



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEODINÂMICA E GEOFÍSICA

Campus Universitário de Lagoa Nova - C.P. 1639 CEP: 59072-970 Fone (084) 2153807/3831
Fax: (084) 215 3806 E-Mail: ppgg@geologia.ufrn.br

CONVÊNIO BRASIL-CANADÁ

PROJETO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO NORDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO SOBRE O WORKSHOP DE GEOFÍSICA E O TRABALHO DE CAMPO REALIZADO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Autor: Walter Eugênio de Medeiros

Natal, Agosto de 2000

1. Informações Gerais sobre o Workshop

Tema: Geofísica Aplicada à Pesquisa de Água Subterrânea no Nordeste

Local: Natal/RN, Campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Anfiteatro B, Centro de Ciências Exatas e da Terra.

Período: 14 a 16 de Junho de 2000.

Coordenador brasileiro do evento: Prof. Walter Eugênio de Medeiros (PPGG/UFRN)

2. Informações Gerais sobre o Trabalho de Campo

Período do Trabalho de Campo no RN: 17 a 20 de Junho de 2000.

Locais de trabalho: Duas áreas no município de Santa Cruz/RN, a Faz. Santa Rita e a Faz. Inharé, e uma área no município de Equador/RN.

3. Introdução

O Workshop em questão foi o primeiro evento do Convênio Brasil – Canadá e teve como tema central a aplicação de técnicas geofísicas à prospecção de água subterrânea em terrenos cristalinos. Basicamente, o Workshop constou de dois dias iniciais de curso sobre o tema e, no terceiro dia, os brasileiros apresentaram a sua experiência, seguindo-se as discussões. O curso foi ministrado pelos consultores externos, os Drs. Gilein Steensma e Richard Kellet, ambos da firma Komex International Ltd. com sede em Calgary, no Canadá.

O Workshop contou com a participação de 35 brasileiros, sendo 20 do Rio Grande do Norte, 9 do Ceará, 4 de Pernambuco, 1 da Bahia e 1 do Rio de Janeiro, além do coordenador canadense do convênio e os dois consultores externos. Dentre os brasileiros, 17 são técnicos de empresas (10 da CPRM, 3 da SOHIDRA/CE, 1 da CAERN/RN, 1 da EMPARN/RN, 1 da PETROBRAS e 1 da LASA-GEOMAG), 10 são professores universitários (7 da UFRN, 2 da UFCE e 1 da UFPE) e 8 são estudantes de pós-graduação (6 da UFRN, 1 da UFCE e 1 da UFPE).

Os trabalhos de campo no Rio Grande do Norte contaram com a participação de 13 pessoas, incluindo o coordenador canadense do convênio e os consultores. Dentre os 10 participantes brasileiros, 3 são professores universitário (UFRN), 4 são estudantes de pós-graduação (PPGG/UFRN), 1 é profissional liberal na área e 2 são técnicos da CPRM.

4. Programação do Workshop e do Trabalho de Campo

A programação original do Workshop encontra-se no Anexo deste relatório. Excetuando-se a parte da tarde do último dia, o restante da programação foi cumprido conforme planejado. A experiência do Rio Grande do Norte foi apresentada pelo Prof. Walter E. Medeiros (UFRN), a experiência de Pernambuco, pelo Geól. Roberto G. Oliveira (CPRM) e pelo Prof. Edilton Feitosa (UFPE), e a experiência do Ceará, pelo Geól. Francisco S. Gonçalves (SOHIDRA) e pelo Prof. Mariano Castelo Branco (UFCE).

Na início da tarde do último dia, antes das discussões, foram inseridas de comum acordo com a assistência, duas pequenas palestras: a primeira versou sobre A Deformação Frágil no Cristalino do Nordeste, com ênfase à Tectônica Cenozóica do Planalto da Borborema, apresentada pelo Prof. Emanuel F. Jardim de Sá (UFRN); a segunda palestra versou sobre a experiência da LASA/GEOMAG com levantamentos aerogeofísicos, apresentada pelo Dr. Jorge Hildebrand, técnico desta companhia.

O trabalho de campo consistiu basicamente da realização de perfis com o método eletromagnético EM-34 em locais onde existiam poços já perfurados e com resultados contrastantes de vazão e salinidade da água. Estes locais haviam sido anteriormente indicados para estudo por hidrogeólogos da Secretaria Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte. Os locais de trabalho de campo já eram assim bem conhecidos: uma dissertação de mestrado já tinha sido elaborada como resultado da pesquisa nestes locais e duas teses de doutorado estão em andamento.

4. Comentários/Avaliações sobre o Workshop e o Trabalho de Campo

Como um todo, avalio que o Workshop foi muito bem sucedido. Foram três dias de intensa discussão conjunta e de transmissão de experiências, dos canadenses para os brasileiros, dos brasileiros para os canadenses e, também, entre os próprios brasileiros. Do meu conhecimento, esta foi a primeira vez que se reuniu um número tão expressivo de pessoas, com experiências diversas na área, para debater o tema da prospecção geofísica de água subterrânea no cristalino.

A experiência com o trabalho de campo também foi muito boa. Em particular, a técnica eletromagnética apresentada (EM-34) tem bom potencial de aplicação no Nordeste brasileiro. Ela proporciona levantamentos rápidos e com nível de precisão intermediário entre as técnicas de VLF e resistividade, atualmente bem conhecidas e utilizadas no Nordeste brasileiro. No entanto, deve ser melhor pesquisada e avaliada a sensibilidade do EM-34 à presença de cercas de arame, muito comuns no Nordeste brasileiro.

De modo a ser mais específico, vou dividir os comentários em *Aspectos Negativos* e *Aspectos Positivos*. Devo deixar claro que o registro dos Aspectos Negativos é no sentido de passar esta experiência para os organizadores dos próximos eventos, de modo a evitar a repetição dos possíveis desacertos ora cometidos; em nenhum momento tal registro deve ser confundido como uma avaliação negativa dos eventos. Será identificado entre parênteses se o comentário se aplica ao Workshop e/ou ao Trabalho de Campo.

Aspectos Negativos e Sugestões de Correção em Eventos Futuros:

- 1) (Workshop) O nível de abordagem do curso, ministrado nos dois primeiros dias pelos consultores externos, foi bem aquém do que poderia ter sido feito. Possivelmente, a experiência média dos participantes brasileiros no tema foi subestimada pelos consultores. Para evitar a repetição deste problema em um evento futuro, deve-se proporcionar maior contato prévio entre consultores externos e os especialistas brasileiros que estão organizando o evento, no sentido de afinar os tópicos e o nível dos cursos. Outra medida não excludente com a anterior é iniciar o evento com um ou dois dias de cursos preliminares (antes da chegada dos consultores externos), dados pelos próprios especialistas brasileiros, com o objetivo de elevar e uniformizar o nível médio de conhecimento dos assistentes nos temas a serem abordados. Dessa forma, o tempo, experiência e conhecimento dos especialistas externos serão melhor aproveitados.
- 2) (Workshop) A escolha dos casos históricos apresentados pelos consultores, embora que de modo geral tenha sido boa, padeceu por vezes da falta de informação suplementar (mapas geológicos, fotos aéreas, etc) que permitisse à assistência avaliar o real valor adicionado pelos dados geofísicos ao problema em estudo. Registre-se que, no caso em que isso foi mais notado e discutido (um exemplo de aplicação de geofísica aérea no Alasca/USA), os consultores alegaram que não poderiam apresentar mapas e discutir resultados porque havia problemas de sigilo com os dados e resultados envolvidos. Entendo perfeitamente esta questão, mas sugiro que em eventos futuros tal situação deva ser evitada, cabendo aos consultores selecionar exemplos que realmente possam ser apresentados e discutidos, na íntegra, com a assistência.
- 3) (Trabalho de Campo) Não houve planejamento de trabalho de escritório, *após* o trabalho de campo. Tal etapa é fundamental para aprofundar o nível de conhecimento e discussão. Detetada esta falha, o último dia de trabalho no Rio Grande do Norte foi transformado para trabalho em escritório. Recomendo que em eventos posteriores haja sempre o planejamento de etapa de interpretação em escritório após o trabalho de campo.

Aspectos Positivos:

- 1) (Workshop e Trabalho de Campo) Os consultores externos demonstraram, sempre, muito bom nível de conhecimento e foram muito atenciosos e eficazes no atendimento das dúvidas (até mesmo de dúvidas sobre outros aspectos de geofísica levantados por pesquisadores e/ou alunos), bem como muito contribuíram nas discussões.
- 2) (Workshop) A apresentação da experiência brasileira foi de fundamental importância tanto para que os consultores externos pudessem melhor avaliar o nível desta experiência (e, conseqüentemente, melhor contribuir para elevá-la), como também para proporcionar melhor conhecimento mútuo entre as equipes dos vários estados brasileiros participantes do projeto. Devo registrar (a contragosto) que nós, os brasileiros, nos conhecemos muito pouco e um evento como este é sempre uma

excelente ocasião para conhecimento mútuo e troca de experiências. Recomendo fortemente repetir esta abordagem em eventos futuros.

- 3) (Workshop) Foi de fundamental importância para o sucesso do evento a participação de especialistas de outras áreas (em especial, geologia estrutural, sensoriamento remoto e hidrogeologia) e não apenas de geofísicos. O debate foi bastante enriquecido e a real contribuição dos métodos geofísicos ao problema pôde ser melhor aquilatada. Em particular, registre-se que a palestra sobre Geologia Estrutural (adicionada ao evento em função da necessidade da mesma, detetada durante o próprio evento) é um exemplo claro da necessidade de interdisciplinaridade no tema da prospecção de água subterrânea em rochas cristalinas.
- 4) (Workshop) Em eventos futuros, deve-se concentrar a parte de cursos em uma só cidade (como foi feito), ao invés de tentar repetir o(s) curso(s) em três lugares diferentes (como se chegou a cogitar). O aumento do número total de participantes, obtido com a repetição do curso em três lugares diferentes, não compensa, na minha avaliação, a rica experiência da troca de conhecimento entre os próprios brasileiros, dos diferentes estados, que venham a comparecer a um só lugar.
- 5) (Trabalho de Campo) Os locais de trabalho de campo no Rio Grande do Norte já eram bem conhecidos: uma dissertação de mestrado já tinha sido elaborada como resultado da pesquisa nestes locais e duas teses de doutorado estão em andamento. Desse modo, já se dispunha de modelos prévios para as estruturas de acumulação de água subterrânea nestes locais e, assim, os novos dados coletados (com o método EM-34) proporcionaram um teste adicional sobre as hipóteses anteriormente elaboradas. Em decorrência do conhecimento prévio, o nível de debate e aprofundamento sobre os locais prospectados foi muito bom. Recomendo fortemente que se escolha, para trabalho de campo com os consultores externos, lugares sobre os quais já exista um bom conhecimento prévio de modo a aprofundar este conhecimento e, principalmente, melhor aquilatar o valor das novas técnicas em estudo.

5. Recomendações/Principais Resultados do Workshop

Como resultado das discussões durante o Workshop (em especial, da tarde do último dia), surgiram basicamente duas recomendações:

- 1) Criar as condições para haver maior intercâmbio e troca de experiência entre as três equipes participantes dos Estados do Rio Grande do Norte, de Pernambuco e do Ceará, tanto em geofísica como nas demais áreas de conhecimento do projeto. Foi sugerido que se deveria incentivar a realização de etapas conjuntas de trabalho de campo e, também, visitas mútuas de especialistas, de modo a divulgar para os demais estados experiências/conhecimentos que porventura estejam mais concentrados em um dos estados. Exemplo: visitas ao CE de especialistas do RN em geologia estrutural, e visitas ao RN de especialistas do CE em hidrogeologia.
- 2) Realizar, nas três áreas piloto, levantamentos aéreos com a técnica eletromagnética do domínio de frequência. Os participantes reconheceram, de maneira praticamente

unânime, que a proposição e teste de modelos de aquíferos em rochas fraturadas, bem como a identificação de zonas de recarga e zonas possivelmente mais salinizadas, exigem dados geofísicos com grande densidade de amostragem e cobrindo áreas extensas; assim, estes levantamentos devem ser realizados com geofísica aérea para serem economicamente viáveis. Deste modo, todos os participantes concordaram com a realização do levantamento aerogeofísico nas três áreas piloto. Todavia, deve-se registrar que não houve unanimidade entre os participantes com relação à possibilidade da cobertura de extensas áreas com a geofísica aérea, para efeito de locação sistemática/usual de poços, devido aos altos custos envolvidos com possíveis aerolevantamentos de grandes áreas. As pessoas que são céticas com relação aos possíveis ganhos advindos da cobertura aérea de grandes áreas se dividem em basicamente em dois grupos: a) um grupo que defende que a união de técnicas de sensoriamento remoto (incluindo foto aérea) e geofísica terrestre em alvos selecionados é, possivelmente, a melhor abordagem em termos da relação custo/benefício, em especial pelo fato de que não se tem certeza se os possíveis alvos detetados pela geofísica aérea dispensem o check adicional com geofísica terrestre; e b) outro grupo que acredita que, devido ao custo relativamente baixo de perfuração, a locação de poços no Nordeste brasileiro continuará, ainda por muito tempo, como uma atividade centrada na interpretação de foto aérea com algum check geológico/estrutural de terreno e muito pouca ou quase nenhuma geofísica (seja terrestre ou aérea) e, deste modo, o papel do presente projeto é estudar intensamente algumas áreas de modo a melhorar a concepção sobre os modelos de aquíferos em rochas fraturadas, bem como descobrir características típicas destes modelos que possam ser identificadas com as técnicas convencionais.

6. Conclusão

Mediante o que foi acima exposto, avalio que os eventos foram muito bem sucedidos e que muito contribuíram para direcionar as próximas etapas do projeto.

7. Custos dos eventos

Os custos da UFRN na promoção dos eventos podem ser divididos em duas categorias: *Custos Diretos* e *Custos Indiretos*. Os Custos Diretos envolveram desembolso direto de dinheiro para custeio dos eventos e são assim números precisos. Por outro lado, os Custos Indiretos envolveram a cessão de espaço físico, veículos, equipamentos, salários, etc e são números estimados.

Deve-se registrar também que os locais de trabalho de campo no Rio Grande do Norte já vinham sendo trabalhados há bastante tempo (como foi dito, uma dissertação de mestrado já tinha sido elaborada e duas teses de doutorado estão em andamento). Assim, todo o custo envolvido nos levantamentos (incluindo a cessão dos equipamentos geofísicos) reverteu em benefício do projeto como um todo. Como neste relatório estão sendo registrados apenas os custos mais diretamente associados com os eventos do mês de junho de 2000, deixo a sugestão que estes custos prévios sejam contabilizados, no final do projeto, quando for feita a estimativa total de investimento no projeto da UFRN e demais participantes do Estado do Rio Grande do Norte.

O total estimado para o custo de realização do Workshop e do Trabalho de Campo é de R\$ 13.250,00 (treze mil, duzentos e cinquenta reais), a seguir detalhados.

1) *Custos Diretos*: R\$ 1.710,00

Combustível: R\$ 300,00

Material de consumo (slides, fotos, etc): R\$ 200,00

Lanches para os participantes do Workshop: R\$ 60,00.

Gratificações extras aos funcionários por trabalho noturno: R\$ 150,00.

Hotel e alimentação dos participantes do trabalho de campo: R\$ 1.000,00

2) *Custos Indiretos*: R\$ 11.540,00

Cessão do auditório com capacidade para 100 pessoas durante 4 dias (incluindo um dia prévio para preparação): Estimativa de Custo: R\$ 2.200,00

Cessão dos equipamentos de audio-visual (microfones, caixas de som, sistema de projeção multi-mídia, projetores de slides e retroprojetores): Estimativa de Custo: R\$ 500,00.

Energia (os auditórios são equipados com ar condicionado): Estimativa de Custo: R\$ 50,00.

Telefone e Fax: Estimativa de Custo: R\$ 50,00.

Cessão de veículos: 1 caminhoneta marca Chevrolet e um veículo do tipo Gol ficaram inteiramente disponíveis durante 8 dias. Estimativa de Custo: R\$ 1.400,00

Salário de professores: o coordenador do evento trabalhou durante toda a semana prévia e a semana dos eventos inteiramente dedicado ao projeto; 6 outros professores da UFRN participaram dos três dias de Workshop e 2 deles também participaram integralmente do Trabalho de Campo. A participação dos professores da UFRN integraliza o equivalente a 40 dias de trabalho de um Professor Adjunto 4: Estimativa de Custo: R\$ 5.540,00

Serviços de Apoio: o evento contou com o apoio das Secretarias do Centro de Ciências Exatas e da Terra e da Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN. Além disso, 3 funcionários da UFRN ficaram inteiramente dedicados ao Workshop (o Técnico dos Equipamentos Audio-Visuais e dois Auxiliares de Serviços Gerais - limpeza, cafezinho, etc). Estimativa de tempo total: 15 dias de trabalho de um Funcionário de Nível Médio: Estimativa de Custo R\$ 800,00.

Trabalho Auxiliar de Alunos: 2 alunos do PPGG/UFRN auxiliaram na organização dos eventos, bem como dirigindo os veículos durante os eventos. Estimativa de Custo: R\$ 1.000,00.

ANEXO

PROGRAMAÇÃO ORIGINAL DO WORKSHOP

Horário dias 14 e 15	Dia 14 (Quarta)	Dia 15 (Quinta)	Dia 16 (Sexta)	Horário dia 16
8 – 9	Abertura	Canadenses	Visão da CPRM	8-8:50
9 – 10	Canadenses	Canadenses	Experiência do RN	8:50 – 9:40
10 – 10:30	Intervalo	Intervalo	Intervalo	9:40 – 10:10
10:30 – 12	Canadenses	Canadenses	Experiência do CE	10:10 – 11
			Experiência de PE	11 – 11:50
12 – 14	Almoço	Almoço	Almoço	Almoço
14 – 16	Canadenses	Canadenses	Debate	14-16
16 – 16:30	Intervalo	Intervalo	Intervalo	16-16:30
16:30 – 18	Canadenses	Canadenses	Debate	16:30 - 18

OBSERVAÇÕES:

1- Resumo do Tempo:

Canadenses = 13 h

CPRM = 50 min

RN = 50 min

CE = 50 min

PE = 50 min

2- Os canadenses apresentarão basicamente vários casos históricos; não haverá (ou será minimizada) a apresentação de conceitos básicos.

3- O tempo reservado para cada estado, poderá/deverá ser subdividido entre os vários participantes do estado. O que se espera é que os participantes nacionais apresentem a sua experiência técnica e humana, *mas não deve ficar subtentendida nenhuma restrição geográfica*. Exemplo: se pessoas/instituições de Pernambuco têm experiência em áreas do Rio Grande do Norte, esta experiência pode/deve ser relatada ou apresentada. Espera-se, contudo, que as apresentação sejam focadas na experiência com geofísica no cristalino.

4- A coordenação dos trabalhos e mediação dos debates será feita pelo Prof. Walter Medeiros da UFRN.

5- Espera-se que os participantes comuniquem com antecedência que meio (slide, transparência ou multimedia) pretendem usar na apresentação.

6- O auditório reservado para o evento tem capacidade para cerca de 100 pessoas.