

ESTUDO DE CASO: O USO DO MÉTODO GEOFÍSICO PARA LOCAÇÃO DE POÇOS TUBULARES EM RORAINÓPOLIS – RR

Lopes, R.O.¹; Silva, A.B.H.² & Carneiro, P.J.R.³

Resumo - O presente estudo se dá em função da necessidade de melhoria do sistema de abastecimento de água da cidade de Rorainópolis, no estado de Roraima, levado a efeito com a aplicação de recursos federais alocados à FUNASA. O relatório técnico preliminar fornecido para a área técnica do órgão financiador indicava a construção de uma adutora de 13 km, com a instalação de uma captação por meio de conjuntos motobombas instalados sobre flutuantes no rio Anauá. Como forma de confirmar ou descartar essa hipótese foi investigada uma alternativa de abastecimento por fontes de água subterrânea, usando-se métodos de investigação geofísica utilizando-se o método da eletrorresistividade.

Abstract - The present study is given considering the necessity of improvement of the system of water supply of the city of Rorainópolis, in the state of Roraima, taken the effect with the application of placed federal resources to the FUNASA. Preliminary technical report indicated the construction of an expository 13 km far, with the installation of a captation by means of sets of pumping water devices installed on floating platforms in the river Anauá. However, as form to confirm or to discard this hypothesis it was investigated alternative of supplying for underground water sources, using geophysicist electro-resistivity method.

Palavras-Chave - Água Subterrânea; Método Geofísico; Poços Tubulares.

INTRODUÇÃO

A cidade de Rorainópolis, localizada a aproximadamente 300 km ao sul de Boa Vista - RR, possuía até novembro de 2001 um sistema de abastecimento público de água mantido pela

¹ Fundação Nacional de Saúde – FUNASA – SAS Qd. 04 bl. N sl. 616 – Brasília DF. e – mail: renan.lopes@funasa.gov.br

² Fundação Nacional de Saúde – FUNASA – SAS Qd. 04 bl. N sl. 616 – Brasília DF. e – mail: alvaro.silva@funasa.gov.br

³ Univ. Católica de Brasília – UCB – SGAN 916, Módulo B, Campus II – Brasília DF. e – mail: pauloc@pos.ucb.br

Companhia de Água e Esgotos de Roraima - CAER, que operava 15 poços tubulares profundos distribuídos pela zona urbana da cidade, com vazões variando entre 0,85 l/s a 6,94 l/s.

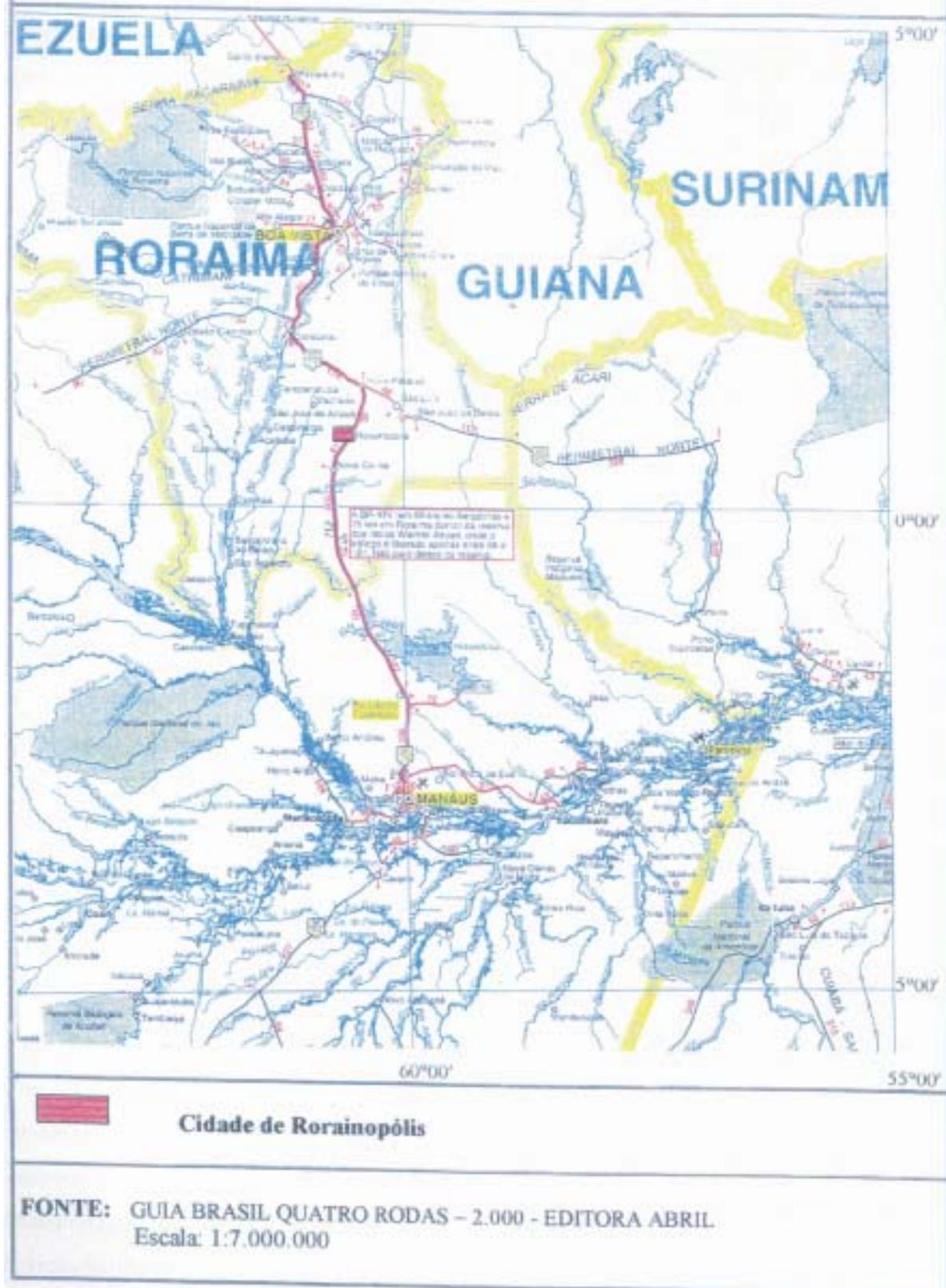
Em Rorainópolis, até o início de 2004, a CAER possuía 1.368 ligações domiciliares atendidas pela operação desses poços tubulares, com funcionamento ininterrupto por 24 horas diárias. A vazão de projeto para uma população inicial de 5.500 habitantes deveria ser de 22,1 l/s com previsão de incremento para uma vazão de 41,66 l/s, suficiente para atender até 10.000 habitantes.

Avaliações locais verificaram que a vazão total de exploração desses poços tubulares, não seria suficiente para suprir as necessidades da cidade, podendo vir a alcançar um déficit estimado em 326.000 l/dia, fato este que motivou os estudos para definição de novos mananciais superficiais ou construção de novos poços tubulares.

A partir do início das prospecções realizadas na cidade de Rorainópolis, foi possível constatar que o único manancial superficial perene nas suas proximidades seria o rio Anauá, distante 13 km do centro da cidade implicando na construção de um sistema adutor. Estes levantamentos indicaram dificuldades de manutenção e operação dessa adutora, e o alto custo para implantação desse sistema superficial, inclusive quanto à necessidade de ampliação da rede elétrica até o ponto de captação. Estes fatos conduziram a uma investigação de outros potenciais mananciais, superficiais e subterrâneos, que fossem essencialmente, mais econômicos. Os estudos iniciais indicaram que a construção de mais 04 poços tubulares seria suficiente para atender as necessidades de consumo da comunidade local para um horizonte de projeto de 20 anos.

Buscando otimizar os recursos públicos alocados no Orçamento Geral da União para o setor de saneamento da FUNASA, os trabalhos de investigação foram conduzidos a partir da obtenção de dados de subsuperfície, considerando-se o objetivo principal de enquadrar e definir os tipos litológicos locais, e os aspectos relacionados ao contexto estrutural da área, principalmente para as estruturas lineares, representadas por falhas e fraturas que conformassem um sistema aquífero, assim como o potencial hidrogeológico da região de Rorainópolis, localizando-se pontos mais favoráveis a construção de poços tubulares.

FIGURA 01 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO



PROCEDIMENTOS

A metodologia empregada para a realização da investigação em subsuperfície consistiu na realização de serviços de levantamentos geológicos e hidrogeológicos usando-se de métodos diretos e métodos indiretos de investigação, sendo o mapeamento geológico de superfície apoiado por métodos geofísicos de eletro-resistividade.

A investigação geológica e hidrogeológica fora realizada por meio de um convênio entre a Fundação Empreendimentos Científicos e Tecnológicos – FINATEC e a FUNASA, onde foram designados os Geólogos: Eloi Guimarães Campos (Dr) e Wilton José da Rocha (MSc), e o Geógrafo: Antônio de Oliveira, todos vinculados à Universidade de Brasília – Unb e a FINATEC. Os trabalhos de acompanhamento foram realizados pela Coordenação de Engenharia do DENSP-FUNASA, através da equipe de Geologia, Engenharia e Engenharia de Minas.

Os trabalhos foram realizados em duas etapas distintas, sendo uma etapa de campo, onde foram levantados aspectos físicos da região, como geologia, hidrogeologia e classificação dos aquíferos locais e uma etapa de escritório, onde foram realizados levantamentos bibliográficos sobre a região e análise das informações obtidas em campo.

DIAGNÓSTICO

Clima

A cidade de Rorainópolis possui uma estação meteorológica constituída por pluviômetro, anemômetro e tanque classe “A”, contudo, a estação encontra-se totalmente desativada por problemas operacionais, o que levou a se realizar a descrição do clima a partir de informações regionais.

Segundo a classificação de Koppen o grupo climático existente no Estado de Roraima é do tipo ‘A’(clima tropical úmido), com os seguintes sub-tipos: Af, AW e AM, que se dão em decorrência de variações nas características locais.

O clima em Roraima é quente e úmido. Só existem duas estações no ano: inverno (período de chuva) e verão (período seco). Nos planaltos mais elevados a temperatura no inverno, varia de 15° e 20°C. Nas partes mais baixas a temperatura chega a 36°C, caso da cidade de Rorainópolis.

A cidade de Rorainópolis apresenta uma umidade relativa do ar em torno de 80 a 85%, e precipitação total anual variando entre 1.500 e 1.750 mm.

Geomorfologia

O Projeto RADAMBRASIL (1975) estabeleceu e identificou no Estado de Roraima 05 unidades morfoestruturais, com base em suas semelhanças nas formas dos relevos (superfícies conservadas ou dissecadas) e a altimetria dessas áreas.

A partir da aplicação desses critérios o Projeto identificou 06 unidades morfoestruturais, sendo elas:

- i. Planalto Sedimentar Roraima
- ii. Planalto do Interflúvio Amazonas – Orenoco
- iii. Planaltos Residuais de Roraima
- iv. Planalto Dissecado Norte da Amazônia
- v. Pediplano rio Branco – rio Negro.

De acordo com o mapa geomorfológico adotado (RADAMBRASIL, 1975) a cidade de Rorainópolis localizada-se numa superfície pediplanizada, caracterizada como Superfície de Aplainamento Conservada, elaborada em litologias pré-cambrianas e cenozóicas. Essas superfícies pediplanizadas fazem parte da Unidade Geomorfológica Pediplano Rio Branco – Rio Negro, que se constitui na unidade com maior expressão espacial no Estado de Roraima, ocupando aproximadamente 2/3 do seu território.

Solos

Para a determinação dos solos encontrados em Roraima, compilaram-se as nomenclaturas e classificações realizadas pelo Projeto RADAMBRASIL (1975), no qual definem-se os seguintes tipos de solos:

- i. Solos com horizonte B latossólico (não hidromórficos).
- ii. Solos com horizonte B textural (não hidromórficos)
- iii. Solos hidromórficos.
- iv. Planossolos e Planossolos solódico.
- v. Solonetz solodizado.
- vi. Solos concrecionários lateríticos indiscriminados.
- vii. Solos pouco desenvolvidos (não hidromórficos).

Segundo o mapa de solos adotado (RADAMBRASIL, 1975), na região da cidade de Rorainópolis encontram-se solos do tipo Podzólico Vermelho Amarelo, de textura argilosa; Podzólico Vermelho Amarelo plíntico, com textura argilosa; e Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, com textura argilosa.

A partir dos trabalhos de campo realizados na confecção do Estudo Hidrogeológico e Geofísico (Eletroresistividade) da Cidade de Rorainópolis – RR, elaborado pela FINATEC, foram

estabelecidas três compartimentações para os solos existentes na cidade, onde é possível observar que existe uma predominância de solos lateríticos com intercalações de solos podzólicos amarelos, em determinadas áreas da cidade.

Uma característica observada para esses tipos de solos é a grande variação no nível freático, verificado ao longo do ano, o que interfere diretamente no sistema de abastecimento de água da cidade, pois a população adota, como fonte alternativa de abastecimento, o uso de cisternas, que costumam secar durante o período de estiagem, por serem pouco profundas. Com as cisternas secas a população utiliza apenas a água distribuída pela CAER, o que sobrecarrega todo o sistema, ocasionando grandes períodos com falta d'água.

Geologia Regional

Com base no mapa geológico do Projeto RADAMBRASIL (1975) a cidade de Rorainópolis fica assentada sobre um contexto geológico predominantemente constituído pelas rochas da Suíte Metarmórfica Anauá. Este conjunto de rochas gnáissicas e granodioríticas, de baixo grau metarmórfico, foi individualizado do Complexo Guianense, Veiga *et.al.* (1979).

O Complexo Guianense é constituído por rochas de origem orto e parametamórfica, resultantes do metamorfismo regional correspondente à fácies anfibolito a hornblenda-piroxênio granulito. Esses litotipos isotrópicos e anisotrópicos são de difícil separação devido a granitização parcial ou mesmo total que afetou essas rochas em toda a megaporção cratônica da Guiana.

Trata-se de amplo terreno de gnaisses com inúmeros corpos de composição granodiorítica intrusivos. Os gnaisses apresentam bandamento típico, com faixas quartzo-feldspáticas individualizadas daquelas mais ricas em minerais máficos, destacando-se a biotita e a hornblenda. Os corpos de granodioritos ocorrem como intrusões isotrópicas e homogêneas, sem qualquer evidência de metamorfismo.

Umás séries de corpos são individualizados, representando as formas de relevo mais elevadas que se destacam na paisagem regional, bastante arrasada. Dentre os principais corpos podemos citar: a intrusão Rio Novo e Água Branca.

Geologia Local

Segundo o Relatório elaborado pela FINATEC (2002) na zona urbana da cidade de Rorainópolis é possível observar diversos afloramentos de gnaisses, granodioritos e granitos muito similares aos descritos no contexto regional. Os gnaisses são bandados e apresentam o aspecto de gnaissosidade comum, com bandas mais félsicas intercaladas com bandas mais máficas. Localmente podem ser observadas feições de migmatização, com a segregação de paleossomas e neossomas característicos. Muitas vezes é difícil saber quando se trata de um migmatito ou de um

gnaisse, levando-se em consideração que o primeiro tipo de rocha apresenta um bandamento de separação confusa entre o paleossoma e o neossoma.

Os granodioritos ocorrem em padrão de afloramentos de extensos lajedos maciços, pouco fraturados, como característica à esfoliação esferoidal.

Localmente são observadas fácies porfiríticas, onde os biotita granodioritos podem apresentar fenocristais de feldspato potássico de até 2 cm de eixo maior. Na superfície exposta ao intemperismo o quartzo, via de regra, com 4 a 6 mm de diâmetro, aparece em relevo dando um aspecto áspero à superfície dos afloramentos.

Os granitos apresentam-se mais comumente com textura porfirítica marcada por fenocristais euhédricos de feldspato potássico com até 3 cm de comprimento. Há fácies onde a biotita supera 20% da composição modal, definindo típicos biotita granitos. É possível observar uma orientação bem definida dos cristais de feldspato potássico que definem uma orientação de fluxo formada em virtude do fluxo magmático nas porções rasas dos batólitos.

Do ponto de vista de deformação tanto os gnaisses quanto os granitóides apresentam-se maciços ou pouco fraturados. É comum a presença de afloramentos contínuos de cerca de 100 m², onde não é possível a identificação de planos de fraturas penetrativos. Estes quando presentes são associados a fraturas de alívio subhorizontais. O aspecto maciço dos afloramentos deve-se à histórica deformacional da região, a qual foi apenas afetada pelo Ciclo Guianiense não tendo sido palco de orogêneses ou importantes reativações mais jovens.

Parte das estruturas planares presentes (fraturas, falhas de pequeno rejeito, juntas e zonas cataclásticas) geram-se pela reativação de direção NE responsável pela abertura do Rifte do Tacutu, melhor impressa a nordeste da região de Rorainópolis.

O padrão de fraturas interpretado para a região é considerado de baixa densidade e de grande abertura média, o que explica a grande frequência de exposições de rochas maciças. Nas zonas mais intensamente quebradas a maior atividade hídrica local é responsável pelo desenvolvimento de maiores espessuras de solos que mascaram os afloramentos.

A monotonia encontrada pela predominância de rochas de composição gnáissica com porções de rochas graníticas e granodioríticas no seu interior, impossibilitou a separação dessas unidades, para a confecção de um mapa geológico.

Hidrogeologia

A partir das características pedológicas e hidrogeológicas a região de Rorainópolis pode ter seus aquíferos divididos em dois domínios, sendo o parâmetro de porosidade o principal divisor.

Campos *et al.* (no prelo) dividiu os aquíferos da região de Rorainópolis nos domínios poroso e fraturado, respectivamente, com porosidade intergranular e com porosidade secundária fissural. O

domínio Poroso é dividido no sistema de coberturas eluvionares – **Pce** e no sistema aluvionar – **Pa**. O domínio fraturado é denominado de Aquífero Cristalino, em função da grande homogeneidade geológica da região.

Domínio Poroso

Os aquíferos pertencentes ao sistema Pce correspondem às coberturas eluvionares e coluvionares, representando os diversos tipos de solos presentes, além do saprólito, conjunto que apresenta porosidade intergranular.

A partir das informações colhidas de observações de cortes de taludes, poços escavados, ensaios de infiltração e poços tubulares, possibilitaram que Campos *et al.* (no prelo) estabelecesse os valores da condutividade hidráulica para os diversos tipos de solo, estando os valores entre 10^{-8} e 10^{-5} m/seg. Essa grande variação de valores deve-se a processos pedogenéticos que resultaram em acumulações de argilo-minerais e óxidos-hidróxidos na porção superior, e retirada de materiais finos da porção basal.

O sistema Pa é formado por aluviões e paleoterraços do rio Anauá, representados essencialmente por material arenoso grosso, com condutividades hidráulicas variando, ainda segundo Campos *et al.* (no prelo), de 10^{-4} a 10^{-5} m/seg.

Esses dois sistemas funcionam como filtros para a água subterrânea devido as suas características físicas, onde a parte superior do aquífero exerce a função de filtro, enquanto a parte basal atua como reservatório.

Domínio Fraturado

Os aquíferos pertencentes a esse domínio foram criados a partir de zonas vinculadas à porosidade secundária em gnaisses e granodioritos, em função da tectônica rúptil ao qual o conjunto foi submetido. Em virtude das características reológicas dos granitóides o grau de fraturamento é muito baixo, o que dificulta a exploração do potencial hídrico relativo a esses aquíferos (Campo *et al.* no prelo).

Devido a falta de dados confiáveis para determinação dos parâmetros dimensionais desses aquíferos, optou-se por não realizar os ensaios com dados de apenas 04 poços tubulares construídos pela empresa Iguaçu Poços.

Cadastro de Poços Tubulares

O cadastro de poços tubulares foi realizado com base em informações recolhidas em campo, alguns relatórios das empresas que construíram os poços que se encontram em funcionamento, e em conversas com o responsável pela manutenção e operação desses poços tubulares.

A cidade de Rorainópolis é abastecida por 12 poços tubulares, operados pela Companhia de Água e Esgotos de Roraima – CAER. Apesar do número elevado de poços em funcionamento, o sistema possui um déficit de atendimento, causado principalmente pela falta de um reservatório para gerenciamento dessa água e hidrômetros instalados nas residências, o que diminuiria o desperdício observado na cidade.

Tabela 1 – Cadastro de Poços Tubulares em Rorainópolis.

Poço n°	Localização	Vazão de teste – 2002*	Vazão de teste **	Data da perfuração	Situação
01	Pantanal/Mata Norte	4.350 l/h	4.000 l/h		Operando
02	Rua Manoel Batista	12.700 l/h	5.500 l/h		Operando
03	Rua Maria Albertina	7.400 l/h	5.950 l/h		Operando
04	Rua Luís Pereira		2.900 l/h	08/05/1994	Desativado
05	Rod. BR 174		3.800 l/h		Desativado
06	Rod. BR 174	5.900 l/h	6.180 l/h	17/09/1992	Operando
07	Rua Hildemar Figueiredo	14.100 l/h	10.000 l/h		Operando
08	Vila INCRA		3.000 l/h	30/01/1990	Desativado
09	Ginásio de Esportes	12.900 l/h	15.840 l/h	10/02/2001	Operando
10	Vila Nova Campolândia	12.500 l/h	11.314 l/h	08/02/2001	Operando
11	Pantanal/Mata Norte	2.900 l/h	4.950 l/h	10/02/2001	Operando
12	Escola Estadual	3.900 l/h	4.230 l/h		Operando
13	Sede CAER fundos	5.400 l/h	4.658 l/h	20/02/2001	Operando
14	Rua Ulysses Guimarães		3.700 l/h		Operando
15	Parque de Exposições	25.000 l/h	25.545 l/h	29/11/2001	Operando
16	Olaria Velha	Seco	seco	26/01/2001	Desativado

* Vazões obtidas através de medições de boca em Campos *et al.*

**Vazões obtidas dos relatórios de conclusão dos poços, fonte CAER.

O cadastro foi idealizado de forma a se constituir em fonte de dados para o gerenciamento do sistema e cálculo da demanda necessária ao pleno atendimento da comunidade. Essas informações

foram necessárias para determinar a quantidade de novos poços tubulares que seriam construídos para equilibrar esse déficit hídrico.

PESQUISA E INVESTIGAÇÃO GEOFÍSICA

A partir de visitas a cidade de Rorainópolis, estudos das características hidrogeológicas da região e perfis construtivos de alguns poços tubulares da cidade optou-se por realizar um trabalho de pesquisa para locação dos novos poços, pois a pesquisa de água subterrânea com métodos científicos é a maneira correta de se atingir os melhores resultados e minimizar os riscos de insucesso, principalmente tendo-se em conta a geologia predominante na região.

O estudo foi iniciado com um reconhecimento para identificação das feições hidrogeológicas favoráveis. A utilização de mapas geológicos, fotos aéreas e imagens de satélite, foram úteis para a determinação das principais estruturas geológicas na região que vieram a ser estudadas por meio da geofísica.

Escolha do Método Geofísico

A escolha do método geofísico foi baseada na discussão com especialistas da área, onde ficou definido que o método eletrorresistivo seria empregado nessa investigação, tendo em vista o seu menor custo operacional, maior quantidade de técnicos habilitados a operar o sistema, e por tratar-se de uma área urbana densamente povoada. Esse último critério foi o que consolidou a definição do método empregado. Por tratar-se de área urbana densamente povoada, outros métodos como a sísmica de refração e a prospecção eletromagnética não são recomendadas pois sofrem interferências externas que limitam a sua aplicação.

Caracterização do Método

O método geofísico de eletrorresistividade, ou simplesmente eletrorresistividade, um tipo de prospecção geofísica com vasta aplicação à pesquisa de água subterrânea pode, de acordo com Orellna (1972), ser classificado como um método geoeletrico, de campo artificial e de corrente contínua. Baseando-se no estudo do potencial elétrico, tanto de campos elétricos naturais existentes na crosta terrestre, como em campos artificialmente produzidos é possível a obtenção de dados sobre a constituição de diversos elementos da subsuperfície, principalmente a água.

O método eletrorresistivo não obtém diretamente as resistividades verdadeiras das rochas investigadas, mas sim as resistividades aparentes (ρ_a), onde seus valores dependem dos valores daquelas. Para obtenção da resistividade aparente, o mais usual é medir a diferença de potencial elétrico ΔV , criada entre dois eletrodos internos (M e N) de um quadripolo, quando se faz circular

no solo uma corrente elétrica contínua de intensidade conhecida, introduzida através de dois eletrodos externos (A e B).

Pela Lei de Ohm, $\rho = \Delta V/I \cdot L/A$, a resistividade medida é proporcional a fração $\Delta V/I$, essa fração equivale a resistência Ôhmica, para casos onde o meio é homogêneo e isotrópico. O produto desta fração por uma constante K, função do espaçamento e disposição entre os 4 eletrodos, resulta no valor da resistividade aparente.

Os arranjos de campos para os métodos geoeletricos, constam de quatro eletrodos cravados na superfície do terreno, sendo os quadripolos lineares simétricos os classicamente mais usados. Entre esses, os mais conhecidos são as disposições Schlumberger e Wenner. Nessas disposições os eletrodos utilizados para introduzir a corrente elétrica (A e B) e os utilizados para medir a diferença de potencial (M e N) distribuem-se ao longo de uma linha reta, simetricamente a um ponto central (O), denominado de centro do dispositivo.

As técnicas mais utilizadas no campo para os métodos geoeletricos são: o Caminhamento Elétrico (CE), e a Sondagem Elétrica Vertical (SEV). A diferença principal entre as duas técnicas esta no centro do arranjo ABMN (centro de investigação). Enquanto na SEV, o centro do arranjo AMNB, permanece fixo ao longo de todo o desenvolvimento da pesquisa, no caminhamento elétrico o centro do arranjo AMNB é deslocado constantemente, ao longo da superfície do terreno durante a investigação.

O Caminhamento Elétrico é baseado na análise e interpretação de parâmetros geofísicos obtidos a partir de medições realizadas na superfície do terreno, onde são investigadas, ao longo de uma seção horizontal, suas diferenças de resistividades a profundidades pré-estabelecidas. Através dessa técnica é possível a construção de pseudo-seções elétricas, onde a profundidade alcançada é função do espaçamento entre os eletrodos e da resistividade dos materiais que constituem o terreno investigado em subsuperfície.

A técnica da Sondagem Elétrica Vertical é aplicada na análise e interpretação de um parâmetro físico, obtido a partir das medidas efetuadas na superfície do terreno, investigando, de maneira pontual, sua variação em profundidade. Essa técnica fornece informações sobre a variação vertical das resistividades aparentes, e com sua análise e interpretação é possível se avaliar a natureza e a estrutura das rochas investigadas em subsuperfície.

RESULTADOS OBTIDOS

A partir dos estudos realizados pela FINATEC e da interpretação desses dados, foi possível realizar a locação de 07 pontos favoráveis para a construção de poços tubulares em terrenos cristalinos, na área urbana da cidade.

Desses 07 pontos, identificados por ordem de prioridade para perfuração, foram construídos 04 deles, com suas características identificadas na tabela abaixo.

Tabela 2 – Poços Tubulares locados por método geofísico

Poço n°	Aqüífero captado (entradas d'água)	Vazão de Teste	Data da Perfuração	Situação em 10/02/2004
17	Fraturado – 98 e 130 m	4.600 l/h	06/08/2003	Aguardando instalação
18	Fraturado – 42 m	69.975 l/h	24/09/2003	Aguardando instalação
19	Fraturado – 54 m	3.200 l/h	27/09/2003	Aguardando instalação
20	Fraturado – 47, 53 e 108 m	13.500 l/h	06/02/2004	Aguardando instalação

Através do Estudo Geofísico e da análise dos aspectos fisiográficos da região da cidade de Rorainópolis, foi possível tecer as seguintes conclusões:

- i. A análise dos aspectos fisiográficos tais como: clima, solos, geomorfologia e padrão de fraturamento demonstra ser favorável a acumulação e circulação de águas subterrâneas;
- ii. A realização do estudo geofísico por meio do método de eletrorresistividade, com a execução de caminhamentos elétricos e sondagens elétricas verticais, permitiram identificar e localizar a ocorrência de anomalias indicativas da ocorrência de porosidade secundária (fraturas) em subsuperfície;
- iii. O estudo possibilitou a locação de 07 pontos favoráveis a perfuração de poços tubulares, dos quais 04 foram construídos, e um desses poços apresentou a maior vazão de teste obtida em terrenos cristalinos no interior do Estado de Roraima;
- iv. Todos os poços tubulares em operação na cidade de Rorainópolis deveriam passar por limpeza e análise regulares da qualidade da água, para que os poços com captação no Domínio Poroso e com possíveis pontos de contaminação fossem desativados para segurança da população;
- v. Uma análise das vazões dos quatro últimos poços tubulares construídos em Rorainópolis, (17 a 20), demonstra que a utilização do método geofísico eletrorresistivo utilizando técnicas de caminhamentos elétricos confirmados por sondagens elétricas verticais é aplicável ao tipo de geologia existente na cidade;
- vi. O emprego do método geofísico eletrorresistivo para a geologia predominante na cidade apresentou uma relação custo X benefício favorável a adoção desses procedimentos pela FUNASA, tornando-se uma ferramenta para diminuir os riscos da construção de poços tubulares improdutivos, e possibilitando ainda a elaboração de um pré-projeto do poço;

vii. Os custos para a construção dos quatro poços tubulares e a realização do estudo geofísico ficaram em R\$ 120.000,00 equivalentes a menos de 10% dos custos previstos para a construção da adutora para captação no rio Anauá, que ainda teria que passar por processos de tratamento primário antes da sua distribuição, devido a sua alta turbidez.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AZEVEDO, A.A.; ALBUQUERQUE FILHO, J.L. – Águas Subterrâneas. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. – Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGE, 1998. Cap. 8 p 111 – 130.
- [2] CAMPOS, J.E. *et al.* – Estudo Hidrogeológico e Geofísico (Eletrorresistividade) da Cidade de Rorainópolis – RR. Brasília – DF. Inédito.
- [3] CAER 2002 – Jornal CAER ÁGUA VIVA, ano 2 n° 3. Boa Vista.
- [4] CERSTOM, D.J. – Água Subterrânea – Uma Introdução. USAID – Brasil, Rio de Janeiro, 1964, 280p.
- [5] ORELLANA, E. Prospeccion Geoelectrica em Corriente Contínua. Parainfo, Madrid, In: Análise de Projetos de Captação de Águas Subterrâneas e Construção de Poços. FUNASA – Inédito.
- [6] RADAMBRASIL 1975 – Levantamento de Recursos Naturais. Folha NA. 20 Boa Vista e Folha NA. 21 Tumucumaque, NB 20. Volume 08. Rio de Janeiro – RJ. DNPM.
- [7] VEIGA, J.P. 1979 – Projeto Sulfetos de Uatumã, relatório final. Manaus – AM. DNPM.