

AVALIAÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA ÁREA URBANA DE PORTO VELHO - RONDÔNIA – BRASIL

É.R.D.Rodrigues¹; J.P.Santos^{1,2}; A.S. Martins^{1,2}; W.R.Bastos^{1,2}; D.P.Carvalho³; I.B.B.Holanda³ ;
R.Almeida⁴ & E.L.Nascimento⁴.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água subterrânea, determinando a quantidade de coliformes fecais e totais e parâmetros físico-químicos. A área de estudo compreende a cidade de Porto Velho – Rondônia. O processo metodológico constitui-se de três etapas: coleta de campo, análise de laboratório e análise estatística dos dados. Os parâmetros físico-químicos foram realizados *in loco*. Criou-se um banco de dados editado nos programas ArcView Gis 3.2 e Surfer 8.0. A maior cota no aquífero é encontrada onde os níveis piezométricos são mais elevados (49-110metros) influenciando o lençol freático na distribuição dos níveis bacteriológicos de coliformes fecais ($0 \leq 15.400$ NMP/100 mL) e totais ($0 \leq 21.300$ NMP/100 mL) estando a maioria dos valores fecais como totais acima dos limites permissíveis. As contribuições fluviais dos lançamentos de resíduos domésticos e sólidos direcionados a córregos, valas e igarapés, possibilitam a influência. A população da cidade de Porto Velho está sujeita ao consumo de água contaminada nos poços, os riscos e a contaminação distribuem-se em todas as Zonas da cidade. A possibilidade de doenças vinculadas à água existe e é justificável com o crescimento urbano e a instalação das Hidrelétricas de Santo Antonio e Jirau não existindo fatores estruturais de saneamento e água potável.

PALAVRAS-CHAVE: 1. Coliformes Fecais e Totais 2. Qualidade da água 3. Poços

¹Laboratório de Biogeoquímica Ambiental Wolfgang C. Pfeiffer, Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR. BR 364, Km 9,5 – Telefone: (xx69) 2182-2135 - Porto Velho/RO. <http://www.biogeoquimica.unir.br>

²Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente-PGDRA.

³Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR. BR 364, Km 9,5 – Porto Velho/RO

⁴ Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Programa de Pós Graduação em Biofísica

ABSTRACT

The work objective was to evaluate the subterranean water quality in Porto Velho city – Rondônia. The methodological process was constituted of three stages: Sample collect, laboratory analysis and data statistical analysis. The physical-chemicals parameters were measured *in loco*, after was produced a data base using the Arc Gis 3.2 and Surfer 8.0 programs. The greater contribution in water-bearing is where the piezometric levels are greater (49-110 meters), being the fecal and total coliforms levels distribution influenced by the groundwater. The majority of total ($0 \leq 21,300$ NMP/100ml) and fecal ($0 \leq 15,400$ NMP/100ml) coliforms values were above permissible limits. The fluvial contributions of the domestic and solid residues launchings directed to the streams, ditches and *igarapés*, make possible the influence. The Porto Velho population is vulnerable to the contaminated water consumption in the well and the risks and the contamination are in all city zones. There is the possibility of illnesses related to the water, being justifiable due to the urban growth and to the Saint Antonio and Jirau hydroelectric installation, not existing sanitation structural factors and drinking water.

Keywords: 1. Total and Fecal Coliforms 2. Water Quality 3. Wells

1. INTRODUÇÃO

Na década de 80, a ênfase nas pesquisas de água subterrânea nos países industrializados mudou de problemas de avaliação quantitativa, isto é, de problemas de abastecimento d'água para problemas de avaliação de controle da qualidade. Nos últimos 15 anos, além dos aspectos gerais da qualidade das águas subterrâneas, as atenções voltaram-se para a sua contaminação por resíduos industriais perigosos, chorumes de depósitos de lixo urbano, derramamentos de petróleo e atividades agrícolas, como o uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas (HIDROGEOLOGIA, 2000).

A água foi o tema escolhido pelas Organizações das Nações Unidas (ONU) para compor a segunda parte do Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH, 2000), apontando que mais de um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável no mundo, por viverem em regiões secas ou pelo fato dos rios estarem poluídos.

No Brasil, segundo este relatório os 20% mais ricos da população desfrutam de níveis de acesso à água e a saneamento geralmente comparáveis ao de países ricos. Enquanto os 20% mais pobres têm uma cobertura, tanto de água como de esgoto, inferior à do Vietnã.

De acordo com dados da CAERD (2001), no ano de 2000 somente 2% da população de Rondônia era abastecida com água encanada. Quanto à capital deste estado, Porto Velho, apenas 48% da população possuía abastecimento com água tratada enquanto que 52% fazia a utilização de água de poço tanto para o consumo humano como para o uso doméstico (CAERD, 2001).

Porto Velho sofre com a falta de infra-estrutura urbana adequada como rede de esgotos, atendimento aos domicílios de água potável, tratamento de esgoto, drenagem, lençol freático muito alto, ocupação desordenada, perspectiva de doenças hídricas e perspectivas de desenvolvimento econômico-industrial. Tais fatores são determinantes para a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas.

Uma análise espacial das condições da qualidade da água subterrânea na cidade de Porto Velho se faz necessário em nível local e geral, uma vez que através dessa avaliação poderá ser verificada a complexidade do problema. Este estudo é importante na medida em que contribui para a avaliação de qualidade da água subterrânea quanto aos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e de nutrientes inorgânicos, fundamentais para subsidiar a tomada de decisão do Poder Público e melhorar a qualidade de vida da população da cidade de Porto Velho.

latitude 08° 44' 24",5607 e longitude 63° 54' 09",9076, com altitude 85,96 m. Utilizou-se também as coordenadas geográficas do ponto na UNIR (Universidade Federal de Rondônia) para calibrar os equipamentos de GPS e altímetros confeccionado em uma estrutura trapezoidal de 50 cm de altura com base de 70 cm de aresta, coordenadas em UTM DATUM SAD 69 - Meridiano Central - 63 graus W.MGPS -319 E=3966883,184m N=9023094,394m Alt.MSL 120,63m.

Para descarregar os dados coletados nos pontos amostrados no computador foi utilizando o *software* GPS TRACKMAKER PRO versão 3.4 e os dados salvos em DXF para convertê-lo em uma Planilha para elaboração do tratamento geoestatístico.

No processamento dos pontos coletados no GPS Geodésico foi utilizado o programa Survey Project Manager obtendo valores diferenciados nas Zonas da cidade de Porto Velho, sendo extraído as coordenadas geográficas e a altitude de cada ponto, admitindo-se precisão horizontal e vertical de até 0,3 metros mais 2 ppm (distância do ponto para a base) com um intervalo de confiança de 95%.

Mapa Piezométrico

A obtenção dos mapas de isopiezas em curvas se baseia na medição em campo dos níveis piezométricos (H) e respectivo traslado e interpretação sobre mapas topográficos. As curvas assim obtidas representam as equipotenciais da superfície piezométrica. Para interpretação de mapas desta natureza, primeiro se definem os eixos de fluxo e suas direções traçando-se perpendiculares de cada curva isopieza. Os principais eixos correspondem aos trajetos mais curtos e simples das águas subterrâneas (HIDROGEOLOGIA, 2000). As medidas em campo foram realizadas considerando-se a cota do terreno e o nível da água no aquífero

Análise Bacteriológica

Os materiais utilizados para análise bacteriológica foram devidamente esterilizados em autoclave e a manipulação dos materiais foram realizados dentro da capela de fluxo laminar

Para análise bacteriológica a água foi coletada em garrafas de água mineral, onde a água mineral fora descartada e a garrafa “rinsada” com a água do local antes das coletas de cada amostra. As amostras foram armazenadas em caixa de isopor contendo gelo para manter a preservação bacteriológica até a chegada ao laboratório de Biogeoquímica/UNIR.

No laboratório a análise se iniciou com a diluição de 100x, onde se pipetou 1,0 mL da amostra aferindo a 100mL com água deionizada estéril (previamente autoclavada). Em seguida, a amostra passou pelo processo de filtração através da membrana filtrante de acetato de celulose quadriculada (Millipore) de 0,45µm de porosidade. Após a filtração, as membranas foram colocadas sobre o meio de cultura *chromocult* (Produto Merck). Incubaram-se as placas de ágar *chromocult* a 37°C por 24h, observando-se a presença de coliformes totais (colônias rosa/lilás) e de coliformes fecais (*E. coli*) (colônias violetas/pretas), expressando-se o resultado em número mais provável (NMP/100 mL). A partir da contagem destas colônias, calculou-se a densidade de coliformes presentes na amostra, multiplicando-se pela diluição (100/mL), onde para se obter o número de coliformes totais, somam-se coliformes fecais e coliformes não fecais (CETESB, 1987).

Delineamento Amostral

O desenho amostral da área foi elaborado a partir da divisão geopolítica do município de Porto Velho que estabelece 5 setores, classificados por Zonas. Foram enfatizados principalmente os bairros que são cortados por igarapés da cidade e de áreas de extensão urbana, consideradas periféricas. Os pontos amostrais foram distribuídos nas 5 zonas de Porto Velho: Zonas 1, 2, 3, 4 e 5 com 33 pontos amostrados nas Zonas 1, 3, 4 e 5 e na Zona 2 com 34 pontos amostrados,

perfazendo um total de 166 pontos coletados. Outro aspecto também considerado nas amostragens foi o de selecionar as coletas nos poços nas proximidades dos igarapés.

Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi determinado pelos níveis do lençol freático com a direção do fluxo da água subterrânea e da altimetria com suas declividades, indicado com os níveis piezométricos.

Foram coletadas 3 alíquotas de água de cada ponto amostral para quantificação dos níveis bacteriológicos (coliformes fecais e totais). Os parâmetros limnológicos como temperatura da água, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido foram medidos *in loco* em todos os pontos.

Delineamento Espacial

Utilizou-se para o delineamento espacial o programa SURFER 8, criando um arquivo a partir do mapa de coordenadas geográficas de latitude e longitude (XY), sendo Z as concentrações dos parâmetros a serem analisados, trabalhando sempre com três variáveis. Posteriormente foi criado um GRID a partir da planilha de dados mostrando as linhas de contorno, o método da *MINIMUM CURVATURE* acionando posteriormente a *CROSS VALIDATE* plotando o mapa gerado nas áreas.

Tratamento de Dados

Utilizou-se para o tratamento dos dados o programa ArcView Gis 3.2 com a confecção de um banco de dados contendo informações físico-químicas-microbiológicas dos pontos amostrais. Através do programa Surfer 8.0 foi criada uma malha 3D do mapa topográfico gerando-se um mapa de contorno (isolinhas) para sobreposição com a superfície 3D, editando-se o “*overlay*”. Exportando-se, posteriormente, para o ArcGis 9,2 e sobrepondo a malha urbana da cidade, sendo determinado os níveis de suas concentrações espaciais e pontuais das amostras.

3. RESULTADOS

Tabela 1 - Média e desvio padrão de altimetria, profundidade do poço da fossa, pH, OD, condutividade elétrica e temperatura da água na cidade de Porto Velho.

ZONA	Alt. (m)	Prof. (m)	Poço para Fossa (m)	pH	OD (mg/L)	Cond. µs/cm	Temp. (°C)
1	81,4±14,2	5,99±5,96	17,8±9,3	4,96±0,59	3,19±1,55	22,6±37,2	28,4±0,7
2	97,3 ± 5,9	2,18±2,01	19,8±8,4	4,83±0,36	2,22±0,94	62,6±30,1	28,6±0,7
3	92,8±6,9	7,77±5,57	15,8±8,4	5,41±0,96	3,35±1,39	51,0±31,0	28,6±0,6
4	95,1±20,3	3,80±3,43	17,1±5,6	4,87±0,45	2,10±1,49	56,8±39,6	28,4±0,5
5	96,2±4,6	3,75±1,83	17,8±5,5	4,81±0,46	2,95±1,47	37,4±24,9	28,3±0,6
CONAMA Nº.357	-	-	-	6,0 - 9,5	6,0>x	-	-

DP – Desvio Padrão

ALT – Altimetria

Prof – Profundidade do Poço

Dist P da F – Distância do poço em relação a fossa.

O pH em sua distribuição espacial nas 5 Zonas da cidade de Porto Velho (Tabela 1) apresenta valores levemente ácidos na maioria das Zonas. Na Zona 1 a variação na água dos poços foi entre 3,0 a 3,8, destacando o bairro Nacional que apresentou o valor mais baixo. A Zona 3, representada pelos bairros Floresta, Cidade do Lobo, Conceição e Caladinho e Zona 5 nos bairros Ronaldo Aragão e Marcos Freire, registrou valores entre 5 e 6,8. O pH mais baixo foi detectado no ponto 153 na Zona 5, bairro Nova Esperança, e o mais elevado no ponto 111, na Zona 3 no Bairro Floresta.

Com valores entre 5 a 6,8 identifica-se na Zona 3 e 5 os níveis de levemente ácido a neutro, demonstrado uma área de transição para pH levemente básico com maior intensidade (7.2 a 8.6) constatado principalmente na Zona 3, nos bairros Floresta e Cidade do Lobo, e Zona 5 bairro Marcos Freire.

As determinações de condutividade elétrica nas 5 Zonas da cidade de Porto Velho apresentaram variações em seus resultados, sendo os maiores valores encontrados nas Zonas 2, 3 e 4 (Tabela 1). Na Zona 1, o ponto 25 localizado no bairro Triângulo, se identificou o menor

valor de condutividade dentre as 5 zonas estudadas, que corresponde a $0,32\mu\text{s/cm}$. O valor mais elevado foi na Zona 1, com concentração de $144,6\mu\text{s/cm}$ correspondendo ao ponto 29 no bairro São Sebastião II.

Na Zona 2, o ponto 71 do bairro Alphaville, apresentou o menor valor, $13,1\mu\text{s/cm}$, e o maior valor foi no ponto 42 do bairro Nova Porto Velho, de $134,8\mu\text{s/cm}$. A Zona 3 com o ponto 98 do bairro São João Batista obteve-se o menor valor ($15,7\mu\text{s/cm}$) constatando-se com maior valor registrado no ponto 127 do bairro Caladinho, $117,6\mu\text{s/cm}$.

Na seqüência, a Zona 4 no ponto 94 do bairro Três Marias foi o que apresentou o menor valor ($12,4\mu\text{s/cm}$) e o maior valor no ponto 129 do bairro JK1, $142,1\mu\text{s/cm}$. Os valores de condutividade elétrica encontrados na Zona 5 variaram entre $9,8\mu\text{s/cm}$, ponto 148 do bairro Nova Esperança, e $98,3\mu\text{s/cm}$ no ponto 165 no bairro Ronaldo Aragão

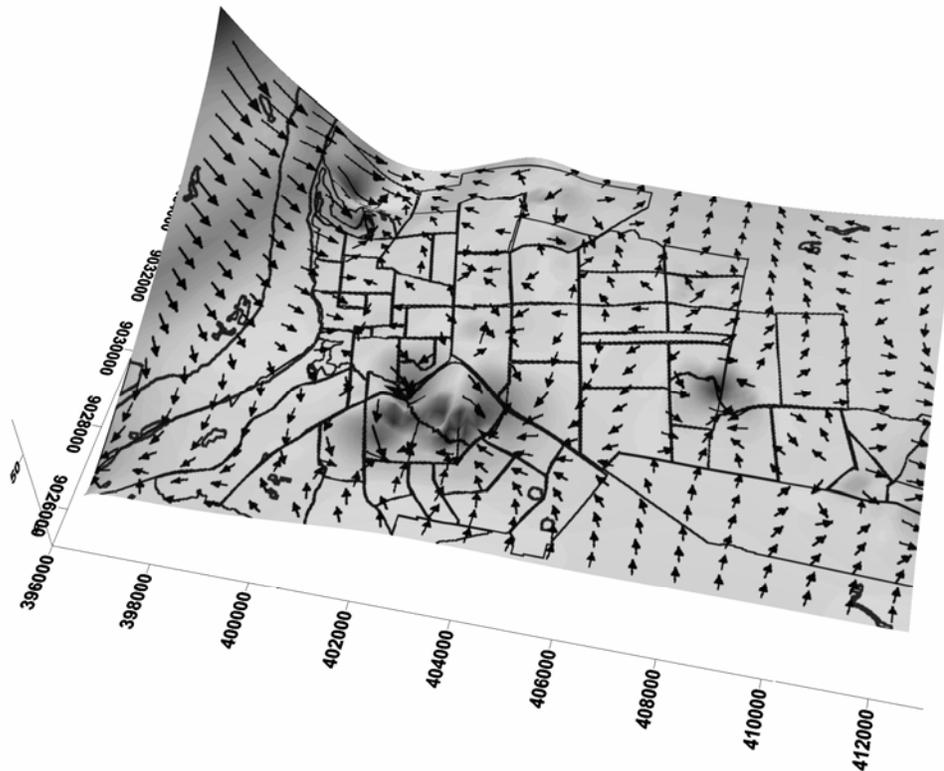


Figura 1 – Altimetria relacionada com a direção do lençol freático da cidade de Porto Velho.

A altimetria (figura 1) mais elevada foi encontrada na Zona 5 com 96,18 metros e a mais baixa localizada na Zona 1 com 81,45 metros.. Na Zona 3 a média foi de 7,77 metros e desvio padrão de 5,57 metros; na Zona 2 a média com os níveis mais elevados de profundidade de 2,18 metros de média e desvio padrão de 2,01 metros.

As médias encontradas da distância dos poços em relação à fossa (tabela 1) variaram de 15,85 metros a 19,85 metros de distância. Os valores médios de pH encontram-se levemente ácido com variação de 4,81 na Zona 5 a 5,41 na Zona 3; na Zona 2 de 3,6 aumentando na Zona 1 para 5,9. Esses valores médios estão abaixo dos níveis recomendados pela CONAMA Nº 357, de 17 de Março de 2005 de 6,0 a 9,5 para pH em água para consumo humano.

As determinações de condutividade elétrica apresentaram médias mais elevadas na Zona 2 com 62,62 $\mu\text{s}/\text{cm}$. As médias mais baixas foram determinadas na Zona 1 com valores de 22,62 $\mu\text{s}/\text{cm}$, a condutividade em suas variações como demonstradas em seu desvio padrão que na Zona 5 de 24,95 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a valores na Zona 4 de 39,65 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pode estar ligadas ao fluxo do lençol freático como também da carga sólida de partículas na água dos poços ou de matéria orgânica.

A profundidade dos poços na Zona 2 encontra-se o valor mais elevado do lençol freático atingindo 0,30 cm com uma variação a 8,5 metros. A maior profundidade alcança seus níveis máximos na Zona 3 com variação de 0,80 cm a 19 metros.

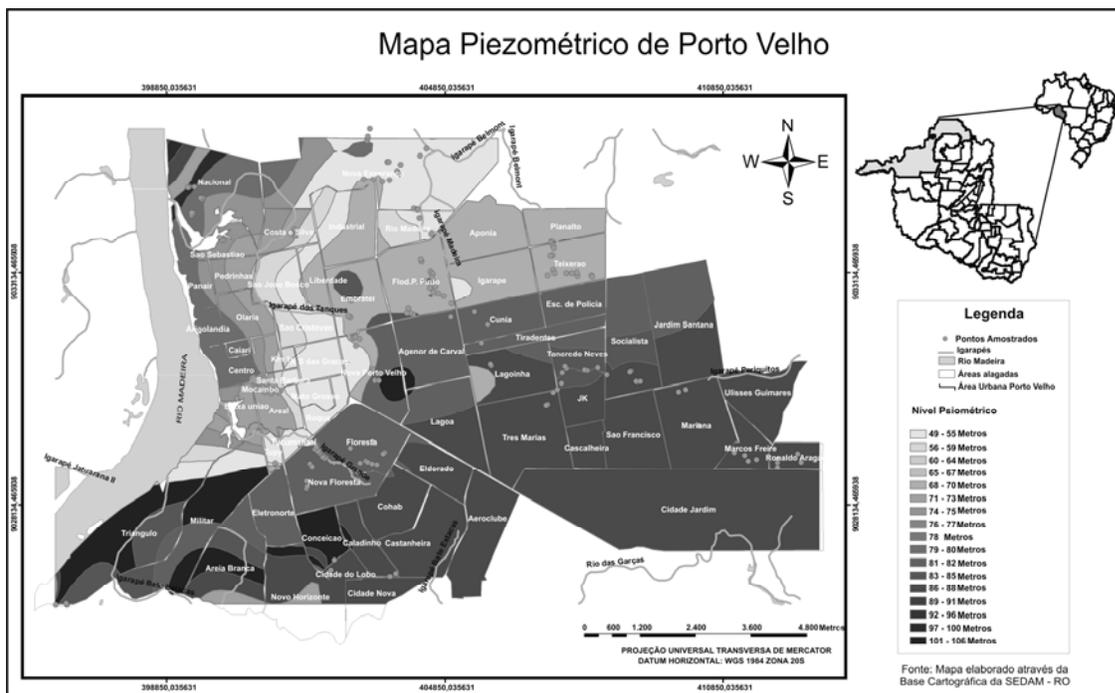


Figura 2 – Distribuição espacial dos níveis piezométricos na cidade de Porto Velho.

O nível piezométrico (figura 2) constata-se na Zona 2, nos bairros Nova Porto Velho 110 metros, Embratel 100 metros e Flodoaldo Pontes Pinto 104 metros, apresentando uma média de 96 metros. A Zona 3 apresenta médias menores com 85 metros e as maiores variações onde seus valores reduzem seus níveis abruptamente, como exemplo disto temos no bairro Floresta 73 metros o menor valor da Zona 3 e na mesma Zona temos uma medida de 114 metros na Cidade do Lobo onde se obtêm uma cota maior no aquífero.

As menores médias do aquífero são encontradas na Zona 1 com 76 metros, onde o nível piezométrico é menor no bairro Areal apresentando um valor de 49 metros, sendo que na Zona 4 apresenta uma média em relação a seus valores de 91 metros, com valores que variam de 52 metros a 105 metros no bairro Teixeiraõ.

Na Zona 5 as médias alcançadas foram de 92 metros obtendo-se valor mínimo no bairro Nova Esperança de 77 metros, sendo que no bairro Socialista onde encontra-se mais elevado atingindo

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos coliformes fecais e totais em NMP/100mL na água subterrânea das 5 zonas da cidade de Porto Velho.

Zonas	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		Zona 5	
	CF	CT								
Média	1466	2660	2038	5258	2669	4884	2115	4533	1406	3624
DP	3112	3161	2437	5108	3833	5016	3831	5209	2897	3608
CV	212%	118%	119%	97%	143%	102%	181%	114%	206%	99%
Ministério da Saúde (2004)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DP – Desvio Padrão

CF – Coliformes Fecais

CT – Coliformes Totais

CV – Coeficiente de Variação

Ministério da Saúde, índice (0,00) NMP/100 mL

Os valores médios determinados para coliformes totais (tabela 2) tem seus maiores valores na Zona 2 com a Zona 1 obtendo a menor média. O desvio padrão com o coeficiente de variação revelam uma grande variabilidade nos pontos amostrados. Os maiores desvios padrões são encontrados na Zona 3 para coliformes fecais e Zona 4 de coliformes totais.

Com o coeficiente de variação (Tabela 2) identificou-se que as concentrações tanto coliformes fecais como totais determina-se uma elevada variação com dispersão dos resultados dos poços.

Nas Zonas 2 e 1 determinou-se a amostragem com valores respectivamente menores para coliformes fecais e maiores para coliformes totais. A Zona 2 e 1 encontra-se respectivamente variação dos valores fecais de 119% Zona 2 e Zona 1 com 212% obtendo variações em suas concentrações maiores para coliformes fecais de 97% Zona 2 e 118% na Zona 1. uma cota maior de 100 metros.

A Zona 1, localizada no centro da cidade de Porto Velho, apresentou boa qualidade em sua água em alguns poços amostrados: pontos 1 e 4 no bairro Nacional; ponto 12 na Vila Tupi; pontos 17 e 19 no bairro Areal; ponto 28 do São Sebastião II e; pontos 31 e 32 no bairro Costa e Silva.

As águas dos poços da Zona 2 que apresentaram ausência em coliformes fecais foram as da casa 38 no bairro Nova Porto Velho; na amostra 65 do bairro Flodoaldo Pontes Pinto e;

amostra 69 no Alphaville. Nesta Zona o maior índice de coliforme fecal ocorreu no ponto 48 do bairro Agenor de Carvalho com 10.200 NMP/100 mL.

Na Zona 3 constatamos que os pontos 96, 114 e 118 do bairro Floresta; pontos 103 e 104 do bairro Nova Floresta e; ponto 105 do bairro São João Batista apresentaram ausência por coliformes fecais. Também apresentou ausência em coliformes fecais na Zona 4 nos pontos 79 no bairro Esperança da Comunidade, 85 no bairro Teixeira e 88 e 89 no Tancredo Neves.

A Zona 5, considerada periférica, destaca-se pela ausência de coliformes fecais nas águas dos pontos 141 e 153 do bairro Nova Esperança. Já as Zonas 2 e 3 juntas encontram-se com o pior índice de coliformes fecais em suas águas subterrâneas nas áreas da cidade de Porto Velho.

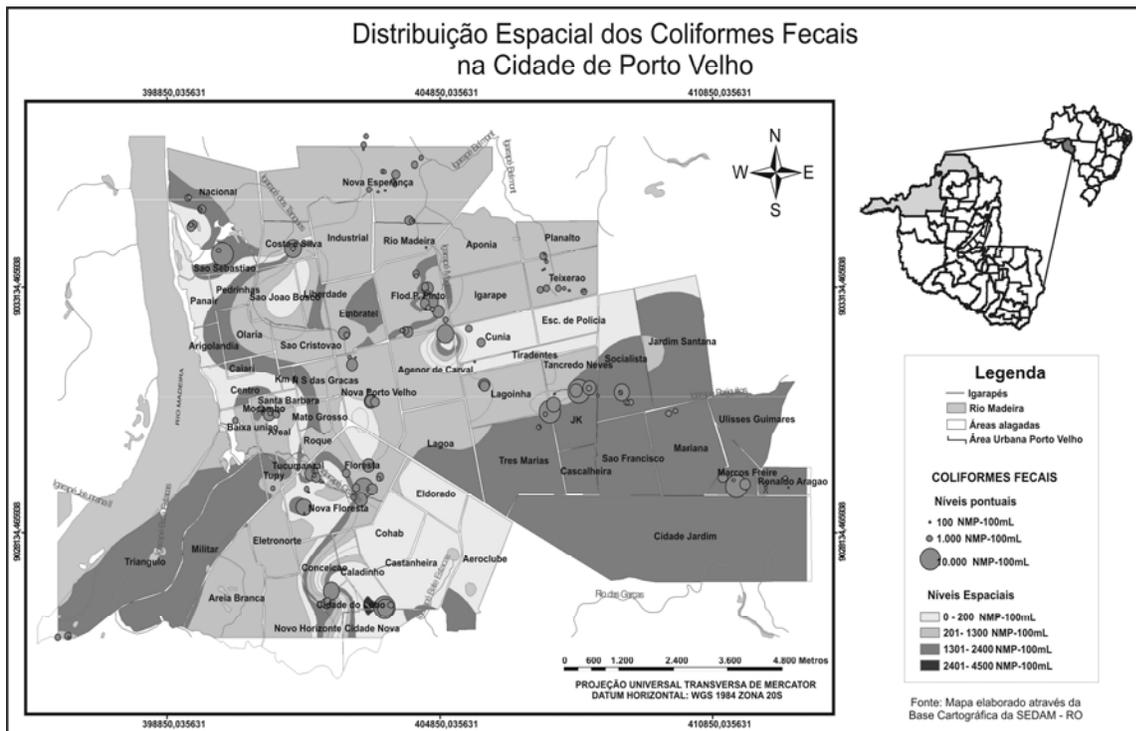


Figura 3 – Distribuição espacial dos níveis de Coliformes Fecais nas águas subterrâneas na cidade de Porto Velho.

A distribuição espacial dos níveis de coliformes fecais nas águas subterrâneas na cidade de Porto Velho pode ser observada na figura 3. A Zona 1, no bairro Costa e Silva, apresentou variações entre não detectável a 1000 NMP/100 mL. A Zona 3, no bairro Caladinho e na Zona 5,

no bairro Nova Esperança, os níveis de coliformes fecais variaram de 1000 a 2000 NMP/100 mL, com destaque para os bairros São Sebastião, Teixeira e Ronaldo Aragão.

Níveis de coliformes fecais na faixa entre 2000 a 4000 NMP/100 mL estão distribuídos em todas as Zonas da cidade de Porto Velho. As Zonas 2, 3 e 4 os valores para coliformes fecais variaram de 4000 a 13000 NMP/100 mL. Valores elevados também foram encontrados nas Zonas 2, nos bairros Nova Porto Velho e Flodoaldo Pontes Pinto e, Zona 3 com níveis que variaram de 13000 a 15000 NMP/100 mL.

Os níveis mais elevados de coliformes fecais foram observados na Zona 1, no ponto 27 do bairro São Sebastião II; na Zona 3 no bairro Caladinho; na Zona 4 no ponto 92 bairro Três Marias e; na Zona 5 no ponto 159 no bairro Marcos Freire, onde todas estas amostras citadas obtiveram o índice superior a 15.400 NMP/100 mL.

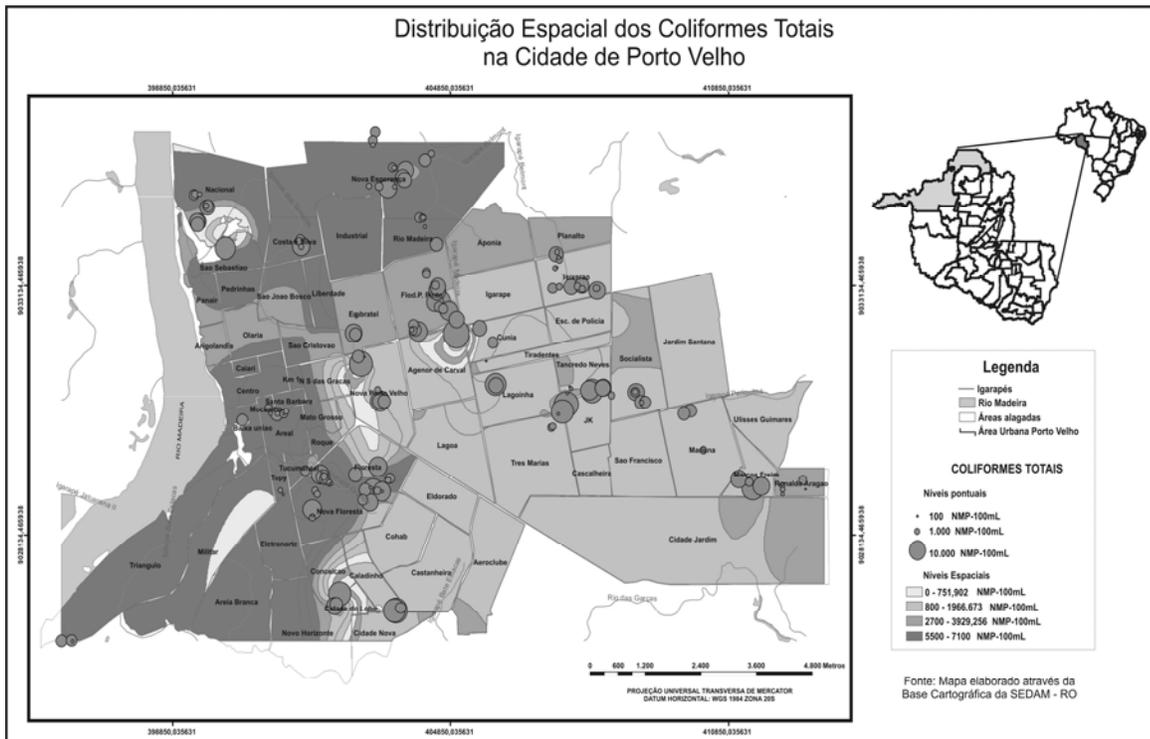


Figura 4 – Distribuição espacial dos níveis de Coliformes Totais nas águas subterrâneas da cidade de Porto Velho.

A figura 4 mostra a distribuição espacial dos níveis de coliformes totais na cidade de Porto Velho onde encontramos valores mais elevados na Zona 1, nos bairros Nacional, com variação de não detectado a 7.100 NMP/100 mL. No bairro Costa e Silva os valores variaram de não detectado a 9.800 NMP/100 mL e São Sebastião II com variação de não detectado a 13.300 NMP/100 mL.

A Zona 2 apresentou nos bairros Nova Porto Velho as concentrações que variaram de não detectável a 16.600 NMP/100 mL, seguidas do bairro Agenor de Carvalho de não detectável a 21.300 NMP/100 mL. Destaque para o bairro Flodoaldo Pontes Pinto com variação de 1.700 a 10.200 NMP/100 mL.

Na Zona 3 os valores foram também elevados abrangendo a maior área na presença de nos bairros Floresta com índices de 200 a 12.000 NMP/100 mL; Nova Floresta de não detectável a 10.700 NMP/100 mL; no bairro Conceição de não detectável a 15.100 NMP/100 mL; Areal Alta Floresta de não detectável a 10.500 NMP/100 mL e; Caladinho de não detectável a 16.200 NMP/100 mL, todos estes localizados na Zona 3. Os valores quantificados na Zona 4 dos bairros Tancredo Neves variaram de 100 a 18.400 NMP/100 mL; o bairro Três Marias variou de 300 a 15.400 NMP/100 mL; Lagoinha de não detectável a 13.800 NMP/100 mL e; JK I de não detectável a 15.400 NMP/100 mL.

A Zona 5 não apresentou valores de forma geral superiores quando comparados com outras Zonas, como a Zona 2 e a Zona 3, mas também apresentou índices elevados nos bairros Nova Esperança, variando de não detectável a 10.000 NMP/100 mL e bairro Marcos Freire de não detectável a 15.400 NMP/100 mL.

A figura 23 mostra o *overlay* construído com os dados de coliformes totais, profundidade e direção do lençol freático nas 5 Zonas da cidade de Porto Velho. Verifica-se que nas altitudes mais elevadas o índice de coliformes totais encontra-se mais elevado. Isto certamente deve-se a

proximidade superficial do lençol freático, assim como também o direcionamento deste lençol freático, possibilitando o contato do lençol freático com as fossas.

A média da presença de coliformes fecais na água dos poços tipo amazonas foram mais elevadas na Zona 3 e mais baixas na Zona 5 (tabela 2). A tabela 6 evidencia, através do coeficiente de variação, que em todas as 5 Zonas avaliadas os níveis tanto de coliformes fecais como coliformes totais apresentaram uma grande variabilidade. A maior variabilidade dos dados foram encontrados na Zona 1 tanto para coliformes fecais (CV=212%) como para coliformes totais (CV=118%).

4. DISCUSSÃO

Uma das áreas da cidade de Porto Velho que apresentou índice mais elevado de impacto na qualidade da água de seus poços foi a Zona 2, no bairro Nova Porto Velho. Um dos fatores que colabora significativamente para o aumento da possibilidade de contaminação são os igarapés que acabam virando depósito de lixo e de canalização de esgoto, possibilitando o aumento e disponibilidade bacteriológica e de material orgânico.

Com a altimetria e a direção do lençol freático podemos constatar que a direção do lençol freático acompanha as menores declividades voltando-se para as áreas mais baixas seu fluxo, ficando evidenciado também que sua direção apresenta variações em pontos específicos da cidade de Porto Velho nas Zonas 3 e 1.

A média da presença de coliformes fecais na água dos poços tipo amazonas obteve suas médias das concentrações mais elevadas na Zona 3. As amostras analisadas para os coliformes fecais e totais determinam que as maiores médias para coliformes fecais estão na Zona 3 e as menores da Zona 5.

As águas do lençol freático dos poços amazonas da cidade de Porto Velho encontram-se com altos índices de contaminação bacteriológica indicando a presença de coliformes fecais e de

coliformes totais, ou seja, impróprias para o consumo humano e em alguns casos até para uso no lazer.

Os fatores que determinam a contaminação nos bairros são o fluxo elevado do lençol freático e sua direção, principalmente voltando-se para áreas mais baixas ocasionando um impacto maior nos menores declividades e, conseqüentemente, aumentando potencialmente o contágio da água, fato este que se associa principalmente a influência dos igarapés impactados contribuindo com o aumento desta contaminação.

A contribuição para os níveis bacteriológicos elevados esta diretamente ligada às fossas e sumidouros, sem critérios de segurança, com contribuições fluviais de lançamentos de resíduos domésticos e sólidos nas proximidades dos poços ou dentro de igarapés e córregos.

Os níveis microbiológicos encontrados nesse estudo nas águas dos poços, em sua maioria acima dos limites permissíveis recomendados pelo Ministério da Saúde, encontram-se possivelmente ligados a distribuição dos níveis piezométricos.

A altimetria demonstrou ser um fator importante na análise e contribuição físico-química de todas as análises amostradas, pois orienta a direção do fluxo da água subterrânea conforme suas elevações juntamente com a densidade do solo.

Os poços amazonas em sua profundidade podem ter interferência de contribuições domésticas com esgotos e de elevações do nível do lençol freático aumentando seus níveis, possibilitando assim, sua contaminação.

A distância do poço para a fossa em alguns casos nos pontos coletados nas zonas da cidade de Porto Velho não respeitam a distância mínima regulamentada pelo Ministério da Saúde em seu manual que já previa no ano de 1999 ser de 15 metros. Apesar da média da distância estar dentro dos limites permissíveis muitos poços encontram-se bem abaixo dos valores determinados

O valor de profundidade do lençol freático em seu primeiro nível encontra-se mais profundo em relação às outras Zonas amostradas. Nos resultados obtidos verifica-se de uma

maneira geral que o lençol freático está bastante elevado com os poços atingindo seu nível maior de carga d'água, isto interfere possivelmente nos níveis de contaminação dos poços aumentando a possibilidade de vetores, principalmente no raio de disseminação de bactérias em seu arrastamento.

Fazem-se necessárias medidas de prioridade máxima em relação às águas subterrâneas da cidade de Porto Velho ficando evidenciado que o PAC na cidade de Porto Velho determina suas medidas para problemas de drenagem e de aumento de consumo de água pela população pela empresa prestadora de serviço CAERD, e não aos fatores condutores de contaminação das águas subterrâneas, ignorando completamente a água utilizada atualmente por grande parte da população, mesmo as casas que encontram-se atualmente com o abastecimento da rede CAERD utilizam-se da água subterrânea. Este estudo também aponta uma zona crítica nos bairros da Zona 2 Nova Porto Velho, Flodoaldo Pontes Pinto e Agenor de Carvalho e os bairros da Zona 3 Floresta e Nova Floresta, que merece atenção redobrada na implementação de saneamento pelo PAC para a cidade de Porto Velho.

Os projetos propostos para a região indicam que a população da cidade de Porto Velho deverá crescer significativamente, principalmente com a instalação das Usinas Hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau. Isto significa que se não for implementada uma política de infra-estrutura adequada de saneamento básico na cidade os índices de doenças vinculadas a água cresceram de forma geométrica.

5. AGRADECIMENTOS

CNPq/PPG-7 Fase II (Processos N°.556972/2005-8; 56934/2005-9)

Laboratório Biogeoquímica Ambiental Wolfgang C. Pfeiffer – UNIR.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. Agudo, E. G. 1987, Guia de coleta e preservação de amostras de água.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio ambiente, 2005, Resolução Nº 357, de 17 de Março.

COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTO DE RONDÔNIA-CAERD, 2001, .Diagnóstico dos serviços de saneamento básico do Estado de Rondônia. Porto Velho.

ESRI and MAPIN SOFTWARE Arc GIS 9.2, 2007.

Disponível em: <http://www.esri.com/>

Data de acesso: 02/09/2007.

GOLDEN SOFTWARE, 2002, Inc SURFER 8.0 Contouring and 3 D Surface Mapping for Scientists and Engineers. Colorado, USA.

HIDROGEOLOGIA CONCEITOS E APLICAÇÕES, 2000, CPRM, 2 edição, 3-5p.

IBGE, 2002, Anuário estatístico do município de Porto Velho.

MANUAL DE SANEAMENTO, 1999, Brasília, 14-15p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004, Secretaria de Vigilância em Saúde Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental, Editora MS, Portaria MS nº 518 de 25 Março.

NAÇÕES UNIDAS (ONU), 2000, RELATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO HUMANO (RDH),

PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO, 2007.

Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/pac/>

Data de acesso: 23/11/07