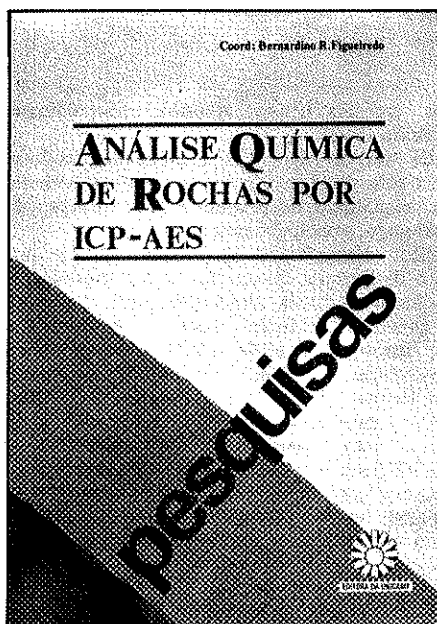


RESENHA



* *Análise Química de Rochas por ICP-AES*, Bernardino R. Figueiredo (coord.), 1985, Ed. da UNICAMP, 134 p. Campinas.

dos; ou, ainda, métodos analíticos inadequados.

As dificuldades analíticas surgidas fizeram com que se lançasse mão de técnicas mais modernas e eficientes como, dentre outras, a Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Induzido-ICP/AES. Há nada menos que 19 unidades ICP/AES instaladas no País entre 1978 e 1984. É uma técnica de determinação multi-elementar, de altas precisão e exatidão para muitos elementos e ainda, rápida e barata. Descrevem ainda os autores vantagens do método sobre a fluorescência de raios-X, a Espectrofotometria de Absorção Atômica e a Espectrografia Ótica de Emissão.

Salientam, ainda, que para soluções diluídas, para as quais foi utilizado o método, não houve maiores problemas, mas para a análise multi-sedimentar de rochas e minérios há algumas dificuldades. As altas concentrações de alguns elementos, presentes nesses materiais, provocam interferências nos elementos menores e traços (efeitos de matriz).

Para superar as dificuldades associadas ao efeito matriz, os autores utilizaram o método generalizado das edições padrão (GSAM), mas adicionando à técnica ICP/AES, o processo de injeção de fluxo (FIA), automatizada, evitando elevado consumo de reagentes e argônio e aumentando a rapidez de leitura.

No Capítulo II são apresentados a instrumentação analítica, reagentes, padrões e certificados utilizados durante a execução da pesquisa.

Métodos utilizados na solubilização da amostra de rochas e minérios, os programas analíticos adaptados ao computador PDP-8, acoplado ao espectrômetro, e as condições operacionais dos sistemas ICP e FIA são também descritos. Ainda no Capítulo II, é muito interessante a apresentação de um levantamento bibliográfico sobre métodos de ataque e dissolução de amostras de solos e rochas para equipamentos que analisam soluções. A solubilização em sistemas fechados é também descrita.

No Capítulo III, é feita a avaliação do desempenho do ICP/AES, especialmente no que concerne às interferências espectrais. Tabelas quantificando as interferências de elementos na determinação de outros são apresentadas. Interessante a Fig. III-3 que indica como o background devido ao titânio tem influência sobre Ag, Ca, Mo, Cu e U, quando a concentração de Ti varia de 0 a 1000 mg.l⁻¹.

O Capítulo IV aborda o Sistema FIA-ICP, mostrando as vantagens desse sistema, que estabelece uma zona dispersa de amostra muito bem definida e reproduzível. Diluição automática das amostras, menor consumo de amostra e soluções padrão e limpeza pela própria solução carregadora de amostra são vantagens do sistema proposto.

No Capítulo V é apresentado o Sistema FIA-ICP-GSAM, que constitui importante contribuição geral do trabalho. O método generalizado das adiões-padrão, utilizado para a eliminação de efeitos de matriz e superar interferências espectrais, com a associação de sistemas de injeções de fluxo (FIA), acoplados ao Espectrômetro de Emissão Atômica com fonte de plasma induzido em argônio (ICP), tem ainda a vantagem de rapidez nas determinações introduzidas pelo uso do FIA. Ainda as adiões de soluções-padrão, não sendo realizadas manualmente, aumentam a reprodutibilidade e, conseqüentemente, a confiabilidade dos resultados. Também a técnica proposta pelos autores desenvolve um programa de computação para o sistema analítico FIA-ICP-GSAM, permitindo ao usuário maior flexibilidade. Trata-se de um sistema de "software" aberto, permitindo utilização mais fácil. O processo FIA-ICP-GSAM completo não precisa ser utilizado quando as amostras a serem analisadas têm composições muito semelhantes. Basta determinar a matriz K para uma das amostras e, através de cálculo, utilizando a resposta para cada amostra, determinam as concentrações dos elementos nas demais amostras.

O Capítulo VI inclui a apreciação pe-

O livro em apreciação tem como autores: Antônio O. Jacinto, Bernardino R. Figueiredo, Boaventura F. Reis, Elias A.G. Zagatto, Francisco J. Krug, Maria Fernanda R. Giné, Mario Cesar V. Araujo, Newton M. Pereira e Roy E. Bruns.

As instituições executoras foram: o Departamento de Metalogênese e Geoquímica do Instituto de Geociências - Universidade Estadual de Campinas (Campinas, SP); o Departamento de Físico-Química do Instituto de Química - Universidade Estadual de Campinas (Campinas, SP) e a Seção de Radioquímica e Química Analítica, Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo (Piracicaba, SP).

O livro consiste de seis Capítulos, 2 Apêndices (1 e 2) e Referências Bibliográficas.

No Capítulo I, os autores abordam a grande demanda analítica dos trabalhos de pesquisa atuais, enfatizando que a tendência, nos dias de hoje, é a apresentação de dados quantitativos para que se possam realizar estudos de petrogênese, de formação de jazidas minerais ou prospecção geoquímica. Descrevem fatores que diminuem a demanda: a solicitação de análises em laboratórios estrangeiros; determinações semi-quantitativas ou de número reduzido de elementos (3 a 5 elementos) quando necessitariam ter acesso a uma maior quantidade de da-

los autores das características analíticas do método e conclusões. Na tabela VI-1, é apresentada a precisão das leituras de elementos maiores e menores e respectivos coeficientes de variação. Na tabela VI-2, são apresentados resultados analíticos de determinações de 10 elementos em padrões certificados, com cálculos de médias e desvios padrão, após a análise de 6 solubilizados de cada amostra. Na tabela VI-3, é representada a reprodutibilidade de medidas efetuadas após sucessivas adições padrão. A precisão das medidas é expressa em termos de desvio padrão e coeficiente de variação para quatro elementos maiores (Ca, Mg, Al, Fe).

Para alguns elementos (Cu, Zn, Mn), foram comparadas as técnicas de ICP e Espectrometria de Absorção Atômica. Não foram obtidas diferenças estatísticas entre os resultados, em um intervalo de confiança de 95%.

As referências bibliográficas compreendem 55 citações, incluindo os mais importantes periódicos na área da Química Analítica.

O Apêndice I intitulado - "A Difusão da Espectrometria de Emissão Atômica com o Plasma induzido no Brasil" parece muito oportuno, tendo em vista os problemas, na área de Geoquímica Analítica, que existem no País. Conforme os dados constantes desse Apêndice, foi enviado um questionário a diversas instituições do País que possuem ICP. Entre 1978 e 1984, 19 unidades ICP foram importadas no País, representando cerca de US\$ 500,00 anuais. Desse total (19), 16 foram adquiridas para atender a demanda analítica na Região Sul e Sudeste. Para análise de material geológico são utilizados nove. Em setores de Agronomia, há quatro unidades e quatro outras são usadas em Metalurgia, 11 ICP atendem as necessidades do setor industrial, dos quais seis em indústrias da área de mineração. Oito atendem centros de pesquisas. Nas considerações finais, os autores citam que os espectrômetros de emissão com plasma de argônio não operam no País à plena capacidade e, principalmente, nos centros de pesquisa, apresentam uma disponibilidade analítica

por ICP capaz de duplicar a produção atual. Embora os equipamentos sejam centralizados nas regiões Sul e Sudeste, a quantidade de equipamentos existentes atende e atenderá ainda por algum tempo a demanda analítica por ICP no País.

No apêndice 2, "Estudo sobre a Contaminação de Amostra Durante a Sua Preparação Primária", amostras de um mesmo granito foram tratadas por processos manuais de pulverização, ou utilizando equipamentos de preparação de amostra em laboratório ou, ainda, utilizando equipamento após tratamento de amostras de "Ironstone" (efeito memória). Após a análise de cada um dos três grupos de amostras, foram aplicados testes estatísticos. Os resultados mostraram que a contaminação não é significativa. As maiores variações são relativas ao manganês entre o grupo 1 (sem equipamento) e o grupo 3 (equipamento e tratamento de Ironstone nos equipamentos antes da moagem).

Trata-se realmente de livro de grande valor para Geocientistas, em geral, especialmente Geoquímicos e Petrólogos. O método da Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Induzido - ICP AES, como técnica de determinação multi-elementar, vem ocupando posições de destaque na Geoquímica Analítica de maneira que a apresentação de uma obra relativa ao assunto torna-se altamente relevante. Ademais, a publicação de textos sobre métodos instrumentais é relativamente rara em termos nacionais, aumentando ainda o mérito de uma publicação dessa natureza.

O aprimoramento pela utilização do método generalizado de adições padrão e, combinando a técnica ICP-AES com injeção de fluxo (FIA), automatizada, acarretando grande diminuição de interferências, constituem importante contribuição do livro publicado. Os resultados apresentados pelo método, sob o ponto de vista analítico, são, em geral, satisfatórios no que concerne à precisão e à exatidão.

Altamente positiva é também a apresentação sobre a "Difusão Espectrometria

de Emissão Atômica com Plasma Induzido no Brasil" no Apêndice 1. Observa-se que há possibilidade de duplicar a demanda, em laboratórios de pesquisa, no que tange à utilização de análises por ICP.

A análise instrumental, em geral, não atingiu, o rendimento desejado no Brasil. Carência de recursos humanos e alto custo e deficiência na assistência técnica por parte de empresas especializadas são as principais causas desse rendimento não adequado. É importante que órgãos responsáveis (e financiadores) pela pesquisa como CNPq, FINEP e outros estudem o problema.

Esses fatos enfatizam ainda mais a importância de trabalhos e livros publicados como este relativo à Espectrometria de Emissão Atômica de Plasma Induzido.

Teria sido interessante maior comparação de resultados analíticos do ICP-FIA com outros métodos como Fluorescência de Raios X, no caso de elementos maiores, e Espectrometria de Absorção Atômica no caso de elementos menores. Com a Absorção Atômica, há a comparação, mas é muito sumária.

Ainda outra omissão importante é aquela relativa aos elementos terras raras (lantanídeos). O ICP juntamente com a ativação de neutrons consistem nos métodos mais importantes de determinação de terras raras, mas não é feita citação a esse fato tão importante principalmente por sua aplicação em Petrogênese.

Em suma, o livro apresenta grandes méritos e a iniciativa dos autores deve ser imitada, tendo em vista a grande contribuição apresentada. É escrito em estilo claro e preciso e os tópicos são bem divididos.

Milton Luiz Laquintinie Formoso
Porto Alegre, RS



O recente artigo do Prof. Ulbrich publicado no Boletim do Instituto de Geociências (IG) da Universidade de São

As brechas de origem ígnea: Revisão e proposta de uma classificação geológica, Ulbrich, H.H.G.T., 1986, São Paulo, Publ. Especial nº 3 do Bol. 16-USP.

Paulo, publicação especial n.º 3, sobre as brechas de origem ígnea, incluindo uma revisão geral e propondo uma classificação, se constitui em uma importante contribuição científica e didática. Rochas piroclásticas não têm recebido muita atenção no Brasil, devido ao reduzido número de ocorrências observadas até então, em relação a outras rochas ígneas. Quando identificadas são geralmente abordadas de passagem. Isto tem resultado numa lacuna no "background" do nosso geólogo com relação a problemas relacionados com rochas piroclásticas em geral (reconhecimento, mapeamento, classificação, etc).

Aproveitando os seus trabalhos no Maciço de Poços de Caldas, o Prof. Ulbrich discorreu detalhadamente sobre as brechas de origem ígnea, propondo

uma classificação simples incluindo as brechas vulcânicas, subvulcânicas e plutônicas. Além disso, abordou detalhadamente cada um dos tipos inclusos na sua classificação, representando este artigo uma excelente fonte de informação. É pena que as ilustrações deste trabalho se resumam a desenhos esquemáticos, não incluindo fotografias, o que em muito contribuiria na compreensão das rochas e fenômenos descritos no texto.

Este é um artigo que deve ser consultado por todos e recomendado para leitura nos cursos de graduação e pós-graduação.

Alcides Nobrega Sial
Recife, PE

RBG DEBATE

Indissociável da natureza do trabalho científico, o debate é a forma mais eficaz de se aprimorar o conhecimento, ao se rever argumentos, ou discutir interpretações e modelos. É uma prática que depende diretamente da participação dos leitores e colegas para permanecer. Ao mesmo tempo, o debate só será frutífero enquanto livre, aberto e construtivo. Todos os comentários, críticas ou sugestões recebidas sobre artigos publicados serão levados ao conhecimento dos autores, para garantir o direito de réplica.

A SUBDIVISÃO DO TEMPO PRÉ-CAMBRIANO: RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES DA SUBCOMISSÃO DE ESTRATIGRAFIA DO PRÉ-CAMBRIANO

Sr. Editor:

Em trabalho recentemente publicado, K.A. Plumb & H.L. James (*Precambrian Research* 32: 65-92, 1986) divulgam as propostas de subdivisão do tempo geológico anterior ao Cambriano, formuladas pela Subcomissão de Estratigrafia do Pré-Cambriano.

Considerando a importância das sugestões e recomendações ali apresentadas, que visam estabelecer um consenso internacional e facilitar a comunicação entre os geólogos dos diversos continentes, solicito-lhe a divulgação do comentário anexo. Trata-se de um chamamento à participação da comunidade geológica brasileira, que, dada a extensão considerável das áreas pré-cambrianas do País, certamente tem uma contribuição relevante a dar ao debate do tema.

Atenciosamente,

Reinhardt Adolfo Fuck

Coordenador de Ciências da Terra
CNPq-Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Edifício CNPq - Av. W3 Norte - Q.507/B
Caixa Postal 11-1142, CEP 70740, Brasília, DF

Ao longo dos últimos 15 anos, a Subcomissão de Estratigrafia do Pré-Cambriano, instituída pela International Union of Geological Sciences (IUGS), vem se dedicando

à tarefa de desenvolver uma subdivisão do tempo geológico anterior ao Cambriano, que possa merecer o consenso internacional.

Numa proposta elaborada passo a passo, ao longo de várias reuniões, a Subcomissão posicionou-se em favor de uma subdivisão puramente cronométrica do Pré-Cambriano. Dessa forma, os limites das unidades de tempo, selecionadas de maneira a incluir ou delimitar os principais ciclos de sedimentação, orogênese e magmatismo, são definidos em anos, sem referência específica a quaisquer corpos de rocha. A proposta provisória, seus antecedentes, bem como a base de dados de que foi derivada, estão sumarizados em trabalho recentemente publicado em *Precambrian Research* por Kenneth A. Plumb e Harold L. James.

Conforme relatam Plumb & James (1986), o esquema de subdivisão emergiu de quadros estratigráficos abrangentes, reunindo dados litológicos, estratigráficos e geocronológicos referentes aos escudos pré-cambrianos mais importantes do globo terrestre, compilados na busca de padrões e eventos comuns a vários ou a todos os escudos. Embora reconhecendo que esses eventos variaram em intensidade e em tempo de uma região para outra, muitos padrões foram identificados, alguns dos quais, é claro, já previamente conhecidos. Entre outros, são referidos orogênese ou magmatismo nos intervalos de 2.500-2.800 Ma e 1.800-2.100 Ma, ápice de deposição de forma-

ções feríferas entre 2.000 e 2.600 Ma, e glaciação continental ao redor de 600-800 Ma atrás.

Muitos desses fenômenos são conhecidos em extensões consideráveis dos escudos, mas poucos são verdadeiramente mundiais. Além disso, os diferentes eventos não são estritamente equivalentes em tempo de uma região para outra: o diacronismo é muito mais a regra que a exceção, na geologia do Pré-Cambriano.

Inicialmente, Plumb & James (1986) arrolam os princípios de trabalho da Subcomissão, firmados em reunião havida em Adelaide, em 1973, e as diretrizes que nortearam todo o trabalho de seleção e definição de unidades de tempo:

1. as subdivisões do tempo pré-cambriano são necessárias para facilitar a comunicação nacional e internacional.
2. a seleção das subdivisões deve prover o agrupamento mais razoável de eventos geológicos em partes substanciais do globo.
3. a definição dos limites de subdivisões deve ser feita em termos de anos e não ser relacionada a corpos específicos de rocha.

Esta última decisão implica em que o esquema de subdivisão resultante deverá ser *geocronológico* ou *geocronométrico* e não *cronoestratigráfico*, e reflete a consideração de que:

- não se antecipa perturbação de monta no presente quadro referencial de tempo determi-