

Jailson Bittencourt de Andrade

Instituto de Química-UFBA - Campus de Olinda - 40210 Salvador - BA

ABSTRACT

RESEARCH IN ENVIRONMENTAL CHEMISTRY IN BRAZIL: AN OVERVIEW OF THE SCIENTIFIC MEETINGS OF THE SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA FROM 1990 TO 1992. In order to address the subject of research in Environmental Chemistry in Brazil, it was investigated the matter of the scientific communications presented in seven scientific meetings promoted by the Sociedade Brasileira de Química in 1990-1992. A total of 241 communications, related to Analytical Chemistry and/or Environmental Chemistry, were found. They were classified in relation to the studied matrix, the determined chemical species, the used analytical techniques and the Institution in which the work was performed.

It was observed that the main environment compartment studied was the atmosphere, followed by the hydrosphere and lithosphere. In relation to the chemical species the attention fell on the metals (above all, Cu, Zn, Cd and Pb), followed by acids, photochemical oxidants, pesticides and nutrients. The main used analytical technique was optical spectrometry (especially atomic absorption), followed by chromatography and eletrochemical procedures. A total of 52 institutions (Universities and Research Centers) were involved in these works. However, three of them were outstanding: Instituto de Química/USP, Instituto de Química/UNICAMP and Instituto de Química/UFBA, which corresponds to 44 % of the scientific communications.

In the 70's, research in Environmental Chemistry, in Brazil, was restricted to "Environmental Pollution" and the main goal was the measurement of chemical species in one of the three environmental compartments: atmosphere, hydrosphere and lithosphere. The emphasis was in the hydrosphere. Through the 80's the objectives were changed and nowadays there are many research groups studying Environmental Chemistry. Indeed, the Analytical Chemistry related to Environmental Chemistry has been deviated from "analyze" to the development of analytical protocols applied to well defined environmental problems.

A pesquisa em Química Ambiental no Brasil, até o início dos anos 80, dedicava-se à poluição ambiental e consistia, principalmente, no monitoramento de espécies químicas consideradas poluentes, num dos três compartimentos ambientais: atmosfera, biosfera e hidrosfera. De acordo com Mors¹, no documento de Avaliação e Perspectivas do CNPq (1982), a ênfase estava na hidrosfera e *sic* "...existe uma acentuada e preocupante escassez de atividades de pesquisa em termos de reatividade química e comportamento físico de poluentes nos três compartimentos e em suas interfaces. A falta desses dados certamente levará a desastres ecológicos diferentes ou similares aos já observados em outros países industrializados".

Durante a década de 80 muitos eventos propiciaram a discussão dos rumos da Química Analítica e da Química Ambiental no Brasil e contribuíram de forma significativa para a mudança do cenário dos anos 70. Além das reuniões anuais

da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) destaca-se o início dos Encontros Nacionais de Química Analítica (ENQA), em 1982, e do Congresso Brasileiro de Química Ambiental, em 1985, que mais tarde (1987) passaria a se chamar International Environmental Chemistry Congress in Brazil. Dentre as atividades desenvolvidas nessas reuniões destacamos o "workshop" "Resultados analíticos podem salvar nosso ambiente?"² ocorrido no IV ENQA, em 1987, onde os participantes foram unânimes em responder com um NÃO. Neste mesmo ano, a Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) promoveu uma reunião com o objetivo de preparar um diagnóstico sobre a Química Ambiental³. Nessa reunião foram discutidas a situação dos equipamentos nacionais e importados, reagentes e solventes, infraestrutura de laboratórios e serviços, pessoal e tópicos de pesquisa a serem desenvolvidos.

Na última década pode-se observar que a área de química modificou a sua linha de atuação resultando na existência atual de grupos dedicados ao estudo do fenômeno em si. Também, a química analítica aplicada ao ambiente, tem se afastado do "analisar por analisar" e se aproximado do desenvolvimento de metodologias aplicadas a problemas ambientais definidos. Neste estudo, sem a pretensão de esgotar o assunto, procuramos identificar o que está sendo pesquisado em Química Ambiental no Brasil, através dos trabalhos apresentados nas reuniões científicas, no âmbito da SBQ, no período de 1990 a 1992: 13ª Reunião Anual da SBQ (1990)⁴, 9º Encontro Regional de Química (1990)⁵, Encontro de Química Ambiental: Diagnóstico e Perspectivas Para a Próxima Década (1990)⁶, 14ª Reunião Anual da SBQ (1991)⁷, V Encontro de Química do Nordeste (1991)⁸, VI ENQA (1991)⁹, 3rd International Environmental Chemistry Congress in Brazil (1991)¹⁰ e 15ª Reunião Anual da SBQ (1992)¹¹.

Nessas reuniões foram apresentadas um total de 241 comunicações científicas envolvendo temas ou metodologias analíticas relacionados com o ambiente. Com o objetivo de facilitar a apresentação e a discussão dos dados coletados, os trabalhos foram agrupados com relação à matriz que está sendo estudada, as espécies determinadas, a técnica analítica utilizada e quais as principais instituições onde estão sendo desenvolvidos estudos na área de Química Ambiental.

Com relação à matriz, os trabalhos foram classificados como relativos a atmosfera, hidrosfera, litosfera, alimentos, materiais biológicos, efluentes industriais/lixo, desenvolvimento analítico, modelos e outros. Os trabalhos classificados em cada título envolveram:

- atmosfera - gases (ambientes fechados e abertos), aerossóis e chuva;
- hidrosfera - oceanos, rios e lagos;
- litosfera - solos e sedimentos;
- alimentos - peixe, tomate, mel, fubá, chá, bebidas, etc;
- materiais biológicos - urina, osso, cabelo, sangue, unha e pulmão de ratos;
- efluentes/lixo - efluentes industriais, esgotos e lixo;
- modelos - modelos receptores e de transporte e distribuição de espécies químicas;
- desenvolvimento analítico - metodologias analíticas para apli-

cação na determinação de espécies de interesse ambiental; e outros - bens de consumo, plantas medicinais, medicamentos, estudos de toxidez, desenvolvimento de padrões e desenvolvimento de instrumentos.

Na figura 1 pode ser observado como os trabalhos estão distribuídos em relação à matriz estudada. Uma das mudanças em relação ao documento Avaliação & Perspectivas¹, em 1982, é que a ênfase atual é na atmosfera e não na hidrosfera. Considerando apenas os trabalhos relativos aos três compartimentos, a atmosfera corresponde a 43,7%, seguida da hidrosfera com 35,7% e da litosfera com 20,6%. Em relação ao total

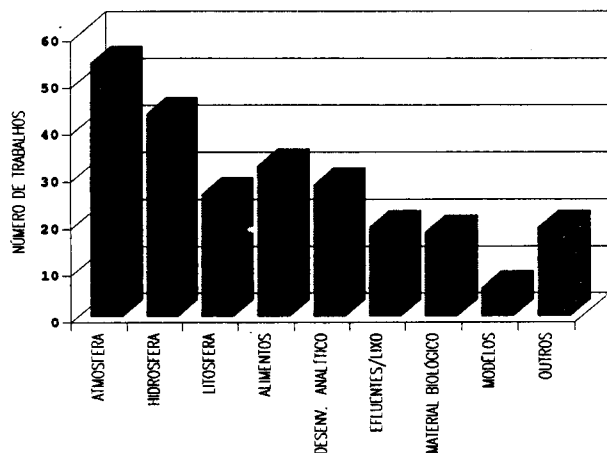


Figura 1. Distribuição dos trabalhos em relação às matrizes estudadas

de trabalhos a atmosfera corresponde a 21,5%, seguida da hidrosfera com 17,1%. A litosfera ocupa o quinto lugar, com 10,3%, precedida de alimentos e desenvolvimento analítico com, respectivamente, 15,1% e 11,1% dos trabalhos.

Nos três compartimentos existem grupos de pesquisa estudando a reatividade química e o comportamento das espécies. Também, uma observação animadora é que cerca de 3% dos trabalhos envolvem a utilização ou desenvolvimento de modelos de transporte ou adsorção/dessorção de espécies químicas. Entretanto, um número expressivo de trabalhos, 11,1%, envolve o desenvolvimento de metodologias analíticas sem um problema ambiental definido.

Uma área de estudo, relacionada ao ambiente, que praticamente inexistia no país na década de 70 e está surgindo, atualmente, é o desenvolvimento de instrumentação analítica. Os números ainda são modestos, dois trabalhos em um total de 241, entretanto, são significativos quando se considera as dificuldades, no país, apontadas por Pasquini¹², associadas ao desenvolvimento de instrumentação analítica. Estas envolvem, entre outros, a disponibilidade de componentes e partes, a escassez de recursos humanos devido à natureza interdisciplinar do projeto e a escassez de informações.

Com relação à espécie química estudada os trabalhos foram agrupados como metais, acidez, oxidantes fotoquímicos, pesticidas, compostos orgânicos, nutrientes e outros. Esses grandes grupos envolveram:

metais - Cu, Zn, Cd, Pb, Cr, Fe, Ni, Mn, Hg, Mg, Al, As, Co, Ca, Ni, K, Th, Ag, e Mo;

acidez - H^+ , F^- , Cl^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} e SO_2 ;

oxidantes fotoquímicos - aldeídos, alcoóis, H_2O_2 , HNO_3 , ácidos carboxílicos;

pesticidas - inseticidas, herbicidas, fungicidas e PCBs; e

outros - radionuclídeos, solventes orgânicos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), trembolona, sacarina, glicose, fósforo, combustíveis, trialometas, cloreto de vinila, oxalato, dioxano, dióxido de carbono, sulfas, ozônio, carbono orgânico e compostos orgânicos em geral.

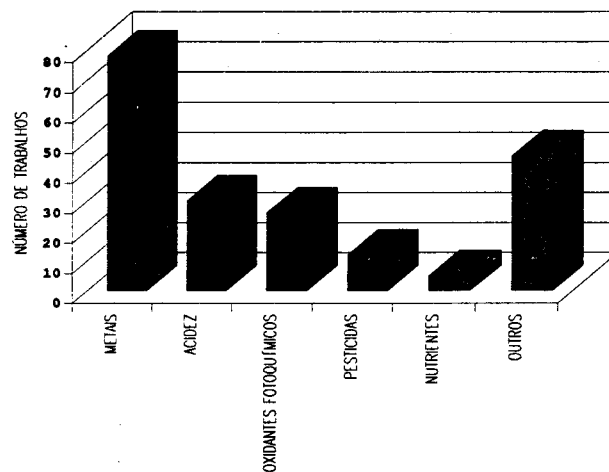


Figura 2. Distribuição dos trabalhos segundo a espécie química determinada

Na figura 2 pode ser observado como os trabalhos estão distribuídos com relação à espécie química estudada. A maior concentração de trabalhos está relacionada com os metais, envolvendo todas as matrizes citadas anteriormente. Os metais, estudados foram cobre, zinco, cádmio e chumbo (Figura 3). O mercúrio, cuja estimativa de emissão anual na Amazônia, por exemplo, foi de 96 a 130 toneladas¹³ ocupou o oitavo lugar, correspondendo a 9% dos trabalhos apresentados. O escopo dos trabalhos envolve a quantificação de metais em matrizes variadas, a distribuição destes e a sua utilização em modelos receptores. Uma abordagem ainda incipiente é relativa à especificação química visando a identificação e quantificação das várias espécies de um elemento em uma matriz natural.

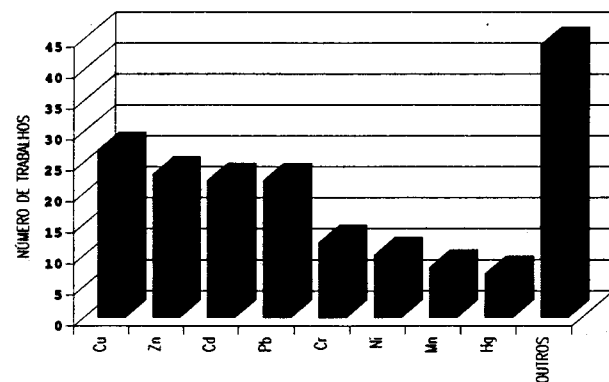


Figura 3. Metais mais estudados.

Os trabalhos relativos à acidez envolvem, em geral, a quantificação de ânions e pH em água de chuva ou hidrosfera. Com relação aos oxidantes fotoquímicos a ênfase está nos aldeídos cujos trabalhos correspondem a 50% dos classificados nesse grupo. Certamente, isto é devido à utilização de etanol (e metanol, em alguns Estados) como combustível para automóveis, o que resulta num perfil de emissão ímpar de aldeídos para a atmosfera. Com relação aos pesticidas, os trabalhos envolvem o desenvolvimento de metodologias analíticas e/ou a quantificação destes alimentos, materiais biológicos, sedimentos, solos e hidrosfera. Os nutrientes foram, em geral, estudados em ambientes estuarinos.

Outros, representam 23% dos trabalhos. Entretanto, 19 di-

ferentes espécies (ex. CO₂) ou classes químicas (ex. HPAs) estão incluídas nesta classificação.

Com relação à técnica analítica utilizada, os trabalhos foram agrupados como espectrometria ótica, cromatografia, métodos eletroanalíticos, análise por injeção em fluxo, ativação de neutrons, volumetria, não especificados e outros. Os grupos que englobam técnicas diferentes foram:

espectrometria ótica - espectrofotometria no ultravioleta-visível (UV/VIS) e infravermelho, fotometria de chama, espectroscopia de absorção atômica (AA) e espectroscopia de plasma;

cromatografia - cromatografia em fase gasosa (CG), cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), cromatografia de íons (CI) e CG/espectrometria de massas;

métodos eletroanalíticos - polarografia, potenciometria (e titulação potenciométrica), condutometria e bioamperometria; não especificados - trabalhos onde não foi explicitada a metodologia analítica utilizada, e

outros: "aethalometro", traços de fissão, termoanálise, quimiluminescência, métodos contínuos, ressonância magnética nuclear, ressonância paramagnética eletrônica, raios-γ, "spot-tests", cromatografia em papel, "laser microprobe mass analysis" (LAMMA) e espectrometria de massas.

Na Figura 4 pode ser observado que os métodos envolvendo a espectrometria ótica foram os mais utilizados (27,6% dos trabalhos), seguidos dos cromatográficos (22,4%) e eletroanalíticos (14,6%). Na Figura 5 estão representadas as dez técnicas

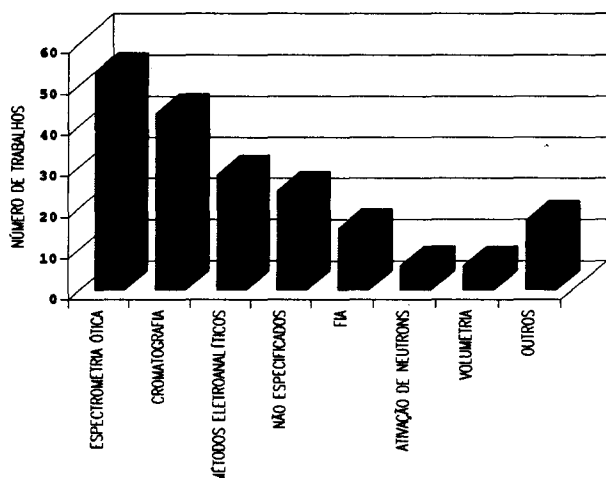


Figura 4. Distribuição segundo as metodologias analíticas

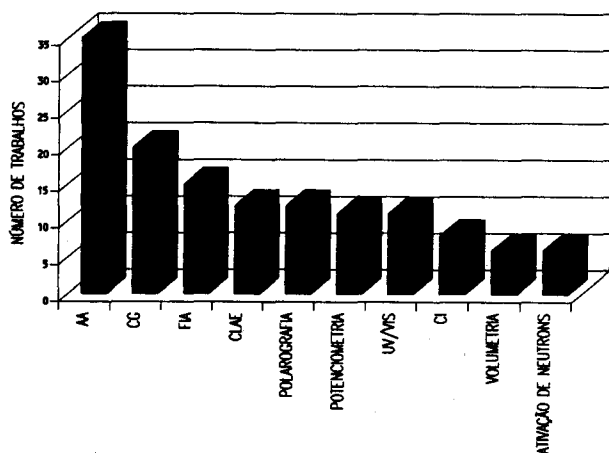


Figura 5. Técnicas analíticas mais utilizadas

cas analíticas mais utilizadas, que foram: AA, CG, FIA, CLAE, polarografia, potenciometria, UV/VIS, CI, volumetria e ativação de neutrons. A primazia da AA está relacionada às espécies químicas mais quantificadas, que foram os metais.

Um total de 52 instituições de ensino e/ou pesquisa estiveram envolvidas nos 241 trabalhos identificados. Quando um mesmo trabalho correspondia a duas ou mais instituições o crédito foi dado a todas as envolvidas. Na Figura 6 estão representadas as doze instituições que mais contribuíram. Entre estas, destacam-se o Instituto de Química da USP, com 20,7% dos trabalhos, seguido do Instituto de Química da UNICAMP e do Instituto de Química da UFBA com, respectivamente, 12,4% e 11,2% dos trabalhos. As demais instituições estiveram, individualmente, abaixo dos 10%.

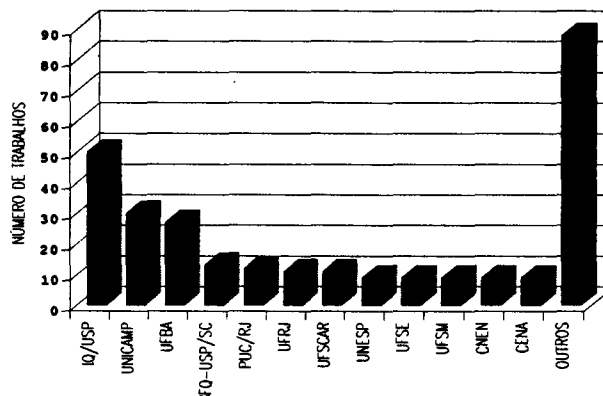


Figura 6. Distribuição segundo as Instituições onde os trabalhos foram desenvolvidos

Na classificação de "outros", encontram-se 40 instituições¹⁴ que foram citadas em 36,5% dos trabalhos. Uma outra fonte de informações sobre as instituições e profissionais que atuam na área de Química Ambiental é "A Pesquisa em Química Analítica no Brasil: Levantamento Preliminar"¹⁵, documento elaborado pela Comissão Organizadora do VI ENQA, no Instituto de Química da UNESP, onde estão catalogados 396 profissionais que desenvolvem 196 linhas de pesquisa na área de Química Analítica sendo, muitas destas, em Química Ambiental.

Mors¹, fez, em 1982, várias recomendações para a Química Ambiental baseado num *sic* "...documento elaborado por um grupo de pesquisadores que atuam no campo da Química Ambiental, reunidos num encontro promovido pela UFBA, Salvador, em 20 e 21 de outubro de 1981". As recomendações incluíam a formação de recursos humanos e atividades de pesquisa. Esta última reproduzimos a seguir. "As atividades de pesquisa em Química Ambiental devem ater-se igualmente aos três compartimentos. Destacam-se as seguintes: identificação de poluentes químicos; reatividade química e transformações físicas; desenvolvimento de metodologias analíticas com ênfase em "especificação"; determinação do destino dos poluentes; determinação do impacto dos poluentes nos seres humanos, animais e plantas; determinação da contribuição dos poluentes atmosféricos na redução da visibilidade; desenvolvimento de processos químicos e físicos para a redução da emissão de poluentes químicos pelas principais fontes". Baseados no escopo dos 241 trabalhos catalogados no período 1990-1992, podemos observar que muitas das recomendações do documento de Avaliação & Perspectivas¹, de 1982, foram atendidas e que ocorreu uma grande modificação na pesquisa em Química Ambiental, no Brasil, na última década. Entretanto, ainda há muito por fazer...

AGRADECIMENTOS

A André Gomes Alay Esteves pela ajuda na preparação do texto, ao CNPq e aos professores Wilson Araújo Lopes, Gislaíne Vieira, Antonio Celso S. Costa e José Oscar N. Reis pelas valiosas discussões e sugestões.

REFERÊNCIAS

1. Mors, W.B. "Avaliação & Perspectivas", CNPq, Brasília, Vol.2, pp 383-384 (1982).
2. "Resultados Analíticos Podem Salvar Nosso Ambiente?", Workshop, durante o IV ENQA, Instituto de Química-USP, 8-11 de setembro (1987).
3. QUÍMICA AMBIENTAL FAPESP, Diagnóstico Preliminar, São Paulo (1987).
4. 13ª Reunião Anual da SBQ, Resumos, Caxambú-MG, 22-26 de maio (1990).
5. 9ª Encontro Regional de Química, Resumos, São Carlos-SP, 6-8 de dezembro (1990).
6. Encontro de Química Ambiental: Diagnóstico e Perspectiva Para a Próxima Década, Campinas-SP, 14-17 de fevereiro (1990).
7. 14ª Reunião Anual da SBQ, Resumos, Caxambú-MG, 15-18 de maio (1991).
8. V Encontro de Química do Nordeste, Resumos, Maceió-AL, 9-11 de outubro (1991).
9. VI Encontro Nacional de Química Analítica, Resumos, Araraquara-SP, 3-6 de setembro (1991).
10. 3rd International Environmental Chemistry Congress in Brazil, Abstracts, Salvador-BA, 30 de setembro-04 de outubro (1991).
11. 15ª Reunião Anual da SBQ, Resumos, Caxambú-MG, 27-31 de maio (1992).
12. Pasquini, C. "Instrumentação Analítica de Monitoração Contínua", palestra apresentada durante o Encontro de Química Ambiental: Diagnóstico e Perspectivas Para a Próxima Década, Campinas-SP, 14-17 de fevereiro (1990).
13. Lacerda, L.D. "Aspectos Bioquímicos da Contaminação por Mercúrio na Amazônia" palestra apresentada durante o Encontro de Química Ambiental: Diagnóstico e Perspectivas Para a Próxima Década, Campinas-SP, 14-17 de fevereiro (1990).
14. As instituições incluídas na classificação "outros", para facilitar a composição da Figura 6, foram: IPEN, CESB, UFGO, IG/USP, FM/USP, UEM, UNB, UFF, UFC, NUTE, UFMG, INPA, Univ. Londrina, Univ. Mackenzie, Johnson & Johnson, UFU, FioCruz/INCQS, Bio-USP, UFRRJ, UFPE, UFV, UFSC, UFPB, EFEI, CEPED, UFPI, EMBRAPA, CETEM, FFCLRP, UFAL, CETESB, FUNED, CDTN, UFPR, Inst. Adolfo Lutz, UFPA, FURG, UFPE, UFRGS.
15. Pesquisa em Química Analítica no Brasil: Levantamento Preliminar, Corrd. J.T.S. Campos, VI ENQA, Araraquara, 3-6 de setembro (1991).