

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Secretaria de Minas e Metalurgia

CPRM - Serviço Geológico do Brasil



RELATÓRIO DE VIAGEM A SAINT ETIENNE, FRANÇA
(Estágio no laboratório de isótopos estáveis da Université Jean Monnet)

Geólogo Evandro Luiz Klein



Arquitetura medieval preservada na Place du Peuple (centro da cidade de Saint Etienne)



Ministério de
Minas e Energia



Belém-PA, junho de 2004

SUMÁRIO

I – INTRODUÇÃO	1
II – OBJETIVO	1
III – PROGRAMA DE VIAGEM	2
III.1 – Roteiro	2
III.2 – Comentários gerais	2
III.2.1 – Visto de entrada	2
III.2.2 – Carta de apresentação	2
III.2.3 – Hospedagem e transporte	3
III.2.4 – Câmbio, alimentação, custo de vida	3
III.2.5 – Idioma, costumes locais, relacionamento	3
IV – CONTATOS PESSOAIS	4
V – DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS ASSUNTOS TRATADOS	5
V.1 – Infra-estrutura	5
V.2 – Plano de trabalho, treinamento e análises laboratoriais	6
V.3 – Participação em seminários técnico-científicos	8
VI – CONCLUSÕES	8
VII – AGRADECIMENTOS	9

I – INTRODUÇÃO

A viagem tratada neste relatório foi empreendida pelo autor, geólogo Evandro Luiz Klein, lotado na Superintendência Regional de Belém, como parte do programa de pós-graduação (tese de doutorado) desenvolvido pelo mesmo na Universidade Federal do Pará (UFPA) em co-tutela com a Université Jean Monnet (UJM), Saint Etienne, França. O destino dessa viagem foi essa última, tendo a estadia se estabelecido de 20 de janeiro a 30 de outubro de 2003.

Esse projeto foi autorizado pelos então Diretor de Geologia e Recursos Minerais (Dr. Luiz Augusto Bizzi) e Diretor Presidente (Dr. Umberto Raimundo Costa), conforme despachos dos mesmos apostos sobre os memos 518/SUREG-BE/2002 e 056/ASSUNI/02. A decorrente autorização para afastamento do país foi expedida pelo Senhor Secretário Executivo do Ministério das Minas e Energia, Dr. João Alberto da Silva, em 27 de dezembro de 2002, com publicação da autorização no Diário Oficial da União de 30 de dezembro de 2002.

O projeto de estudos contou com aprovação e apoio financeiro da CAPES (Processo BEX 2020/02-5), que concedeu bolsa de estudos para o período de 10 meses e custeou tarifas escolares e analíticas, num valor aproximado de três mil euros. A CPRM forneceu também uma ajuda de custo mensal para minha manutenção.

II – OBJETIVO

Essa viagem teve finalidade acadêmica. O objetivo precípua da mesma e da estadia de quase dez meses em Saint Etienne foi a realização de estágio no Laboratório de Isótopos Estáveis da Université Jean Monnet, com os seguintes objetivos específicos: i) aprendizado das metodologias em rotina no laboratório; ii) treinamento em espectrometria de massa; iii) realização de análises isotópicas diversas. O estágio consistiu, portanto, no treinamento do autor nas técnicas de análise de isótopos de oxigênio, hidrogênio e carbono, ferramenta importante para, entre outros, o estudo da gênese de depósitos minerais, com aplicações também na definição de modelos exploratórios. Num primeiro momento, os resultados obtidos foram aplicados no estudo da gênese de sete depósitos auríferos localizados no Craton São Luís e no Cinturão Gurupi (NE-Pará / NW-Maranhão), mas o estágio capacita o autor a empreender estudos metalogenéticos e isotópicos em geral.

III – PROGRAMA DE VIAGEM

III.1 – Roteiro

O deslocamento entre Belém e Lyon ocorreu nos dias 20 e 21 de janeiro de 2003, em vôos da VARIG e Air France, com conexões em São Paulo e Paris. Em Lyon, fui recebido pela secretária do Departamento de Geologia da Université Jean Monnet, que me conduziu a Saint Etienne. O percurso exatamente inverso ocorreu em 29 e 30 de outubro de 2003.

III.2 – Comentários gerais

III.2.1 – Visto de entrada

Para uma estadia superior a três meses, o que foi o presente caso, a França exige visto de entrada. Embora tenha viajado em missão oficial pela CPRM (passaporte azul), a embaixada francesa não reconhece essa modalidade para não diplomatas, de sorte que recebi visto de estudante por três meses, com a obrigação de obter o visto de permanência (*titre de séjour*) a partir da chegada em Saint Etienne. Isso é um procedimento um tanto burocrático, que envolveu a tradução de minha certidão de nascimento e da certidão de casamento de meus pais (as quais obviamente não foram levadas por mim para a França, pois isso não me foi comunicado pela Agência Consular da França em Belém), exame médico em Lyon e pagamento de taxa de permanência. Ou seja, virtualmente o mesmo processo utilizado para aqueles que desejam imigrar para a França!

III.2.2 – Carta de apresentação

Como a viagem foi efetuada dentro do programa de pós-graduação da CAPES, aquela entidade forneceu uma carta de apresentação em francês e inglês, especificando o motivo e período da viagem, bem como os valores mensais pagos como bolsa de estudos. Pela CPRM, o DERHU também forneceu declaração de teor similar, em português, confirmando o status de empregado da empresa. Esses documentos foram indispensáveis para a obtenção do visto de entrada e para a abertura de conta bancária, através da qual recebia os valores relativos à bolsa de estudos concedida pela CAPES e à ajuda de custo paga pela CPRM.

III.2.3 – Hospedagem e transporte

Sendo um longo período de estadia, aluguei um pequeno apartamento no centro da cidade de Saint Etienne, localização estratégica para qualquer outro tipo de necessidade (banco, transporte, compras). O custo desse aluguel foi de 400 Euros mensais (incluídas taxas de água, luz e gás).

O transporte urbano é de muito boa qualidade e de bom preço, com ônibus dotados de aquecimento interno (há muitos meses com temperaturas baixas) e de uma pontualidade desejável, mas pouco encontrada, infelizmente, em nosso país.

III.2.4 – Câmbio, alimentação, custo de vida

A França, como participante da Comunidade Européia, tem o Euro como sua moeda oficial. A cotação dessa moeda, durante os meses de estadia, variou bastante, entre R\$ 3,30 e R\$ 3,90 por euro. Esse período foi particularmente crítico, pois o euro valorizou-se bastante em relação ao dolar americano (de 5 a 20%), moeda em que estavam cotados os meus recebimentos. Portanto, houve perdas consideráveis na época.

O custo de vida na França, guardadas as proporções, assemelha-se ao brasileiro no que tange à alimentação, vestuário e algumas taxas públicas. Inflação é uma palavra obviamente incomum. Bens de consumo duráveis e automóveis, são proporcionalmente mais baratos na França. O sistema de saúde pública, apesar da burocracia, funciona bem e cobre em torno de 65-70% dos custos médicos, farmacêuticos e hospitalares.

A alimentação na França é farta e rica em variedades. Em termos de custo não é problema quando se trata de restaurante universitário ou da aquisição de alimentos *in natura* em supermercados e feiras. Mas, restaurantes, mesmo aqueles comerciais, do dia-a-dia, são absolutamente proibidos para alguém com status de estudante.

III.2.5 – Idioma, costumes locais, relacionamento

Assim como nosso idioma, o francês apresenta também uma variedade de sotaques e de expressões regionais. Portanto, mesmo não sendo uma barreira, leva-se algum tempo para se acostumar com todas as sonoridades.

O povo francês é muito gentil e solícito. O ambiente de trabalho na universidade sempre foi muito bom e tranquilo, o que foi facilitado pela dimensão do Departamento de Geologia (cerca de 20 pessoas), muito pequeno, quando comparado às universidades

brasileiras e ao quadro funcional de uma superintendência da CPRM. Ajuda foi recebida sempre que necessário, da parte de professores, colegas e funcionários. Na vida cotidiana também é um povo agradável e o fato de a cidade de Saint Etienne ser média (<180.000 habitantes) permite uma vida sem a pressa das grandes capitais. Violência urbana é mínima, a organização das cidades e da vida em geral é admirável. Chamou a atenção uma certa variação de comportamento das pessoas ao longo do ano, claramente ligada às estações do ano, mais contritos no inverno e expansivos na primavera e no verão.

IV – CONTATOS PESSOAIS

Meus contatos profissionais foram travados fundamentalmente com a equipe de pesquisa do Departamento de Geologia da Université Jean Monnet. Um dos pesquisadores, que conduziu meu trabalho até o mês de julho de 2003, transferiu-se para a Cape Town University, da Cidade do Cabo, África do Sul, onde dirige o laboratório de isótopos estáveis daquela instituição e constitui-se num possível novo parceiro para realização de trabalhos conjuntos. Interações variadas foram também travadas com pesquisadores de outros países que possuem projetos em parceria com a UJM (Romênia, Argélia), entre os quais se destacam pesquisadores que gerenciam o laboratório de geocronologia da Macquarie University, de Sidney, Austrália. A interação com esses últimos foi bastante frutífera, pois são profissionais com projetos de consultoria para empresas de mineração (p. ex., WMC) no Brasil, o que permitiu interessantes discussões sobre a geologia da Amazônia. Além disso, esses pesquisadores me “presentearam” com a análise geocronológica em zircão (por LAM-ICP-MS) de uma das unidades litoestratigráficas abordadas em minha tese de doutoramento.

Abaixo, os endereços úteis:

1) Université Jean Monnet
Faculté des Sciences et Techniques
Département de Géologie
23, rue du Docteur Paul Michelon
42023 – Saint Etienne CEDEX 2
France
www.univ-st-etienne.fr

- André Giret (Diretor do Departamento de Geologia)
- Jean-Yves Cottin (Diretor de pesquisa)

- Christophe Renac (Laboratório de isótopos estáveis)
- Marie Christine Gerbe (Laboratório de isótopos estáveis)
- René Pierre Menot (Diretor da escola de doutorado)

2) University of Cape Town

Department of Geological Sciences

Rondebosch 7700

South Africa

www.geology.uct.ac.za

- Chris Harris (Laboratório de isótopos estáveis)

3) Macquarie University

GEMOC / Department of Earth and Planetary Sciences

Sidney NSW 2109

Austrália

www.es.mq.edu.au/GEMOC/

- William Griffin (Líder do projeto GEMOC)
- Susan Y. O'Reilly (Diretora do GEMOC)

V – DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS ASSUNTOS TRATADOS

Este item, que geralmente compõe o maior volume dos RVE, é aqui bastante resumido, em virtude da especificidade e proposição da viagem, ou seja, treinamento laboratorial e trabalho analítico.

V.1 – Infra-estrutura

Embora a Université Jean Monnet seja bastante grande, o Departamento de Geologia é relativamente pequeno. A infra-estrutura é satisfatória, levando-se em consideração as necessidades do projeto. O pesquisador pode contar com computadores e acesso à internet, microscópios, laboratórios de laminação e preparação de amostras. Materiais para desenvolvimento de trabalhos analíticos e de escritório são sempre suficientes e o sistema administrativo funciona bastante bem, o que é facilitado pelo tamanho relativamente reduzido

do departamento. A biblioteca é boa no quesito livros, mas modesta em termos de periódicos. No entanto, o acesso a periódicos via internet oferece um número de títulos bem superior ao que temos no Brasil neste momento.

A Université Jean Monnet possui acordos com a École National de Mines de Saint Etienne e com a Université Blaise Pascal (Clermont Ferrand), pelos quais tem-se acesso, se necessário, a análises químicas e fluorescência de raios-X e permitem a utilização de microsonda eletrônica, microscópio eletrônico de varredura e espectrômetros de massa voltados para análises geocronológicas.

V.2 – Plano de trabalho, treinamento e análises laboratoriais

O plano de trabalho foi cumprido em sua quase totalidade. Cerca de uma semana após minha chegada à Saint Etienne, e depois do encaminhamento de toda a documentação necessária à regularização de minha estadia na França, foi iniciado o trabalho laboratorial, portanto, logo na primeira semana de fevereiro. Primeiramente, foi feita uma avaliação das amostras por mim selecionadas, para definição do programa de análises e da agenda (carga horária no laboratório) a mim destinada.

Não houve formação teórica, em sala de aula. Após uma rápida revisão bibliográfica sobre metodologia, o aprendizado se deu através da prática analítica, sendo o treinamento sempre conduzido no laboratório, com minhas próprias amostras. Dessa forma, em meados de abril, alguns lotes de amostras já haviam sido processados segundo as diferentes metodologias utilizadas. A partir desse momento, passei a contar com alguma autonomia para a análise dos lotes restantes de amostras. Os trabalhos analíticos foram concluídos em meados de outubro, o que permitiu a realização de um número significativo de análises isotópicas. Todas as análises de isótopos de carbono, oxigênio e hidrogênio previstas, foram efetuadas, tendo sido, inclusive, acrescentadas amostras que não estavam previstas como indispensáveis. Foram também analisadas amostras de depósitos auríferos em veios de quartzo localizados na fronteira Pará-Amapá, dentro da área do Projeto RENCA, recentemente concluído pela CPRM. A divulgação desses resultados será feita oportunamente sob a forma de comunicações científicas em eventos técnico-científicos e / ou artigos em periódicos.

As análises de isótopos de enxofre, previstas para serem realizadas na Universidade de Lyon, não puderam ser executadas por questões técnicas. Outros dois laboratórios franceses foram consultados (em Nancy e Bordeaux), mas questões como equipamento inoperante no momento e ausência de padrões e níveis de detecção adequados às necessidades, impediram os trabalhos. Essas análises, necessárias ao desenvolvimento do trabalho, foram feitas, então,

em laboratório comercial no Canadá, através de acordo com a própria UJM, sem prejuízo para o orçamento estimado. Apenas as análises de isótopos de nitrogênio não puderam ser realizadas, devido à ausência de laboratório capacitado para tal. Embora fossem desejáveis, isso não afeta os resultados obtidos, visto que o número de análises era bastante pequeno, comparativamente aos outros isótopos.

No que concerne às metodologias empregadas pelo laboratório, o treinamento foi efetuado nas seguintes técnicas / linhas de extração:

- 1) Linha de oxigênio em silicatos: duas técnicas são empregadas, a dita convencional e a que utiliza equipamento munido de sonda a laser de CO₂. As duas técnicas utilizam o pentafluoreto de bromo (BrF₅) como reagente; a primeira foi empregada nas análises de silicatos hidratados e rocha total e a segunda na maioria das amostras de quartzo e turmalina.
- 2) Linha de hidrogênio em silicatos: fusão total da amostra com redução da água liberada para H₂ através de Ni metálico.
- 3) Linha de carbono e hidrogênio em inclusões fluidas: crepitação térmica das inclusões fluidas, com liberação de H₂O e CO₂; captura do hidrogênio como na linha de silicatos e do CO₂ por criogenia.
- 4) Linha de carbono e oxigênio em carbonatos: reação com ácido fosfórico (H₃PO₄) 100% e aprisionamento criogênico do CO₂.

As técnicas listadas acima (com exceção do laser) são rotina há mais de vinte anos. Observa-se, hoje, similarmente ao que ocorre com os isótopos radiogênicos (geocronologia, U-Pb SHRIMP, *laser ablation*), a tendência ao desenvolvimento de análises *in situ* (sondas laser) e da automatização parcial de alguns tipos de análises, reduzindo custos, tempo analítico e, fundamentalmente, promovendo avanços na qualidade dos resultados analíticos, com resolução espacial importante.

Além do programa previsto para Saint Etienne, foram também realizadas duas sessões de análises de microsonda eletrônica na Université Blaise Pascal, em Clermont Ferrand. Esse trabalho não estava contemplado no projeto original, mas pôde ser realizado, sem custos, aproveitando-se o acordo de cooperação existente entre as duas universidades. Na oportunidade foram feitas análises em cloritas hidrotermais de alguns dos depósitos auríferos estudados através dos isótopos estáveis, visando aplicação em geotermometria, o que garante uma maior segurança nas interpretações genéticas.

V.3 – Participação em seminários técnico-científicos

Durante a estadia em Saint Etienne, pesquisadores de outros países, como Romênia, Argélia e Austrália, estiveram por curtos períodos (2-3 meses) em trabalhos na UJM. Um ciclo de palestras foi organizado no segundo semestre, onde foram apresentados os seguintes estudos:

1 – *Hercinian collision in south Carpathian: from mantle and lower crust evidence*, por Gelu Costin (Universidade de Bucareste, Romênia);

2 – *Taking the pulse of the Earth: tracking lithosphere events by in situ geochronology*, por Susan O'Reily (Macquarie University, Sydney, Austrália);

3 – *Terranechron*, por William Griffin (Macquarie University, Sydney, Austrália);

4 – *Rélations entre microstructures, mécanismes de déformation et propriétés physiques anisotropes des roches de haut grade de métamorphisme*, por Jérôme Bascou (Université Jean Monnet).

De minha parte, apresentei resultados parciais de meu trabalho em Saint Etienne, já integrados às informações geológicas e geocronológicas disponíveis para o Cráton São Luís e Cinturão Gurupi, na seguinte palestra: *Géologie, géochronologie et aspects de la métallogénie de l'or du craton São Luís et de la Ceinture Gurupi, Nord du Brésil*.

Foi também possível a participação, em Lyon, do seminário bianual promovido pela GV-Instruments, fabricante do espectrômetro de massa Micromass-Isoprime utilizado na UJM, onde foram apresentados avanços nos equipamentos e estudos de casos, geológicos ou não, fazendo uso de isótopos estáveis.

VI – CONCLUSÕES

O objetivo fundamental da viagem de estudos, qual seja, o treinamento laboratorial nas técnicas de análise de isótopos estáveis foi plenamente atingido, além da obtenção de resultados analíticos num numero expressivo de amostras. Uma qualificação técnica desejável foi certamente atingida, permitindo ao autor o repasse dos conhecimentos teóricos adquiridos sob a forma de treinamentos internos na CPRM, se desejado.

O estágio obviamente permitiu travamento de boas relações de contato, sendo que dois laboratórios de análises de isótopos estáveis estão abertos para realização de trabalhos em cooperação e a custos inferiores aos praticados comercialmente, o que é interessante para a CPRM, em caso de desenvolvimento de projetos que visem promover avanços no conhecimento metalogenético de áreas diversas.

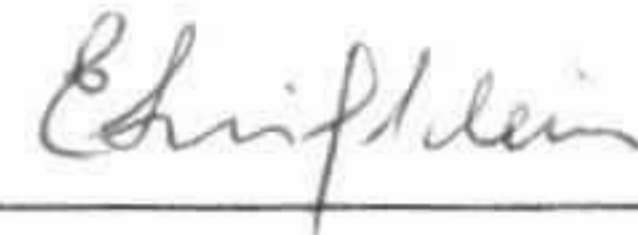
VII – AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são devidos aos ex-diretores da CPRM que permitiram a realização desse estágio, Dr. Umberto R. Costa e Dr. Luiz A. Bizzi, e à atual diretoria, nas pessoas do Diretor Presidente, Dr. Agamenon Dantas, e do Diretor de Geologia e Recursos Minerais, Dr. Manoel Barretto da Rocha, que honraram o acordo anteriormente firmado.

Externo também meu reconhecimento ao Dr. Kazuo Fuzikawa, do CDTN/CNEN (Belo Horizonte, MG), que intermediou o contato com a Université Jean Monnet, sendo um dos responsáveis pela viabilização do estágio.

Ao grupo de professores, funcionários e colegas na Univerité Jean Monnet, pela paciência e dedicação a mim dispensadas, também meu obrigado.

Belém, 16 de junho de 2004.



Geól° Evandro Luiz Klein