de vapores e o seu odor.

- a) Fusibilidade: indício de material não vulcanizado ou não vulcanizável.
- b) Não carbonizável: resíduo branco incobustível depositado nas paredes, na parte inferior do tubo: POLISSILOXANOS.
- c) Odores característicos, que devem ser tomados como indicação preliminar a ser confirmada pelos demais ensaios. Dentre os elastômeros estudados, aqueles cujos produtos de pirólise são mais facilmente distinguíveis pelo odor são: POLISSULFETOS ORGÂNICOS (forte odor sulfurado, perceptível mesmo antes da pirólise, na própria amostra) e COPOLÍMERO DE BUTADIENO E ACRILONITRILA (intenso odor nauseante, característico).

### Ensaio nº 4 Pesquisa de Ácido Acético

**Técnica:** Em balão de destilação de 10 ml de capacidade, colocar cerca de 0,5 g da amostra integral, cortada em pequenos fragmentos e alguns grânulos de pedra-pome. Adicionar 5 ml de solução crômica, obtida dissolvendo 20 g de  $\text{CrO}_3$  em 50 ml de água e em seguida acrescentando 15 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado (d:1,84). Vedar a boca do balão com

rolha de cortiça e adaptar ao tubo lateral um tubo de ensaio imerso em cuba com água fria, de modo a condensar os vapores destilados. Aquecer com cuidado, a fogo direto, até destilar cerca de 2 ml. Pesquisar ácido acético no destilado pela reação com nitrato de lantânio, segundo a seguinte técnica:

Em cadinho de porcelana colocar algumas gotas do destilado, 1 gota de solução aquosa a 5% de nitrato de lantânio e 1 gota de solução aquosa N/50 de iodo. Homogeneizar e adicionar lentamente, pelas paredes do cadinho, 2 gotas de solução concentrada de amônio (d:0,90). Dependendo da quantidade de íon acetato presente, desenvolve-se imediatamente ou ao fim de poucos minutos uma intensa coloração azul-acastanhada. É importante observar na adição de iodo se a mistura do cadinho adquire coloração amarela persistente; quando tal não acontece, por haver consumo de iodo por algum material volátil que acompanhe o ácido acético na destilação, a coloração azul não aparece, pois é provavelmente devida à absorção do iodo sobre o acetato básico de lantânio formado.

### Ensaio nº 5 Pesquisa de Amina Aromática

**Técnica:** Extrair aproximadamente 2 g de amostra integral com acetona, em sox let ou aparelho equivalente, durante cerca de 4 horas. Eliminar em estufa o solvente da amostra extraída, e aquecê-la à ebulição sob refluxo, por 1 hora, com 20 ml de  $\text{HNO}_3$  concentrado (d:1,42). Diluir, derramando sobre 100 ml de água, e extrair sucessivamente com

50,25 e 25 ml de éter. Combinar os extratos etéreos e lavar duas vezes com 15 ml de água, rejeitando a fase aquosa. Extrair a solução etérea com três porções de 15 ml de solução a 4% de NaOH, e finalmente com 20 ml de água. Refugar a fase etérea, e neutralizar a fase aquosa contendo nitrobenzoatos de sódio com HCl concentrado (d:1,18), adicionando 20 ml de excesso. Aquecer em banho-maria e reduzir os grupos nitro adicionando 5 g de zinco granulado. Resfriar e adicionar 2 ml de solução N/2 de nitrito de sódio. Derramar a solução diazotada sobre excesso de solução alcalina de  $\beta$ -naftol. Intensa coloração vermelha indica a presença de amina primária aromática.

Amina primária aromática presente – COPOLÍMERO DE BUTADIENO e ESTIRENO.

*As Autoras agradecem a valiosa colaboração do Sr. Milton Faria Diniz, do Centro Técnico Aeroespacial.*

### BIBLIOGRAFIA

1. Mano, E.B. – Revista de Química Industrial, 30, 173(1961) – Identificação de Borracha Natural e Sintéticas.
2. "Book of ASTM Standards" – American Society for Testing and Materials, Philadelphia (1976), D-1418-76 – "Rubber and Rubber Latices – Nomenclature".
3. Wake, W.C.; Tidd, B.K.; Loadman, M.J.R. – "Analysis of Rubberlike Polymers", Applied Science Publishers, New York (1983), pág. 301.
4. Barnes, R.B.; Williams, V.Z.; Davis, A.R.; Gleseck, P. – Ind. Eng. Chem., An. Ed., 16, 9(1944).



# AQUATEC COMEMORA 40º ANIVERSÁRIO

**E**mpresa de especialidades químicas de alta tecnologia, a AQUATEC QUÍMICA S/A está comemorando seu 40º aniversário. Fundada em 1947 com a denominação social de E. F. Drew & Cia. Ltda., a empresa permaneceu 33 anos no Brasil como subsidiária da Drew Chemical Corporation, sediada nos EUA.

Em 1980, como parte de uma estratégia para modificar o perfil de sua atuação a nível internacional, a empresa decidiu desinvestir em várias partes do mundo, aumentando em compensação sua atuação dentro dos Estados Unidos. Entre as decisões tomadas estava a de desinvestir na América Latina, onde se achava operando a AQUATEC, naquela oportunidade com a denominação de Drew Produtos Químicos Ltda.

Comunicada a decisão aos dirigentes da AQUATEC, foi por eles organizado um pequeno grupo de investidores, que negociou e materializou a compra de 91.5% das ações da empresa. A compra, e consequentemente, a nacionalização, foi concretizada em 29 de dezembro de 1980.

O grupo comprador foi liderado pelo Dr. Ennio Cidade de Rezende, que exerceu o cargo de Gerente Geral da subsidiária durante 13 anos, sendo atualmente um dos principais acionistas da Companhia e seu atual Presidente.

Logo após a operação de nacionalização, a AQUATEC instituiu seu planejamento estratégico de longo prazo, com a finalidade de direcionar a empresa na sua missão, conforme determinado por sua situação de propriedade.

A missão da AQUATEC é de fabricação, venda de produtos químicos e prestação de serviço com alto valor agregado de tecnologia.

Foi definido, também, que a AQUATEC operaria somente com linhas de produtos em segmentos de mercado onde tenha uma participação de liderança. Coerentemente com a definição acima, foi aprovado um investimento em um novo laboratório de pesquisas e desenvolvimento de produtos, capaz de garantir o contínuo crescimento da empresa e manter a posição de liderança criada nas duas últimas décadas. O projeto acima materializou-se em 1986, com a construção do Centro de Pesquisa AQUATEC, localizado no município de Cotia. O Centro de Pesquisa, um investimento de três milhões de dólares, estará completo em 1988, com o término de montagem de uma planta-piloto dos vários processos industriais de fabricação utilizados pela AQUATEC, e dos processos de aplicação de seus produtos.

Em 1985, com o objetivo de fortalecer financeiramente a empresa, seus acionistas decidiram abrir o capital. Foi escolhida uma subscrição para o aumento deste com lançamento de novas ações preferenciais ao portador. Essa operação, finalizada em dezembro de 1985, coincidiu com a mudança da razão social para AQUATEC QUÍMICA S/A. O nome AQUATEC foi escolhido por simbolizar a essência da empresa: especialidades químicas de alta tecnologia, e foi tirado do nome de sua Divisão de Tratamentos de Águas Industriais, que usa a marca AQUATEC para seus produtos.

Atualmente, a AQUATEC opera duas divisões de marketing, que comercializam as seguintes linhas de produtos:

## Divisão Utilidades

(Tratamento de Águas Industriais e Afins)

- Tratamento de Água de Caldeiras
- Tratamento de Água de Circuitos de Refrigeração
- Aditivos para Combustíveis
- Floculantes
- Limpeza Industrial
- Auxiliares para Produção e Refinação de Petróleo
- Indústria Naval

## Divisão Especialidades Químicas

- Matérias-Primas para Indústria Cosmética
- Auxiliares para Açúcar e Álcool
- Auxiliares para Celulose e Papel
- Auxiliares para Tintas
- Auxiliares e Aditivos para Plásticos
- Auxiliares para a Indústria Química em Geral

As vendas da AQUATEC QUÍMICA S/A situam-se em aproximadamente 42 milhões de dólares anuais.

Os planos de expansão e consolidação da AQUATEC QUÍMICA S/A incluem:

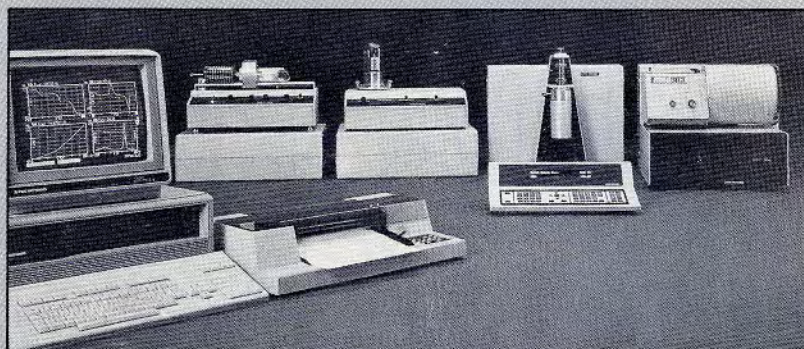
- a) Fábrica de especialidades etoxiladas para uso cativo, de antiespumantes e produtos para tratamentos de águas, em Camaçari, Bahia.
- b) Fábrica de especialidades químicas diversas em Jacaref, São Paulo, que substituirá a longo prazo a atual fábrica de São Miguel Paulista.
- c) Centro Administrativo de Cotia, São Paulo.

Os dois primeiros projetos já se acham em fase de engenharia, sendo que o projeto Camaçari tem partida programada para o primeiro trimestre de 1989.



**D U P O N T**  
**SISTEMA DE TERMO-ANÁLISE – 9000/9900**

A Du Pont possui a maior biblioteca de SOFTWARES para Cálculos, tratamento e análise dos dados das corridas efetuadas no seu sistema de análise térmica.



A Du Pont possui o mais completo sistema de Análise Térmica e Acessórios, com a flexibilidade de operação **SIMULTÂNEA** se até 4 módulos.

**REPRESENTANTE "E X C L U S I V O" NO BRASIL**  
D.P. INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS LTDA.  
AV. MIGUEL STEFANO, 2068-A  
04301 – ÁGUA FUNDA – SÃO PAULO-SP  
FONES: (011) 581-4034/581-6808/578-3613  
TLX: (011) 54665

- A técnica de TERMO-ANÁLISE é mundialmente utilizada na caracterização de materiais em geral em função da temperatura.
- A DU PONT sendo uma das maiores fabricantes de materiais, pesquisou e desenvolveu o "TERMO-ANALISADOR" para seu próprio uso no controle, desenvolvimento e pesquisa, para a descoberta de novos produtos, bem como para aumentar a eficiência e performance dos materiais de sua fabricação e manuseio.

TÉCNICAS/MÓDULOS	A TERMO-ANÁLISE É UTILIZADA NAS ÁREAS:	RELAÇÃO DOS "ENSAIOS" EFETUADOS NO TERMO-ANALISADOR DU PONT
<ul style="list-style-type: none"> <li>– D.S.C.</li> <li>– D.S.C. com pressão</li> <li>– D.S.C. p/2 amostras</li> <li>– T.G.A.</li> <li>– T.M.A.</li> <li>– D.T.A.</li> <li>– D.M.A.</li> <li>– D.P.C. (Fotocalorimetria diferencial)</li> </ul> <p><b>NOTA:</b> As técnicas de DSC com pressão DSC para 2 amostras, D.M.A. e D.P.C. (fotocalorimetria diferencial, são <b>EXCLUSIVAS</b> DU PONT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>INDUSTRIAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– química</li> <li>– automotiva</li> <li>– construção</li> <li>– petroquímica</li> <li>– Aeroespacial</li> <li>– Polímeros</li> <li>– Plástico</li> <li>– Borracha</li> <li>– Metalúrgica</li> <li>– eletro/eletrônica</li> </ul> </li> <li>● <b>CENTROS DE PESQUISAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– UNIVERSIDADES</li> <li>– Órgãos Governamentais</li> <li>– Empresas em geral</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ponto de fusão</li> <li>– Cristalinidade</li> <li>– Grau de cura</li> <li>– tempo de vida</li> <li>– transição Vítreas</li> <li>– Estabilidade Oxidativa</li> <li>– Análise de Umidade</li> <li>– Coeficiente de expansão</li> <li>– Coeficiente de amolecimento</li> <li>– Análise composicional</li> <li>– Estabilidade Térmica</li> <li>– Dureza</li> <li>– Resistência a Impacto</li> <li>– Perda de Energia</li> <li>– Análise com temperaturas sub-ambientais</li> <li>– Comparativos</li> <li>– Pureza</li> <li>– Relaxação de tensão</li> <li>– "Creep"</li> <li>– Energia absorvida ou desprendida pela amostra</li> <li>– Calor específico</li> <li>– Temperatura de transição</li> <li>– Frequência fixa</li> <li>– Frequência de ressonância</li> <li>– ETC. . .</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Assistência Técnica:</b> Permanente com pessoal treinado na Fábrica nos E.U.A.</li> <li>● <b>Assistência Científica:</b> Permanente com assessoria do laboratório de aplicações da DU PONT nos E.U.A.</li> <li>● <b>TREINAMENTO:</b> A DU PONT oferece treinamento de aplicações nos E.U.A. para Usuários e Clientes.</li> </ul>		