

O PROJETO ÁGUA SUBTERRÂNEA NO NORDESTE DO BRASIL (PROASNE-BRASIL) TRAZ TECNOLOGIAS INOVADORAS PARA AJUDAR AO DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

Yvon Maurice¹ & Enjôlras de A. Medeiros Lima²

Resumo - O projeto Água Subterrânea para o Nordeste do Brasil (PROASNE), é resultado de um Acordo de Cooperação Técnica entre o governo canadense e o governo brasileiro. O projeto procura transferir e adaptar tecnologias modernas que melhorarão a maneira que os recursos hídricos subterrâneos dos terrenos cristalinos no semi-árido nordestino são desenvolvidos e geridos, o que, por sua vez, se traduzirá em água mais abundante e de melhor qualidade para a população. Os resultados de um levantamento *eletromagnético aéreo* recente mostram que esta tecnologia tem grande potencial de melhorar a localização de poços de água no embasamento cristalino e, em combinação com um uso mais amplo da energia solar, poderia profundamente alterar a maneira que os recursos hídricos subterrâneos são explorados na região. Outras tecnologias que estão em vários estágios de serem introduzidas pelo projeto incluem sensoriamento remoto e GIS, modelamento matemático de aquíferos porosos, o desenvolvimento de base de dados, o geoquímica isotópica para estudar a origem da salinidade das águas subterrâneas, fraturamento hidráulico, recarga artificial, etc.. O projeto está também amplamente reconhecido pelo sucesso em ter desenvolvido componentes técnicos e sociais fortes, que trabalham juntos para melhorar as condições de vida nas comunidades.

Abstract - The Northeastern Brazil Groundwater Project is the result of a technical cooperation agreement between the governments of Brazil and Canada. The project seeks to transfer and adapt modern technologies that will improve the way the groundwater resources of the crystalline terranes of the semi-arid Northeast are developed and managed, which in turn will translate into more abundant and better quality water for the population. Recent results from an airborne electromagnetic geophysical survey show that this technique has great potential to improve the siting of water wells in the crystalline bedrock and, in combination with wider usage of solar energy, it could profoundly change the way groundwater resources are exploited in the region. Other technologies which are at various stages of being introduced through the project include

¹ Serviço Geológico do Canadá, 601 Booth, Ottawa, Canadá, K1A 0E8, Fone 001 (613) 995-4748, e-mail: ymaurice@NRCan.gc.ca

² CPRM - Serviço Geológico do Brasil, SUREG-RE, Av. Sul, 2291, Afogados, Recife/PE, CEP 50770-011, Fone (81) 3428-0623, e-mail: gehitepe@fisepe.pe.gov.br

remote sensing and GIS, mathematical modeling of porous aquifers, database development, isotope geochemistry to study groundwater salinity, hydraulic fracturing, artificial recharge, etc. The project is also widely recognized as a success in having been able to develop strong technical and social components to work side by side towards improving the living conditions in the communities.

Palavras-chave - Água Subterrânea, Cristalino, Aerogeofísica.

INTRODUÇÃO

O Projeto *Água Subterrânea no Nordeste do Brasil (PROASNE-BRASIL)* é um projeto multidisciplinar e de multiparceria de transferência de tecnologia sob a liderança conjunta do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e do Geological Survey of Canada (GSC), através do suporte financeiro parcial da Canadian International Development Agency (CIDA). O projeto foi aprovado pela CIDA e pela Agência Brasileira de Cooperação (ABC)/Ministério das Relações Exteriores em abril de 2000 com vistas a introduzir tecnologias modernas no Nordeste do Brasil que possam ajudar ao desenvolvimento e a uma melhor administração dos recursos hídricos subterrâneos naquela região semi-árida.

ATIVIDADES RECENTES

O projeto está atualmente no seu terceiro ano de operação de um total previsto de quatro anos. Após completar uma fase inicial de ajustamento durante o ano 2000, PROASNE operou a plena capacidade em 2001 e 2002, conseguindo alguns resultados bastante significativos e inovadores. Entre outras realizações dignas de registro, assinalamos as seguintes:

a. Levantamentos aerogeofísicos magnetométricos e eletromagnetométricos por helicóptero (HEM)

Um dos objetivos iniciais do projeto era identificar, adaptar, testar e recomendar técnicas para melhorar o grau de sucesso na perfuração poços de água produtivos nas rochas cristalinas do semi-árido, que caracterizam aproximadamente 80% da região nordestina, ou seja, à volta de 800,000 km². Os resultados obtidos em três levantamentos HEM à escala piloto, voados em 2001, mostram que a técnica tem a potencialidade de localizar fraturas com água na região, e fornecer assim um método confiável de localizar poços. A água subterrânea que se encontra no cristalino é um pouco salina e, conseqüentemente, ela se comporta como condutor num campo eletromagnético induzido.

Um dos mais importantes impactos previstos na utilização da geofísica aérea para a exploração de água subterrânea no Nordeste do Brasil é que esta metodologia venha a encorajar a

exploração de água subterrânea em toda a região, não somente próximo às comunidades como é o caso atual. Este procedimento deve aumentar de forma significativa a quantidade de recursos hídricos disponíveis na região. Fica evidente que tal expansão em área a ser desenvolvida vai requerer uma nova postura para a gestão da água, incluindo o custo para trazer a água de locais mais distantes, freqüentemente sem energia elétrica, para os locais de consumo. Para este caso, o PROASNE-Brasil está promovendo um amplo uso de energia solar para bombear e dessalinizar água subterrânea para o consumo humano e uso na agricultura.

Ao momento da preparação deste artigo, os resultados da aerogeofísica estão sendo testados por geofísica terrestre e posterior perfuração de poços para teste.

Um workshop foi realizado em Natal, RN, em abril 2002 para examinar os dados da aerogeofísica e da geofísica terrestre, e planejar aplicações futuras desta tecnologia. O workshop promoveu também o uso de sensoriamento remoto, especialmente a utilização de Radarsat para o mapeamento hidrológico (vide item c. abaixo).

b. Energia Solar

A empresa canadense Sunmotor Internacional Inc. de Calgary, Canadá, foi contratada para adaptar seus motores a corrente contínua a uma linha das bombas submersíveis brasileiras, manufaturadas pela Dancor de Rio de Janeiro, tornando-as altamente eficientes com energia gerada por painéis fotovoltaicos. Esta combinação de motor/bomba permitirá bombeamento sobre distâncias grandes com exigências de energia relativamente baixas. Uma outra combinação altamente eficiente de motor/bomba, desenvolvida pela Sunmotor, pode ser usada para operar equipamento de osmose inversa para dessalinização usando a energia solar. Uma estação experimental para demonstrar estas tecnologias foi construída na pequena comunidade rural de Livramento no estado de Ceará. A estação foi inaugurada em novembro 2001 pelo presidente da CIDA, Len Good, e foi posteriormente visitada pela ministra canadense para a Cooperação Internacional, Susan Whelan, em março 2002. A estação, que serve atualmente a abastecer umas 22 famílias, está atraindo muita atenção no Nordeste porque, das centenas de dessalinizadores atualmente instalados no Nordeste, provavelmente este é o único que funciona com energia solar.

c. Sensoriamente remoto e GIS

O PROASNE está transferindo a tecnologia em sensoriamento remoto e em GIS, particularmente no uso de Radarsat como ferramenta de mapeamento e de desenvolvimento dos recursos hídricos subterrâneos. Dois técnicos brasileiros da universidade do Rio Grande do Norte (UFRN) foram treinados em 2001 pela empresa canadense Infoterra de Sherbrooke. Os especialistas em sensoriamento remoto do GSC e da Infoterra se juntaram aos geofísicos da FUGRO de Toronto e da LASA do Rio de Janeiro para apresentar o workshop de abril 2002 em Natal, RN, sobre métodos de sensoriamento remoto e aerogeofísica aplicados à exploração e gerência das águas subterrâneas no Nordeste.

d. Modelamento de águas subterrâneas

Na região do Polígono das Secas o subsolo cristalino corresponde a 70% da área, enquanto os depósitos sedimentares ocupam apenas 30%, sendo ainda super explorados em alguns locais e mal geridos. Numa tentativa de melhorar a gerência das águas de um dos mais importantes reservatórios sedimentares da região, o aquífero Açu no Rio Grande do Norte, a empresa canadense Waterloo Hydrogeologic Inc. (WHI) foi contratada para modelar o aquífero a fim de desenvolver uma estratégia de exploração sustentável de suas águas subterrâneas. O contrato inclui treinamento aprofundado de técnicos brasileiros da CPRM, da UFRN e da CAERN, sendo esta última a instituição responsável da gerência do aquífero Açu. Uma missão de reconhecimento no campo aconteceu em 2001, para estabelecer os termos de referência para o contrato e para discutir das necessidades dos parceiros. O trabalho começou em junho 2002.

e. Desenvolvimento e gerência de uma base de dados nacional

A gerência dos recursos hídricos do Nordeste, e do Brasil inteiro, está prejudicada pelo fato que há grande diversidade de organismos governamentais e outros particulares que coletam dados de poços e de qualidade de água, mas os dados contidos nos bancos digitais de uma instituição são raramente acessíveis ou transferíveis à outra, devido aos formatos não padronizados das várias bases de dados. A empresa canadense Waterloo Hydrogeologic Inc. (WHI) foi contratada para desenvolver padrões e uma interface digital que será facilmente acessível, amigável, funcionando através da Internet, para entrar, armazenar e recuperar dados, bem como que permitirá amalgamar bases de dados existentes e a entrada de dados novos à medida que forem produzidos. A interface será desenvolvida sobre a base de dados SIAGAS da CPRM, realçada com uma variedade de ferramentas de visualização, de procura e de interpretação, acessíveis através da Internet. Quando este produto estiver concluído, o Brasil terá um sistema avançado de gerenciamento de dados

hídricos comparável aos melhores no mundo. O plano de trabalho foi desenvolvido em 2001 e está sendo executado em 2002.

f. Pesquisa sobre a salinidade das águas subterrâneas

O projeto envolve a Universidade de Waterloo, no Canadá e a Universidade Federal do Ceará, objetivando compreender as causas da salinidade das águas subterrâneas, nas áreas do cristalino no semi-árido do Nordeste, bem como sua variação espacial, e quais são os fatores que são responsáveis para esta diversidade. É previsível que tal conhecimento facilitará a prospecção e exploração para água de melhor qualidade, beneficiando as comunidades locais. Workshops tratando de geoquímica isotópica e viagens ao campo, ocorreram em junho 2001 no Ceará e em Rio Grande do Norte. Essas atividades serviram para que o pessoal técnico se familiarizasse com a área do campo, com os problemas na comunidade causados pela salinidade elevada da água, e para estabelecer um plano de trabalho. O projeto será executado nos próximos 12 meses, e deverá incluir o treinamento de técnicos brasileiros no Brasil e/ou no Canadá, trabalho analítico nos laboratórios de ambas as universidades participantes, e reuniões para apresentar e discutir dos resultados.

g. Armazenamento e recuperação em aquíferos (Aquifer Storage and Recovery- ASR), fraturamento hidráulico (hydrofrac), e técnicas inovadoras de perfuração

O PROASNE está tentando introduzir outras tecnologias que poderiam ajudar a desenvolver e gerir de maneira mais eficaz os recursos hídricos no Nordeste. O método ASR é uma tecnologia especial de recarga artificial que consiste em bombear água dos reservatórios superficiais para armazená-la dentro de fraturas estimuladas para protegê-la da evaporação e da contaminação. Isto é realizado usando um único poço para a recarga e a recuperação. Na reunião inicial em junho de 2001, o parceiro canadense, a firma CH2M, expôs a tecnologia e iniciou discussões com varias empresas estaduais de recursos hídricos para identificar parceiros potenciais. A primeira fase do projeto consistirá somente em um estudo preliminar de praticabilidade. A aplicação desta tecnologia envolverá investimentos importantes experiências práticas o outros desafios, mas se for bem sucedido poderá ser uma das tecnologias mais importantes a ser transferidas ao Nordeste pelo PROASNE. O armazenamento subterrâneo protege não somente a água dos açudes da evaporação e da poluição, mas poderá também melhorar a qualidade das águas subterrâneas existentes reduzindo a salinidade. Se o estudo de praticabilidade mostrar que a técnica pode funcionar no meio cristalino fraturado, este trabalho será verdadeiramente pioneiro porque ASR é usado hoje exclusivamente em rochas sedimentares.

A vazão dos poços pode ser melhorada por um processo de estimulação utilizando uma técnica chamada fraturamento hidráulico. Esta tecnologia é usada extensivamente na indústria

petrolífera, mas tem também um grande potencial para a água, porque pode dar nova vida às centenas de poços existentes que são secos ou que produzem vazões baixas. O fraturamento hidráulico é uma técnica usada para dilatar e interligar muitas fraturas existentes nas rochas num raio de cem metros ou mais do poço. O processo resulta do bombeamento de um líquido a alta pressão num poço por períodos curtos (horas). O líquido de alta pressão, geralmente água com alguns aditivos fluidos especiais de viscosidade elevada, excede a resistência da rocha e abre as fraturas na rocha ligando-as. Um agente de sustentação, geralmente cascalho misturado com os aditivos de viscosidade elevada, é bombeado para as fraturas para mantê-las abertas quando a pressão é removida. A conectividade entre as fraturas aumentará também a capacidade de reserva.

A indústria da perfuração realizou esforços durante os últimos anos para desenvolver novas técnicas de perfuração e melhorando os equipamentos; muitas dessas inovações ainda não foram introduzidas no Brasil. Uma rápida apresentação de algumas destas ferramentas foi apresentada a um grupo de especialistas brasileiros durante uma visita ao Canadá em setembro 1999. Novos contatos e demonstrações estão planejadas nos próximos meses para mostrar estas novas ferramentas e ver quais seriam úteis no Nordeste.

h. Programa Social

Um dos aspectos mais visíveis e dos mais bem sucedidos do PROASNE é o programa social que está sendo executado em paralelo ao programa técnico. Cada uma das quatro áreas piloto do projeto é gerenciada por sua própria coordenadora social designada. Elas são supervisionadas por uma coordenadora nacional brasileira e uma especialista canadense na área social e de gênero operando a contato com o PROASNE. A lista das atividades sociais realizadas em 2001 e 2002 é muito extensa inclui a avaliação das necessidades das comunidades, diagnósticos, pequenas obras nas comunidades, programas de sensibilização, projetos sobre o gênero, gestão ambiental, cursos de higiene, de conservação e uso da água, de preservação dos mananciais, de agricultura, etc.. O programa social do PROASNE transformou-se num modelo na CIDA e as comunidades das áreas piloto do PROASNE estão sendo visitadas continuamente por vários representantes da gerência maior da CIDA e outros representantes do governo canadense.

ALGUNS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO

Os levantamentos eletromagnetométricos por helicóptero têm o potencial de modificar radicalmente a maneira de localizar e de gerir os recursos hídricos subterrâneos nas rochas cristalinas do Nordeste do Brasil. Segue-se uma apresentação resumida e preliminar dos resultados em duas das áreas piloto, Juá no Ceará e Samambaia em Pernambuco:

Juá, Ceará

O mapa da condutividade elétrica aparente da área piloto de Juá no município de Irauçuba, estado de Ceará (Figura 1) mostra uma rede de lineamentos, muito mais densa do que aparece nos mapas geológicos existentes. Alguns destes lineamentos correspondem aos contatos geológicos, mas a maioria, especialmente os que são orientados N e NNO, não parecem ser controlados pela estratigrafia e podem ser relacionados a fraturas com água subterrânea um pouco salina. Uma análise detalhada dos dados geofísicos, geológicos, hidrológicos e de sensoriamento remoto disponíveis, foi realizada e os resultados foram apresentados num workshop em Natal, Rio Grande do Norte, em abril 2002. Está sendo realizado perfis de geofísica terrestre em pontos selecionados transversais ao eixos condutivos, objetivando testar posteriormente com a perfuração de poços, as anomalias mais significativas.

Os valores de condutividade mais elevados ao centro da área e que se estendem para o oeste são relacionados a um solo úmido à volta de um açude e da drenagem associada. A comunidade mais importante desta região, Juá, fica localizada nessa bacia, imediatamente ao oeste do açude.

Em futuro próximo será provavelmente demonstrado que os lineamentos no mapa de condutividade elétrica são efetivamente relacionados à presença de água subterrânea, e então deverá ter um valor enorme para seleção de locais favoráveis, particularmente durante os períodos de seca prolongados, quando a perfuração de poços novos é uma medida emergencial, e que se dispõe de pouco tempo para execução dos perfis EM ou de resistividade terrestres que são normalmente prescritos para localizar poços.

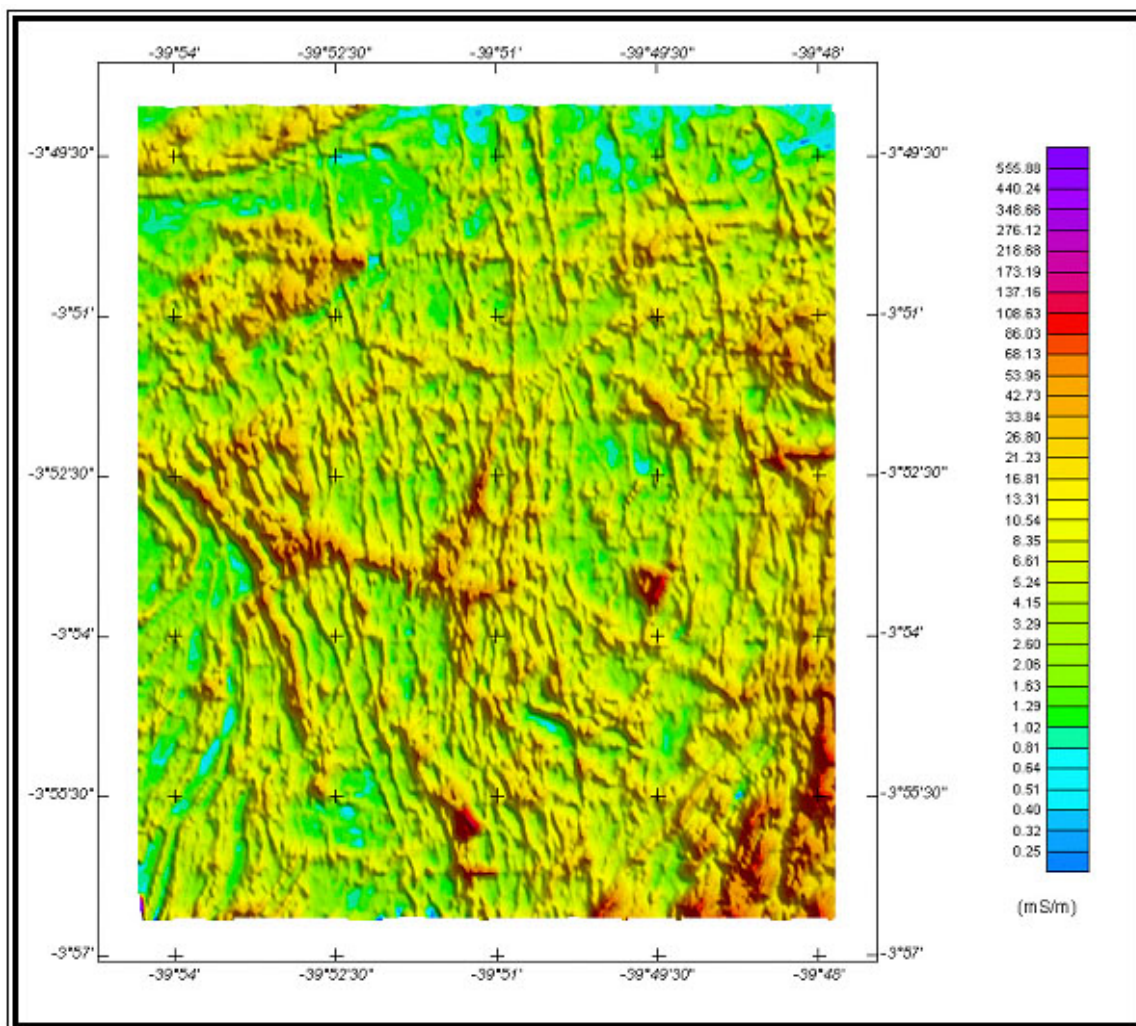


Figura 1. Mapa Pseudo- Iluminado da Condutividade Aparente (4.500 Hz) – Bloco Juá (Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

Samambaia, Pernambuco

Os geólogos que trabalham na área de Samambaia, no município de Custódia, PE, admitem que uma alongada unidade de quartzito que atravessa a região (Figura 2) atua como uma barreira hidráulica causando acúmulo de água subterrânea do lado norte, impedindo assim o fluxo normal para o sul. Em conseqüência, os poços ao norte do quartzito são geralmente bons produtores, e os que se situam ao sul são geralmente secos ou com vazões muito baixas.

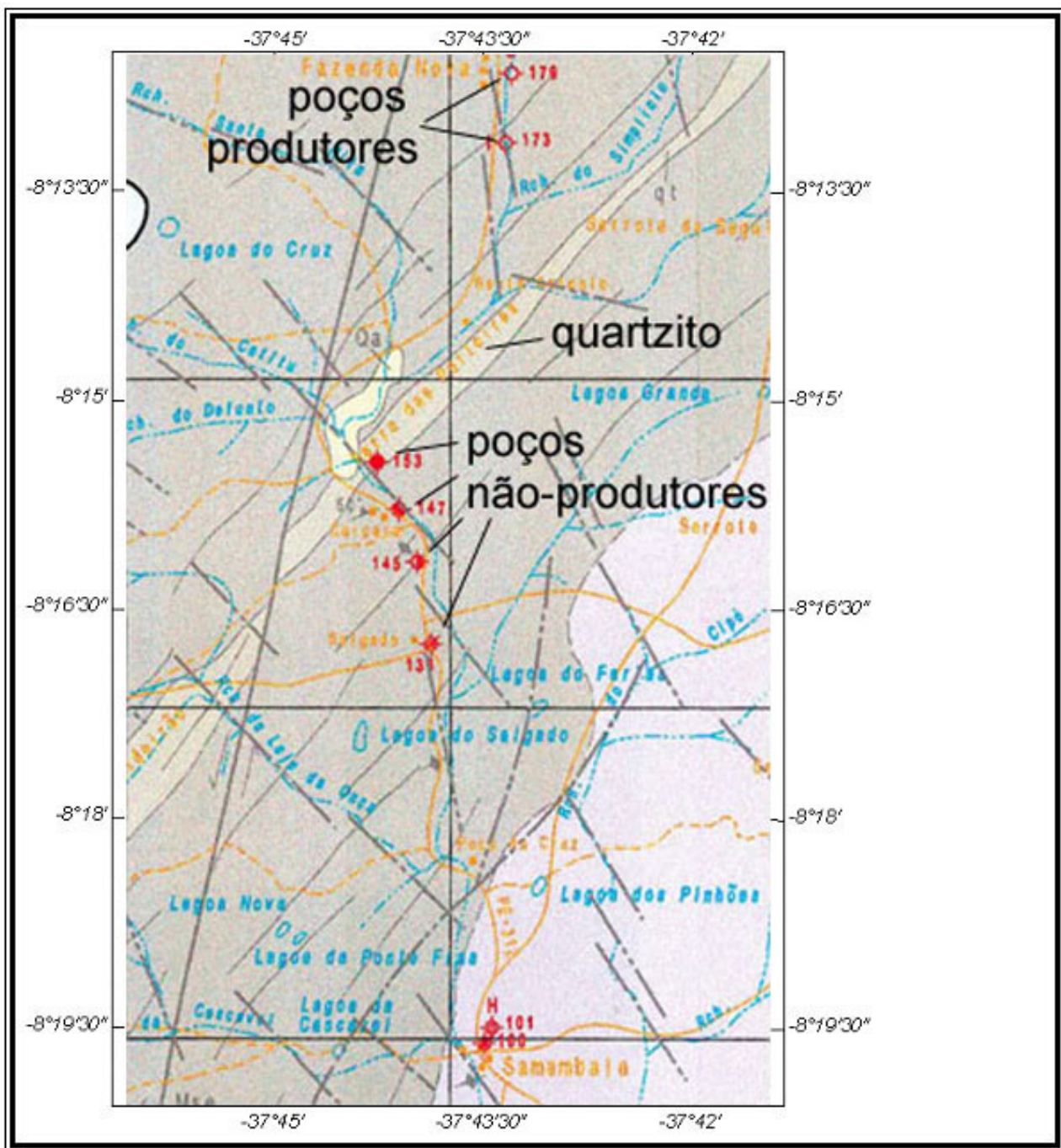


Figura 2. Geologia, região de Samambaia

Os posteriores resultados do levantamento aerogeofísico confirmaram esta interpretação. No mapa da condutividade aparente (Figura 3), uma área de condutividade elétrica elevada, que pode ser relacionada à presença de água subterrânea ligeiramente salina, ocorre numa faixa bastante larga, mais ou menos paralela ao quartzito ao seu lado norte. Ao sul do quartzito, os valores mais elevados da condutividade elétrica são confinados ao longo de alguns contatos geológicos de orientação geral nordeste, e a certos lineamentos delgados de orientação norte ou norte-nordeste que interpretamos tentativamente como fraturas com água. Alguns destes lineamentos são mostrados no mapa geológico da região (Figura 2), incluindo uma grande falha orientada segundo NNE que corta

o quartzito, causando um deslocamento sinistral. Esta estrutura parece ser uma canalização importante para o movimento de água subterrânea do norte para o sul na região. Esta interpretação, naturalmente, deverá ser confirmada com mais trabalhos de campo, incluindo geofísica terrestre e perfuração de poços.

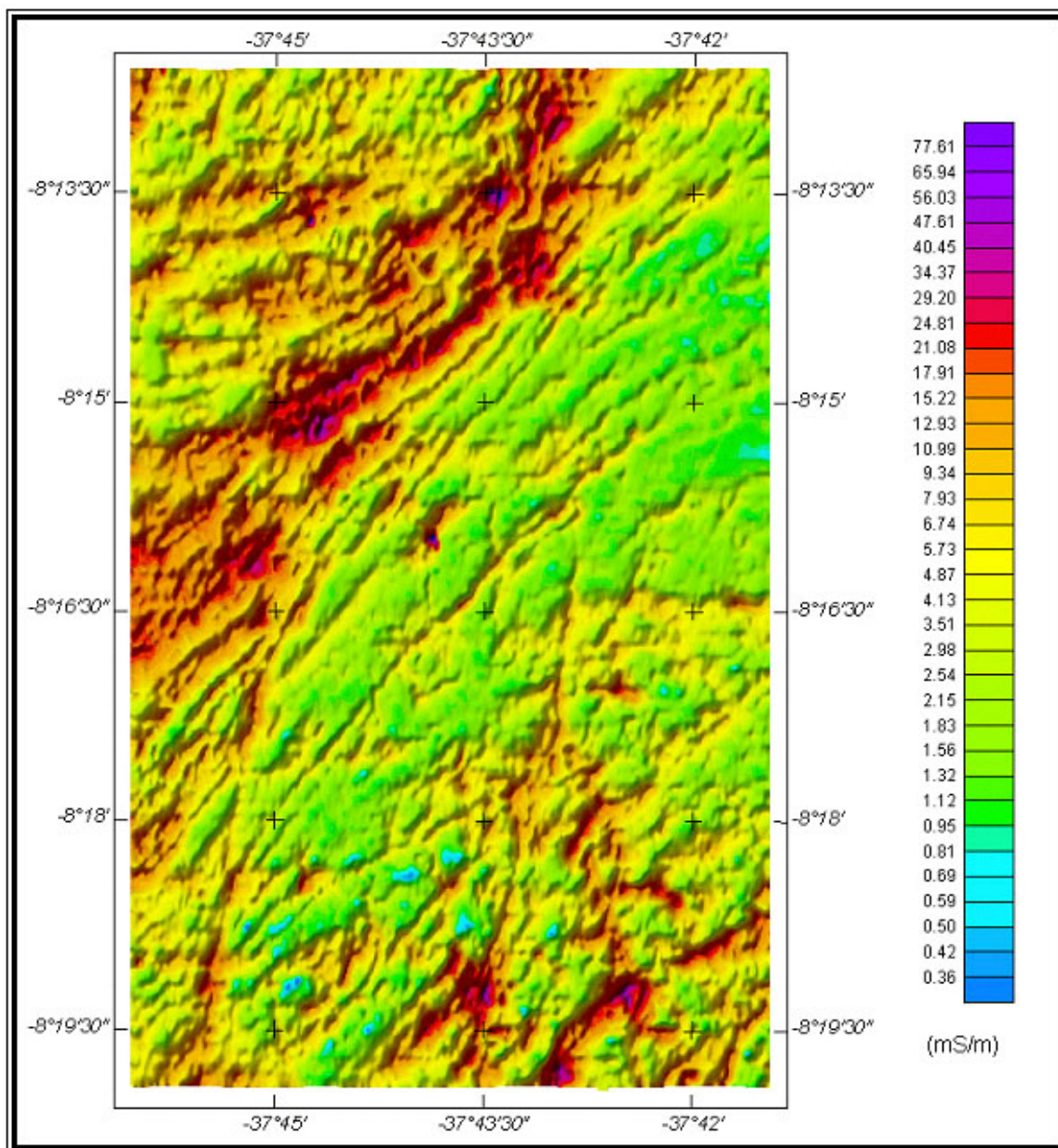


Figura 3. Mapa Pseudo-Iluminado da Condutividade Aparente (4.500 Hz) – Bloco Samambaia
(Azimute da Fonte Luminosa: 135°; Inclinação: 45°)