

QUÍMICA DE MATERIAIS NO BRASIL: UM OLHAR ATRAVÉS DAS REUNIÕES ANUAIS DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA

Oswaldo Luiz Alves*

Instituto de Química - UNICAMP - CP 6154 - 13081-970 - Campinas - SP

Recebido em 5/2/98; aceito em 16/4/98

CHEMISTRY OF MATERIALS IN BRAZIL: A LOOK THROUGH THE BRAZILIAN CHEMICAL SOCIETY ANNUAL MEETINGS. Several aspects of the Chemistry of Materials in Brazil will be focused using, as a data source, the activities of the Chemistry of Materials Division of the Brazilian Chemical Society. Evaluations, suggestions and prospectives are made on attempt to overcome challenges and difficulties of this emergent and important area of the chemical research.

Keywords: chemistry of materials, chemistry of materials division, brazilian chemical society

INTRODUÇÃO

Relativamente nova na Sociedade Brasileira de Química, a Divisão de Química de Materiais (DQM) foi criada pela Diretoria em 1993, começando a funcionar de forma institucionalizada em 1994¹.

Na origem do fato de ter sido formada pela reunião de profissionais advindos, marcadamente de Química: Inorgânica, Físico-Química, Aplicada e Orgânica, além de pesquisadores de outras áreas: Engenharia de Materiais e Física (embora em menor proporção), está a característica fortemente interdisciplinar desta área do conhecimento químico.

Na Assembléia Divisional de 1994 foram colocadas algumas indagações: Quem seriam membros da divisão?; Que áreas de atuação estariam contempladas?; Qual a participação dos alunos de pós-graduação e iniciação científica na mesma?; Quais as técnicas instrumentais mais usadas no desenvolvimento dos projetos?; etc. A questão de fundo, pois, estava relacionada ao perfil que assumiria a nova Divisão.

Prematuro seria realizar este levantamento no início das atividades da Divisão: anos 1994 e 1995. Pouco depois, 1996, a estratégia adotada foi identificar sub-áreas e origem dos trabalhos para, agora sim, em 1997, fazer um levantamento mais fino dos dados, buscando, assim, informações que permitissem, num primeiro momento, uma avaliação prospectiva da área.

Dado tal cenário, o presente artigo perspectiva apresentar um perfil da Divisão de Química de Materiais, levando em conta aspectos como: distribuição regional dos trabalhos; distribuição dos temas de pesquisa; qualificação dos participantes; técnicas de caracterização mais utilizadas, etc. Procurar-se-á, ainda, fazer uma análise dos dados que permita apontar e detectar lacunas, viz-à-viz à atividade em âmbito internacional.

Embora tenham sido fruto desta análise apenas trabalhos de químicos que vêm participando das Reuniões Anuais da SBQ, não podemos deixar de considerar a existência daqueles químicos que elegeram outros fóruns para a divulgação de seus trabalhos².

PARTICIPAÇÃO GLOBAL E REGIONAL

A figura 1 mostra a participação da Divisão de Química de Materiais nas Reuniões Anuais (RA) da Sociedade, no período 94-97. Permite que se verifique ser a presença da DQM relativamente estável, com cerca de 100 trabalhos/ano. O índice de

rejeição, é geralmente, da ordem de 10-15%, fato que eleva este valor para 100-115 trabalhos submetidos/ano. Tais contribuições mostram que a DQM participa com 8-10% dos trabalhos totais das RAs.

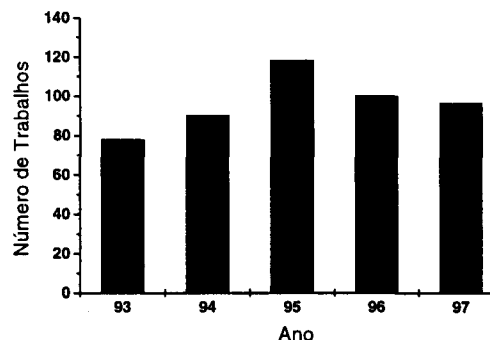


Figura 1. Participação da Divisão de Química de Materiais nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química no período 93-97.

No ano de 1997, por exemplo, a participação da DQM foi de 8% do total dos trabalhos, ficando atrás somente das áreas tradicionais: DQO (14,0%); DQI (13,8%); DQA (12,2%) e PN (10,6%). Considerando-se que a Divisão existe há apenas 4 anos, pode-se avaliar os resultados como bastante expressivos.

Na tabela 1 é mostrado o percentual de participação das diferentes regiões do Brasil para as RAs de 1996 e 1997.

Tabela 1. Percentual de Participação, por Região do Brasil e Exterior, nas RA96 e RA97.

Reunião Anual 1996 (%)		Reunião Anual 1997 (%)	
Sudeste	72,0	Sudeste	62,0
Nordeste	14,5	Nordeste	11,0
Sul	12,5	Sul	20,0
Norte	-	Norte	2,0
Centro-Oeste	1,0	Centro-Oeste	1,0
Exterior	-	Exterior	4,0

A análise da tabela 1 aponta para uma forte concentração da atividade de Química de Materiais na região Sudeste. Tal situação tem sido também historicamente observada para as

*Laboratório de Química do Estado Sólido.
e-mail: oalves@iqm.unicamp.br

outras áreas da Química. A distribuição, verifica-se, não é boa, merecendo, portanto, ações coordenadas no sentido de ampliar a participação de outras regiões, dado tratar-se de área do conhecimento das mais estratégicas em qualquer planejamento que vise um desenvolvimento sustentável. É bom que se lembre ser a Química de Materiais bastante ampla, abarcando em seu bojo tanto materiais avançados para uso em fotônica como o aproveitamento de materiais porosos naturais em novas formulações de defensivos agrícolas, entre outros³.

Um dado importante merece destaque: dentro da contribuição do Estado de São Paulo – 80% da contribuição da Região Sudeste –, a quase totalidade dos trabalhos provém do interior do estado, sobretudo de Campinas e São Carlos, mais tradicionalmente, e Araraquara, recentemente. Estes fatos revelam a formação de grupos de pesquisa atuantes, cujos líderes, não obstante terem sido formados na Capital, ou mesmo na própria região, atuam em áreas de pesquisa tematicamente diversas e independentes dos seus grupos de origem.

TEMÁTICAS DE PESQUISA

As temáticas de pesquisa para efeito deste estudo foram divididas arbitrariamente em duas grandes seções: materiais poliméricos e materiais não-poliméricos. Os trabalhos foram agrupados dentro das rubricas apresentadas na tabela 2.

Tabela 2. Rubricas Utilizadas para o Agrupamento dos Materiais Poliméricos e Materiais Não-Poliméricos e suas Respetivas Siglas.

Materiais Poliméricos	
Síntese e Caracterização	SC
Blendas / Híbridos / Compósitos	BC
Degradação e Estabilização	DE
Borracha Natural /Elastômeros /Termoplástico	BET
Polímeros Condutores	PC
Materiais Não-Poliméricos	
Materiais Usuais [4]	MU
Vidros e Cerâmicas	VC
Sol-Gel	SG
Materiais Não-Convencionais	MNC
Filmes	FIL

Na figura 2 é mostrada a distribuição dos trabalhos nas RAs de 1996 e 1997, considerando as rubricas apresentadas na tabela 2 para os materiais poliméricos, para um total de 59 e 43 trabalhos, respectivamente.

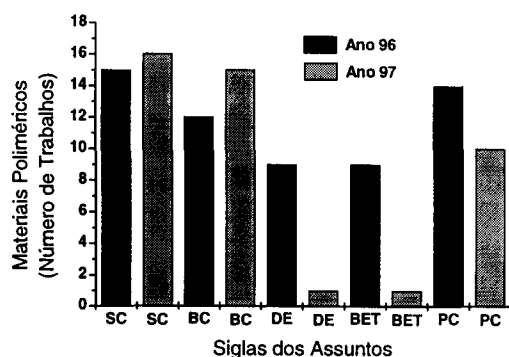


Figura 2. Distribuição dos trabalhos do conjunto Materiais Poliméricos nas RAs de 1996 e 1997.

A atividade em materiais poliméricos é dominada por três rubricas: síntese e caracterização; blendas, compósitos e híbridos e polímeros condutores. Observa-se que em 1997 houve decréscimo acentuado das atividades de degradação e estabilização de polímeros e, também, de borracha natural e elastômeros, quando comparados com 1996.

No caso de materiais não-poliméricos (Figura 3), para as RAs de 1996 e 1997 foram considerados 41 e 53 trabalhos, respectivamente.

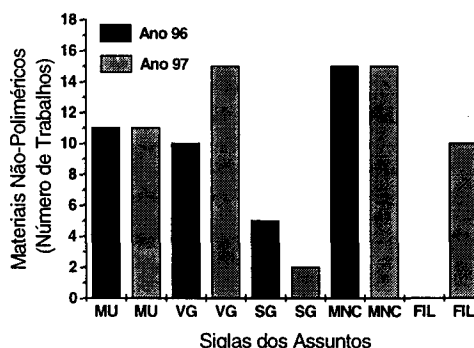


Figura 3. Distribuição dos trabalhos do conjunto Materiais Não-Poliméricos nas RAs de 1996 e 1997.

Dentre os materiais não-poliméricos, aqueles que apresentaram maior contribuição foram os materiais usuais, seguidos dos vidros e cerâmicas, e os materiais não-convencionais. Dois pontos, entretanto, merecem ser salientados. O primeiro refere-se a uma sólida atividade, que começa a se destacar, relacionada a vidros e cerâmicas. O segundo diz respeito às atividades de filmes inorgânicos (da ordem de 10%), inexistente no ano de 1996.

INDICADORES GERAIS DA REUNIÃO ANUAL DE 1997

Procedeu-se para a 20^a Reunião Anual, 1997, a uma análise mais abrangente, objetivando-se aumentar subsídios para uma resposta à questão-título. Os dados foram coletados diretamente dos resumos estendidos, utilizados pela primeira vez para a arbitragem dos trabalhos⁵. Acredita-se que, após cinco anos de atividade da DQM, os resultados obtidos poderão servir como fonte de informação inicial sobre a situação da área. Em todos os gráficos e tabelas considerou-se o universo de 96 trabalhos apresentados.

Autoria dos Trabalhos

Além dos pesquisadores líderes dos diferentes Grupos de Pesquisa (PQ), os trabalhos apresentam importante participação de estudantes de pós-graduação (mestrado e doutorado), PG, e de alunos de iniciação científica (IC). Observa-se, na figura 4, que os estudantes de pós-graduação (PG) participaram em cerca de 73% dos trabalhos, e aqueles de IC, com 58%.

Em quase 2/3 dos trabalhos apresentados, apontam os dados, têm-se a participação conjunta de estudantes de PG e IC. Tal resultado, apesar de várias vezes inferido, fica aqui demonstrado, indicando a participação de equipes de pesquisa constituídas por autores em diferentes níveis da atividade acadêmica. É importante lembrar que, pelos critérios da SBQ, os pós-doutores, recém-doutores e jovens-doutores são reconhecidos como pesquisadores, tal como o CNPq o faz quando do cadastramento dos grupos de pesquisa⁶.

Os resultados apresentados no parágrafo anterior podem ser complementados pela figura 5, na qual se apresenta a percentagem de autores (PQ+PG+IC)/trabalho. Pode-se verificar que

mais de 60% dos trabalhos têm 3 e 4 autores e, cerca de 20%, dois. A fração de trabalhos contendo mais de 4 autores é da ordem de 15%, não tendo sido observados trabalhos com um único autor.

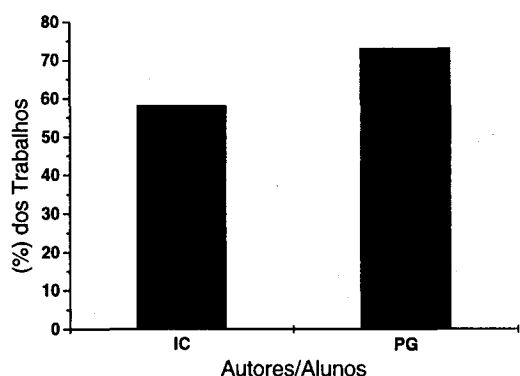


Figura 4. Participação dos alunos de Pós-graduação (PG) e Iniciação Científica (IC) como autores nos trabalhos apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

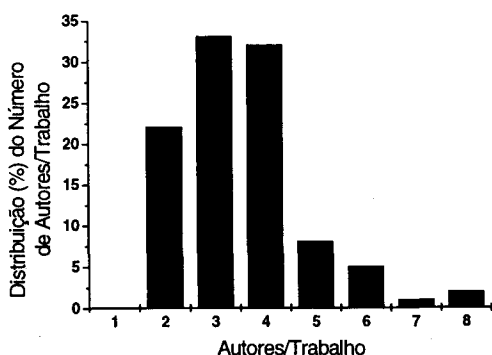


Figura 5. Distribuição (%) do número de autores/trabalho nos trabalhos apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

Um resultado importante deve ser salientado. Diz respeito ao número total de pesquisadores (PQ) por trabalho. Reiterando o fato de os pesquisadores terem, no mínimo, o grau de doutor, a análise dos dados, em princípio, pode dar uma idéia do nível de colaboração entre eles.

A figura 6 mostra que por volta de 48% dos trabalhos têm a participação de dois pesquisadores, 30% três, e 22% apenas um. Trabalhos com quatro pesquisadores perfazem 12% e, com mais de cinco, menos de 5%. O fato de se ter maiores percentagens em dois e três pesquisadores/trabalho denota a existência de esforços na comunidade, em prol de uma atividade mais cooperativa. Este aspecto pode já, de algum modo, estar traduzindo ações de algumas agências de fomento, que têm privilegiado e estimulado a realização de projetos temáticos de equipe, projetos para equipamentos multi-usuários, projetos integrados, etc. O PRONEX, por tratar-se de programa com características fortemente aglutinadoras possibilita que se visualize, para os próximos anos, uma intensificação de atividades colaborativas conseqüentes de pesquisa.

COLABORAÇÃO INTER-INSTITUCIONAL

A figura 7 revela o nível da interação inter-institucional. Pode-se verificar que 72% dos trabalhos envolvem somente autores de uma mesma instituição, sendo que somente 14% referem-se a trabalhos de colaboração entre instituições do mesmo estado. Este último dado é revelador, na medida em que parece indicar: i) certo isolamento dos diferentes grupos dentro do próprio estado

ou região, e que ii) as políticas e recursos disponibilizados não estão sendo suficientes para permitir a formação de redes ou sistemas estaduais de pesquisa em Química de Materiais. É evidente que estas observações somente se aplicam àqueles estados nos quais existem várias instituições desenvolvendo atividades na área (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais). Outro aspecto que chama à atenção relaciona-se à pouquíssima colaboração inter-estados (10%), evidenciando que os centros mais desenvolvidos, apesar de formarem grande parte dos recursos humanos, não estão sendo capazes de consolidar laços importantes de pesquisa com grupos emergentes regionais, ou com novas lideranças formadas em seu próprio meio, que exercem atividades em outros estados. Este tipo de colaboração precisa ser incentivado, tanto quanto a colaboração intra-estadual, visando uma melhor distribuição do conhecimento, intercâmbio de facilidades laboratoriais e bibliográficas, melhoria do nível das pesquisas, troca de informações, etc.⁷

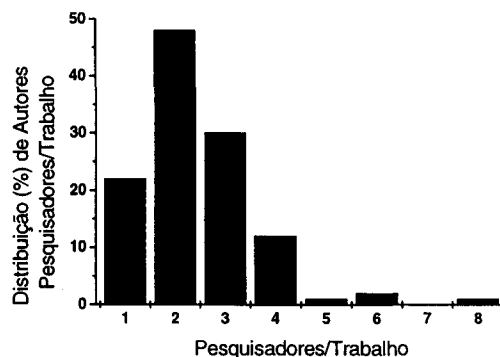


Figura 6. Distribuição (%) do número de autores pesquisadores/trabalho nos trabalhos apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

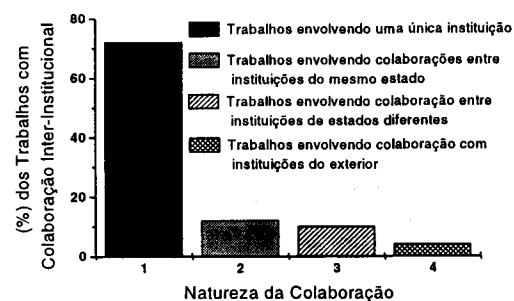


Figura 7. Distribuição (%) dos trabalhos quanto a colaboração inter-institucional apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

No que diz respeito à colaboração com grupos no exterior (4%), parece que tal dado é "escondido" das autorias quando da apresentação de trabalho em congressos nacionais.

A questão da colaboração, não só na área de Química de Materiais como também em outras áreas da Química, parece estar ligada a certos padrões culturais. Os pesquisadores até mesmo ensaiam a colaboração, todavia, esta esgota-se no plano das intenções. Existe uma dificuldade patente para realização de esforços conjuntos, visando ao ataque de problemas abrangentes e relevantes (as chamadas task-forces, tão comuns na Europa e Estados Unidos), para os quais um conjunto de competências se une, do ponto de vista intelectual e das facilidades de pesquisa, abdicando de parte da individualidade em favor de atingir resultados muito superiores às realizações individuais. A nova organização esperada para a atividade de pesquisa experimental talvez possa, com o passar do tempo, desalojar o velho estilo da auto-suficiência total, altamente

pulverizador de recursos. A criação de facilidades tipo laboratórios nacionais e regionais certamente é, a nosso juízo, uma inestimável contribuição na direção desta mudança de cenário.

TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO UTILIZADAS

Nos itens que seguem faremos uma avaliação das principais técnicas de caracterização utilizadas nos trabalhos apresentados na Divisão na RA 97.

Inicialmente seria interessante comentar que dos 96 trabalhos arrolados, pelo menos duas técnicas de caracterização foram utilizadas, independentemente de sua natureza: espectroscópica, de espalhamento, térmica, de microscopia, etc. Este resultado pode estar revelando uma sensível melhora no acesso ao parque instrumental das diferentes instituições, nas diferentes regiões do Brasil.

Procuramos, na tabela 3 e figura 8, agrupar algumas técnicas, de modo a se ter uma noção comparativa de suas utilizações.

Tabela 3. Ocorrência (%) das Técnicas de Caracterização nos Trabalhos Apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

Grupo/Técnica	Ocorrência (%)
Grupo 1: Técnicas espectroscópicas	64,5
Grupo 2: Técnicas de raios-X	34,4
Grupo 3: Microscopia eletrônica	34,4
Grupo 4: Técnicas térmicas	44,8
Grupo 5: Técnicas de superfície(*)	0,0
Grupo 6: Medidas elétricas	21,9
Grupo 7: Viscosimetria	6,3
Grupo 8: Técnicas de superfície(**)	6,3
Grupo 9: Outras	10,4

(*) técnicas de impacto de elétrons (XPS, Auger, Rutherford, ESCA, etc); (**) técnica BET e adsorção de gases.

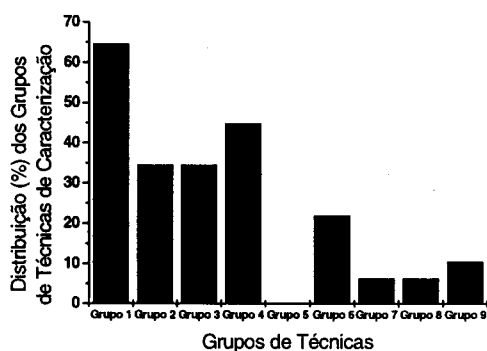


Figura 8. Distribuição (%) das diferentes técnicas de caracterização apresentadas nos trabalhos na Divisão de Química de Materiais (1997).

Nos itens subsequentes passaremos a fazer uma análise pontual dos resultados observados na tabela 3, para os grupos com maior ocorrência.

Técnicas Espectroscópicas

Os dados, apresentados na figura 9, revelam que as técnicas de espectroscopia vibracional, mormente a de infravermelho com transformada de Fourier, apresentam grande utilização, seguidas das técnicas de emissão/excitação. Surpreendentemente, a técnica de espectroscopia Raman figura na terceira posição, considerando-se que existem pouquíssimos laboratórios que disponibilizam de tal técnica. Um comentário adicional deve ainda ser feito: da mesma forma que em outros centros - Estados Unidos e Europa,

a espectroscopia Raman vem conquistando novo *status*, graças à utilização da microscopia Raman (resolução da ordem de 1 μm) que possibilita o estudo de complexos sistemas multifásicos. Vários trabalhos apresentados mostraram resultados que se valerem da referida técnica.

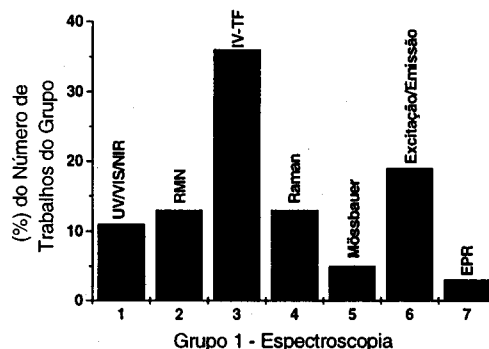


Figura 9. Distribuição (%) das técnicas do Grupo 1: Espectroscopia, nos trabalhos apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

No que diz respeito à espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN), a despeito da aquisição de número considerável de equipamentos de grande porte por todo o país, não há, ainda, cultura que permita que se tire vantagens diferenciadas dela, especialmente pela utilização de técnicas avançadas bidimensionais e de sólidos (ângulo mágico).

As técnicas de emissão/excitação (19%) refletem aspectos históricos da Química de Compostos Inorgânicos no Brasil, relacionados a estudos envolvendo terras-raras.

Outras técnicas, entre elas espectroscopias Mössbauer e ressonância paramagnética de elétrons (RPE), são ainda muito pouco utilizadas pela comunidade de Química de Materiais.

Técnicas de raios-X

Quase a totalidade dos trabalhos (94%) que utilizaram técnicas envolvendo a radiação X como fonte de excitação ou espalhamento, estão associados à difração de raios-X de pó (DRX), como pode ser visto na figura 10. A fluorescência de raios-X (FRX) aparece com 6%.

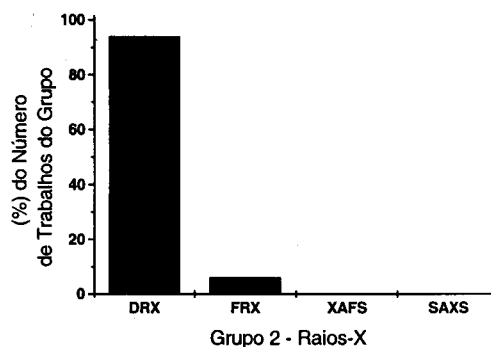


Figura 10. Distribuição (%) das técnicas do Grupo 2: Raios-X, nos trabalhos apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

Espalhamento de Baixo Ângulo (SAXS), Espectroscopia de Raios-X (XANES e EXAFS) ou mesmo Espectroscopia Fotoeletrônica usando radiação síncrotron, são técnicas que não figuram ainda nos trabalhos apresentados. Acredita-se que com o funcionamento do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), deva aumentar o número de trabalhos que se valerão

das técnicas mencionadas, sobretudo aquelas de XANES e EXAFS⁸, que aportam informações relevantes relativas à estrutura de materiais desordenados ou não-cristalinos: vidros, géis, polímeros, colóides, etc.

Microscopia Eletrônica e Óptica

Relativamente às técnicas de microscopia eletrônica, do conjunto de trabalhos que as utilizaram 79% deve-se à microscopia eletrônica de varredura (MEV) e 9% à microscopia eletrônica de transmissão (MET).

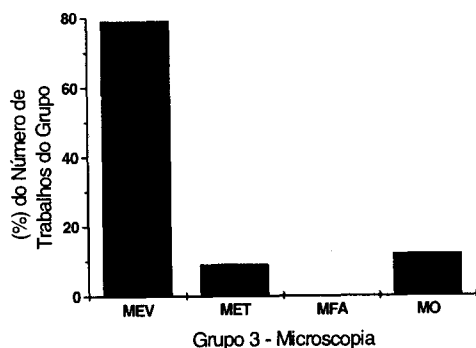


Figura 11. Distribuição (%) das técnicas do Grupo 3: Microscopia, nos trabalhos apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

Como pode ser constatado, técnicas modernas, entre elas as de microscopia de força atômica (MFA) e tunelamento (MT), ainda não fazem parte da instrumentação utilizada pelos Químicos de Materiais.

Tal cenário tende a modificar-se profundamente nos próximos anos, quando se considera que modernos microscópios envolvendo as diferentes técnicas mencionadas foram recentemente adquiridos por várias instituições no país⁹. A microscopia óptica participa com 12% deste Grupo.

Técnicas Térmicas

A situação relativamente às técnicas térmicas (Figura 12) mostra a predominância da Calorimetria Diferencial de Varredura (CDV) - cerca de 60% dos trabalhos -, seguida da Análise Termogravimétrica (ATG) - 33% -, tendo a Análise Térmica Diferencial (ATD) representado 7%. A Análise Termomecânica (ATM) não figura neste conjunto de trabalhos.

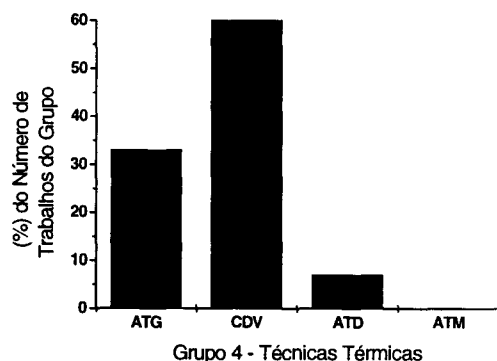


Figura 12. Distribuição (%) das técnicas do Grupo 4: Térmicas, nos trabalhos apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

Também não figurou neste Grupo de técnicas as determinações de coeficiente de expansão térmica.

Medidas Elétricas

Como pode ser verificado na figura 13 as medidas elétricas concentram-se na determinação da condutividade utilizando métodos de quatro pontas ou medidas de impedâncias complexas. A concentração nestas técnicas tem muito a ver com a importante atividade, no país, da área de polímeros condutores.

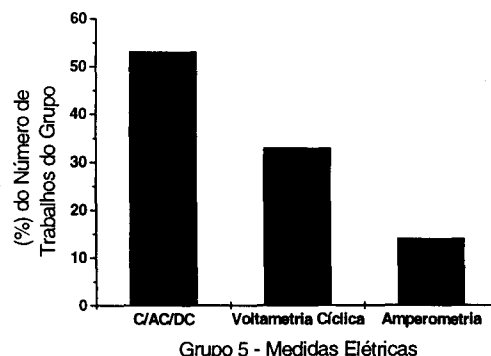


Figura 13. Distribuição (%) das técnicas do Grupo 5: Elétricas, nos trabalhos apresentados na Divisão de Química de Materiais (1997).

Dentro deste conjunto há ainda um destaque para as medidas de voltametria e amperometria. É importante notar que a quase totalidade destas medidas foram realizadas em sistemas poliméricos.

Outras Técnicas

Observam-se, ainda, outras técnicas utilizadas na caracterização de materiais, embora com percentagens bastante inferiores. Dentre elas temos a viscosimetria (6,3%) e as técnicas de superfície (BET, Adsorção de gases), também com 6,3%. O quadro completa-se com um grupo de técnicas (10,4%) representadas pela sedigrafia, determinação de peso molecular e densidade, análise química, ensaios mecânicos, entre outras.

AVALIAÇÃO

A área de Química de Materiais apresenta notável crescimento nos últimos cinco anos. Não resta a menor dúvida de que a Divisão de Química de Materiais, da Sociedade Brasileira de Química, propiciou a organização da mesma, conferindo-lhe a visibilidade que hoje possibilita a identificação dos pesquisadores atuantes, produtivos e responsáveis pela formação dos recursos humanos nas diferentes sub-especialidades.

A grande maioria dos pesquisadores identificados é de jovens, sendo que suas lideranças foram constituídas em menos de oito anos de seu doutoramento. Utilizando-se uma designação bastante em moda nas agências de fomento, tratam-se de Grupos Emergentes ou em Consolidação. Este aspecto deve ser considerado positivo, na medida em que serão pesquisadores com um longo percurso em pesquisa e que estarão formando e consolidando novos Grupos que atuarão na área, tendo grandes chances de se constituírem, também, em lideranças.

Pôde-se constatar nas páginas precedentes que a distribuição da atividade de Química de Materiais no país não é razoável. Um esforço deve ser feito no sentido de se melhorar este quadro. A realização de pesquisas conjuntas, cursos itinerantes, workshops temáticos, seminários, etc., com a participação de pesquisadores mais experientes - nacionais e/ou estrangeiros - pode ser uma forma para a mudança desta situação. A Sociedade Brasileira de Química, neste particular, apoiada pelas suas secretarias e lideranças regionais, poderá vir a dar inestimável contribuição à mudança, na medida em que poderá atuar como interlocutora, com representatividade, junto aos órgãos de fomento.

Relativamente às temáticas enfocadas nos trabalhos ao longo destes anos, observa-se equilíbrio entre sistemas poliméricos e não-poliméricos, o que, no limite, revela a própria gênese da Divisão.

Itemizamos, abaixo, alguns pontos, para uma reflexão crítica e prospectiva:

- Sente-se a necessidade de um esforço na direção de uma prospectiva mais integrada visando ao entendimento dos aspectos básicos e às aplicações dos materiais, considerando-se que os conceitos de estrutura (cristalina e molecular), ligação química e propriedades são comuns a todos os materiais, sejam eles constituídos por moléculas orgânicas, retículos inorgânicos ou cadeias poliméricas;
- Utilização de métodos convencionais na preparação de materiais. Pequena ou ausência de métodos modernos, dentre eles: métodos de deposição química por vapor (CVD, MOCVD, etc); métodos de altas temperaturas e pressões; preparação de filmes (dip-coating, melt-spinning, Langmuir-Blodgett, etc); métodos de arco elétrico; métodos de combustão; desenvolvimento de precursores visando a novas rotas de síntese, entre outros. Preparação de materiais com elevado valor agregado;
- Utilização maciça de métodos instrumentais, entretanto, em grande parte em operação de rotina; ausência de medidas em condições especiais, baixas e altas temperaturas e de experiências que permitam a observação de efeitos *in situ*, com resolução espacial ou temporal; desenvolvimento e utilização de métodos de microanálise elementar;
- Interpretação convencional e carente de aprofundamento para a maioria das técnicas de caracterização utilizadas, sobretudo as espectroscópicas, apontando claramente a necessidade de uma formação mais forte e adequada em Físico-Química moderna;
- Necessidade do aumento da cultura ligada à modelagem e à simulação nos sistemas estudados, ou seja, maior envolvimento com a química teórica e técnicas quimiométricas;
- Pouca atividade envolvendo materiais orgânicos sintéticos (exceto polímeros), materiais de origem natural e biomateriais;
- Aprofundamento no estudo das propriedades (ópticas, elétricas, magnéticas, etc) na direção de sua maximização e controle visando ao efetivo aproveitamento; pequena realização de ensaios;
- Dificuldade para a realização de pesquisas coletivas (*task-forces*) envolvendo vários grupos em assuntos novos, importantes ou estratégicos para o país, com demanda de várias competências, tais como: supercondutores, novas formas de carbono, sistemas mesoscópicos (nanopartículas, nanocompósitos, etc); materiais para matriz energética, dentre outros.
- Pouco intercâmbio internacional com grupos "efetivamente" de alto nível e atuando na fronteira do conhecimento da área.

Os pontos elencados foram observados desde a perspectiva da Química de Materiais, inserida num contexto internacional. Acredita-se que tais itens tenham sido caracterizados segundo uma linha que objetiva criar um fecundo substrato para a formação de pesquisadores, pesquisadores estes capazes de enfrentar os desafios científicos e tecnológicos de um horizonte futuro. Trata-se, pois, de recursos humanos capazes de responder a problemas claramente identificados de pesquisa fundamental, tecnológica, ou ambos, para a resolução de problemas imediatos, em sintonia com o contexto econômico e social.

Há cinco ou seis anos atrás, esta lista certamente, incluiria entre seus itens um relativo à atualização do parque instrumental. Este, hoje em dia, talvez não seja um problema crucial para muitos centros universitários brasileiros, entretanto, a nosso juízo, um outro tipo de problema se coloca: o da falta de técnicos de nível superior (seniores) capazes de fazer funcionar, no "estado-da-arte", equipamentos de grande porte – já adquiridos –, e que hoje constituem as chamadas Centrais Analíticas ou Laboratórios de Caracterização, e que têm, fundamentalmente, caráter institucional.

A só importância do parque instrumental instalado, já justifica a presença de tal profissional, desejavelmente com título de doutor, treinamento no exterior, e com grande vocação para instrumentação: desenvolvimento de técnicas, metodologias de amostragem, aconselhamento (consultoria) para a solução de problemas afeitos à determinada técnica ou conjunto de técnicas, *upgrade* de instrumentação, treinamento de usuários, etc. Certamente, tal lacuna tem muito a ver com alguns pontos itemizados anteriormente. É importante que tal profissional faça parte das equipes de pesquisa, e que tenha possibilidades de progressão profissional além, é claro, de remuneração competitiva e mecanismos de avaliação diferentes dos aplicados aos docentes.

O encaminhamento das soluções de muitos destes pontos passa, logicamente, por vários níveis; entretanto, julgamos que neste momento seja fundamental o reconhecimento da Química de Materiais como uma especialidade da área de Química, *viz-à-viz* às agências de fomento (FAP's e CNPq), com possibilidade de participação nos Comitês Assesores. A falta de representação nestes tem causado vários problemas de competência, quando da análise de projetos claramente identificados como sendo de Química de Materiais.

De importância neste processo também seriam as iniciativas institucionais baseadas na revisão de currículos de cursos de graduação, visando a apresentação de conteúdos de Química de Materiais, tanto teóricos quanto experimentais, e sua interligação com outras áreas da Química, sobretudo a Físico-Química moderna. Praticamente muito pouco sobre materiais é disseminado nos cursos de graduação em Química. A maioria dos estudantes toma contato com estes conteúdos tão-somente quando da realização dos projetos de iniciação científica ou nos programas de pós-graduação.

Outro ponto crítico, não elencado, que todavia nos parece importante mencionar, refere-se ao distanciamento da comunidade acadêmica (da área) do setor produtivo envolvido com tecnologia (high-tech ou não) dependente de forte conhecimento químico básico. Tal questão deverá ser enfrentada, não segundo uma perspectiva antagonista ou alternativa, mas sim, num contexto de parceria, de realização conjunta, disponibilizando as vocações intrínsecas, detectando novas oportunidades de pesquisa e, por que não, realizando negócios. Muitas universidades já têm mecanismos estabelecidos e bem sucedidos no trato desta questão, sobretudo no que diz respeito às salvaguardas necessárias.

A Química, de modo geral, mudou bastante no Brasil, nos últimos 10 anos¹⁰. Pertence ao passado a prática de viajar ao Exterior a fim de ir "buscar" linhas de pesquisa para, depois, apregoar-se como pioneiros, em nosso país. Tal prática já não mais garante prestígio e notoriedade, e nem mesmo as "colaborações científicas geracionais" com grupos no Exterior.

O bem-vindo acesso às informações através de meios eletrônicos, não só confere efetivamente grande transparência à atividade científica e tecnológica, como ainda permite, – com rapidez –, que se identifique quem é *quem, em que*. Jovens estudantes podem, assim, fazer suas escolhas com base em informações concretas, o que serve para reduzir drasticamente a desinformação, tão comum em tempos passados.

CONCLUSÕES

A Química de Materiais, não obstante contar com uma comunidade ainda pequena, organizada há pouco tempo, caminha a passos largos para a solução de suas contradições, dificuldades e desafios. A despeito de poucos ainda, podem ser detectados no país Grupos de excelente nível, com atividades e temáticas originais comparáveis àqueles grupos atuando nos melhores laboratórios da Europa e Estados Unidos. Tais Grupos constituem-se no melhor exemplo de que é possível se fazer pesquisa, no caso em Química de Materiais, de forma produtiva, conseqüente e contextualizada segundo os interesses do país e da ciência em geral.

REFERÊNCIAS E NOTAS

1. Maiores detalhes sobre a Divisão de Química de Materiais podem ser obtidos, via Internet, acessando-se o site <http://www.sbq.org.br>, Divisões /Divisão de Química de Materiais. Um comentário interessante sobre a Divisão foi feito pelo renomado professor norte-americano George Hammond, em 1996, quando de sua participação na 19ª Reunião Anual, em que proferiu a conferência convidada "*Entering the age of Chemistry of Materials*". Naquela oportunidade, o referido professor mostrava sua grande surpresa pela qualidade dos trabalhos apresentados na Divisão e pelo entusiasmo e jovialidade dos participantes. Além disso, parabenizava a SBQ por ter tido a visão e discernimento oportunos para a criação de uma Divisão de Química de Materiais, coisa que a American Chemical Society, até aquela época, ainda não tinha logrado conseguir. Vale ainda lembrar que a ACS edita o prestigioso periódico *Chemistry of Materials*, o qual pode ser assinado, com desconto, pelos sócios, dentro do convênio SBQ/ACS.
2. Trabalhos envolvendo Química de Materiais também têm sido apresentados em Congressos da SBF (Física da Matéria Condensada), ABPOL (Polímeros), CBECIMAT (Engenharia e Materiais) e ABQ (Química). A âmbito internacional, muitos trabalhos de Química de Materiais produzidos no Brasil têm sido publicados em revistas categorizadas ou caracterizadas como de *Materiais*, tais como: *Langmuir*, *J. of Colloid Interface Science*, *Synthetic Metals*, *Solid State Ionics*, *J. of Materials Science*, *J. of Catalysis*, *J. of Non-Crystalline Solids*, *Advanced Materials*, entre outras. Tal fato pode produzir um viés na avaliação da Pesquisa Química no Brasil como um todo, dada, muitas vezes, à inadequação da base de dados utilizada. Talvez uma situação mais realista seja utilizar como sinalizador a vinculação institucional do autor principal. Tal comentário se deve ao fato da Química de Materiais ser, no momento, uma das áreas mais dinâmicas da pesquisa em química.
3. Para informações importantes sobre o conceito de Química de Materiais e o papel do químico veja: i) L. V. Interrante, L. A. Cásper and A. B. Ellis, *Materials Chemistry - An Emerging Discipline*, Advances in Chemistry Series 245, American Chemical Society, Washington (1995) e ii) F. Galembeck, "*Materiais: Progressos e Perspectivas*", Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro (1997).
4. Neste contexto foram considerados como materiais usuais aqueles muito bem conhecidos ou que fazem parte de matrizes tecnológicas clássicas.
5. A SBQ instituiu, a partir de 1997, a submissão dos trabalhos à Reunião Anual através de resumo estendido de uma página. Tal procedimento, além de melhorar, significativamente, a qualidade da arbitragem, serviu como fonte de dados para a grande maioria das avaliações e comentários apresentados neste texto.
6. No cadastramento dos Grupos de Pesquisa do CNPq, Versão 3.0, de 1997, é atribuído aos pós-doutores, jovens-doutores e recém-doutores o status de pesquisadores. Para detalhes consulte o site: <http://www.cnpq.br/gpesq3/>
7. O Programa de Núcleos de Excelência, do Ministério da Ciência e Tecnologia (PRONEX), desde o seu primeiro Edital (1996), abre a possibilidade de operações financiadas entre tais Núcleos e Grupos Emergentes. Tal decisão foi adotada, salvo melhor juízo, dentro de uma similaridade com o diagnóstico aqui apresentado.
8. A partir de julho de 1997, quando do início do funcionamento para os usuários do Laboratório Nacional de Radiação Síncrotron (LNLS), foram realizados vários projetos da comunidade de Química de Materiais, utilizando-se das estações de trabalho SAXS, XAFS (EXAFS e XANES). Os resultados preliminares destes projetos foram apresentados no Workshop dos Usuários, realizado em novembro de 1997. Na chamada de projetos, de 30 de novembro, verificou-se um aumento significativo das propostas para a utilização das diferentes estações experimentais. Maiores informações sobre as datas-limite e como proceder para submeter um projeto ao LNLS podem ser obtidas visitando-se <http://www.lnls.br>.
9. Entre tais equipamentos destacam-se aqueles adquiridos pelo Centro de Caracterização de Materiais (UFSCar), São Carlos; Instituto de Química (UNESP-Araraquara), Araraquara; Instituto de Física (USP), São Paulo; Instituto de Química (UNICAMP), Campinas; Instituto de Física (UFRGS), Porto Alegre, entre outros.
10. Para a obtenção de dados quantitativos, consulte o número especial de *Química Nova*, volume 20, 1997, dedicado aos 20 anos da Sociedade Brasileira de Química. Este número veicula artigos referentes ao desenvolvimento da Química, impacto do PADCT, avaliação da pós-graduação em Química, no Brasil. Traz, ainda, entre outras, informações específicas sobre a Química nas regiões Norte e Nordeste do país.