

Joaquim A. Nóbrega, Eduardo A. Neves, Fábio R. P. Rocha, Pedro O. Luccas, Pedro V. Oliveira e Sandro T. Gouveia
Departamento de Química - Universidade Federal de São Carlos - C P 676 - 13560-970 - São Carlos - SP

Recebido em 21/11/95; aceito em 11/4/96

BRAZILIAN'S ANALYTICAL CHEMISTRY VIEW: 1974 - 1994. The Brazilian analytical chemistry production was quantitatively evaluated for the last 21 years considering publications in two national and sixteen international periodics. The selected periodics were evaluated concerning year of publication, analytical techniques, and institution where research was made. A clear evolution is showed by consolidation of some research groups and birth of others. The number of published papers has increased 11 fold in the studied period, and papers are being more widely disseminated in the international analytical chemistry literature.

Keywords: analytical chemistry in Brazil; scientific production; development in analytical chemistry.

INTRODUÇÃO

Desde 1977 os trabalhos apresentados na Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) têm sido um importante indicativo da pesquisa em diferentes áreas da química. A partir de 1982, com o primeiro Encontro Nacional de Química Analítica (ENQA), a química analítica brasileira ganhou, além das reuniões da SBQ, mais uma fonte de informações acerca do seu crescimento.

O primeiro trabalho enfocando a evolução da química analítica no Brasil foi feito com base nas comunicações apresentadas nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e da Sociedade Brasileira de Química¹. Nessa pesquisa, englobando o período de 1974 a 1981, constatou-se que a química analítica contribuiu em média com 10% do total de trabalhos apresentados na área de química.

Uma análise sucinta das pesquisas em química analítica, desenvolvidas nas diversas unidades da Universidade de São Paulo (USP), foi realizada por Neves². Com enfoque qualitativo, foram relacionadas algumas referências de publicações internacionais com o intuito de caracterizar as linhas de pesquisa em química analítica nesta instituição. Senise³ avaliou a pesquisa em química analítica no Brasil, abrangendo não somente a USP, como também outras universidades e instituições de pesquisa. Esse autor sugeriu que o crescimento observado deve-se à implantação de disciplinas de química analítica nos cursos de graduação, que despertaram maior interesse para a pós-graduação na área.

Esses trabalhos avaliaram o desempenho científico das instituições de pesquisa em âmbito nacional. Entretanto, para se obter informações mais abrangentes da relevância da produção científica da química analítica nacional deve-se também considerar os trabalhos publicados em periódicos nacionais e internacionais.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar, com um enfoque quantitativo, o panorama da química analítica nacional no período de 1974 a 1994, considerando os trabalhos publicados em periódicos nacionais e internacionais, as instituições envolvidas e a técnica analítica abordada.

ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa realizada abrangeu o período de 1974 a 1994. Dos 18 periódicos consultados, 16 são internacionais: The Analyst, Analytical Chemistry, Analytica Chimica Acta, Analytical Letters, Fresenius' Journal of Analytical Chemistry,

Journal of Analytical Atomic Spectrometry, Journal of Chromatography, Journal of Chromatographic Science, Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry, Journal of Liquid Chromatography, Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry, Microchemical Journal, Mikrochimica Acta, Spectrochimica Acta, Talanta e Thermochemica Acta; e 2 são nacionais: Journal of the Brazilian Chemical Society e Química Nova. A escolha dos periódicos internacionais foi feita com base na relevância do periódico na química analítica mundial^{4,5}.

O levantamento foi realizado através de consulta direta aos periódicos no período de 1974 a 1979 e para o ano de 1994. O banco de dados em CD-ROM do Analytical Abstracts foi consultado para o período de 1980 a 1993.

Foram considerados os seguintes parâmetros: ano de publicação, técnica analítica empregada e instituição onde o trabalho experimental foi executado. Com relação a técnica analítica empregada foi feita a seguinte classificação: clássica (estudos envolvendo volumetria e gravimetria), cromatografia, sistemas de injeção em fluxo (FIA, do inglês flow injection analysis), eletroanalítica, espectroanalítica, sistemas híbridos (metodologias que combinam diferentes técnicas), radioanalítica e termoanalítica. Os artigos de cromatografia e FIA foram considerados independentemente do tipo de detecção utilizado. Os métodos volumétricos que utilizaram detectores eletroquímicos foram classificados como eletroanalíticos. Os artigos de revisão e didáticos foram classificados de acordo com o assunto abordado.

Os diversos centros de pesquisa da Universidade de São Paulo foram considerados separadamente. Os trabalhos realizados no Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e no Instituto de Pesquisa em Energia Nuclear (IPEN) foram considerados conjuntamente.

Nos trabalhos em que os autores são provenientes de diferentes instituições, foi considerada a instituição onde o trabalho experimental foi desenvolvido. O critério inicial adotado foi a avaliação das instituições quanto a disponibilidade dos equipamentos utilizados para o desenvolvimento do trabalho experimental. Quando esse critério não pode ser adotado foi considerado o autor que se destacou como o orientador do trabalho.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

No período de 1974 a 1994 foram selecionados 429 artigos de autores brasileiros nos 18 periódicos consultados. Do total de trabalhos feitos em laboratórios brasileiros e listados na base

de dados do Analytical Abstracts (1980-1993), 58% foram publicados nos 18 periódicos selecionados para análise.

A distribuição percentual das publicações nos periódicos nacionais e internacionais está apresentada na figura 1. Pode-se constatar um crescimento no número de publicações tanto em periódicos internacionais quanto nos nacionais. Esse crescimento foi mais proeminente no período de 1990 a 1994, quando o número de publicações cresceu aproximadamente 50% em relação ao quinquênio anterior.

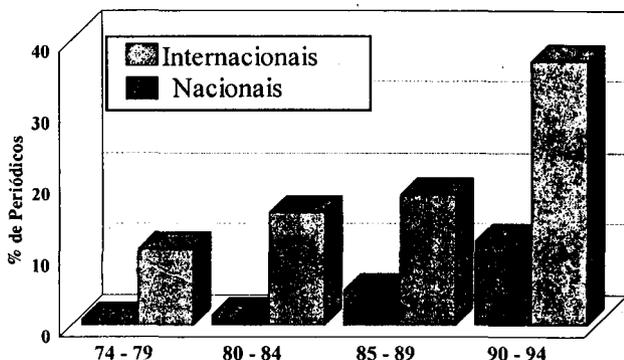


Figura 1. Distribuição percentual das publicações em periódicos nacionais e internacionais no período de 1974 a 1994.

De 1974 a 1984, o número de publicações nacionais (Química Nova) foi pequeno (menor que 1 artigo/ano). Porém, nos últimos 10 anos o número de artigos na área de química analítica publicados nesta revista aumentou para 5 artigos/ano em média. Deve-se ressaltar que, nos últimos cinco anos, um novo periódico nacional (Journal of the Brazilian Chemical Society) contribuiu para esse crescimento, com 17 artigos da área nos 5 volumes publicados até 1994.

Com relação aos periódicos internacionais, o crescimento das publicações ocorreu simultaneamente ao aumento no número de periódicos onde houve publicações de autores brasileiros. No período de 1974 a 1979, tem-se uma média de 5 artigos/periódico com publicações em 9 periódicos. No último quinquênio (1990-1994), essa média aumentou para 10 artigos/periódico e o número de periódicos cresceu para 15.

Contribuição das instituições

Na figura 2, em cada período são relacionadas as instituições que publicaram 1 artigo/ano em média e o total de publicações em cada período. As instituições estão listadas em ordem decrescente do número de artigos publicados. O perfil observado nesta figura é similar aquele mostrado na figura 1, indicando que o aumento no número de instituições também contribuiu para o crescimento da produção científica. De 1974 a 1979, observa-se que somente 2 instituições ultrapassaram o índice de 1 artigo/ano, Instituto de Química-USP (IQ-USP) e Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA). Na década seguinte houve um crescimento gradual das instituições que alcançaram essa média de publicações. De 1990 a 1994 houve um crescimento significativo, sendo que 12 instituições foram relacionadas segundo esse critério, o que corresponde ao dobro do quinquênio anterior. Esse crescimento também pode ser verificado pelo número de publicações, que foram de 96 para o período de 1985 a 1989 e de 201 para o período de 1990 a 1994.

Considerando o aspecto geográfico, verifica-se que no período de 1974 a 1989, houve predominância de publicações oriundas de instituições localizadas na região sudeste - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), CENA-USP, CNEN-IPEN, IQ-USP, e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Além dessas, também pode-se

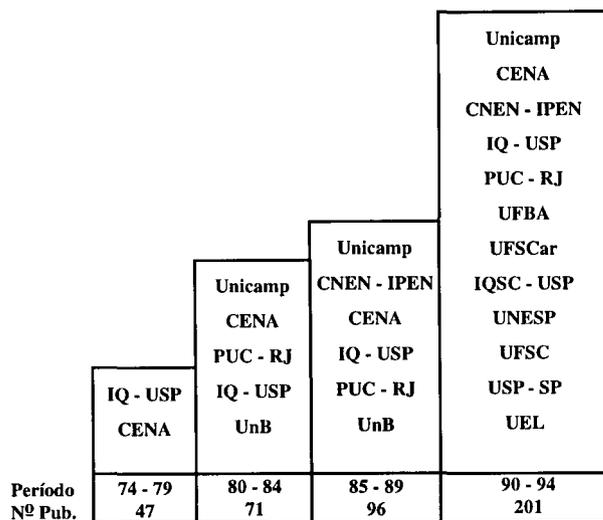


Figura 2. Contribuição de diferentes instituições para a produção da química analítica brasileira no período de 1974 a 1994.

destacar a Universidade de Brasília (UnB). No período de 1990 a 1994, grupos de outras regiões também se destacaram - Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Estadual de Londrina (UEL), demonstrando uma tendência de crescimento descentralizado da pesquisa em química analítica. Essa constatação também pode ser confirmada em outras instituições localizadas na região sudeste - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Instituto de Química de São Carlos (IQSC-USP) e Universidade Estadual Paulista (UNESP).

A distribuição do percentual de publicações por instituições no período de 1974 a 1994 está representada na figura 3. As cinco instituições que mais se destacaram (Unicamp, CENA, CNEN-IPEN, IQ-USP e PUC-RJ), contribuíram com 61,1% do total de publicações. As outras instituições destacadas (UnB, UFBA, UFSCar, IQSC-USP, UNESP e USP - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de São Paulo/FCF e Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto/FFCL) contribuíram isoladamente com percentuais em torno de 3%.

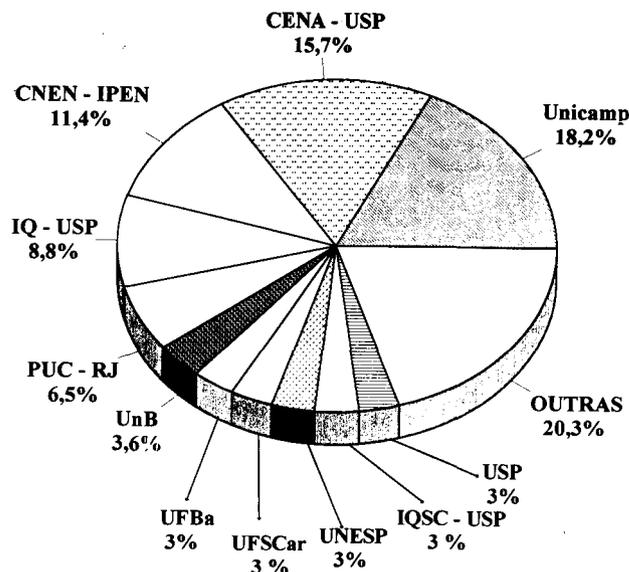


Figura 3. Distribuição percentual da contribuição de diferentes instituições em periódicos nacionais e internacionais no período de 1974 a 1994.

reforçando a hipótese do crescimento uniforme e descentralizado. As mesmas observações podem ser feitas para as instituições com percentuais inferiores a 3%, que contribuíram com 20,3% do total dos trabalhos.

Técnicas analíticas empregadas

Nos trabalhos científicos classificados prevaleceu o emprego de sistemas FIA, métodos ópticos, radioanalíticos e eletroanalíticos, como apresentado na figura 4. Essas técnicas representam 74% do total dos trabalhos publicados.

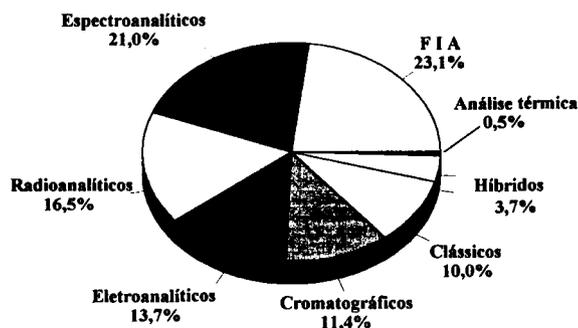


Figura 4. Distribuição percentual do número de publicações em função da técnica analítica no período de 1974 a 1994.

Cerca de 55% dos trabalhos envolvendo sistemas FIA foram realizados no CENA-USP. Esse fato está relacionado a participação do grupo de pesquisadores deste centro de pesquisa no surgimento e desenvolvimento desta técnica. Entre as outras instituições que contribuíram com trabalhos empregando sistemas FIA destaca-se a Unicamp com 26% dos artigos publicados. Nos trabalhos envolvendo sistemas FIA, predominou a utilização de detectores ópticos (85%).

Nos trabalhos utilizando métodos ópticos, 7 instituições contribuíram com pelo menos 5% das publicações. Destacam-se a PUC-RJ, com 20% e o IQ-USP, com 13% dos trabalhos publicados. As demais instituições que apresentaram contribuição significativa foram: UFBA (9%), CENA-USP (8%), Unicamp (8%), UnB (7%) e IQSC-USP (6%).

Das instituições que empregam técnicas radioanalíticas destacam-se o CNEN e o IPEN, que conjuntamente são responsáveis por 86% do total dos trabalhos publicados.

Os trabalhos utilizando métodos eletroanalíticos foram os que tiveram contribuição do maior número de instituições, com percentual de trabalhos superior ou igual a 5%. Nesta área, o IQ-USP contribuiu com o maior parte dos trabalhos publicados (25%), destacando-se metodologias que utilizaram técnicas voltamétricas ou potenciométricas. Outras instituições que se destacaram pela utilização de técnicas eletroanalíticas são: UFSCar, PUC-RJ, Unicamp e UnB com respectivamente 15, 14, 12 e 10% das publicações e UNESP, IQSC-USP e CENA com 5%.

A Unicamp também se destaca pela utilização das demais técnicas, com trabalhos empregando métodos cromatográficos (31%), clássicos (30%) e híbridos (31%). Estes percentuais referem-se ao total de publicações nas respectivas áreas.

Distribuição com relação aos periódicos

A distribuição percentual do número de publicações em função dos periódicos está apresentada na figura 5. Dos periódicos consultados, o Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry, o Journal of Chromatography, o Journal of Analytical Atomic Spectrometry e o Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry se caracterizam por manterem

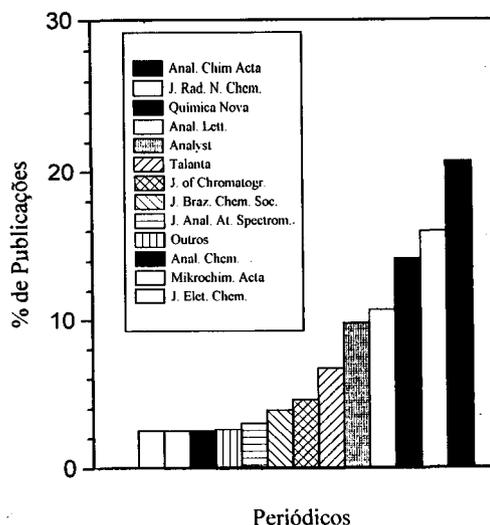


Figura 5. Distribuição percentual do número de publicações em função do periódico no período de 1974 a 1994.

uma linha editorial relacionada com radioanálise, cromatografia, métodos ópticos e eletroanalítica, respectivamente. Os demais, possuem uma linha editorial mais diversificada em relação à metodologia e à técnica analítica empregada.

Uma análise dos dados apresentados nas figuras 4 e 5 permite observar que há uma relação entre as metodologias que se destacaram (sistemas FIA e radioanálise) e os periódicos nos quais predominaram as publicações (Analytica Chimica Acta e Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry). A maioria dos trabalhos envolvendo sistemas FIA foi publicada na Analytica Chimica Acta. Provavelmente isto está relacionado ao fator histórico, por ser este o periódico no qual os primeiros trabalhos em análise por injeção em fluxo foram publicados. Além disso, este continua sendo o principal periódico nesta área. O Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry destacou-se pela quase totalidade das publicações na área de radioanálise. Outro periódico que se destacou foi a Química Nova, provavelmente por ser o periódico brasileiro mais antigo.

CONCLUSÕES

Comparando-se os resultados obtidos neste trabalho aqueles obtidos anteriormente¹⁻³, pode-se traçar um perfil do desenvolvimento da química analítica no país. Em meados da década de 70, poucos grupos de pesquisa se destacavam, com predominância dos grupos paulistas, embora alguns trabalhos tenham sido desenvolvidos por pesquisadores de instituições de outras regiões. Nos anos seguintes, observou-se a continuidade e consolidação desses grupos precursores como também o surgimento e crescimento de novos grupos de pesquisa. Isto é decorrente da formação de novos pesquisadores que, devidamente apoiados, geram novos grupos e colaboram para descentralizar o crescimento.

Essa tendência de crescimento também pode ser constatada pela relação de bolsistas de produtividade em química do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico⁶. A área de química analítica retém 21% das bolsas distribuídas e, juntamente com a área de físico-química, possui o maior número de bolsistas ingressantes no sistema (28,6% e 29,5%, respectivamente) o que é um bom indício do potencial de crescimento da área. O percentual de bolsistas no nível IA na área de química analítica é de 11,1% e corresponde ao mais baixo de todas as áreas. Isso indica que o processo de crescimento é recente e dependerá de uma política de continuidade na formação de recursos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração das bibliotecárias Maria Angélica Dupas e Gláucia Maria Saia Cristianini da Seção de Acesso à Informação da Biblioteca Central da Universidade Federal de São Carlos, que foi fundamental na consulta à base de dados em CD-ROM. Os autores também agradecem o suporte financeiro recebido do CNPq, CAPES e FAPESP.

REFERÊNCIAS

1. Curtius, A. J.; *Quím. Nova* **1982**, *5*, 134.
2. Neves, E. A.; *Quím. Nova* **1984**, *7*, 326.
3. Senise, P.; *Anal. Lett.* **1984**, *18(A16)*, 1933.
4. Valcárcel, M.; *Trends Anal. Chem.* **1993**, *12*, IX.
5. Braun, T.; Schubert, A.; *Anal. Proc.* **1992**, *27*, 262.
6. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Química, **1995**, *nº 9*, p. 7.