

O Instituto de Geociências

UMBERTO G. CORDANI

Ensino e pesquisa básica em Ciências da Terra começaram, na Universidade de São Paulo, em 1934, quando foi criada na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, a antiga Cadeira Fundamental de Mineralogia e Geologia. Dois renomados cientistas italianos foram contratados para estabelecer um núcleo de pesquisas de alto nível: o mineralogista Ettore Onorato, e o vulcanólogo barão Ottorino De Fiore Di Cropani. Estes iniciaram suas atividades ministrando algumas disciplinas para o curso de História Natural. Em 1937, foram instituídos, a partir da Cadeira inicial, os departamentos de Mineralogia e Petrografia e de Geologia e Paleontologia.

O professor Onorato permaneceu no Brasil até 1939, o que ensinou o desenvolvimento continuado de um trabalho de formação e orientação de discípulos diretos, brasileiros, entre os quais podem ser citados os professores Reynaldo Ramos Saldanha da Gama, Rui Ribeiro Franco (ver depoimento neste volume), William Rolim de Camargo e José Moacyr Vianna Coutinho.

Quanto ao Departamento de Geologia e Paleontologia, depois do professor De Fiore, que permaneceu alguns anos em São Paulo, contou ainda com a colaboração do engenheiro Luciano Jacques de Moraes, do paleontólogo norte-americano Kenneth Caster, e do geocientista alemão Viktor Leinz, que chefiaram o departamento nos anos subseqüentes. Vários geocientistas, formados no curso de História Natural da própria FFCL, obtiveram especialização em geologia ou paleontologia naquela época. Entre outros, os professores Josué Camargo Mendes, Setembrino Petri, Ruy Ozório de Freitas, Reinholt Ellert, Alfredo Bjornberg, Sergio Estanislau do Amaral, e Evaristo Ribeiro Filho. O professor Leinz permaneceu cerca de 30 anos na USP, sendo responsável pela definição das principais linhas de pesquisa do departamento. Assumiu importante papel na década de 50, quando foi instituído, na própria FFCL, o primeiro curso de Geologia do país, ao mesmo tempo que uma Campanha de Formação de Geólogos (Cage) era instituída junto ao Ministério de Educação e Cultura, propiciando a criação de três outros cursos congêneres no país, em Ouro Preto, Porto Alegre e Recife.

Na reforma dos Estatutos da Universidade de São Paulo, ocorrida

em 1969, vários institutos básicos foram formados a partir do processo que reorganizou a USP, com o desmembramento da FFCL, e a integração de setores provenientes das diversas escolas profissionais existentes. Um deles foi o Instituto de Geociências e Astronomia (IGA), que partiu de um núcleo central, formado pelos dois departamentos mencionados da FFCL, ao qual foram agregados vários programas de ensino existentes junto à Escola Politécnica, e ao então Departamento de Física da mesma FFCL. Em 1972, com a transformação do Instituto Astronômico e Geofísico, na época anexo à USP, em uma de suas unidades básicas normais, o IGA também foi reorganizado. Na prática, perdeu o "A", com seus departamentos e disciplinas relacionados com Astronomia e com Geofísica Pura incluídos no novo IAG. O Instituto de Geociências assumiu então a forma que perdura até hoje, com seus quatro departamentos:

- Mineralogia e Petrologia;
- Paleontologia e Estratigrafia;
- Geologia Geral;
- Geologia Econômica e Geofísica Aplicada.

Características principais

O Instituto de Geociências conta atualmente com 69 professores, em sua maioria com grau mínimo de doutor e exercendo suas atividades em regime de dedicação exclusiva à docência e à pesquisa.

Sua área construída é da ordem de 14.000 m², abrigando os quatro departamentos, dois centros interdepartamentais – o Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo), e o Centro de Pesquisas de águas Subterrâneas (CEPAS) – bem como às dependências didáticas, administrativas, de apoio operacional, e de vivência de alunos e funcionários. O conjunto acadêmico inclui 12 laboratórios de pesquisa com equipamentos de grande porte, e a biblioteca geológica melhor equipada do país, com mais de 9 mil livros, cerca de 1.700 títulos de periódicos e aproximadamente 40 mil volumes catalogados. Além disso, o Instituto abriga o Museu de Geociências, que conta com mais de 10 mil amostras catalogadas de minerais, gemas, minérios, rochas, fósseis e meteoritos, e promove periodicamente exposições temáticas, bem como visitas orientadas para estudantes do primeiro e segundo graus, da capital e do interior.

Na graduação, o Instituto é a unidade responsável pelo curso de Geologia, e também oferece as disciplinas com conteúdo geológico – obrigatórias ou optativas – necessárias para diversos outros cursos de graduação da USP, como os de Geofísica e Meteorologia (IAG); Enge-

nharia Civil, Minas e Metalurgia (Poli); Biologia (IB); Geografia (FFLCH); Química (IQ); entre outros. O total de disciplinas de graduação oferecidas pelo Instituto é de cerca de 60, incluindo aquelas ministradas para outras unidades da USP. O curso de Geologia possui tradicionalmente 50 vagas, que vêm sendo preenchidas totalmente a cada ano e, atualmente, há 220 alunos regularmente matriculados. Nas disciplinas oferecidas às demais unidades da USP têm sido matriculados, anualmente, cerca de 800 alunos.

Quanto à pós-graduação, o curso conta atualmente com cerca de 240 alunos matriculados em seus quatro programas de Ciências Geológicas (mineralogia e petrologia, geologia sedimentar, geoquímica e geotectônica, recursos minerais e hidrogeologia), buscando seus títulos de mestre ou doutor. A cada ano, entre 20 e 30 estudantes de pós-graduação conseguem concluir seus respectivos programas, com a defesa de tese ou dissertação. Esses estudantes pertencem geralmente aos quadros docentes de várias universidades brasileiras, bem como a corpos técnicos de diferentes empresas públicas ou privadas de setor mineral, do Brasil ou do exterior.

O Instituto de Geociências ministra também, de forma não regular, cursos de extensão universitária para profissionais de geologia, ou para a comunidade em geral, visando à disseminação, ao aperfeiçoamento e à atualização de conhecimentos geológicos.

Publicações e produção científica do corpo docente

O Instituto edita três tipos diferentes de publicações: o mais importante é o *Boletim do IG* da chamada *Série Científica*, com periodicidade regular. Existem ainda o *Boletim do IG, Série Didática*, sem periodicidade regular e, na dependência de oferta espontânea dos seus docentes, as *Publicações Especiais*, que dependem da realização de eventos científicos (nacionais ou internacionais) patrocinados ou organizados pelo Instituto.

Os docentes do IG, alguns de seus alunos e demais colaboradores, divulgam regularmente os resultados das atividades científicas nas publicações do próprio Instituto ou, mais freqüentemente, em revistas especializadas do país e do exterior.

Tendo em vista o caráter essencialmente regional das geociências, a maioria das comunicações técnico-científicas da área é dirigida aos usuários de tais informações, que pertencem à comunidade geológica local. Dessa forma, os docentes do IG utilizam como veículos principais de sua produção as diversas revistas autóctones, editadas em língua

nacional. Pelo mesmo motivo, a participação de reuniões científicas regionais é intensa, com a apresentação de trabalhos que acabam incluídos em Anais e demais publicações resultantes de tais eventos.

Por outro lado, o IG tem sido a instituição brasileira que mais publica, no plano internacional, na área de ciências geológicas. São, em média, vinte trabalhos divulgados por ano, em revistas internacionais de renome, com corpo editorial crítico e arbitragem especializada.

A partir dos relatórios apresentados pela Diretoria do IG, para um período de cinco anos (1988-1992), a produção científica global foi a seguinte:

- 175 artigos em periódicos nacionais
- 88 artigos em periódicos internacionais
- 178 artigos completos relacionados com eventos
- 538 resumos de comunicações apresentadas em reuniões científicas
- 31 livros ou capítulos de livros
- 68 outros tipos de publicações diversas

Principais linhas de pesquisa

Torna-se virtualmente impossível descrever com os devidos pormenores todas as atividades de pesquisa realizadas pelos docentes individualmente, ou pelos numerosos grupos de pesquisa existentes no Instituto. As geociências tiveram grande expansão de conhecimentos, nos últimos anos, tendo aumentado muito seu espectro de atuação, bem como sua interação com outros ramos da Ciência, numa crescente interdisciplinaridade. Em vista disso, serão feitos aqui breves comentários com relação aos objetivos das linhas de pesquisa principais existentes em cada departamento, ou nos dois centros interdepartamentais do Instituto.

Departamento de Mineralogia e Petrologia

As principais linhas de pesquisa do DMP incluem algumas de tipo metodológico, como síntese de minerais, ou inclusões fluidas, entretanto, a maioria refere-se a estudos regionais de petrologia, geologia e geoquímica de diversos tipos de rocha, de interesse ou relevância especial, encontradas em território brasileiro. Seguem abaixo os tópicos principais.

- Rochas alcalinas. Nesta linha têm sido enfocados os complexos alcalinos costeiros, e as ilhas oceânicas, bem como os complexos continentais do Brasil e de países vizinhos, como o Paraguai. Incluem-se também os complexos alcalino-carbonatíticos, e suas mineralizações.

- Rochas graníticas. Esta linha consta de estudos sistemáticos de corpos graníticos (*lato senso*), sobretudo nos estados de São Paulo e Minas Gerais, onde tais rochas aparecem com grande preponderância.
- Rochas máficas e ultramáficas. Nesta linha tem sido estudados diversos complexos máfico-ultramáficos brasileiros, com ênfase nas ocorrências maiores do estado de Goiás, pela sua importância tectônica e metalogenética.
- Rochas metamórficas. Incluindo estudos sistemáticos de terrenos antigos, do Precambriano, principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais, visando a contribuir para a petrogênese e evolução crustal das áreas estudadas.
- Síntese e equilíbrio de minerais. Englobando estudos experimentais de síntese de minerais em condições ambientais, especialmente óxido-hidróxidos de manganês, ferro, e sulfetos secundários. Inclui também estudos de síntese hidrotermal, sobretudo quanto ao sistema Mn-Si-C-O-H-Al.
- Inclusões fluidas de minerais. Esta linha inclui estudos microcalorimétricos das propriedades de inclusões fluidas de minerais, com aplicação direta em metalogênese e petrogênese.
- Outras pesquisas diversas. Além das linhas mencionadas, o Departamento realiza projetos de pesquisa em mineralogia e gênese de depósitos minerais, e de minerais gemológicos, bem como de aplicação de técnicas de mineralogia e petrologia às ciências dos materiais, e às ciências ambientais.

Departamento de Paleontologia e Estratigrafia

As principais linhas de pesquisa do DPE incluem tópicos tradicionais de paleontologia ou paleobotânica, bem como projetos temáticos de investigação sedimentológica para caracterizar os ambientes pretéritos de sedimentação em diversas formações brasileiras de importância regional. Seguem abaixo os temas principais de investigação do Departamento.

- Sedimentação e tectônica do Mesozóico e do Cenozóico. Esta linha de pesquisa envolve a caracterização dos ambientes de sedimentação dos depósitos meso-cenozóicos preservados sobre a plataforma Sul-americana, e da atividade tectônica associada. Os estudos referem-se às grandes bacias sedimentares do Paraná, Paraíba e Paraíba, e às

bacias menores de Curitiba, São Paulo, Taubaté entre outras, de idade Cenozóica.

- Sedimentação do Quaternário. Inclui aspectos da evolução paleoclimática e paleogeográfica do território brasileiro, principalmente durante o último ciclo climático, iniciado há cerca de 120 mil anos.
- Sedimentação glacial. Inclui o estudo dos depósitos de origem glacial do Precambriano e do Paleozóico, no âmbito do Supercontinente de Gondwana, pela análise de fácies e interpretação paleoambiental dos sistemas deposicionais, e reconstrução paleogeográfica das glaciações.
- Paleobotânica do Gondwana. Esta linha de pesquisa visa à análise e à interpretação do registro fóssil vegetal de diversos terrenos gondwânicos, com vistas à sua utilização em correlações, datação e interpretação paleoambiental, como contribuição ao conhecimento da história geológica do Gondwana.
- Outras pesquisas diversas. Através de muitos de seus docentes, o Departamento realiza estudos adicionais em Biogeologia do Precambriano, em invertebrados marinhos do Paleozóico, em Palinologia das bacias meso-cenozóicas, e nos aspectos teóricos de origem e evolução de bacias sedimentares.

Departamento de Geologia Geral

Os docentes do DGG, tradicionalmente, estão envolvidos em duas grandes diretrizes de pesquisa geológica: a geoquímica dos processos de superfície, e a evolução geotectônica de áreas precambrianas complexas, a partir de estudos regionais centrados no sudeste brasileiro. A seguir, são mencionados os temas principais de investigação científica do Departamento. Cabe mencionar que diversos de seus docentes realizam suas investigações diretamente no Centro de Pesquisas Geocronológicas.

- Geoquímica das coberturas lateríticas brasileiras. Esta linha procura caracterizar as coberturas pedológicas, com vistas à compreensão de seus processos genéticos. Envolve ainda os processos de alteração de rochas, metalogênese laterítica, e estudos sobre concentrações supérgenas de certos elementos (Au, Ni, Sn, P etc.), em várias regiões brasileiras.
- Dinâmica e evolução dos sistemas cársticos. Visando a caracterizar a geomorfologia e a hidrogeologia das regiões cársticas, com a elaboração de modelos evolutivos de sistemas de cavernas e drenagens subterrâneas associadas.

- Estudo das suturas e faixas de dobramentos do Supercontinente do Gondwana. Esta linha busca a elaboração de um mapa tectônico do Gondwana ocidental (Brasil-África), através de correlações de unidades tectônicas congêneres.
- Evolução geotectônica precambriana da porção oriental da Plataforma brasileira. Inclui diversos estudos regionais (sudeste e sul brasileiros e Uruguai, nordeste oriental, faixa Araçuaí, Craton do São Francisco etc.), visando a definição da compartimentação tectônica, evolução estrutural e geoquímica, bem como evolução crustal desta grande unidade geotectônica.
- Geometria e cinemática dos cinturões de cisalhamento. Inclui o estudo dos grandes cisalhamentos dúcteis do nordeste brasileiro, e de outras megafalhas importantes, visando definir a sua cinemática evolutiva.
- Outras pesquisas diversas. Docentes do Departamento, além das mencionadas linhas de pesquisa, atuam ainda no desenvolvimento de novos conceitos da Ciência Ambiental, em estudos regionais localizados de geologia estrutural, e em estudos sobre a migração de certos elementos presentes nas águas subterrâneas, nas zonas saturada e não-saturada do solo.

Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada

As atividades do DGE cobrem diversos aspectos ligados à Geologia Econômica, tanto em metalogenia de vários elementos, como na atuação em mineração e em geologia ambiental. Além disso, vários docentes dedicam-se a pesquisas em Geofísica, especialmente em suas aplicações à hidrogeologia, enquanto vários outros realizam seus estudos diretamente no Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas. A seguir, mencionam-se as linhas de pesquisa principais:

- Metalogenia de metais raros. Esta linha inclui estudo de depósitos minerais de Sn, Nb, Ta, W, Be, Li e terras raras, especialmente associados aos granitos anorogênicos do Craton Amazônico.
- Metalogenia e pesquisa mineral de metais base, fluor e bário. Nesta linha procura-se caracterizar unidades geológicas portadoras de mineralizações dos elementos acima citados, especialmente na região do vale do Ribeira.
- Metalogenia e pesquisa de Ouro. Nesta linha estão sendo estudados

depósitos de ouro exógenos e endógenos do Craton Amazônico, e dos *greenstone belts* de Goiás.

- **Mineração e meio ambiente.** Inclui estudos de impactos ambientais e sociais das atividades de mineração, buscando estabelecer formas de mitigação de tais impactos.
- **Geofísica aplicada à hidrogeologia e à mineração.** Nesta linha procura-se obter parâmetros de correlação entre dados geofísicos e hidrodinâmicos, nas formações sedimentares do estado de São Paulo, bem como identificar estruturas favoráveis à formação de depósitos minerais, em regiões com depósitos já detectados.
- **Outras pesquisas diversas.** Além das linhas citadas, vários docentes do DGE atuam em pesquisas sobre modelagem de jazidas, bem como avaliação e classificação de reservas, e desenvolvimento de metodologias em geofísica.

Centro de Pesquisas Geocronológicas

O CPGeo desenvolve diversas pesquisas para o desenvolvimento de novas metodologias (U-Pb em zircão, Sm-Nd, radiocarbono), ou de novas técnicas de interpretação no caso de rochas sedimentares. Além disso, vem mantendo uma série de projetos de investigação geocronológica regional, que se integram numa diretriz de pesquisa única e coerente, concernente à evolução geotectônica do continente sul-americano. São descritos a seguir os tópicos principais de interesse do CPGeo:

- **Instalação das metodologias U-Pb e Sm-Nd em São Paulo.** Esta linha se refere ao desenvolvimento tecnológico do Centro, envolvendo a adequação do seu espaço físico, a formação de recursos humanos, a aquisição dos instrumentos e acessórios necessários, e a colocação em rotina dos métodos Sm-Nd, Pb-Pb, e U-Pb em zircões.
- **Instalação de laboratório de radiocarbono e trítio.** Trata-se da instalação e colocação em funcionamento de laboratório de determinação isotópica, para pesquisas hidrogeológicas e arqueológicas, em colaboração com os pesquisadores do Cepas e de entidades externas.
- **Datação Rb-Sr de rochas sedimentares.** Esta linha busca caracterizar a sistemática Rb-Sr em rochas sedimentares argilosas, visando a estabelecer as premissas e os princípios necessários para a adequada interpretação de sua idade deposicional, bem como de sua evolução posterior.
- **Aplicação da geoquímica isotópica do Sr, Pb e Nd em jazimentos minerais.** Nesta linha têm sido estudados os depósitos de Pb do Vale do Ribeira, de fluorita de Santa Catarina, e de jazimentos de Cu do

Chile, visando a determinação de suas idades e das características das fontes das soluções mineralizantes.

- Evolução geotectônica da América do Sul. Nesta linha de pesquisa, com a utilização de todos os métodos geocronológicos disponíveis (Rb-Sr, K-Ar, PB-Pb, Sm-Nd, U-Pb), busca-se obter a evolução geológica de áreas chave, nos cratons do Amazonas, São Francisco e Rio de La Plata, e nos cinturões móveis do Ciclo Orogênico Brasileiro. Nestes últimos, a ênfase é no maciço de Joinville, na faixa Ribeira, e em várias áreas das províncias Borborema e Tocantins.

Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas

Os pesquisadores ligados ao Cepas procuram aplicar as técnicas da hidrogeologia a problemas práticos, de interesse direto da sociedade, quase sempre em convênio com entidades tais como a Cetesb, a Sabesp, e outros organismos estaduais ou municipais. Os tópicos principais de pesquisa e de atuação técnico-profissional são os seguintes:

- Impactos de natureza antrópica sobre as águas subterrâneas. Nesta linha de pesquisa procura-se dimensionar a exploração intensiva da água subterrânea. Além disso, procura-se também avaliar, em termos de poluição de aquíferos, os impactos de grandes processos agrícolas ou industriais, tais como a infiltração de vinhaça da indústria sucroalcooleira, a deposição de resíduos industriais e domésticos, o vazamento de hidrocarbonetos etc.
- Hidroquímica e geoquímica de isótopos aplicadas ao ambiente. Esta linha busca interpretar o conjunto de dados hidrogeoquímicos e isotópicos disponível para estabelecer a origem, a dinâmica, o tempo de residência e a velocidade de fluxo das águas subterrâneas em grandes sistemas aquíferos, em especial do estado de São Paulo.
- Hidrogeologia regional. Nesta linha, busca-se caracterizar as condições de ocorrência e de exploração de águas subterrâneas nos terrenos cristalinos da Grande São Paulo, em várias áreas de interesse imediato.
- Outras pesquisas diversas. Além das linhas acima mencionadas, o Centro tem desenvolvido diversos outros projetos de pesquisa, tais como o estudo dos meios não-saturados, o estudo de espeleotemas de cavernas para interpretações paleohidrológicas, e aplicações de técnicas isotópicas de radiocarbono e trítio em hidrologia e paleoclimatologia.

Umberto G. Cordani é diretor do Instituto de Estudos Avançados (IEA) da USP e professor do Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da USP.