

# CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO JACIPARANÁ NA CIDADE DE PORTO VELHO (RO)

José Cláudio Viégas Campos<sup>1</sup>; Eliomar Pereira da Silva Filho<sup>2</sup> & Iglair Régis Oliveira<sup>3</sup>

**Resumo** – O aquífero Jaciparaná, que se localiza sob a cidade de Porto Velho, no estado de Rondônia, é amplamente explorado pela população local. Entretanto, devido à reduzida rede de coleta de esgoto da área urbana que atende somente a 2% da população [1], utiliza-se amplamente o saneamento in situ como forma de destinação dos esgotos domésticos. Em 2003, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a Universidade Federal de Rondônia (UNIR) realizaram estudos hidrogeológicos nos bairros São João Bosco e Liberdade para avaliar a qualidade das águas subterrâneas utilizadas pela população. Foram coletadas amostras de água em 30 poços tubulares para análise da condutividade elétrica, nitrato e cloreto. Os teores de nitrato variaram de 0,64 a 26,43 mgN/l, sendo que 23% das amostras apresentaram valores acima do padrão de 10 mgN/l e, aproximadamente, 70% do total são valores acima de 3 mgN/l que, segundo a Environmental Protection Agency dos Estados Unidos [2], é indicativo de efeito antrópico.

**Abstract** - Jaciparaná aquifer that underlies Porto Velho town, in Rondônia state, has its groundwater exploited by local inhabitants. Otherwise, due to the limited sewers net that covers only 2% of urban area [1], on site sanitation is widely used in Porto Velho town. In 2003, Geological Survey of Brazil (CPRM) and Universidade Federal de Rondônia (UNIR) developed hydrogeological studies in São João Bosco and Liberdade neighborhood to evaluate chemical characteristics of groundwater used by population. It was collected groundwater samples from 30 wells to analyze conductivity, nitrate and chloride. Nitrate varied from 0,64 to 26,43 mg/l, and 23% of samples show values greater than 10 mgN/l and almost 70% of all ones show values greater than 3 mgN/l, that is pointed by United States Environmental Protection Agency [2] as a sign of human activity.

**Palavras-Chave** – Porto Velho; contaminação; nitrato.

---

<sup>1</sup> Hidrogeólogo – Serviço Geológico do Brasil – CPRM/Superintendência Regional de Salvador, Av. Ulisses Guimarães 2862 Sussuarana\CAB, CEP: 41213-000 Salvador – Bahia, Tel.: (071) 230-9977 email:jcviegas@sa.cprm.gov.br

<sup>2</sup> Professor -Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Departamento de Geografia – email: eliomar@ronet.com.br

<sup>3</sup> Acadêmica - Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Departamento de Geografia

## **INTRODUÇÃO**

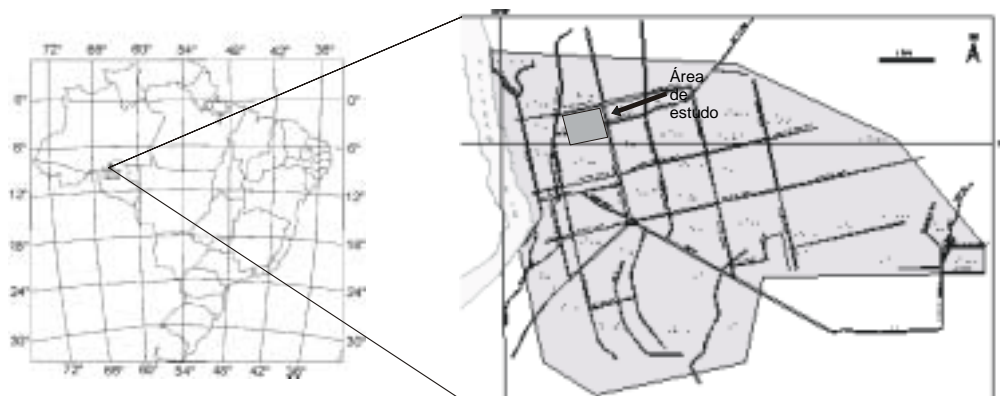
A cidade de Porto Velho tem no aquífero Jaciparaná uma fonte estratégica de água para abastecimento da população. Uma boa parcela dos habitantes, principalmente da área urbana, possui poços tubulares ou mesmo cacimbas para suprir ou mesmo complementar o abastecimento de água feito precariamente pela concessionária de águas e esgoto. Segundo dados da Companhia de Águas e Esgoto de Rondônia [1], somente 50% das residências possuem água encanada, e as que são favorecidas o são de forma intermitente. Dessa forma, há uma proliferação de perfuração de poços tubulares para atendimento da demanda particular. Este quadro está bem refletido nos bairros São João Bosco e Liberdade que são bairros contíguos onde vive parte da população de classe média de Porto Velho.

Neste quadro caótico, o aquífero subjacente vem sendo explorado descontroladamente através de perfuração de poços por empresas clandestinas sem o devido responsável técnico, fazendo com que tais poços se tornem potenciais vetores de contaminação devido as suas características construtivas deficientes. Embora o aquífero na porção estudada apresente-se confinado por camada argilosa de mais de 10 metros de espessura [3] fazendo com que tenha uma vulnerabilidade natural baixa, a disseminação de fossas domésticas na área urbana é muito grande aumentando o risco de contaminação das águas subterrâneas.

De modo a dar um diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a Universidade Federal de Rondônia (UNIR) desenvolveram estudos hidrogequímicos na porção central da área urbana de Porto Velho, mais precisamente nos bairros São João Bosco e Liberdade.

## **LOCALIZAÇÃO DA ÁREA**

A cidade de Porto velho está situada à margem direita do Rio Madeira, na latitude 08° 45' S e longitude 63° 55' W, possuindo uma área de aproximadamente 150 km<sup>2</sup> onde vivem cerca de 273.000 habitantes [4]. A área de estudo com 1,7 km<sup>2</sup> é constituída pelos bairros de classe média, São João Bosco e Liberdade, situados a noroeste da mancha urbana (Figura 1).



**Figura 1** – Mapa de localização da área de estudo na zona urbana de Porto Velho

Segundo a classificação de Köppen, a área possui clima tropical chuvoso, tipo Aw1, com uma estação moderadamente seca de junho a agosto. A pluviosidade e a temperatura média anual são de 2.262 mm e 26,7° C, respectivamente, de acordo com os dados da estação pluviométrica de Porto Velho, para o período de 1954 a 1993 [5].

## METODOLOGIA

Diversos autores têm utilizado parâmetros químicos para identificação da contaminação das águas subterrâneas por saneamento in situ. Segundo Foster e Hirata [6] as residências modernas introduzem no subsolo, através das fossas, principalmente, nitrogênio, patógenos fecais, compostos orgânicos sintéticos, hidrocarbonetos e sais. Na publicação “Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from on-site Sanitation” [7], os autores afirmam que os principais componentes químicos derivados do saneamento in situ são o nitrato e o cloreto e devido a sua mobilidade e persistência, são bons parâmetros químicos indicadores desse tipo de contaminação.

Com base nessas informações, optou-se por utilizar a condutividade elétrica, que está associada ao teor de sais dissolvidos na água, o nitrato e o cloreto como parâmetros para diagnosticar a qualidade das águas subterrâneas na área de estudo.

O estudo foi iniciado em maio de 2003 com o cadastramento de poços tubulares através de formulários, sendo solicitadas informações relativas à empresa construtora, data da perfuração, profundidade, vazão, dentre outras, além de uma amostra de água para medição da condutividade elétrica in situ. Um dos grandes problemas encontrados foi a baixa qualidade das informações dos poços cadastrados, dessa forma, optou-se por descartar tais informações, principalmente aquelas relativas à vazão, profundidade e perfil construtivo. Considerando-se que os poços nos bairros São

João Bosco e Liberdade estão captando água do paleo-canal do aquífero Jaciparaná, admite-se que as seções filtrantes estão posicionadas nas camadas arenosas e tem a profundidade limitada pelo embasamento que está localizado em média a 40 metros de profundidade [3].

Mediante as informações de condutividade elétrica das águas subterrâneas obtidas na fase do cadastramento, foram definidas inicialmente as áreas com valores anômalos, e tal informação, juntamente com a distribuição espacial, subsidiou na escolha dos 30 poços para análise de condutividade elétrica, nitrato e cloreto, dentre os mais de 150 cadastrados.

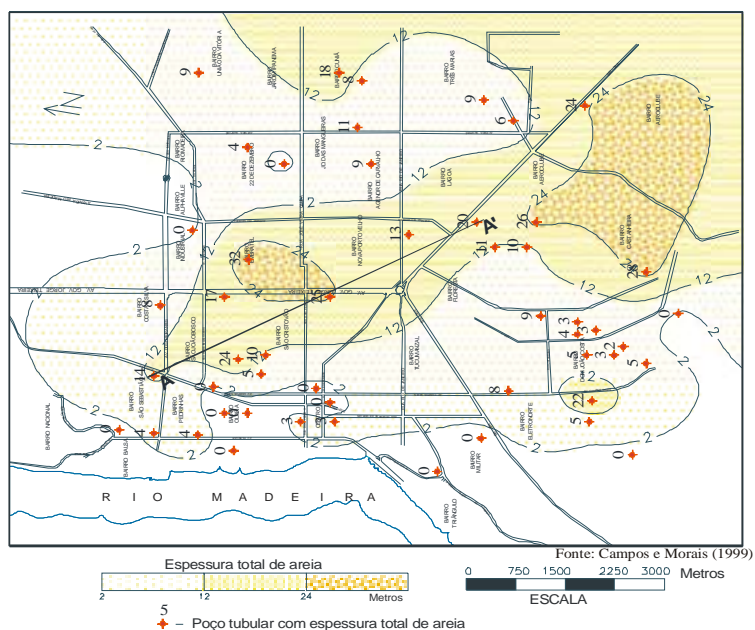
As amostras foram coletadas no período de 30 de junho a 10 de julho de 2003 e encaminhadas ao laboratório da Companhia de Águas e Esgoto de Rondônia (CAERD) para as análises de cloreto e nitrato, sendo que a condutividade elétrica foi medida no local através do condutivímetro portátil modelo M90 da CORNING. Foram então construídos mapas de isovalores de condutividade elétrica, nitrato e cloreto para definição das áreas com valores anômalos.

## **HIDROGEOLOGIA**

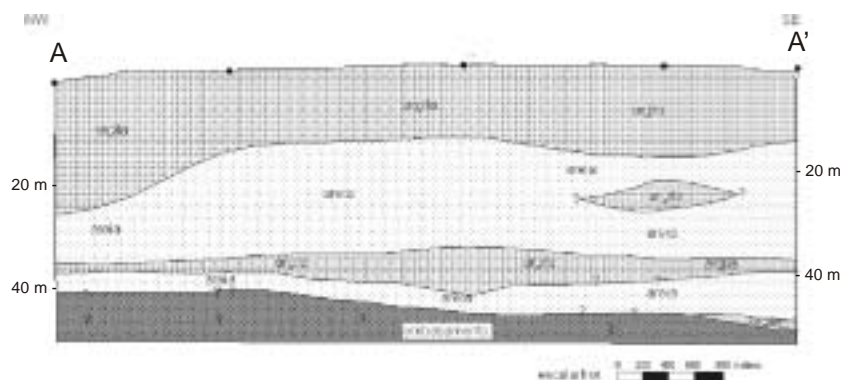
Na cidade de Porto Velho ocorre a Formação Jaciparaná que é constituída por sedimentos de origem fluvial e colúvio-aluvial bastante heterogêneos, com intercalações de areia, argila e silte com idade terciário-quadernária [8]. Os sedimentos possuem uma espessura média de 50 m, podendo alcançar mais de 90 m em determinados trechos.

Campos e Morais [3] definiram um paleo-canal nos sedimentos da Formação Jaciparaná na porção central da área urbana (Figura 2 e 3). Constitui uma feição com mais de 9.000 m de extensão e largura média de 1.500 m, com direção NW-SE que é coincidente com a direção das estruturas neotectônicas que condicionam o fluxo do rio Madeira e podem ser observadas em imagens de satélite. Este paleo-canal é caracterizado pela predominância de sedimentos arenosos com granulometria média a grossa e espessura média de 20 m, podendo alcançar até 32 m em algumas localidades. Observa-se no trecho estudado uma camada argilosa no topo da seqüência com 10 m de espessura em média, proporcionando uma proteção maior às águas subterrâneas deste sistema aquífero. Segundo ainda os mesmos autores, dentro da área do paleo-canal, a produtividade dos poços é elevada com vazões específicas superiores a 2 m<sup>3</sup>/h/m e vazão de produção podendo chegar a 30 m<sup>3</sup>/h.

As águas subterrâneas do aquífero Jaciparaná são classificadas como cloretadas sódicas, possuem pH ácido, normalmente inferior a 5, são águas com baixo teor de sais, entretanto, em algumas porções, podem apresentar teores de ferro acima das normas da Portaria 1469 do Ministério da Saúde que é de 0,3 mg/l, o que em muitos casos inviabiliza a sua utilização pela população [9].



**Figura 2** – Mapa da porção central área da urbana de Porto Velho mostrando o paleo-canal nos sedimentos da Formação Jaciparaná



Fonte: Campos e Morais (1999) modificado

**Figura 3** – Seção geológica A-A' do paleo-canal na área urbana de Porto Velho

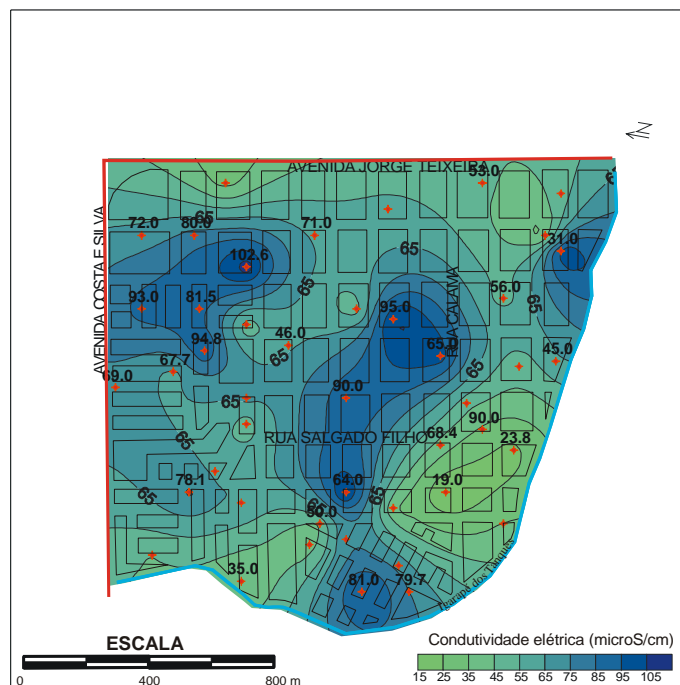
## RESULTADOS OBTIDOS

Os valores de condutividade elétrica variaram de 19 a 102  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Figura 4), enquanto os de nitrato de 0,64 a 26,4  $\text{mgN}/\text{l}$  (Figura 5) e os de cloreto de 0,9 a 15,97  $\text{mg}/\text{l}$  (Figura 6). Pode-se observar que 23% das amostras apresentaram valores de nitrato maiores do que 10  $\text{mgN}/\text{l}$ , que é considerado o limite máximo na água para consumo pela Portaria 1469 do Ministério da Saúde [9] e aproximadamente 70% apresentaram valores maiores do que 3  $\text{mgN}/\text{l}$ , que é indicativo de ação antrópica [2].

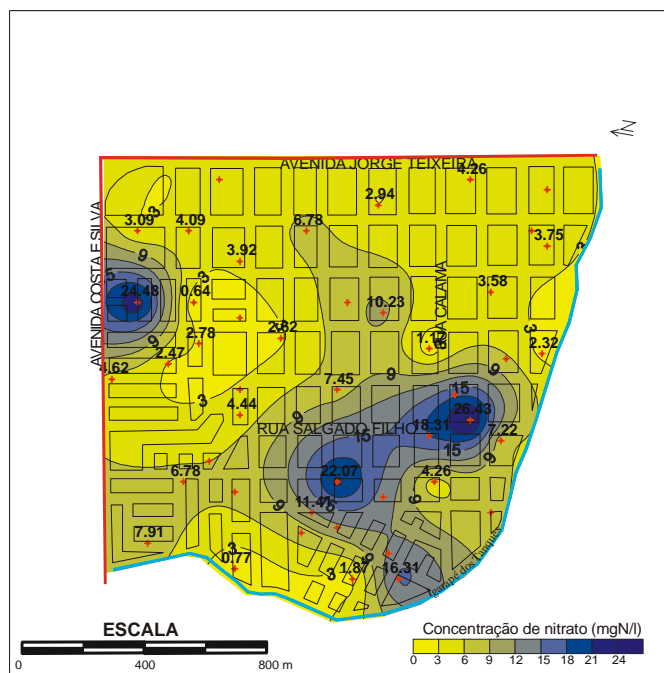
De acordo com as informações levantadas, grande parte da população da área em estudo afirma que não utiliza a água para dessedentação, somente para cozinhar, tomar banho, escovar os dentes e outras atividades, o que também ocasiona a sua ingestão indiretamente.

**Tabela 1** – Dados químicos das águas amostradas nos poços tubulares

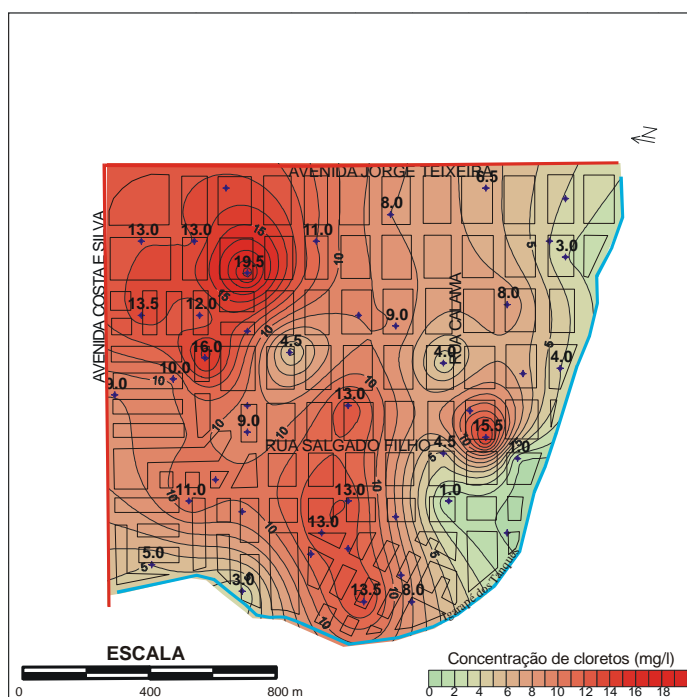
| Poço | Condutividade Elétrica (µS/cm) | Cl (mg/l) | NO <sub>3</sub> (mgN/l) | Poço | Condutividade Elétrica (µS/cm) | Cl (mg/l) | NO <sub>3</sub> (mgN/l) |
|------|--------------------------------|-----------|-------------------------|------|--------------------------------|-----------|-------------------------|
| PT01 | 79,7                           | 7,98      | 16,31                   | PT16 | 72                             | 12,97     | 3,09                    |
| PT02 | 19                             | 0,99      | 4,265                   | PT17 | 58                             | 7,98      | 2,936                   |
| PT03 | 65                             | 3,98      | 1,17                    | PT18 | 71                             | 10,98     | 6,78                    |
| PT04 | 50                             | 12,97     | 11,41                   | PT19 | 46                             | 4,49      | 2,623                   |
| PT05 | 81                             | 13,47     | 1,87                    | PT20 | 45                             | 3,99      | 2,319                   |
| PT06 | 95                             | 8,98      | 10,23                   | PT21 | 31                             | 2,99      | 3,75                    |
| PT07 | 78,1                           | 10,98     | 6,78                    | PT22 | 102,6                          | 19,46     | 3,92                    |
| PT08 | 35                             | 2,99      | 0,769                   | PT23 | 81,5                           | 11,97     | 0,64                    |
| PT09 | 90                             | 12,97     | 7,448                   | PT24 | 23,8                           | 0,99      | 7,221                   |
| PT10 | 94,8                           | 15,97     | 2,78                    | PT25 | 67,7                           | 9,98      | 2,471                   |
| PT11 | 64                             | 12,97     | 22,07                   | PT26 | 56                             | 7,98      | 3,58                    |
| PT12 | 50                             | 8,98      | 4,44                    | PT27 | 53                             | 6,49      | 4,26                    |
| PT13 | 69                             | 8,98      | 4,621                   | PT28 | 68,4                           | 4,49      | 18,305                  |
| PT14 | 45,1                           | 4,99      | 7,91                    | PT29 | 93                             | 13,47     | 24,48                   |
| PT15 | 80                             | 12,97     | 4,09                    | PT30 | 90                             | 15,47     | 26,43                   |



**Figura 4** – Mapa de condutividade elétrica das águas subterrâneas com a localização dos poços tubulares



**Figura 5** – Mapa de teor de nitrato nas águas subterrâneas com a localização dos poços tubulares

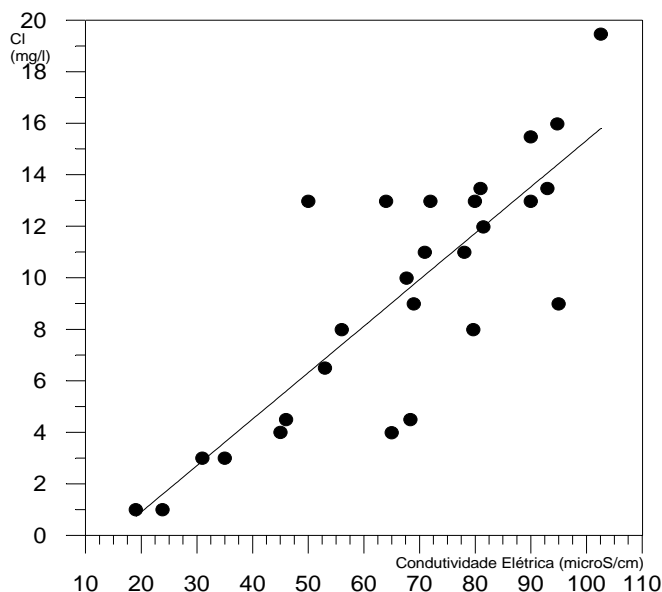


**Figura 6** – Mapa de teor de cloreto nas águas subterrâneas com a localização dos poços tubulares

Os valores de nitrato acima de 3mgN/l encontram-se disseminados por toda a área, ocorrendo valores bastante elevados, principalmente, na porção central e oeste. Tais indicativos apresentam correspondência na condutividade elétrica e cloreto que apresentam valores mais elevados nestas porções.

A condutividade elétrica e o teor de cloreto (Figura 7) das amostras de água analisadas apresentaram um bom índice de correlação (0,7). Demonstrando que é possível fazer um estudo

somente com a medição da condutividade elétrica estimando os valores de cloreto nas águas subterrâneas na área urbana de Porto Velho.



**Figura 7** – Relação entre Condutividade elétrica e teor de cloreto nas águas subterrâneas

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que as águas subterrâneas dos bairros São João Bosco e Liberdade estão sendo contaminadas pelo saneamento in situ. Embora haja uma camada argilosa com média de 10 metros de espessura, que diminui a vulnerabilidade natural do aquífero, a densidade populacional e as características das fossas domésticas contribuem para aumentar o risco de contaminação. Na área urbana de Porto velho é bastante comum a construção de um buraco, normalmente com 2 metros de profundidade, sem revestimento, onde são jogados os dejetos domésticos, o que aumenta a carga de nitrogênio lixiviado para o subsolo [7]. Além disso, observou-se que o nível freático, ao término da estação chuvosa (maio), normalmente, encontra-se a poucos centímetros da superfície, fazendo com que muitas fossas fiquem submersas, dificultando a decomposição da matéria orgânica, diminuindo a eficiência do sistema de saneamento in situ.

Embora os teores de nitrato acima de 10 mgN/l possam causar problemas à saúde em crianças com, menos de 6 meses, há, concomitantemente, a introdução de outros contaminantes, por vezes mais tóxicos, associados aos detergentes domésticos e outros compostos presentes nos produtos de limpeza, além de uma variedade grande de organismos patogênicos que podem causar cólera, hepatite, desintéria, dentre outras doenças de veiculação hídrica. Além disso, é comum na área estudada a existência de oficinas mecânicas, lavanderias e tinturarias que introduzem compostos tóxicos sintéticos potencialmente danosos à saúde humana [6].



Durante os estudos, foram feitas medições aleatórias da condutividade elétrica das águas subterrâneas em algumas cacimbas na área de estudo e, geralmente, os valores obtidos apresentam-se sempre superiores àqueles obtidos nos poços tubulares, indicando que há um zoneamento vertical da qualidade das águas subterrâneas.

Somente com a construção de um sistema de saneamento básico eficaz, com a ampliação da rede de coleta e tratamento de esgoto e de distribuição de água potável, haverá a diminuição do risco para a população de contrair doenças causadas pela ingestão da água de má qualidade. É de senso comum que tal situação somente acarreta aumento nos gastos com a saúde municipal e a gestão sustentável do espaço urbano é de fundamental importância para a diminuição da carga de contaminantes no aquífero Jaciparaná preservando a qualidade desta reserva estratégica de água potável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTO DE RONDÔNIA-CAERD. 1997. Diagnóstico dos serviços de saneamento básico do Estado de Rondônia. Porto Velho: Porto Velho, n.p.
- [2] U. S. Environmental Protection Agency. Environmental indicators of water quality in the United States. EPA 841-R-96-002. Washington, D.C. 1996.
- [3] CAMPOS, J. C. V. & MORAIS, P. R. C. 1999. *Morfologia dos Aquíferos da área urbana de Porto Velho (RO)*. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, Belo Horizonte, (CDROM).
- [4] CENSO demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- [5] BEZERRA, R. B. 1996. Balanço hídrico em Porto Velho-RO, no período de 1954 a 1993. Através do método de THORNTHWAITE e MATHER (1955). Porto Velho, UNIR/Departamento de Geografia, 83 p.
- [6] FOSTER, S. & HIRATA, R. 1993. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. Tradução de Ricardo Hirata, Sueli Yoshinaga, Seiju Hassuda, Mara Iritani. São Paulo, Instituto Geológico, Boletim 10, 92 p.
- [7] ARGOSS 2001. Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On Site Sanitation. British Geological Survey Comissioned Report, CR/01/142. 2001. 97p.
- [8] ADAMY, A. & ROMANINI, S. J. (Orgs.). 1990. Geologia da Região Porto Velho \_ Abunã. Folhas Porto Velho (SC.20-V-B-V), Mutumparaná (SC.20-V-C-VI), Jaciparaná (SC.20-V-D-I) e Abunã (SC.20-V-C-V). Estados de Rondônia e Amazonas. Brasília, DNPM/CPRM, 273 p.
- [9] BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 1469 de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília. 2000. 17 p.