



## **Projeto para a Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guaraní**



### **PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE**

#### **INFORME DE ATIVIDADES**

**RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA AOS LABORATÓRIOS LCV,  
FLORÊNCIO VARELA, ARGENTINA  
Província de Buenos Aires, 19 e 20 de março de 2007**



## INFORME DE ATIVIDADES

ÁREA TEMÁTICA: Geología

LOCAL: **Florêncio Varela, Argentina**

PERÍODO: **Província de Buenos Aires, 19 e 20 de março de 2007**

Preparado por:

Prof. Dr. Celso Dal Ré Carneiro  
Consultor

3 de abril de 2007



## **Equipe do Projecto**

### **Responsáveis Nacionais:**

Por Argentina	Fabián López
Por Brasil	João Bosco Senra
Por Paraguay	Carlos López Dose
Por Uruguay	Víctor Rossi

### **Coordenadores Nacionais:**

Argentina	Miguel Ángel Giraut María Josefa Fioritti (Co-coordenadora) María Santi (Co-coordenadora)
Brasil	Julio Thadeu Kettelhut
Paraguay	Elena Benítez
Uruguay	Alejandro Arcelus

### **Representantes OEA:**

Jorge Rucks  
Carlos Sténeri

### **Representantes Banco Mundial:**

Abel Mejía  
Douglas Olson  
Samuel Taffesse  
Karin Kemper

### **Secretaría Geral:**

Secretário Geral	Luiz Amore
Coordenador Técnico	Jorge Santa Cruz
Coordenador Técnico	Daniel García Segredo
Coord. Comunicação	Roberto Montes
Assistente técnico	Alberto Manganelli
Auxiliar técnico	Santiago Ferrero
Administração	Luis Reolón
Auxiliar Administrativa	Alejandra Griotti
Informática	Gabriel Menini
Secretária Bilingüe	Mariángel Valdés

### **Facilitadores Projetos Piloto:**

Concordia – Salto	Enrique Massa Segui
Rivera – Santana	Achylles Bassedas
Itapúa	Alicia Eisenkölbl
Ribeirão Preto	Heraldo Campos



A execução do Projeto para a Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guaraní é possível graças ao acordo de cooperação alcançado entre os governos da Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, o aporte financeiro do Global Environment Facility (GEF) e outros doadores, a cooperação técnica e financeira do Banco Mundial, que é a agência implementadora dos Fundos GEF, e a Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos (SG/OEA), em sua condição de agência executora regional.

Dentro da Componente 1, destinada a expansão e consolidação da base de conhecimento científico e técnico existente acerca do Sistema Aquífero Guaraní, se dá prosseguimento ao Programa de Acompanhamento e Controle de Qualidade das atividades desenvolvidas pelas diferentes empresas declarada das licitações correspondentes.

As Empresas Participantes são:

Licitación SBCC/01/04 – 1/1018.1 Servicios de Hidrogeología General, Termalismo y Modelo Regional del Acuífero Guaraní.

**“Consorcio Guaraní”**

**(TAHAL; Hidrocontrol S.A.; Hidroestructuras S.A.; SEINCO; Arcadis hidroambiente S.A.)**

**Patria 566 – Tel/Fax.: (598-2) 7105133 - C.P. 11300 – Montevideo – Uruguay**

**Coordinador Proyecto: Ing. Jorge de los Santos**

**[jdelossantos@seinco.com.uy](mailto:jdelossantos@seinco.com.uy)**

Licitación LPI/03/05 Servicios de Inventario, Muestreo, Geología, Geofísica, Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología localizada del Sistema Acuífero Guaraní

**SNC-Lavalin Internacional Inc.**

**(DH; PROINSA; P y T Consultora; LCV; GEODATOS)**

**2200 Lake Shore Blvd. W. Tel.: (416) 252-5311 Fax: (416) 231-5356**

**Toronto (Ontario) M8V 1A4 Canadá**

**Coordinador Proyecto: Ing. Andrew Gilchrist**

**[andrew.gilchrist@snclavalin.com](mailto:andrew.gilchrist@snclavalin.com)**

Os resultados, interpretações, conclusões, denominações e opiniões que constam deste informe e a forma em que aparecem são responsabilidade exclusiva do autor e não implicam juízo algum sobre as condições jurídicas dos países, territórios, cidades ou zonas, ou de atividades diversas, nem a respeito da delimitação de suas fronteiras ou limites, por parte dos países beneficiários, nem da Secretaria Geral da OEA (SG/OEA), nem da Secretaria Geral do Projeto (SG-SAG).



## ***Relatório de Visita Técnica***

### ***LABORATÓRIOS LCV, FLORÊNCIO VARELA, ARGENTINA***

Província de Buenos Aires, 19 e 20 de março de 2007

## **INTRODUÇÃO**

O presente Relatório de Visita Técnica resume as principais atividades desenvolvidas pelo Prof. Dr. Celso Dal Ré Carneiro, vinculado ao Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino, do Instituto de Geociências da Unicamp, durante Visita Técnica aos Laboratórios da empresa LCV, na cidade de Florêncio Varela, Província de Buenos Aires, Argentina. A visita está prevista no Plano de Controle de Qualidade do Projeto Sistema Aquífero Guaraní, promovida pela Secretaria Geral do Projeto, com a anuência da Coordenação Nacional do Brasil.

## **OBJETIVOS**

A finalidade da viagem foi conhecer as rotinas de trabalho e técnicas empregadas no Laboratório da empresa LCV em Florencio Varela, Província de Buenos Aires. A visita desenvolveu-se durante dois dias completos, tendo como objetivos principais, basicamente, os seguintes:

1. Efetuar avaliação do equipamento utilizado, instrumental e técnicas adotadas em determinações granulométricas, mineralógicas e de petrofísica de amostras de afloramentos e perfurações do Arenito Botucatu e unidades similares.
2. Realizar avaliação sobre os procedimentos empregados e precisão dos trabalhos, incluindo-se no relatório técnico uma apreciação final da qualidade do trabalho e produtos obtidos.

## **ENSAIOS REALIZADOS PELO LCV**

Instalados em prédios anexos às antigas dependências do Centro de Investigaciones YPF, na localidade de Florencio Varela, os laboratórios da empresa LCV prestam serviços a diversas empresas da área de petróleo. Mais recentemente, passaram a receber amostras de afloramentos e perfurações do Arenito Botucatu e unidades correlatas, em atendimento ao *Proyecto Sistema Acuífero Guaraní*. As proprietárias da empresa possuem larga experiência na área de petróleo, tendo sido pesquisadoras do Centro de Investigaciones YPF até a privatização da companhia estatal, nos anos 1990, quando assumiram a figura jurídica de empresa privada para conduzir ensaios laboratoriais e prestar serviços especializados nesse campo de atividades.



**Figura 1 – Vista geral do edifício do Centro de Investigaciones YPF, em Florencio Varela**

Na visita fomos acompanhados pela Dra. Maria Luiza Rodriguez Schelotto, sócia da empresa, que nos mostrou em detalhe as operações relacionadas ao *Proyecto Sistema Acuífero Guarani*. Procuramos descrever no presente relatório as operações prestadas pela empresa na forma de ensaios e análises, baseando-nos em nossa experiência profissional de 34 anos de trabalho, que inclui aproximadamente 18 anos como geólogo-pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), além de outros períodos de relacionamento técnico e de pesquisa com laboratórios da Petrobras, particularmente o CENPES (Centro de Pesquisas *Leopoldo A. Miguez de Melo*), um equivalente brasileiro do Centro de Investigaciones, localizado na cidade do Rio de Janeiro.

Ainda na visita, tivemos oportunidade de conhecer as instalações do laboratório de microscopia eletrônica da Universidade de La Plata, na cidade de La Plata, quando estivemos acompanhados também pela Profa. Dra. Adriana Blasi. Houve certo cuidado, tanto na obtenção de fotografias, como na realização de outras observações técnicas, para não incluir informações específicas ou de caráter reservado, às quais evidentemente não tivemos acesso.

## **SISTEMÁTICA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS**

O laboratório recebe amostras de testemunhos de sondagem e amostras de campo coletadas em afloramentos rochosos. Os materiais são devidamente acondicionados e rotulados de forma a possibilitar fácil identificação, tanto de dados de localização, quanto do nível estratigráfico a que pertencem. Observamos que, depois de analisados, os materiais rochosos são embalados em filmes plásticos, técnica que permite evitar qualquer tipo de mistura com outros materiais ou contaminação. Fomos informados que o contratante normalmente indica, ao encaminhar a amostra, o(s) tipo(s) de ensaio(s) a ser(em) realizado(s).

Amostras de testemunhos de sondagem são divididas em duas partes: a parte a ser ensaiada perfaz cerca de 1/3 do volume de rocha amostrado e os restantes 2/3 permanecem em registro, intocados, como material de controle. O manuseio é adequado, sendo tomados os devidos cuidados com a orientação vertical dos testemunhos, para assegurar que o topo e a base das camadas estejam em posição conhecida. As amostras sofrem perfuração com brocas de diâmetros de 1" a 1,5", utilizando-se muitas vezes óleo mineral inerte, para coleta de testemunhos menores utilizados nos ensaios de Petrofísica (Fig. 2a, 2b, 2c).





## ENSAIOS REALIZADOS

As pesquisas, ensaios e análises que o Laboratório LCV realiza em atendimento ao *Proyecto Sistema Acuífero Guaraní* são as seguintes:

- Ensaios Granulométricos
- Petrografia
- Mineralogia de Minerais Pesados
- Petrofísica
  - Determinação de Porosidade
  - Determinação de Permeabilidade
- Difractometria de Raios-X
- Microscopia Eletrônica
- Estudo de Palinomorfos

### Ensaio Granulométrico e de Mineralogia de Minerais Pesados

Análises granulométricas de areias da Fm. Botucatu precedem a determinação qualitativa da composição de minerais pesados. Tem sido solicitada análise da composição de minerais pesados apenas para amostras de poços, mas poder-se-ia pensar no exame de algumas amostras de rocha de afloramentos.

Não é solicitada análise quantitativa de minerais pesados, providência que nos parece correta, uma vez que a fração pesada normalmente consiste em pequena percentagem do volume total de rocha (da ordem de 0,3 %, conforme fomos informados). As técnicas empregadas são as de uso corrente nesse campo.

Juntamente com a determinação mineralógica de pesados o Laboratório LCV tem recomendado a análise por difratometria de raios-X para determinar a proporção relativa de quartzo e feldspatos, assim como a determinação da presença de argilas autigênicas. Temos alguma dúvida quanto à utilidade prática de ensaios sobre argilas autigênicas.

### Petrografia

O Laboratório LCV realiza controle em separado da numeração de lâminas petrográficas. São aplicados números sucessivos, distintos da numeração do contratante. Essa providência permite que as análises sejam controladas e não haja perda de informações de identificação das amostras. Impregnações de resina são feitas sob vácuo (Fig. 2f).

Observamos que os técnicos têm sido cuidadosos na determinação da natureza petrográfica do material amostrado, segundo técnicas correntes e geralmente aceitas.

Uma ressalva deve ser feita no tocante a amostras de calha de perfuração (*cuttings*), que têm sido analisadas com a finalidade de identificar eventuais características peculiares da seção amostrada. Há dois tipos mais comuns: (a) fragmentos líticos oriundos de contaminação por basaltos, e (b) areias detríticas, muitas vezes portadoras de turmalina etc. Normalmente trata-se de amostras que chegam bastante contaminadas com a lama de perfuração e que representam material de horizontes basálticos superiores aos arenitos. Nos casos de contaminação por basaltos o aumento relativo na quantidade de pesados em nada contribui para a interpretação da natureza do sedimento. Além disso, nem sempre os grãos detríticos são bem arredondados, o que reforça a idéia de se tratar de material fragmentado oriundo de contaminação, em lugar de amostras válidas dos horizontes de interesse.



**Figura 2 – Documentação fotográfica das atividades de preparação e controle de amostras para ensaios de petrofísica (a, b, c, d, g) e petrografia (e, f)**





Recomenda-se que sejam evitados tais ensaios em amostras de calha de perfuração, já que, na prática, s.m.j., os ensaios fornecem pouco ou até mesmo nenhum resultado aproveitável para interpretação da natureza dos depósitos.

### **Petrofísica**

A demonstração dos trabalhos de petrofísica foi indireta (não foi “in loco”), pois os ensaios são realizados na cidade de Santa Cruz de La Sierra, Bolívia, na filial do Laboratório LCV. A explanação esteve a cargo do Geól. Ernesto Cabello, que supervisiona os trabalhos do Geól. Edwin Barroso, residente naquela cidade. A determinação de porosidade e permeabilidade envolve ainda a determinação de volume total de rocha, bem como das densidades efetiva, aparente e de poros. O equipamento utilizado consiste de instrumentos da marca Core Lab, relativamente modernos, conforme verificado no próprio sítio Web do fabricante com dados dos instrumentos Ultra-Pore e Ultra-Perm.

Os ensaios são realizados de forma cuidadosa, adotando-se as especificações do fabricante com rigidez. No caso de medidas de permeabilidade, mantém-se sob controle a temperatura do fluido durante o ensaio, para maior confiabilidade nos valores de permeabilidade obtidos. Nos casos de amostras que se desagregam, não é possível medir permeabilidade, mas é feita medida de densidades de grãos. Em algumas rochas a quantidade de poros não-comunicantes é significativa, o que pode reduzir a permeabilidade efetiva da rocha.

### **Microscopia Eletrônica e Difratometria de Raios-X**

Na Universidad de La Plata a Profa. Dra. Adriana Blasi nos acompanhou na visita aos laboratórios de microscopia eletrônica e de difratometria de Raios-X, instalados no importante museu da universidade na cidade homônima. Há ali equipamentos adequados para os ensaios de caracterização necessários no *Proyecto Sistema Acuífero Guaraní*, particularmente no tocante a microscopia eletrônica, com o aparelho Jeol JSM-6360 LY. Várias instituições universitárias de pesquisa brasileiras possuem instrumentos laboratoriais equivalentes ou até mais modernos do que esse e, em particular, o Difrátometro de Raios-X Philips PW 3020. Neste, a troca de amostras é manual, mas as leituras podem ser programadas para execução automática.

Convém frisar que o laboratório tem sido eficaz na complementação das pesquisas de caracterização feitas pelo Laboratório LCV e portanto atende ao objetivo geral do projeto.

### **Estudo de Palinomorfos**

Não houve contato com pesquisador responsável por caracterização de palinomorfos.

## **ESTUDOS ADICIONAIS**

Tivemos contato com uma interessante técnica de impregnação de amostras com resina especial, resistente aos ácidos fluorídrico e clorídrico. Por meio de lento processo de ataque ácido pode ser feita remoção química de sílica de amostras de pequenas dimensões. Essa análise permite observar microscopicamente como se distribui o sistema de poros em arenitos. Deveria haver um esforço de divulgação dos procedimentos, pois, embora a técnica não seja nova, houve esforço no sentido de desenvolver procedimentos adequados para o acervo ora examinado.



Mediante emprego dessa técnica no conjunto de amostras analisado, que inclui alguns testemunhos de sondagem, observou-se que os vazios são intercomunicantes e as rochas são pouco compactadas. A técnica também permite avaliar de modo direto o grau de permeabilidade da amostra, na medida em que a resina é forçada a penetrar na amostra sem no entanto deformá-la.

Durante a visita, observou-se que, até o momento, não foram analisadas amostras provenientes de horizontes de arenitos silicificados. A ocorrência dessas rochas é relativamente comum no Estado de São Paulo. Seria conveniente que o Laboratório LCV recebesse amostras dessa natureza, para contribuir no entendimento do fenômeno da silicificação, que pode reduzir ou eliminar completamente a porosidade da rocha sedimentar.

### **Sugestões**

Sugerem-se, em função dos resultados preliminares da visita, alguns pontos que nos parecem relevantes:

- Recomenda-se que sejam reduzidos ao mínimo possível os ensaios de amostras de calha de perfuração, em função do baixo aproveitamento dos dados na interpretação da natureza dos depósitos.
- A técnica de impregnação de amostras com resina especial e ataque ácido para visualização de porosidade deve ser empregada mais freqüentemente, face aos bons resultados obtidos.
- Acreditamos que amostras das áreas-piloto possam eventualmente contemplar exemplares de horizontes silicificados de arenitos, sendo pois conveniente que se realizem previamente alguns ensaios de caracterização de amostras representativas.
- Pudemos perceber certa ansiedade da equipe quanto a uma lentidão no fornecimento de materiais, em função de atraso verificado na recepção de amostras. Entendemos que o Laboratório LCV não pode controlar os prazos de recepção, mas a administração do Projeto poderia envidar esforços no sentido de minimizar atrasos.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A viagem nos possibilitou conhecer um laboratório privado argentino, de bom nível, bem instalado e bastante ativo na área de petróleo e temas correlatos. Os cuidados que têm sido tomados pela equipe para armazenamento de informações e processamento dos dados coletados pareceram-nos adequados. Da mesma forma, as instalações são boas e a capacidade de tratamento do volume total de amostras previstas pareceu-nos bastante razoável. Até onde pudemos avançar na avaliação de padrões metodológicos adotados pela equipe, ficamos satisfeitos com o que foi observado.

Campinas, Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, 3 de abril de 2007

Prof. Dr. Celso Dal Ré Carneiro



GEF



Banco Mundial



OEA

---

Secretaría General del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní  
Edificio Mercosur - Dr. Luis Piera 1992, 2° piso - (CP:11200) - TelFax: (598 2) 410 03 37  
e-mail: [sag@sg-guarani.org](mailto:sag@sg-guarani.org) - web: [www.sg-guarani.org](http://www.sg-guarani.org)  
Montevideo - Uruguay

---