

# AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DO MUNICÍPIO DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE – ESTADO DE RONDÔNIA - BRASIL

José Cláudio Viégas Campos<sup>1</sup> e Mauro Rodrigues Reis<sup>2</sup>

**Resumo** – Em 1997, no município de Nova Brasilândia d'Oeste (RO), foi desenvolvido o estudo de potencialidade hidrogeológica, na escala 1:100.000, como parte do Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia (PRIMAZ). Sendo o município constituído, em 95% de sua área, por aquíferos fraturados, utilizou-se os parâmetros interseção de fraturas e litologia para gerar o “Mapa de Potencialidade para Captação de Água Subterrânea”.

Além dos aquíferos porosos relacionados a depósitos aluvionares do Quaternário, o mapa gerado indicou áreas do aquífero fraturado a nordeste, sudeste e oeste do município com boa potencialidade para exploração.

Concomitantemente, desenvolveram-se estudos hidrogeológicos na área da sede municipal. Na época dos trabalhos, a cidade não possuía abastecimento público de água, sendo este feito através de cacimbas particulares. Foram realizadas, em diversos pontos d'água, análises bacteriológicas (coliformes totais e fecais) e medições *in situ* de pH e condutividade elétrica. O estudo indicou a ausência de coliformes fecais nos pontos d'água e uma variação de pH de 4,93 a 7,36 e da condutividade elétrica de 18,6 a 174  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Abstract** – In 1997, it was developed at Nova Brasilândia d'Oeste (RO), in scale 1:100.000, the study of its hydrogeological potentiality, as part of Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia (PRIMAZ). Since the fractured aquifers take part of 95% of municipality area, it was used some parameters: as fracture intersection and litology; to create the hydrogeological potentiality map.

Besides the porous aquifers related to alluvium deposits, the map has pointed areas of fractured aquifers in northeast, southeast and west of municipality with good potentiality to exploitation. Also it was sampled groundwater in some water points in urban area to be analyzed to bacteriological research with determination *in situ* of pH and conductivity. It has not been found

---

<sup>1</sup> CPRM- Serv. Geol. do Brasil, Av. Lauro Sodré 2561 Bairro Tanques Porto Velho – RO CEP 78904-300  
tel. (69) 223-3544 email: cprmrepo@enter-net.com.br

<sup>2</sup> CPRM – Serv. Geol. do Brasil, Rua Banco da Província 105 Bairro Sta. Teresa Porto Alegre –RS CEP 90840-030  
tel. (51) 233- 7772; email: gestao@portoweb.com.br

fecal coliformes in the points analyzed, the pH varied from 4,93 to 7,36 and conductivity from 18,6 to 174  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Palavras-chave:** Água subterrânea; Aquífero fraturado; Rondônia

## **INTRODUÇÃO**

A água é um recurso limitado, e embora seja um elemento essencial à vida, não tem sido utilizada de forma racional. Com o aumento da população e o acelerado desenvolvimento industrial obtido pelo país nos últimos anos, a demanda por este recurso tão precioso aumentou bastante, mas pouca atenção foi dada à sua proteção dos efeitos de atividades antrópicas.

A água subterrânea representa mais de 98% da água potável disponível no planeta (Fetter, 1993), e cada vez mais vem se tornando uma boa alternativa para o abastecimento público. Isto se deve ao grande comprometimento da qualidade dos recursos hídricos superficiais, decorrente do intenso lançamento de esgotos domésticos e industriais nos rios, o que acarreta um custo crescente no seu tratamento para o abastecimento público.

O Município de Nova Brasilândia d'Oeste, como muitos outros municípios do Estado de Rondônia, sofre consideravelmente com a falta de água potável para sua população. De modo a subsidiar as autoridades municipais no planejamento da utilização do recurso hídrico subterrâneo, em 1997 no Projeto "Primaz", foi realizado o estudo de potencialidade para a captação de água subterrânea.

## **LOCALIZAÇÃO**

O município de Nova Brasilândia d'Oeste possui uma área de 1.160  $\text{Km}^2$  e sua sede dista 537 Km da capital Porto Velho (figura 1). Segundo Köppen (1949), possui um clima do tipo Am, quente e úmido, caracterizado pela ocorrência de uma estação seca, compensada por um total anual de chuvas muito elevado. O índice pluviométrico alcança em torno de 2.100 mm. A temperatura média anual é de 26° C, com máxima média em torno de 31 °C e mínima média de 21 °C. Apesar de não existirem estações pluviométricas oficiais na região, obteve-se dados estimativos coletados por um sítio de Rolim de Moura, referentes ao período de 79/87.

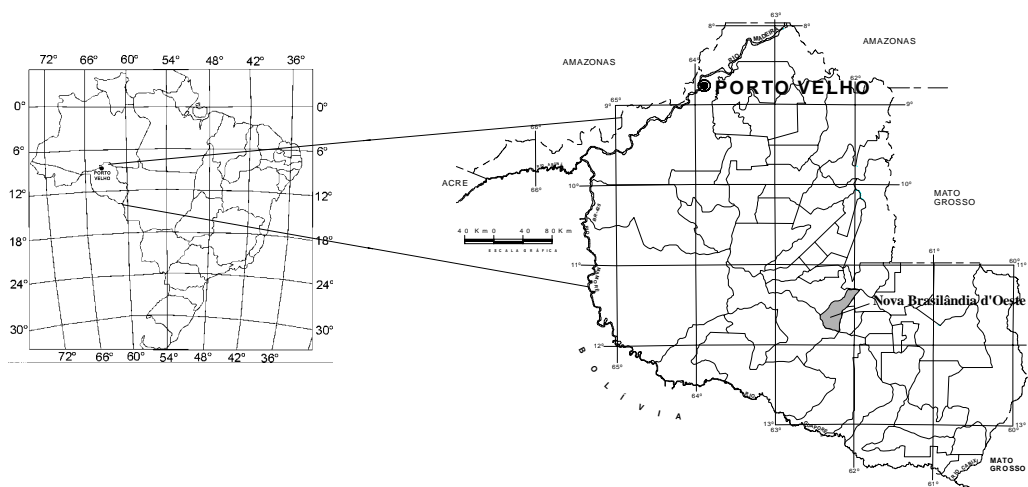


Figura 1 – Localização do município de Nova Brasilândia d'Oeste no Estado de Rondônia

## METODOLOGIA

Durante a fase de preparação do estudo, observou-se que mais de 95% dos aquíferos presentes no Município de Nova Brasilândia d'Oeste são do tipo fraturado. Como a água subterrânea para esses tipos de aquíferos está condicionada às fraturas, iniciou-se os trabalhos com a fotointerpretação para se definir as principais estruturas rúpteis (fraturas) da região. As fotografias aéreas utilizadas foram realizadas pelo Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul (SACS), em 1974, na escala 1:120.000. Baseado nessa fotointerpretação, foi criado o mapa de interseção de fraturas, onde a área do município foi dividida em células de 16 km<sup>2</sup> (Lima, 1994). Para cada célula foi determinado o número de interseções de fraturas e dessa forma definidas as regiões com menos de 2, entre 2 e 5, entre 5 e 8 e com mais de 8 interseções por célula.

Com base no mapa de interseção de fraturas, aliado ao mapa geológico produzido para este projeto, foi feito o “Mapa de Potencialidade para Captação de Água Subterrânea”, na escala 1:100.000. O critério adotado para tal, foi de que as áreas com maior número de interseções de fraturas e ocorrência de rochas com maior potencial para água subterrânea seriam as áreas de aquíferos fraturados com maiores chances de captação de água. Dessa forma, no mapa geológico, as rochas representantes dos aquíferos fraturados ganharam pesos quanto a sua importância (Grau do Mapa Geológico - GMP).

Os arenitos da Formação Pimenta Bueno, os ortoconglomerados da Formação Palmeiral, os arenitos feldspáticos da Formação São Lourenço e os quartzitos da Sequência Metavulcano-Sedimentar Nova Brasilândia receberam o maior grau, 2. Isso porque, normalmente, tais rochas apresentam um bom grau de fraturamento, com as fraturas não preenchidas e abertas.

Os folhelhos da Formação Pimenta Bueno receberam grau 0. São rochas que por serem constituídas basicamente por argila, tradicionalmente, são considerados péssimos aquíferos, pois quando ocorrem fraturas, estas se encontram fechadas ou preenchidas por argila. O restante das rochas representantes dos aquíferos fraturados recebeu grau 1.

O mapa de interseção de fraturas (figura 2) foi dividido em 4 classes, de acordo com o número de interseções por célula (Grau de Interseção de Fraturas - GIF): de 0 a 2, recebeu o grau 0,5; de 2 a 5, grau 1; de 5 a 8, grau 2 e maior do que 8, grau 3. Com a integração do mapa geológico com o mapa de interseção de fraturas, foi gerado o “Mapa de Potencialidade para Captação de Água Subterrânea”. Para tal, o Grau do Mapa Geológico (GMP) foi multiplicado pelo Grau de Interseção de Fraturas (GIF), o que resultou na definição de 3 grandes domínios para os aquíferos fraturados. O índice 0 ( $GIF \times GMP$ ) foi definido como potencial nulo, o índice  $> 0$  e  $< 2$  como potencial menor e o índice  $\geq 2$  como potencial médio. O maior potencial para captação de água subterrânea ficou para as áreas onde ocorrem as coberturas quaternárias, representativas dos aquíferos porosos.

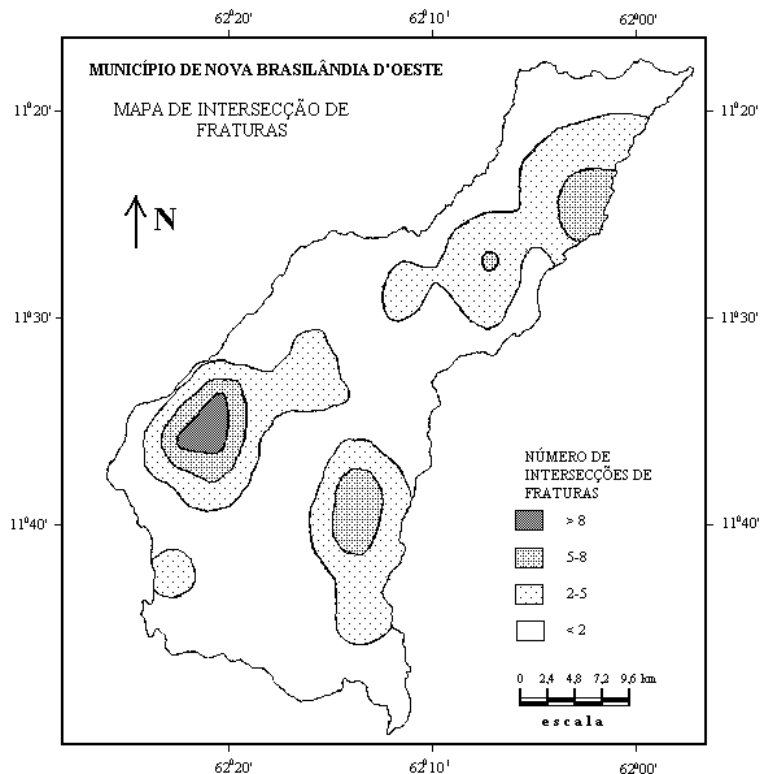


Figura 2 - Mapa de interseção de fraturas de Nova Brasilândia d'Oeste

Durante o trabalho de campo procurou-se efetuar o maior número possível de medições de direções de fraturas de modo a definir estatisticamente as principais direções e comparar a

intensidade de fraturamento no campo com a observada pelas fotografias aéreas. Além disso, foi feito um rápido reconhecimento geológico para aferir as informações contidas no mapa geológico.

Na área urbana, foram cadastradas algumas cacimbas obtendo-se, entre outras, informações quanto à profundidade do poço, do nível da água e regime de exploração. Informações de outros pontos d'água (fontes e poços tubulares) também foram obtidas. Em todos eles, foram feitas medições "in situ" do pH com o pHmetro portátil mod. Q.400 da Quimis Aparelhos Científicos Ltda. e condutividade elétrica com o condutivímetro portátil mod. HI8733 da Hanna Instruments Inc., além de terem sido selecionadas 15 cacimbas e uma fonte para coleta de água para análise bacteriológica pela Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia-CAERD.

## **ARCABOUÇO HIDROGEOLÓGICO**

Na área abrangida pelo Município de Nova Brasilândia d'Oeste ocorrem duas categorias de aquíferos: o aquífero poroso e o aquífero fraturado. Os aquíferos porosos, onde o armazenamento e a circulação da água subterrânea se dá através dos poros intergranulares, estão limitados ao extremo norte e nordeste do município associados aos depósitos recentes do Quaternário, ao longo dos rios Muqui e Bolonês.

Os aquíferos fraturados, onde o armazenamento e a circulação da água subterrânea estão relacionados às fraturas abertas que se intercomunicam, compõem a grande maioria dos aquíferos na área. Estes são constituídos pelas rochas da Suíte Básica Novo Mundo (Hornblenda gabros) e a Seqüência Metavulcano-sedimentar Nova Brasilândia (Quartzitos, Calcissilicáticas, Anfibolitos, Biotita paragneisses e Xistos psamopelíticos) do Proterozóico Médio; pela Formação Palmeiral (Ortoconglomerados) e a Formação São Lourenço (Pelitos e Arenitos feldspáticos) do Proterozóico Médio Superior; pela Formação Pimenta Bueno (Tilitos, Silitos, Arenitos e Folhelhos) do Paleozóico e diques básicos do Mesozóico que cortam a Formação Pimenta Bueno.

Apesar das rochas sedimentares normalmente apresentarem-se como bons aquíferos, no caso em questão, os arenitos da Formação Pimenta Bueno, os ortoconglomerados da Formação Palmeiral e os arenitos feldspáticos da Formação São Lourenço encontram-se bem compactados, ou seja, a porosidade inicialmente existente na época de sua formação foi bastante reduzida através da compactação e preenchimento dos poros por soluções cimentantes. Este fato é comprovado por poços tubulares construídos pela CPRM no arenito da Formação Pimenta Bueno em Alvorada d'Oeste. Nestes, observou-se um comportamento hidráulico típico do aquífero fraturado, onde o arenito armazena e transmite água através de suas fraturas. De acordo com as 180 medidas (figura 3) realizadas no campo e observações feitas por fotointerpretação, notam-se duas direções preferenciais de fraturamento: NW e NE.

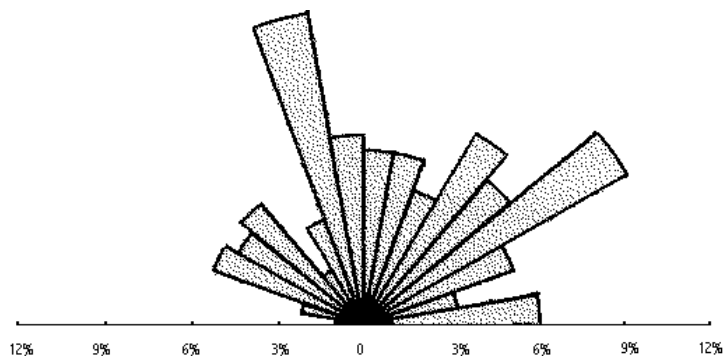


Figura 3 - Diagrama de fraturas (180 medidas)

### ÁREA URBANA DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE

A população do município, na época do estudo, era de aproximadamente 17.000 habitantes, sendo que 5.000 se concentravam na área urbana. Devido a inexistência de um sistema de abastecimento d'água, a população capta água subterrânea através de poços de grande diâmetro (cacimbas). Trata-se de uma alternativa rápida e barata, onde geralmente se obtêm água em volume suficiente para abastecimento de uma família (1.000 litros/dia).

Os poços escavados captam água do solo residual do xisto e do paragnaisse, principalmente do primeiro que constitui grande parte do substrato da área urbana. O material é predominantemente argilo-arenoso, com baixa permeabilidade. Apesar de apresentarem técnicas construtivas rudimentares, as cacimbas são bastante apropriadas para aquíferos de baixa transmissividade, pois como possuem grande diâmetro servem também como armazenadoras de grande volume de água.

De acordo com as informações obtidas no campo, as cacimbas que abastecem as residências, hotéis, restaurantes e outros estabelecimentos, possuem profundidade média de 14 metros e o nível freático varia de 3 metros (próximo a drenagem) a mais de 17 metros de profundidade, com um valor médio de 10 metros. A grande maioria possui revestimento somente nos metros iniciais do poço, sem cimentação do piso em torno de sua boca e nem tampa adequada. Normalmente o poço é tampado com placas de madeira. Tais condições comprometem bastante a qualidade da água que está sendo consumida, uma vez que, devido a falta da cimentação do piso em torno da boca do poço, águas de baixa qualidade podem se infiltrar entre o revestimento e a parede do poço alcançando facilmente a água a ser consumida. Além disso, elementos externos (folhas, insetos, poeira, etc..) podem entrar em contato com a água devido ao mal tamponamento do poço.

Na área urbana existem também 3 poços tubulares. Dois encontram-se secos e abandonados, enquanto o outro abastece a Fábrica de Laticínios Mariella. Este poço está situado em ambiente de rochas xistosas da Seqüência Metavulcano-sedimentar Nova Brasilândia, possui uma profundidade

de 180 metros (informação verbal) e a vazão de exploração é de 3,6 m<sup>3</sup>/h, aproximadamente. Entretanto, o poço já foi utilizado com vazão superior, em torno de 8 m<sup>3</sup>/h, quando era utilizada bomba submersa. Devido a problemas técnicos, atualmente utiliza-se um compressor. O poço foi construído pela Real Poços Artesianos Ltda., de Rolim de Moura, mas não possui relatório técnico.

A fonte cadastrada abastece a Unidade Mista de Saúde. A sua vazão é superior a 3 m<sup>3</sup>/h, o que corresponde a mais de 72 mil litros d'água por dia, volume bastante elevado para o hospital.

Foram realizadas medições de pH e condutividade elétrica em 21 cacimbas, na fonte e no poço tubular. Para as cacimbas e a fonte, o pH variou de 4,93 a 7,09, com uma média de 5,85, sendo que 65% das amostras encontram-se com valores abaixo da média. A condutividade elétrica variou de 18,6 a 174 µS/cm, com valor médio de 62,2 µS/cm, e 55% encontram-se abaixo do valor médio. Para o poço tubular foi encontrado um pH de 7,36 e condutividade elétrica de 144 µS/cm.

Foram também obtidos dados da análise físico-química da água do poço tubular da Fábrica de Laticínios Mariella, realizadas em julho de 94 pelo laboratório da CAERD. O pH da água é 7,5; o teor de Cl<sup>-</sup> é de 4 mg/l; o Fe total é 0,165 mg/l; a dureza total - 151 mg/l; sólidos totais dissolvidos - 271 mg/l e alcalinidade total - 201 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Todos os parâmetros analisados estão dentro dos padrões de potabilidade determinados pela Portaria n° 36, de 19 -01-90 do Ministério da Saúde.

Análises bacteriológicas foram realizadas pelo Laboratório da CAERD em Porto Velho (RO) para 15 cacimbas pré-selecionadas e na fonte utilizada pela Unidade Mista de Saúde (Figura 4 e Tabela 1). Em nenhuma delas ocorreu a presença de coliformes fecais, o que caracterizaria a contaminação por fossas domésticas, principal forma de destinação do esgoto domiciliar na região.

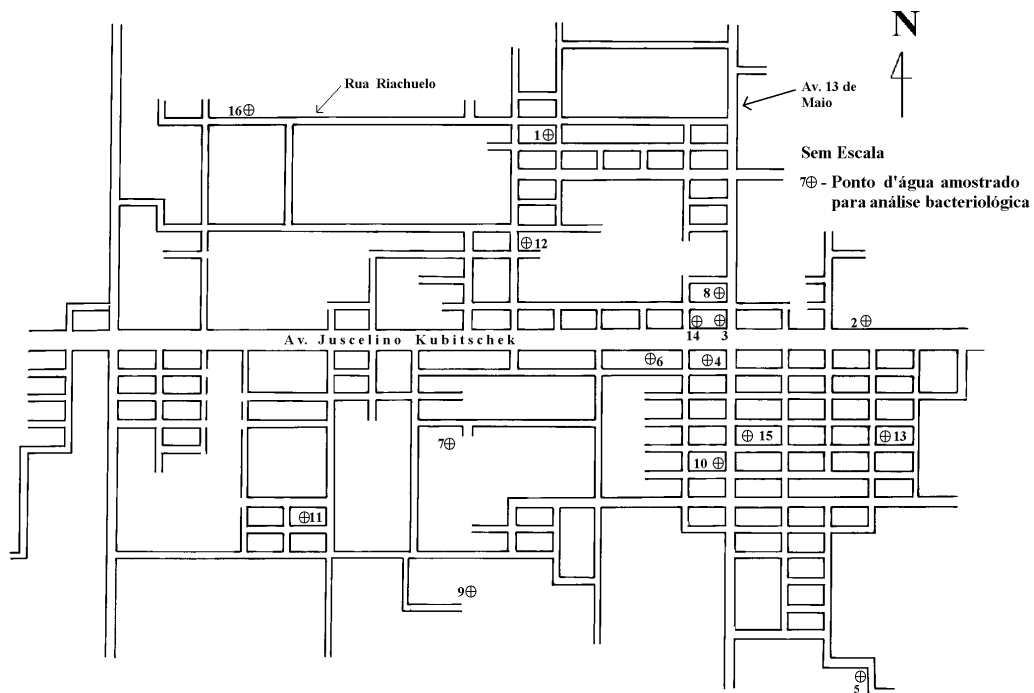


Figura 4 - Croqui esquemático da área urbana de Nova Brasilândia d'Oeste com a localização dos pontos d'água amostrados para análise bacteriológica.

Somente foram encontrados coliformes totais. Tal presença é explicada pelas condições construtivas precárias das cacimbas, que são vulneráveis à entrada de insetos, águas de má qualidade, dentre outros agentes potenciais de contaminação da água a ser consumida.



Tabela 1 - Pontos amostrados para análise bacteriológica e seus respectivos valores de pH e condutividade elétrica

Nº	Ponto de coleta	data da coleta	coliformes totais	coliformes fecais	pH	Cond. elétrica (µS/cm)
1	Esc. Machado de Assis	27/04/97	presença	ausência	5,92	53,3
2	Pizzaria Shalana	27/04/97	presença	ausência	5,5	49,2
3	Rest. Lanch. Zebrinha	27/04/97	presença	ausência	5,49	106,2
4	Hotel e Rest. Londrina	27/04/97	presença	ausência	5,55	62
5	Asberolândia	27/04/97	presença	ausência	6,8	74,5
6	Hotel Espeto de Ouro	22/04/97	presença	ausência	5,31	67,5
7	Esc. Aurélio B. de Holanda	27/04/97	presença	ausência	5,83	44,3
8	Rodoviária	27/04/97	presença	ausência	5,44	37,6
9	Unidade Mista de Saúde	27/04/97	presença	ausência	5,44	28,5
10	Hospital das Clínicas	27/04/97	presença	ausência	5,1	37,8
11	Centro Com. da Ig. Católica	27/04/97	presença	ausência	6,17	22,2
12	Centro Cecília Meireles	27/04/97	presença	ausência	6,57	80,3
13	Esc. Alexandre Gusmão	27/04/97	ausência	ausência	4,93	134
14	Supermercados Trento	05/05/97	ausência	ausência	-	-
15	Hotel e Rest. Iguazu	27/04/97	presença	ausência	5,42	173,9
16	Esc. Costa Pombo	05/05/97	ausência	ausência	6,41	104,9

Um outro ponto abordado nas investigações na área urbana, foi a possível contaminação da água subterrânea pela usina termelétrica que fornece energia para a cidade. A usina funciona há pelo menos 10 anos e desde então não tem havido nenhum cuidado quanto ao descarte do óleo diesel utilizado para seu funcionamento. No local, observa-se que há uma grande quantidade de óleo derramado nos fundos da usina, e que este infiltra no solo podendo alcançar o lençol freático. Apesar disso, segundo informações dos moradores e observações feitas no local, a jusante da usina, a água das cacimbas não apresenta qualquer indicativo de contaminação por óleo. Até mesmo a cacimba pertencente a usina, a poucos metros dos derrames de óleo, não apresenta indícios de contaminação.

A não contaminação dos poços é devido a grande profundidade do nível freático, 10 metros. Além disso, a zona não saturada é constituída por material argilo-arenoso, o que lhe confere uma baixa permeabilidade. Isto faz com que o poluente leve mais tempo para alcançar a água subterrânea, propiciando aos processos depuradores, tal como a biodegradação, um maior tempo de atuação.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com o “Mapa de Potencialidade para Captação de Água Subterrânea” (figura 5), foram definidas três grandes áreas com maior potencial para os aquíferos fraturados: a nordeste,

sudeste e oeste do município. Nessas áreas, devem ser realizados maiores estudos, tais como: fotointerpretação em escalas maiores e geofísica, uma vez que para a definição mais precisa na locação do poço há a necessidade de uma melhor localização das possíveis fraturas portadoras de água. Outras áreas classificadas como de menor potencial não devem ser descartadas, requerendo maiores estudos, embora com menores chances de sucesso devido ao tipo de rocha e principalmente ao grau de interseção de fraturas. As áreas de potencial nulo devem ser descartadas, uma vez que as chances de obtenção de água subterrânea em volume suficiente para o abastecimento público são mínimas.

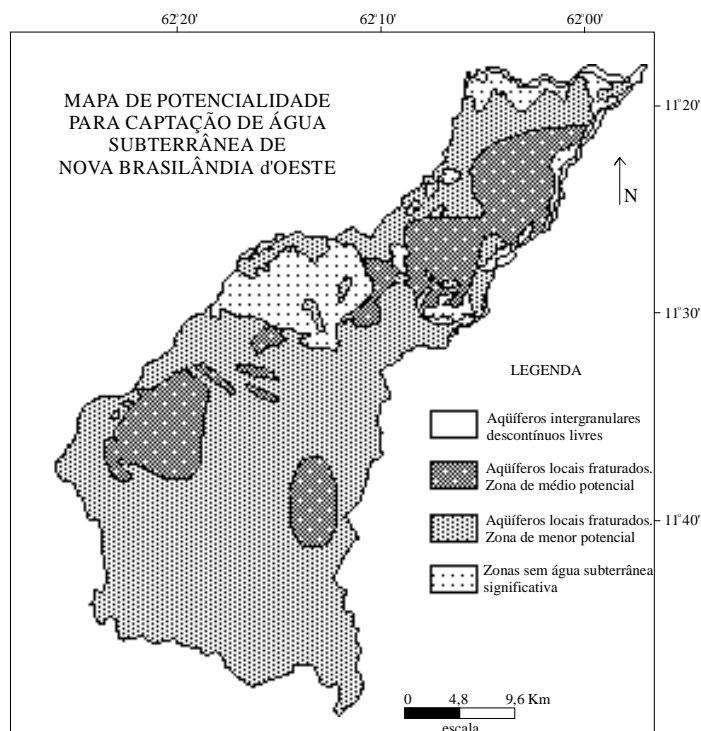


Figura 5 – Mapa de potencialidade para captação de água subterrânea do município de Nova Brasilândia d'Oeste (RO)

Os aquíferos porosos localizados no extremo norte e nordeste do município, embora apresentem a maior potencialidade na área, tem sua importância reduzida devido a grande distância em relação às regiões mais habitadas.

Na área urbana, apesar de localizada na região de menor potencial, a fonte que abastece a Unidade Mista de Saúde é subaproveitada. O volume de água utilizado pelo hospital é bem menor que os mais de 72 mil litros diários fornecidos pela fonte. Segundo moradores, a sua vazão não fica comprometida na estação seca, dessa forma a fonte apresenta grande potencial para atender a uma comunidade maior.

Uma das alternativas propostas para abastecer parte da população seria a construção de um poço tubular que captasse água desta fonte, que deve estar associada a um sistema de fraturas. Através de um poço com produção de 10 mil litros/hora, seria possível fornecer água de boa qualidade, a baixo custo, a pelo menos 1.000 habitantes nas proximidades, considerando-se o bombeamento de 20 horas/dia. Esta alternativa é bastante viável uma vez que a fonte fornece naturalmente cerca de 3.000 litros/hora. Este estudo para locação do poço consistiria na utilização de técnicas de geofísica para uma definição mais precisa da localização do sistema de fraturas portador de água.

A exploração da água contida no solo residual do xisto/paragnaisse, cujos sedimentos comportam-se como um aquífero (formação geológica portadora de água que devido a baixa permeabilidade cede água lentamente), mostrou-se uma alternativa bastante viável para o abastecimento domiciliar, onde o volume de água retirado raramente passa de 1.000 litros por dia. Para o abastecimento de escolas, hospitais, restaurantes e hotéis, durante a estação chuvosa o volume de água retirado é satisfatório, entretanto na estação seca, quando o nível freático baixa consideravelmente, a água fornecida pelas cacimbas torna-se insuficiente, acarretando sérios problemas para seus usuários.

Quanto à vulnerabilidade à contaminação deste manancial subterrâneo, de acordo com os resultados das 16 análises bacteriológicas, não foi detectada contaminação por coliformes fecais, apesar da cidade possuir uma grande quantidade de fossas domiciliares. Isto se deve a grande profundidade em que se situa o nível freático, em média 10 metros (estação chuvosa). Dessa forma, por exemplo, considerando-se a base de uma fossa a 5 metros de profundidade, existem ainda 5 metros de material argilo-arenoso para promover a depuração do líquido contaminante antes de chegar no nível freático.

Um grande problema na utilização da água subterrânea através das cacimbas está nas suas condições construtivas. Como foi comprovado, através das análises bacteriológicas, a grande maioria sofre com a presença de coliformes totais, que indicam as péssimas condições em que a água está armazenada. Tais bactérias podem ser eliminadas com a cloração ou fervura da água. Entretanto, para se evitar novas contaminações, é necessário que os poços sejam bem construídos. Devem ter uma tampa de cimento, sem frestas que permitam a entrada de insetos (por exemplo baratas), revestimento da parede do poço para se evitar desmoronamentos, além disso devem ter o piso ao redor do poço cimentado para se evitar que águas servidas ou de má qualidade se infiltrem entre o revestimento e a parede do poço.

O estudo aqui apresentado indica que a área tem condições de fornecer água subterrânea de qualidade, apesar de apresentar em sua grande maioria aquíferos fraturados. Isto fica evidenciado pelo poço da Fábrica de Laticínios Mariella e da fonte que abastece a Unidade Mista de Saúde que

apontam a existência de fraturas abertas que armazenam e transmitem água. Entretanto, devido aos tipos de rochas encontrados no município, onde as chances de êxito na obtenção de água subterrânea são bem menores, o estudo deve ser desenvolvido por especialistas de modo a assegurar o sucesso na exploração do recurso hídrico subterrâneo.

## **BIBLIOGRAFIA**

ERDÉLYI, M., GÁLFI, J. *Surface and Subsurface Mapping in Hydrogeology*. Chichester: John Wiley, 1988. 383p. il.

FETTER, C. W. *Applied Hydrogeology*. 2.ed. New York: Macmillan Publishing, 1988. 592p.

LIMA, J. do Espírito Santo (Org.). *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Monte Azul. Folha SD.23-Z-D-II. Estado de Minas Gerais. Escala 1:100.000. Brasília: CPRM, 1994. 74p. il.

SOUSA, R.da S. *Projeto Alvorada d'Oeste*. Relatório final do poço 03-AO-01-RO (Alvorada d'Oeste). Manaus: CPRM/REPO - Fundação Serviços de Saúde Pública, 1987.

SOUSA, R. da S. *Projeto Alvorada d'Oeste*. Relatório final do poço 03-AO-02-RO e 03-AO-03-RO (Alvorada d'Oeste). Manaus: CPRM/REPO - Fundação Nacional de Saúde, 1990.