

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM GEOGRAFIA**

Ranieli dos Anjos de Souza

**BIO-FÍSICO-QUÍMICA DE POÇOS CACIMBA DO CENTRO URBANO DE OURO
PRETO DO OESTE – RO: Uma análise sócio espacial.**

Porto Velho

2012

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM GEOGRAFIA**

Ranieli dos Anjos de Souza

**BIO-FÍSICO-QUÍMICA DE POÇOS CACIMBA DO CENTRO URBANO DE OURO
PRETO DO OESTE – RO: Uma análise sócio espacial.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Meio Físico e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho.

Porto Velho

2012

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM GEOGRAFIA**

Ranieli dos Anjos de Souza

**BIO-FÍSICO-QUÍMICA DE POÇOS CACIMBA DO CENTRO URBANO DE OURO
PRETO DO OESTE – RO: Uma análise sócio espacial.**

Aprovada em: 29 de junho de 2012.

Banca Examinadora:

Orientador:

Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho

Examinador Interno:

Prof. Dra. Eloiza Elena Della Justina

Examinador Externo:

Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos

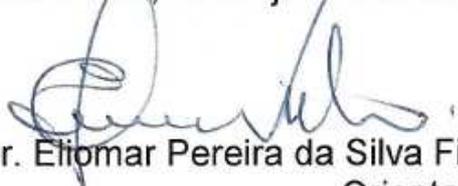
PPGG

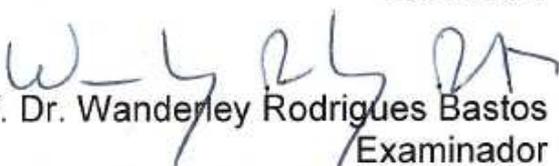
ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RANIELI DOS ANJOS DE SOUZA

A Banca de defesa de Mestrado presidida pelo orientador Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho e constituída pelos examinadores Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos e Profa. Dra. Eloíza Elena Della Justina, reuniu-se no dia 29 de junho de 2012, às 9h na sala de aula Josué de Castro, Prédio do Mestrado em Geografia, sito no Campus Universitário José Ribeiro Filho, para avaliar a Dissertação de Mestrado intitulada "BIO-FÍSICO-QUÍMICA DE POÇOS CACIMBA DO CENTRO URBANO DE OURO PRETO DO OESTE – RO: UMA ANÁLISE SÓCIOESPACIAL", da mestranda Ranieli dos Anjos de Souza, matrícula 201010004. Após a explanação da mestranda, e sua arguição pela Banca Examinadora, a referida dissertação foi avaliada e de acordo com as normas estabelecidas pelo Regimento do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia foi considerada APROVADO. Conforme determinação do Colegiado do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia, a candidata tem o prazo de até 90 (noventa) dias, a contar desta data, para realizar as correções sugeridas pela banca e entregar as cópias definitivas de sua dissertação.

Porto Velho, 29 de junho de 2012.


Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho
Orientador


Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos
Examinador


Profa. Dra. Eloíza Elena Della Justina
Examinadora

FICHA CATALOGRÁFICA
BIBLIOTECA PROF. ROBERTO DUARTE PIRES

Souza, Ranieli dos Anjos de.

S729b

Bio-físico-química de poços cacimba do centro urbano de Ouro Preto do Oeste-RO: uma análise sócio espacial. / Ranieli dos Anjos de Souza. Porto Velho, Rondônia, 2012.

108f.: il.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Núcleo de Ciências Exatas e da Terra (NCET), Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho.

1. Análise Bio-Físico-Química. 2. Poços Cacimba. 3. Geoestatística. 4. Vizinhos Naturais. 5. Rondônia. I. Título.

CDU: 911.3:556.3(811.1)

Bibliotecária Responsável: Eliane Gemaque / CRB 11-549

*“A dúvida é o princípio
da sabedoria”
(Aristóteles)*

*Dedico a meu bom e
grandioso Deus.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter guiado os caminhos que me levaram até aqui e, posteriormente, às pessoas que os fizeram possíveis, a saber: Felipe Bernardino Guimarães que me abriu os olhos durante a graduação incentivando-me a buscar sempre mais do que recebia.

Ao professor Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho, meu orientador, pela sua atenção, contribuições e suporte a todas as atividades desenvolvidas. Agradeço a ele por ter sido também um grande amigo.

Às fontes de fomento e pesquisa, especialmente à CAPES pela bolsa-auxílio concedida durante o período de estudo.

À equipe do laboratório de Cartografia e Geografia (LABCART) da Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

À equipe do laboratório de Patologia da Faculdade de Rondônia (FARO) pelo apoio nas análises bio-físico-químicas, sem a qual, este trabalho não seria concretizado.

À Luzinete Scaunichi Barbosa, que foi uma companheira, amiga e parceira nesta etapa da minha vida, me concedendo apoio, conforto, estímulo e confiança.

Ao Geógrafo Mestre e futuro Doutor Giovanni Marini pelas orientações em geoestatística.

Aos amigos Moisés, Diego, Luzinete, Graziela, Sandra, Sheila, Paulo e Reginaldo pela parceria durante as disciplinas cursadas.

Aos professores Drs. Dorisvalder Dias, Josué da Costa, Eliomar Pereira, Flávio Simão e Vanderley Maniesi pelas disciplinas ministradas.

À banca avaliadora pela apreciação deste trabalho e pelas leituras críticas durante a qualificação.

À minha família pela paciência e apoio incondicional e às pessoas das quais abriram mão dos seus projetos para projetarem uma vida junto comigo.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse até aqui, até o fim desta caminhada e início de outras que virão.

SOUZA, Ranieli dos Anjos de. **Bio-Físico-Química de poços cacimba do centro urbano de Ouro Preto Do Oeste – RO: uma análise sócio espacial.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, RO, Brasil, 2012.

RESUMO

A qualidade da água tem se tornado o foco de estudos e discussões globais, mais do que preocupar-se em termos de quantidade, a poluição deste recurso preocupa e os cenários para escassez de água potável alertam para fatores que precisam ser mudados atualmente, como modo de vida e produção. Desta forma, esta pesquisa objetivou determinar a variabilidade espacial das concentrações de parâmetros bio-físico-químicos das águas subterrâneas no perímetro urbano do município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, considerando os poços do tipo cacimba. Buscou-se identificar ainda, as atividades potencialmente correlacionadas com a contaminação da água e delimitar e mapear as zonas alteradas utilizando o método dos vizinhos naturais ou “*natural neighbor*”, indicando as áreas de maior índice de contaminação do aquífero. Para isso foram cadastrados 200 poços cacimbas e selecionados, com base no proposto por Landin (2003), 42 poços para análise, que foram distribuídos em 6 distritos da cidade. Os parâmetros investigados foram pH, condutividade elétrica, turbidez, cloreto, temperatura, coliformes fecais e totais, nitrito, nitrato, ferro total e fósforo, que foram analisados de acordo com a resolução do CONAMA 357/2005 e portaria do Ministério da Saúde 2.914/2011. Com base nas análises geoestatísticas, verificou-se que as maiores concentrações de contaminação encontram-se em poços localizados nas proximidades dos cursos d’água que cortam a área urbana, desta forma, todos os distritos apresentaram altos níveis de contaminação em pelo menos um poço. O parâmetro que se mostrou mais frequentemente acima dos padrões exigidos para a potabilidade foi o fósforo e posteriormente os coliformes totais. O distrito mais impactado pelas ações antrópicas da urbe foram o 4 e 5 – bairros Jardim Novo Horizonte, Nova Ouro Preto, Aeroporto e Boa Esperança. De modo geral, o método dos vizinhos naturais se mostrou eficaz para a detecção de problemas relacionados ao uso da água na área de estudo, pois, foi possível realizar uma análise espacial de dados pontuais e a construção de uma malha contínua de informações de contaminação e de tendências a este cenário. Os dados alcançados poderão ser utilizados como subsídio a tomada de decisões pelas entidades públicas locais, como meio de prevenção e recuperação dos recursos impactados.

Palavras-chave: Análise bio-físico-química; poços cacimba; geoestatística; vizinhos naturais; Rondônia.

SOUZA, Ranieli dos Anjos de. **Bio-Physical-Chemical wells cacimba from downtown urban of Ouro Preto do Oeste city, Rondonia state: a analysis socio space.** Dissertation (Master's degree in Geography). University Federal from Rondonia. Porto Velho city, Rondonia state, Brazil, 2012.

ABSTRACT

Water quality has become the focus of global studies and discussions, rather than worry about in terms of quantity, pollution of this resource concerns and scenarios for lack of drinking water alert for factors that need to be changed today, as a way and production of life. Thus, this study aimed to determine the spatial variability of concentrations of bio-physical parameters and chemical groundwater in the urban area of the city of Ouro Preto do Oeste, Rondonia state, considering the well-type drizzle. We tried to identify further activities potentially related to water contamination and to define and map the areas changed using the method of natural neighbors, indicating the areas of highest contamination of the aquifer. To this were 200 wells registered and ponds selected on the basis proposed by Landin (2003), 42 wells for analysis, which were distributed in six districts of the city. The parameters investigated were pH, conductivity, turbidity, chloride, temperature, total and fecal coliform, nitrite, nitrate, total iron and phosphorus, which were analyzed according to CONAMA Resolution 357/2005 and Decree of the Ministry of Health 2.914/2011. Based on the geostatistical analyzes, it was found that the highest concentrations of contamination found in wells located near the water courses that cross the urban area, thus all districts with high levels of contamination in at least one well. The parameter that was more often above the standards required for potable and later the match was total coliforms. The districts most affected by human actions of the city were 4 and 5 – Jardim Novo Horizonte, Nova Ouro Preto, Aeroporto and Boa Esperança districts. In general, the method of natural neighbor was effective for the detection of problems related to use of the water in the study area, because it was possible to carry out a spatial analysis of data points, forming a continuous loop of information from contamination and trends this scenario. The data obtained can be used as input for decision-making by local public bodies.

Keywords: Bio-physical chemistry analysis; wells drizzle; geostatistics; natural neighbor; Rondonia state.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Geral.....	17
1.1.2 Específicos	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Geografia política da água.....	19
2.2 Estudos de qualidade da água desenvolvidos em Rondônia.....	22
2.3 Padrões Legais de Qualidade da Água.....	23
2.3.1 Ministério da Saúde.....	23
2.3.2 Ministério do Meio Ambiente	24
3. ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.1 Localização da Área de estudo.....	25
3.2 Breve histórico do município	26
3.2.1 Aspectos Socio-econômicos	26
3.3 Infra-Estrutura Sanitária	27
3.4 Aspectos Fisiográficos	30
3.4.1 Geologia	30
3.4.2 Solos.....	32
3.4.4 Vegetação	36
3.4.5 Clima.....	36
4. METODOLOGIA	37
4.1 Procedimento Amostral.....	37
4.1.1 Questionário para cadastro de poços	37
4.3 Trabalho de Campo	44
4.3.1 Aplicação de questionário em campo.....	44
4.3.2 Coleta de amostras de água.	45
4.4 Procedimentos de Laboratório	46
4.4.1 Variáveis analisadas	47
4.4.2 Cloreto	47
4.4.3 Fósforo.....	48
4.4.4 Nitrato.....	48
4.4.5 Nitrito	49

4.4.6 Ferro total.....	50
4.4.7 Coliformes Totais e Fecais.....	50
4.4.8 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	51
4.4.9 Condutividade	52
4.4.10 Turbidez.....	53
4.4.11 Temperatura.....	54
4.5 Geoestatística	55
5. AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	56
5.1 Diagnóstico do objeto de estudo	56
5.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)	57
5.3 Condutividade Elétrica (CE).....	61
5.4 Turbidez	64
5.5 Ferro Total.....	67
5.6 Cloreto.....	71
5.7 Nitrato	73
5.8 Nitrito.....	77
5.9 Fósforo	79
5.10 Coliformes Totais e Fecais.....	83
5.11 Temperatura	89
6. ANÁLISE SINTÉTICA DOS POÇOS ANALISADOS	91
CONCLUSÃO	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
APÊNDICES.....	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Figura ilustrando a distribuição dos tipos de usos da água no mundo.....	21
Figura 2. Disponibilidade mundial de água por habitante/ano.....	22
Figura 3. Localização da área de estudo.....	25
Figura 4. Mapa ilustrando as APPs (Áreas de preservação permanentes) urbanas.....	29
Figura 5. Mapa Geológico de Ouro Preto do Oeste, RO.....	31
Figura 6. Classe de Solos de Ouro Preto do Oeste, RO.....	33
Figura 8. Ilustração do Sistema de Referência de 200 poços cadastrados no município de Ouro Preto do Oeste.....	42
Figura 9. Ilustração da Amostra Estratificada dos 42 poços selecionados.....	43
Figura 10. Organograma de amostragem dos poços analisados.....	44
Figura 11. Distribuição de poços por bairros.....	38
Figura 12. Distribuição de poços por distritos.....	39
Figura 13. Ilustração da distribuição dos bairros em distritos no município de Ouro Preto do Oeste – RO.....	40
Figura 14. Kit Microbiológico Tecnobac	51
Figura 15. Estufa portátil.....	51
Figura 16. pHmetro e condutivímetro de bancada PHS 3b.....	52
Figura 17. Turbidímetro Q279P.....	53
Figura 18. Distribuição de poços com valores de pH em conformidade e desconformidade com CONAMA 357.....	58
Figura 19. Mapa de distribuição iônica de PH nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	60
Figura 20. Distribuição de poços com valores de Condutividade entre 34 e 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	62
Figura 21. Mapa de distribuição de Condutividade nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	63
Figura 22. Distribuição de poços com valores de Turbidez com base na Portaria MS 2.914.....	65
Figura 23. Mapa de distribuição de Turbidez nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	66

Figura 24. Distribuição de poços com valores de Ferro Total com base na Portaria MS 2.914.....	68
Figura 25. Mapa de distribuição de Ferro Total nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	70
Figura 26. Mapa de distribuição de Cloreto nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	72
Figura 27. Distribuição de poços com valores de Nitrato com base na Resolução CONAMA 357/05.....	74
Figura 28. Mapa de distribuição de Nitrato nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	76
Figura 29. Mapa de distribuição de Nitrito nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	78
Figura 30. Distribuição de poços com valores de Fósforo (P) com base na Resolução CONAMA 357/05.....	80
Figura 31. Formação de espumas no trecho do rio Tietê, em Salto/SP.....	81
Figura 32. Mapa de distribuição de Fósforo nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	82
Figura 33. Distribuição de poços com referência de Coliformes Totais com base na Resolução CONAMA 357/05.....	84
Figura 34. Distribuição de poços com referência de Coliformes Fecais com base na Resolução CONAMA 357/05.....	86
Figura 35. Mapa de distribuição de Coliforme Total nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	87
Figura 36. Mapa de distribuição de Coliforme Fecal nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	88
Figura 37. Mapa de distribuição de Temperatura nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	90
Figura 38. Mapa dos níveis de contaminação dos poços cacimba do perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Precipitação Pluviométrica Mensal 1984-2008. PP: Precipitação pluvial total; DC:Dias com chuva.....	37
Tabela 2. Método de análises e limites legais por parâmetros.....	46
Tabela 3. Considerações sanitárias sobre o Nitrato.....	48
Tabela 4. Considerações sanitárias sobre o Nitrito.....	49
Tabela 5. Índices de detecção de pH por distrito.....	59
Tabela 6. Índices de detecção de Turbidez por distrito.....	67
Tabela 7. Índices de detecção de Ferro por distrito.....	69
Tabela 8. Índices de detecção de Nitrato por Distrito.....	75
Tabela 9. Índices de detecção de Fósforo por Distrito.....	81
Tabela 10. Índices de detecção de Coliformes Totais por Distrito.....	85
Tabela 11. Índices de detecção de Coliformes Fecais por Distrito.....	85
Tabela 12. Níveis de contaminação por distrito.....	93

LISTA DE SIGLAS

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

MS – Ministério da Saúde

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

CGVAM - Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental

CENEPI - Centro Nacional de Epidemiologia

CAERD – Companhia de Abastecimento de Água e Rede de Esgotos

CPRM – Serviço Geológico Brasileiro

ONG – Organização Não-Governamental

ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico

pH – Potencial Hidrogeniônico

NO₃ – Nitrato

NO₂ - Nitrito

Fe - Ferro

P - Fósforo

UFC – Unidade Formadora de Colônias

NMP – Número mais provável

mL - mililitro

mg/L – miligramas/litro

SEDAM – Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia

uT – Unidade de Turbidez

UNT – Unidade de Turbidez

1. INTRODUÇÃO

A água renovável é a proveniente das chuvas que penetram na superfície e abastecem os aquíferos e lençóis freáticos. Ocorre que a distribuição das chuvas no planeta é desigual e as características litológicas não são as mesmas. Isso faz com que a quantidade de água que ora se coloca suficiente para a manutenção da vida possa ser insuficiente devido à demanda desenvolvimentista que se alastra e se consolida na economia mundial. É preciso ter a reflexão de que a água não pode ser reproduzida, pois ela simplesmente ocorre na natureza (RIBEIRO, 2008).

Desta forma, a questão hídrica passa a ser um problema ambiental urbano que tem sido muito debatida, porque é nas cidades que atualmente vive a maior parte da população brasileira e este cenário tem surgido a partir das transformações introduzidas junto aos processos de ocupação e construção destas cidades. Estes, têm ocorrido desordenadamente em torno dos litorais e bordas de grandes rios e lagos, sem observar a fragilidade que estes ambientes possuem e a importância da sua conservação, tomando como fator impulsor a necessidade de estabelecerem-se em locais onde o acesso aos recursos do meio fossem fáceis e pouco onerosos, com resultado significativamente direcionado para a degradação das fontes superficiais de água, de modo a incentivar as explorações a migrarem para a subsuperfície.

Com o aumento demográfico mundial, temos diminuído a quantidade de água com qualidade para o consumo humano e, conseqüentemente, a construção de poços rasos ou profundos que captam água do aquífero livre ou confinado passa a ser uma prática cada vez mais comum entre a população, que a faz desordenadamente e sem atender às normas exigíveis pela legislação, o que torna essas perfurações fontes pontuais de contaminação das águas subterrâneas.

A partir de meados de 1980, o destaque nas pesquisas de água subterrânea nos países industrializados mudou de problemas de avaliação quantitativa, ou seja, de problemas de abastecimento de água para uma avaliação de controle de qualidade. Nos últimos 15 anos, além dos aspectos gerais da qualidade destas águas, as atenções voltaram-se para a sua contaminação por resíduos industriais perigosos, chorumes de depósitos de lixo urbano, resíduos domiciliares, derramamentos de petróleo e atividades agrícolas (HIDROGEOLOGIA, 2002).

Estudos voltados à investigar os constituintes da água subterrânea têm sido cada vez mais frequentes, e neste sentido as análises espaciais se mostram como uma ferramenta fundamental para auxiliar na pesquisa desta problemática, pois, a geoestatística baseia-se no princípio da Primeira Lei de Geografia de Tobler, que diz que unidades de análise mais próximas entre si são mais parecidas do que unidades mais afastadas. Os valores intermediários dos dados são preservados, e o resultado final é uma superfície contínua de dados mais suavizados, minimizando os contrastes entre os polígonos (JAKOB, 2002).

Assim, a geoestatística possibilita uma análise regionalizada dos parâmetros bio-físico-químicos do ambiente, que podem ser utilizados e ampliados pelas entidades públicas e privadas voltadas à investigação e controle dos parâmetros hídricos necessários à potabilidade, ultrapassando os meros diagnósticos pontuais.

Neste contexto, o perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, que possui uma área bem drenada no estado de Rondônia e tem sua sede urbana cortada por vários igarapés e córregos, foi escolhido para subsidiar esta pesquisa com dados bio-físico-químicos a serem analisados espacialmente, por basear-se em uma área cujo cenário é de acelerado processo de crescimento e ausência de rede de tratamento de esgotos.

Devido ausência de rede de esgotos, os domicílios fazem o uso de fossas “negras”, que é a principal alternativa para as residências no perímetro urbano e rural. Esta é uma característica negativa para as condições de qualidade hídrica em ambientes que o abastecimento é incipiente ou insuficiente, determinando o uso de poços como uma alternativa inevitável para a população.

Diversos estudos têm sido realizados nos últimos anos visando a caracterização dos efeitos da urbanização nos corpos de água e em sua área de influência (CASTRO *et. al*, 2009). No estado de Rondônia, porém, existe uma grande necessidade de informações a respeito destes corpos hídricos, da utilização de poços e o nível de qualidade da água nestes.

Desta maneira, pesquisas que tendem a viabilizar instrumentos de interpretação de dados sobre a qualidade hídrica desempenham importância na composição de mosaicos de informações que contribuam para a formulação de uma base regionalizada deste recurso e ainda, proporcionam uma visão mais ampliada de coletas ou estudos isolados.

Portanto, nesta pesquisa se propôs levantar e sistematizar dados bio-físico-químicos das águas subterrâneas no perímetro urbano do município de Ouro Preto do Oeste, estado de Rondônia, utilizando para esta análise poços do tipo cacimba, para avaliar a condição dos parâmetros nestes, considerando alguns padrões de qualidade da água determinados pela legislação federal do CONAMA 357/2005 e portaria do Ministério da Saúde MS 2.914/2011,

recorrendo à uma análise geoestatística, que possibilite visualizar o comportamento espacial dos parâmetros na área de estudo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Determinar a variabilidade espacial das concentrações de parâmetros bio-físico-químicos das águas subterrâneas no perímetro urbano do município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, considerando os poços do tipo cacimba.

1.1.2 Específicos

Esta pesquisa objetivou ainda:

- Delimitar e mapear as zonas alteradas, determinando as áreas de maior índice de contaminação do aquífero;
- Modelar os resultados obtidos observando superfícies de tendências da possível contaminação;
- Identificar atividades potencialmente correlacionadas com a contaminação da água;
- Subsidiar os órgãos públicos, por meio dos dados obtidos, ao reconhecimento das áreas prioritárias para o controle da poluição das águas subterrâneas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No século XXI, está cada vez mais comum cientistas preverem cenários catastróficos para a Terra, na verdade, este planeta que possui uma dinâmica tão intensa não nos permite dizer acertadamente o que de fato acontecerá em algumas décadas – apesar das previsões serem muito precisas – pois, o homem pode interferir neste processo de maneira benéfica ou não. Este fato faz com que existam constantes desentendimentos no mundo científico e político, mas o que realmente importa é saber se, neste cenário que tende a uma dura realidade, o quanto ainda podemos contribuir para reverter a degradação causada? E mais, como alcançar um índice de participação satisfatório para que isso aconteça?

Neste sentido, os Estados-Nações têm realizado constantes encontros desde a década de 1970 para discutir questões ambientais e consolidar acordos globais. Mas nem todos os países se entendem ou concordam com as opiniões, fazendo com que muitas propostas não saiam do plano das ideias. Este panorama também se estende a escalas micro, seja estadual ou municipal, pois, muitas destas discussões se mantêm em situação pouco dinâmica.

Mas neste embate alguns resultados positivos têm surgido. Os acordos ratificados por algumas nações, como o de Kyoto, ocorrido durante o evento Rio+20, que trata do desenvolvimento sustentável, o de Basileia referente ao movimento transfronteiriço de resíduos e a COP-16 realizada em Cancún em 2010, que intensificou as discussões para o mercado de carbono entre outras, diligenciaram um olhar global e um compromisso, ainda que pouco prático, para as questões ambientais.

Estes debates são necessários, ainda mais quando observamos o cenário que tem se projetado para a problemática da qualidade hídrica, estes efeitos negativos na água tanto subterrânea quanto superficial são diversos e podem ocorrer em diferentes níveis dependendo do uso, ocupação e manejo do solo. De acordo com Vitte e Guerra (2004) o aumento significativo da população urbana no Brasil a partir de 1940, quando representava cerca de 32% do total, até 2000, onde atinge 80%, e o forte crescimento do parque industrial, a partir da década de 1950, foram acompanhados da ocupação de áreas sem infra-estrutura de saneamento básico, o que contribuiu para a rápida degradação da qualidade das águas.

O homem desde então, passa a receber com mais frequência e intensidade as respostas do ambiente, que aparecem por meio de desastres naturais. Assim, conforme preconiza Tominaga *et al.* (2009) essa relação homem e meio vem evoluindo de uma total submissão à

uma visão equivocada de dominação tecnológica, acreditando que esses avanços possibilitam enfrentar melhor os fenômenos naturais.

Muitos dos impactos adversos ligados às questões hídricas não têm sido naturais, pois a natureza por si só possui um ciclo original para manter-se em equilíbrio. Estes, por sua vez, têm surgido como Desastres Humanos ou Antropogênicos, ou seja, aqueles resultantes de ações ou omissões humanas que estão relacionados com as atividades do homem, como agente ou autor (CASTRO, 1999; ALCÂNTARA-AYALA, 2002; KOBIYAMA *et al.* 2006; MARCELINO, 2008). Isso retrata a importância de estudos que demonstrem os aspectos hídricos urbanos ou rurais, para que as políticas a serem implantadas possam acontecer satisfatoriamente, atendendo às reais condições das áreas de risco.

O que ocorre é que cerca de 1,7 bilhões de pessoas a nível mundial, vivem em áreas com alguma deficiência hídrica e enfrentam a escassez de água potável. Essa situação é mais comum em regiões onde a fome é crônica e os recursos aplicados na educação, saúde e saneamento básico são mínimos. Estes fatores tendem a agravar-se com as mudanças climáticas da Terra. Mesmo nos lugares onde os rios não secarem, a diminuição dos fluxos trará piora à qualidade da água, aumentando a concentração de dejetos e a propagação de doenças (VITTE e GUERRA, 2004).

Reverter ou minimizar essa tendência à poluição requer um conjunto de medidas que orientem as atividades industriais, agrícolas e humanas, frente ao interesse de associar os sistemas hídricos na construção de qualquer política de ocupação urbana. Quando esta já se encontra consolidada, – como ocorre no município de Ouro Preto do Oeste, RO – o que se precisa fazer é executar medidas de prevenção, preservação e recuperação dos mananciais, agregando ações compartilhadas e participativas na consolidação de práticas corretas de monitoramento e controle do uso dos recursos hídricos, bem como no planejamento e desenvolvimento de estratégias que reduzam os percentuais de contaminação.

2.1 Geografia política da água

Hunter e Arbona (1995) desenvolveram uma pesquisa em Porto Rico com o objetivo de investigar os impactos negativos à qualidade da água em razão do desenvolvimento econômico da ilha. O sucesso industrial aliado à expansão territorial trouxe sérios problemas, além das reservas diminuírem, os aquíferos também declinaram. A abundância de água que

inicialmente foi utilizada pelo governo para atrair as indústrias resultou na degradação não só em quantidade, mas principalmente em qualidade.

Este cenário nos remete ao que atualmente se vivencia mundialmente e nos direciona para providências em tempo hábil quanto às questões que envolvem poluição e super exploração hídrica, pois, a água é um dos recursos ambientais mais importantes para o homem. Tendo ainda, uma particularidade em relação aos demais recursos naturais, pois, não temos como substituí-la e sua relação direta como substância vital à vida lhe coloca no auge das discussões ambientais e como temática prioritária para estratégias de conservação, tanto para a manutenção da vida quanto para o desenvolvimento econômico. Estudar suas zonas de vulnerabilidade, qualidade e escassez, seja superficial ou subterraneamente, é fundamental para o planejamento estratégico visando à solução dos conflitos de uso da água.

As grandes concentrações urbanas brasileiras têm apresentado condições críticas de sustentabilidade devido ao excesso de cargas de poluição doméstica, industrial e à ocorrência de enchentes urbanas, que contaminam os mananciais. Em Recife e São Paulo já se observam racionamentos frequentes de água e se torna cada vez mais comum, grandes regiões metropolitanas encontrarem-se sem opções de mananciais para abastecimento por causa da poluição (TUCCI *et. al*, 2000).

Ocorre que a maioria dos rios que atravessam as cidades brasileiras encontram-se deteriorados, sendo esse um dos maiores problemas ambientais do país. Essa deterioração se verifica porque a maioria das cidades brasileiras não possui coleta e tratamento de esgotos domésticos, jogado *in natura* o esgoto nos rios. Quando existe rede, não há estação de tratamento, o que vem a agravar ainda mais as condições do rio, pois se concentra a carga em uma única seção (TUCCI *et. al*, 2000b).

Neste cenário, o Brasil tem apresentado aumentos exponenciais de população em áreas urbanas, chegando a possuir 80% de pessoas vivendo nas cidades, e em alguns estados chega a apresentar 90%. Essa grande concentração tem provocado o esfacelamento dos recursos hídricos e causado vários conflitos e problemas sócio-ambientais, o principal deles é a degradação ambiental e a contaminação dos mananciais (TUCCI *et. al*, 2000).

De acordo com a Agência Nacional das Águas (2005) o Brasil ainda apresenta uma deficiência séria no conhecimento do potencial hídrico de seus aquíferos, seu estágio de exploração e qualidade, os estudos regionais são poucos e encontram-se defasados. A questão da vulnerabilidade e proteção dos aquíferos é ainda um tema pouco explorado e ainda necessita ser incorporado à gestão das águas subterrâneas e ao planejamento do uso e ocupação territoriais.

Em termos pluviométricos, mais de 90% do território brasileiro recebe chuvas entre 1.000 e 3.000 mm anuais, cerca de 80% desta água está localizada na Região Amazônica e os 20% restantes se distribuem desigualmente pelo país. De acordo com diversas avaliações, o Brasil detém 12% de toda água doce superficial do planeta e tem como principal uso a destinação para a agricultura e indústria, como ilustra a figura 1 (REBOUÇAS, 1999).

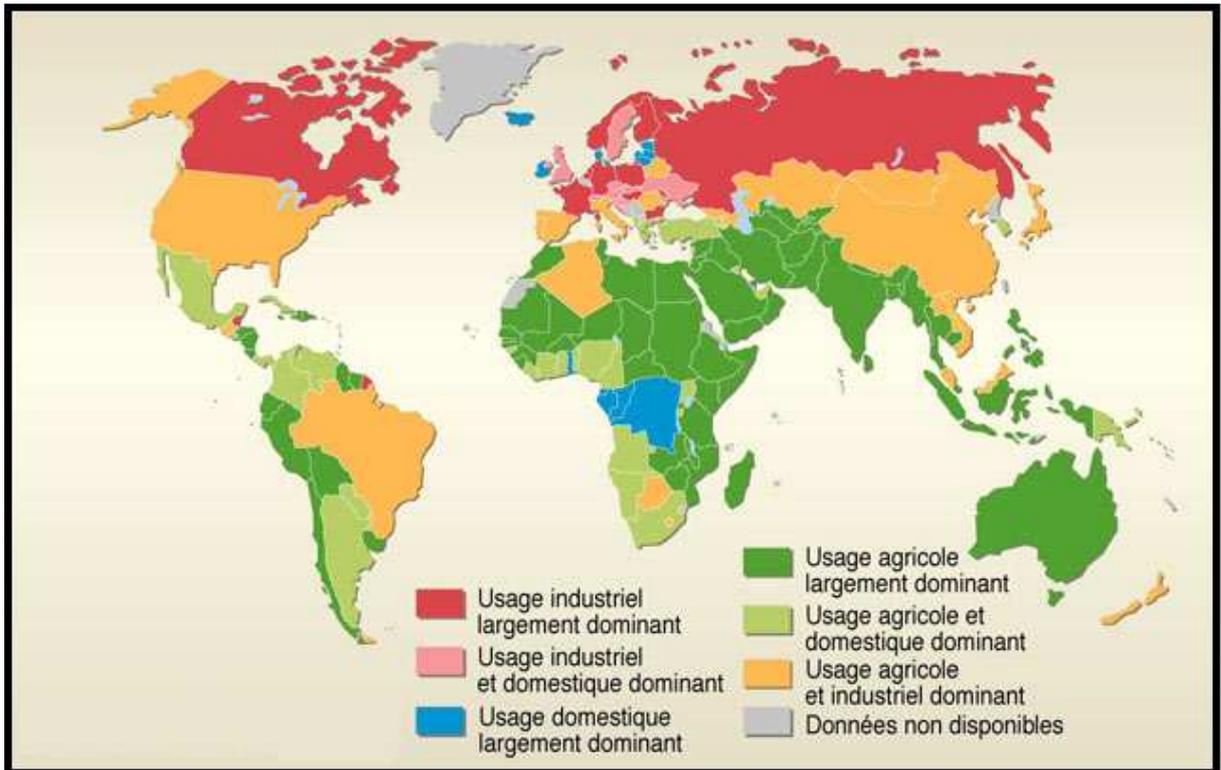


Figura 1. Figura ilustrando a distribuição dos tipos de usos da água no mundo.
Fonte: WRI, 2000.

É possível identificar ainda, dois grupos de nações quanto à disponibilidade dos recursos hídricos: o primeiro corresponde aos países de clima tropical e situados no Hemisfério Sul, que não devem apresentar *stress* hídrico antes de 2025, como é o caso do Brasil, Papua-Nova Guiné, Venezuela, Colômbia e Zaire; o outro bloco de países, de clima frio e situados no Hemisfério Norte dispõem de grandes reservas hídricas congeladas, é o caso da Groenlândia, da Islândia, da Rússia, do Canadá e dos Estados Unidos (Alasca). Contudo, a exploração destas reservas pode comprometer ainda mais as dinâmicas climáticas da Terra. Assim, a água que não possui distribuição uniforme no planeta, possibilita um cenário de repartição que privilegia alguns em detrimento de outros países (RIBEIRO, 2001). A figura 2 demonstra esta disponibilidade por pessoa/anos em termos geográficos.

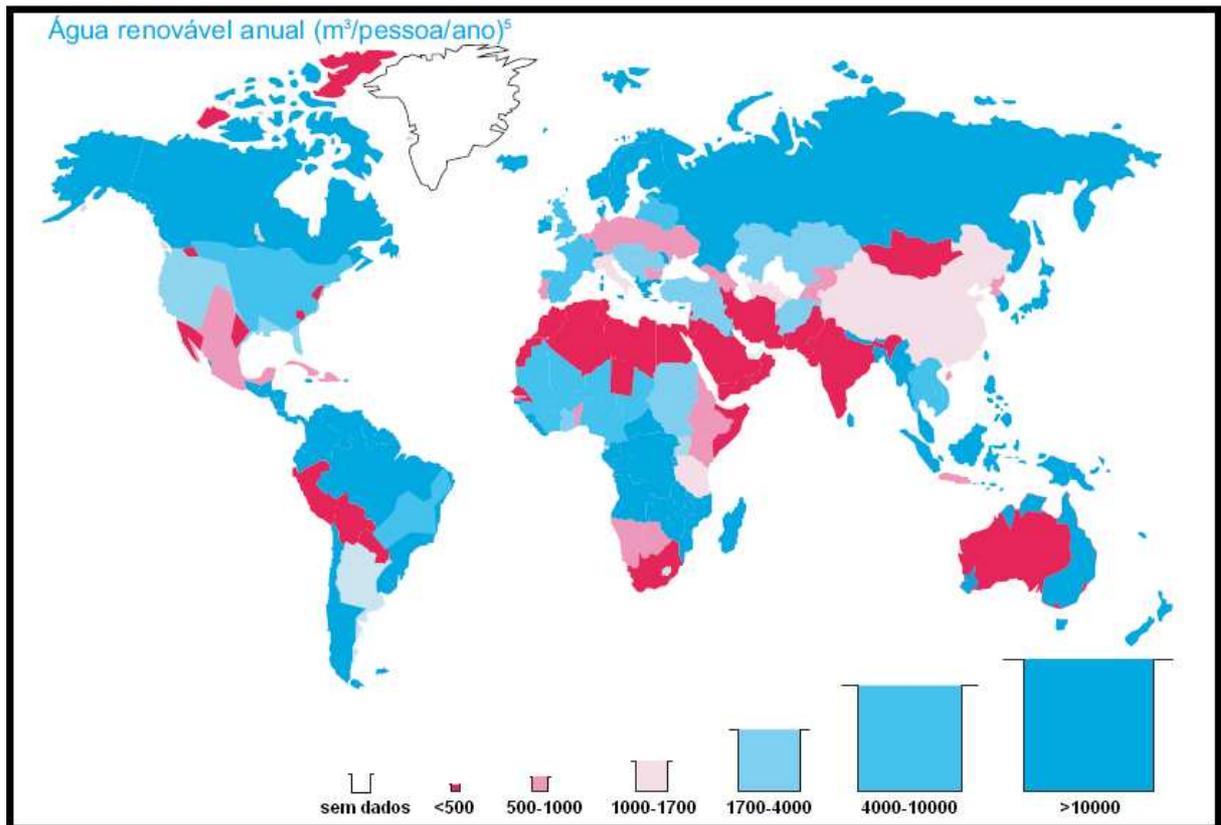


Figura 2. Disponibilidade mundial de água por habitante/ano.
 FONTE: REVENGA, 2000.

2.2 Estudos de qualidade da água desenvolvidos em Rondônia.

Do ponto de vista hidrogeológico, a qualidade da água subterrânea é tão importante quanto o aspecto quantitativo. A disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos para determinados tipos de uso dependem especialmente da qualidade bio-físico-química e radiológica (FEITOSA e FILHO, 1997).

O presente estudo desenvolvido em Ouro Preto do Oeste, acerca da biologia da água visou produzir conhecimentos sobre os parâmetros bacteriológicos do tipo coliformes totais e fecais; fisicamente buscou relacionar-se com os parâmetros de turbidez, condutividade e temperatura, enquanto que quimicamente investigou-se as concentrações de fósforo, cloreto, nitrato, nitrito, ferro total e pH.

As propriedades físicas são características de ordem estética e elevados valores de algumas podem causar repugnância aos consumidores. As águas subterrâneas raramente são portadoras de características estéticas perceptíveis, a não ser o sabor decorrente de sais

dissolvidos em quantidade excessiva (FEITOSA e FILHO, 1997). Desta forma, estudos que buscam avaliar a propriedade bio-físico-química das águas subterrâneas têm grande importância, principalmente para a determinação de potabilidade, visto que a cada dia este sistema tem sido mais explorado para abastecimento humano e para atividades de produção de alimentos.

Próximo ao município de Ouro Preto do Oeste, Campos (1999) do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), juntamente com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), desenvolveu um estudo de avaliação hidrogeológica em 50 poços cacimbas na área urbana de Mirante da Serra (RO), e identificou que a água consumida pela população, captada nas cacimbas, está contaminada principalmente por coliformes, advindos das fossas domésticas e/ou outras fontes poluentes locais;

Pesquisas desta natureza, que investigam as características da água têm sido feitas no município de Porto Velho, Rondônia, como se vê: Campos *et.al.* (2003) realizaram estudo hidrogeológico para estimar o índice de contaminação do aquífero Jaciparaná por meio de amostras de 30 poços tubulares. Lima *et al.* (2008) utilizou métodos geoestatísticos para avaliar as águas subterrâneas impactadas por nitrato (NO_3^-) por meio de cadastro de 90 poços cacimbas e Rodrigues (2008) avaliou a bio-físico-química da água em 5 zonas na capital, Porto Velho, perfazendo um total de 166 poços

Em Ji-Paraná/RO, Silva *et. al.* (2009) avaliaram o impacto físico-químico no aquífero freático do bairro Nova Brasília e identificaram índices acima dos limites permitidos pela legislação, sendo que as amostras não apresentaram variação expressiva de nitrato (NO_3) desde 2000, ano referencial utilizado na pesquisa.

Todos estes estudos mostram resultados de contaminação associado à falta de uma rede de tratamento de esgoto, bem como carência no abastecimento de água, que levam a população a buscar fontes alternativas para estas necessidades.

2.3 Padrões Legais de Qualidade da Água

2.3.1 Ministério da Saúde

O Ministério da Saúde, por meio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), da Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) e do Centro Nacional de

Epidemiologia (CENEPI), promoveu, ao longo do ano 2000, a atualização das normas de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, resultando na publicação da Portaria MS 1.469, do Ministério da Saúde, em 29 de dezembro de 2000.

Objetivando elaborar uma norma que fosse factível e que possibilitasse a sua aplicação em todas as regiões do País, a CGVAM buscou promover um processo de revisão bastante participativo, no qual todos os setores interessados tomaram parte, sendo, portanto, um documento normativo onde profissionais e representantes de diversas entidades do setor público, privado e ONGs puderam opinar e contribuir, sancionando em 25 de março de 2004 a Portaria MS 518 do Ministério da Saúde (OMS, 2004).

Em virtude do novo ordenamento na estrutura do Ministério da Saúde, a Portaria MS 1.469/2000 foi revogada, passando a vigorar a Portaria MS 518 de 2004. As alterações processadas foram, apenas, relacionadas à transferência de competências da FUNASA para a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) e à prorrogação no prazo, para que as instituições ou os órgãos aos quais a Portaria se aplicava promovessem as adequações necessárias ao seu cumprimento em alguns quesitos (OMS, 2004).

Em 2011, a portaria do Ministério da Saúde MS 2.914 de 12 de dezembro de 2011 revogou a MS 518, atualizando as normas que fazem referência para padrões de potabilidade, contudo, não ocorreram mudanças significativas nos valores máximos permitidos e sim, a inserção de novas conjecturas. A MS 2.914 veio mais rigorosa e abrangente, tratando com mais rigor as questões do sistema de abastecimento e as soluções alternativas de abastecimento, estabelecendo maiores obrigações e responsabilidades dos usuários dos recursos hídricos individuais ou coletivos (OMS, 2004).

2.3.2 Ministério do Meio Ambiente

O Ministério do Meio Ambiente instituiu por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão integrante do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e instrumento da Política Ambiental, a resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005, visando a proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

A resolução CONAMA 357 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Classificando em diferentes estágios as

águas doce, salinas e salobras em função das concentrações de parâmetros físicos, químicos e biológicos existentes nas águas.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização da Área de estudo

Ouro Preto do Oeste está localizado a cerca de 330 km de distância da capital do estado de Rondônia e possui 1.970,40 Km² de extensão, sendo que a área delimitada para pesquisa se encontra na porção central do município compreendendo o perímetro urbano, com cerca de 7,8 Km² como ilustrado na figura 3.

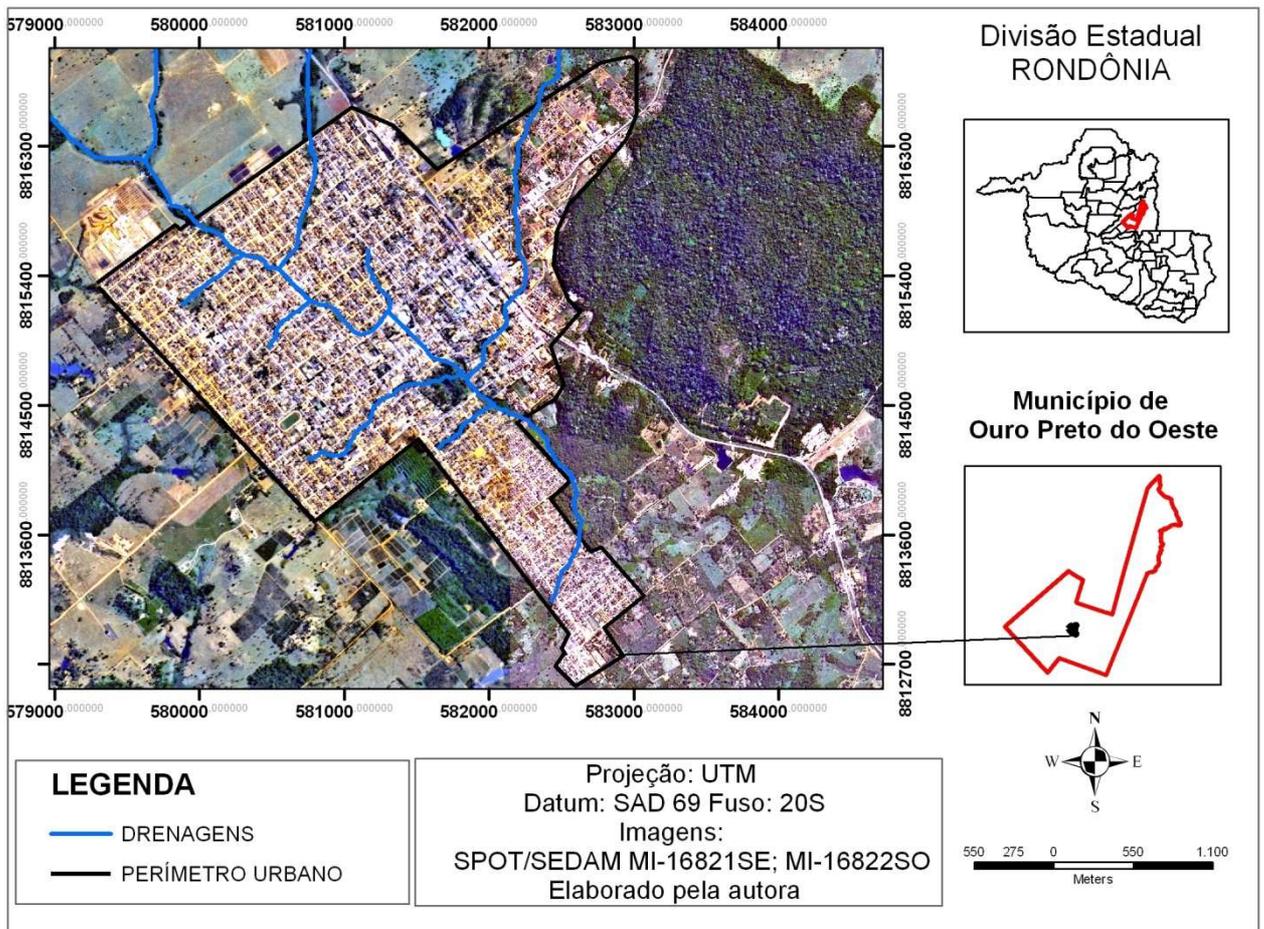


Figura 3. Localização da área de estudo.

3.2 Breve histórico do município

Até o ano de 1976, só existiam no Território de Rondônia, dois municípios: Porto Velho, com 84.048 habitantes e Guajará Mirim, com 27.064 habitantes. A cidade de Vila de Rondônia, com a qual o pequeno povoado de Ouro Preto mantinha comunicação, detinha em 1970, segundo o Censo do IBGE, 4.856 habitantes (MORAES, 2007).

O censo de 1980 constatou para o município de Ji-Paraná, o contingente de 121.715 habitantes, dos quais, 43.379 residiam em Ouro Preto, que foi transformado em Município pela Lei nº 6.921, de 16 de Junho de 1981, quando, então, foi desmembrado do Município de Ji-Paraná. No Censo de 1991, o IBGE levantou para o Município de Ouro Preto do Oeste, o total de 83.719 habitantes, sendo o terceiro Município mais habitado do Estado. Após o desmembramento territorial de Ouro Preto em favor dos distritos de Mirante da Serra, Urupá, Vale do Paraíso, Teixeirópolis e Nova União a população ficou restrita a 40.863 habitantes, tornando-se Ouro Preto o 8º município mais habitado do estado (MORAES, 2007).

Contudo, evidencia-se que mesmo após o desmembramento o município continuou perdendo habitantes, tendo de acordo com o IBGE passado de 40.884 habitantes no ano de 2000 para 37.561 em 2010. Esta perda populacional se deu pela emigração para outros municípios no estado e ainda, para países como os Estados Unidos e Portugal, tendo como fator propulsor a busca por oportunidades no mercado de trabalho.

3.2.1 Aspectos Socio-econômicos

Em Ouro Preto do Oeste os assentamentos precários encontram-se mais comumente às margens dos rios, em áreas de invasão e em terrenos ondulados compostos por rochas. Contudo, ainda não se verifica a condição de favelas, mas as condições de moradias se aproximam de Assentamentos Precários.

A situação de moradia apresenta 7.830 residências construídas com material inadequado, principalmente madeira, e 5.212 em alvenaria.

Ouro Preto do Oeste apresenta unidades residenciais cuja a condição de ocupação é a seguinte: 8.149 domicílios próprios; 1.944 alugados; 1.530 cedidos; e 29 em outras condições. Os bairros mais densamente povoados são o Novo Horizonte e o Jardim Aeroporto.

3.3 Infra-Estrutura Sanitária

Até 1985 o sistema de abastecimento de água do município de Ouro Preto do Oeste era executado pela Fundação SESP atendendo cerca de 20% dos aproximados 5 mil habitantes do perímetro urbano. Com uma compacta Estação de Tratamento de Água (ETA) instalada, com capacidade para tratamento de 30 m³/h e mais a casa de química, o abastecimento era feito direto do igarapé que corta a cidade, por meio de conjuntos elevatórios movidos a motor diesel. A rede de distribuição era executada em tubos de PVC rígido de diâmetros variáveis de 60 mm à 200 mm, com extensão de 7.015 m (RONDÔNIA, 1981).

Por ser o perímetro urbano uma área bem drenada, recortada por vários igarapés e seus ramais, a ausência de uma rede de abastecimento com atendimento global, possibilitou a exploração das águas subterrâneas por meio de fontes alternativas, utilizando-se de poços artesanalmente construídos e ainda, da exploração das águas superficiais de nascentes e igarapés.

O abastecimento atualmente é feito pela Companhia de Água e Redes de Esgotos de Rondônia (CAERD) que faz a captação no rio Boa Vista, este possui cerca de 74 Km de comprimento até chegar à sua foz no Rio Machado ou Rio Ji-Paraná. Sua nascente está perpendicularmente a cerca de 17 km de distância da área urbana, ainda em terras municipais.

O município não conta com sistema de tratamento de esgoto, como alternativa a população serve-se de “fossas negras” individuais comumente localizadas na porção frontal das residências ou em porção de menor elevação do terreno.

A pavimentação foi realizada prevendo-se uma rede de drenagem subterrânea apenas para uma pequena área no centro da cidade, sendo a drenagem pluvial superficial predominante.

Atualmente, o município possui uma rede de distribuição de água com 5.554 ligações, sendo a rede de esgoto inexistente. Quanto à coleta de lixo, esta atende a 9.393 moradias, sendo o destino final deste lixo, o lixão municipal, localizado a cerca de 3 km do centro urbano.

Mesmo prevendo-se problemas com drenagem, devido topografia irregular e áreas baixas, os projetos não controlaram a ocupação desordenada em áreas inadequadas para habitação, estando o arruamento e casas do município estabelecidos em quase toda área de preservação permanente (APP) dos rios.

A área de preservação permanente urbana do município de Ouro Preto do Oeste segue a normativa federal, pois, a lei 1.197 de 10 de outubro de 2006 (Plano Diretor Participativo) considera em seu artigo 16, inciso I:

[...] para os igarapés que cortam o perímetro urbano a faixa de 30 (trinta) metros em ambas as margens [...]

Na prática o que se observa é quase um completo descumprimento desta lei, pois, as ocupações em torno das drenagens não respeitam esta medida, e encontram-se localizadas nas zonas de APP, muitas vezes inseridas nas áreas em que os rios e córregos atingem seu maior ponto durante as chuvas, ficando sujeitas a inundação.

Para controlar o impacto da ocupação em torno das drenagens urbanas, o rio central foi canalizado nas porções mais críticas e tem mantido o controle destas áreas durante as chuvas. Contudo, o assoreamento de outros trechos, a redução do fluxo de água nos córregos e a eutrofização são visíveis e mostra o resultado das ações individuais e coletivas que atende muito pouco a normas municipais, estaduais e federais.

A figura 4 ilustra as ocupações irregulares ao longo das drenagens urbanas e ainda, algumas áreas em que as residências providenciaram o aterramento das mesmas.

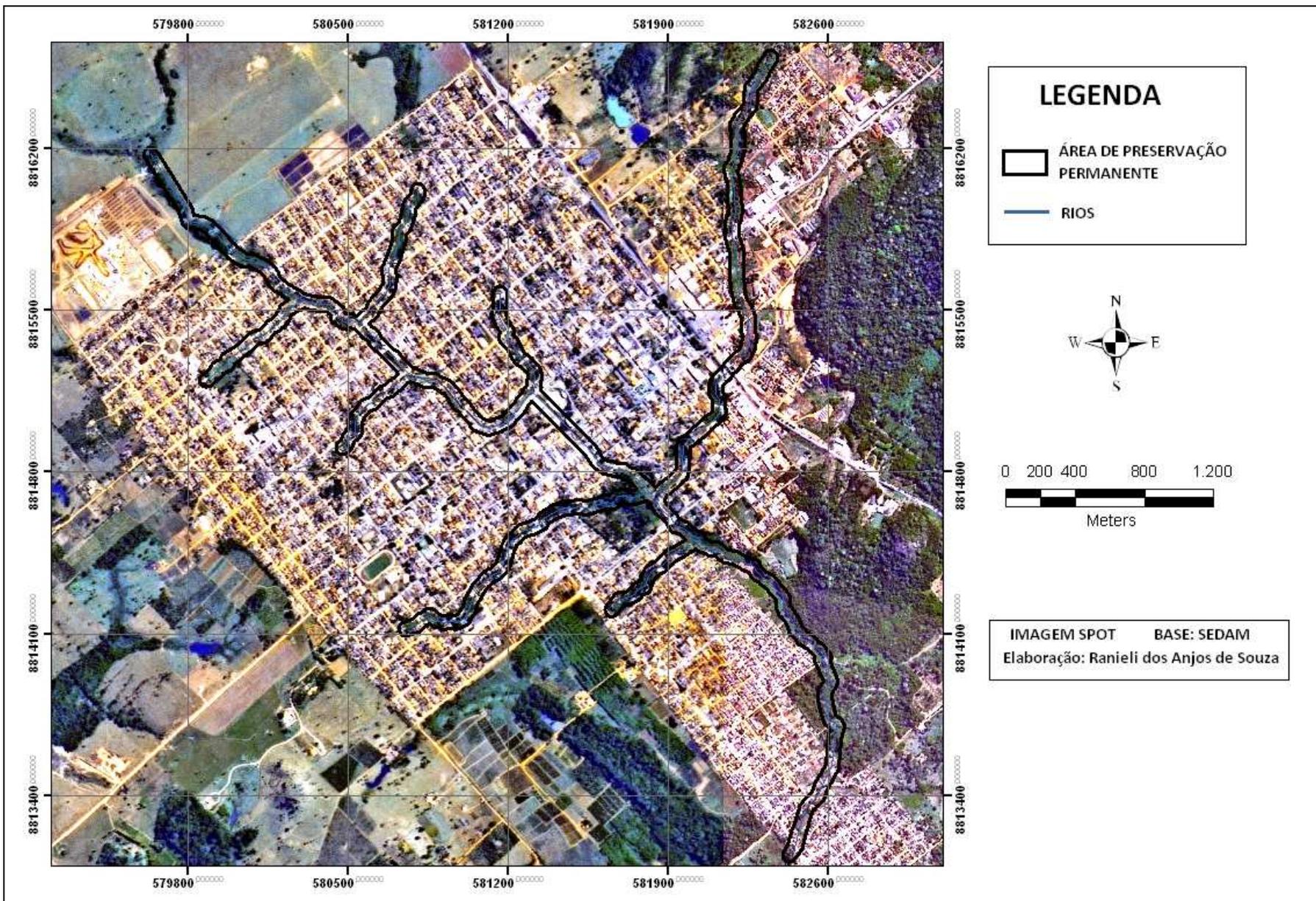


Figura 4. Mapa ilustrando as APPs (Áreas de preservação permanentes) urbanas.

3.4 Aspectos Fisiográficos

3.4.1 Geologia

Ouro Preto do Oeste está assentado sobre uma unidade litoestratigráfica representada por um conjunto de rochas polimetamórficas meta-ígneas calcialcalinas, onde destacam domínios charnoquitos, granoblastitos, gnaisses, migmatitos, leptitos, kinzigitos e anfibolitos e domínios de xistos e quartzitos (SOUSA, 1989; ANA, 2010).

Os granitos são geralmente classificados como tipo A e se caracterizam geoquimicamente pela presença de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, Fe/Mg, Ga/Al, Zr, Y, levemente ricos em Fe, Mg, Nb, P, Co, Th e significamente mais altos em Sr, Cr, Cu, V, Cs, Ni, com baixa abundância de CaO e MgO; Magmas tipo A também contém abundante F e Cl (embora os granitos tipo A amazônicos sejam mais ricos em F e pobres em Cl. (SCANDOLARA 1999; EBY, 1990; COLLINS *et al.* 1982; WHALEN *et al.* 1987).

Em sua porção central e com maior predominância está estratigraficamente representado por rochas granitóides de idade mesoproterozóica (1550. 1600 m.a.), aflorantes no extremo centro-norte do espaço municipal, denominado Suíte Intrusiva Serra da Providência, assentadas sobre terrenos do Complexo do Jamari, na região sul do município, desenvolvendo-se desde a nascente do rio Boa Vista no sentido sul em direção ao Igarapé Miolo, em uma faixa oeste-leste. Os litótipos do Complexo Jamari, são considerados como os terrenos mais antigos regionalmente, possuindo uma idade Paleoproterozóico (1761 . 1743 m.a.), conforme figura 5 (ADAMY, 2005).

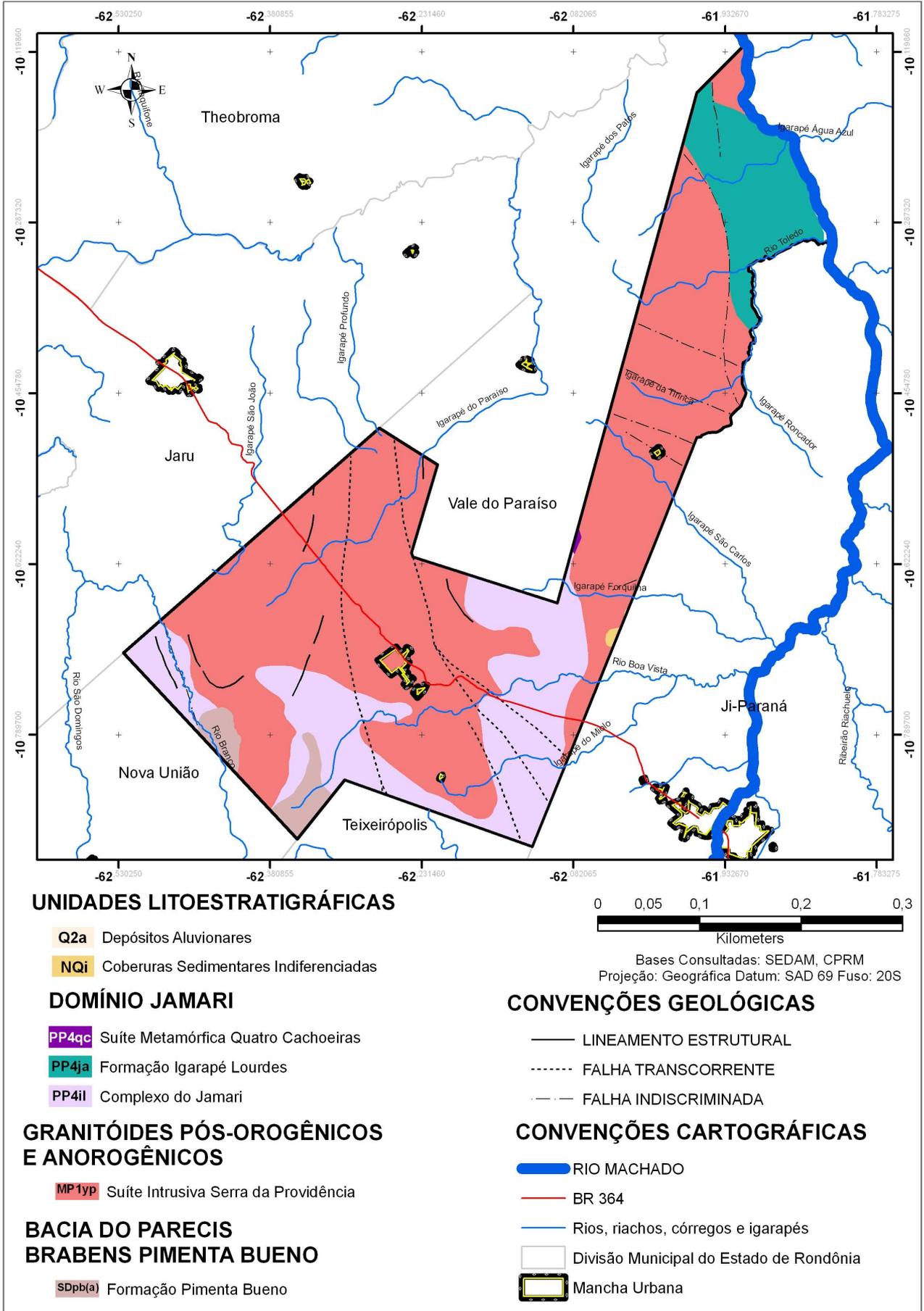


Figura 5. Mapa Geológico de Ouro Preto do Oeste, RO

3.4.2 Solos

Predominam no município os solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico, com ocorrência de Latossolo Amarelo, Cambissolo Eutrófico e Distrófico. No geral, o perímetro urbano concentra-se sobre solos exclusivamente Latossolo Vermelho-Amarelo, observando o levantamento na escala de 1:250.000 da Secretaria de Desenvolvimento Ambiental do estado de Rondônia (SEDAM, 2007).

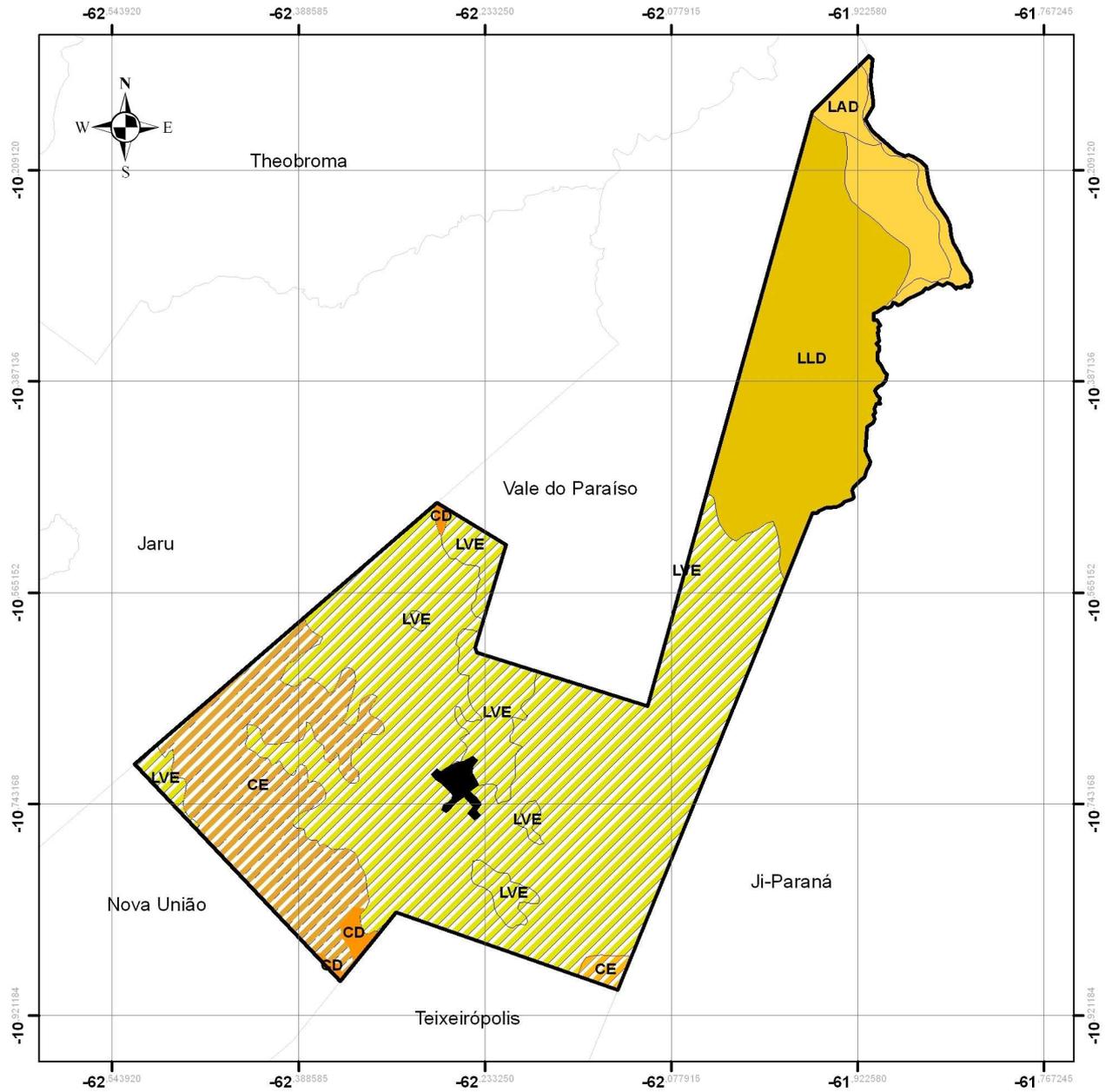
Latossolos vermelho-amarelo são profundos, com boa drenagem e normalmente baixa fertilidade natural, embora se tenha verificado algumas ocorrências de solos eutróficos. Os Latossolos amarelos são solos profundos, de coloração amarelada, perfis muito homogêneos, com boa drenagem e baixa fertilidade natural em sua maioria (IBGE, 2007).

Já os Cambissolos, no geral, são solos que apresentam grande variação no tocante a profundidade, ocorrendo desde rasos a profundos, além de apresentarem grande variabilidade também em relação às demais características. A drenagem varia de acentuada a imperfeita e podem apresentar qualquer tipo de horizonte A sobre um horizonte B incipiente (Bi), também de cores diversas. Muitas vezes são pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos (IBGE, 2007).

A legenda do mapa na figura 6 é composta por unidades simples e associações de solos, conforme classificação a seguir:

LLD- Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico: Solos com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 2006); LVE- Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico: Outros solos que apresentam saturação por bases alta ($V \geq 50\%$) na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 2006); LAD- Latossolo Amarelo Distrófico: Solos apresentando baixa saturação por bases ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 2006); CD- Cambissolo Distrófico: Solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Apresentam saturação por bases baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (EMBRAPA, 2006).

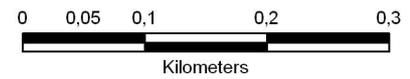
CE- Cambissolo Eutrófico: Solos com saturação por bases alta ($V \geq 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 2006).



LEGENDA

- CD Cambissolo Distrófico
- LAD Latossolo Amarelo Distrófico
- LLD Latossolo Vermelho - Amarelo Distrófico
- CE Cambissolo Eutrófico
- LVE Latossolo Vermelho Amarelo - Eutrófico

Bases Consultadas: SIPAM, CPRM, SEDAM
 PROJEÇÃO: UTM DATUM: SAD 69 FUSO 20S



Convenções Cartográficas

- Divisão Municipal do Estado de Rondônia
- Ouro Preto do Oeste
- Perímetro Urbano

Figura 6. Classe de Solos de Ouro Preto do Oeste, RO

3.4.3 Geomorfologia

O relevo do município é caracterizado por formas planas com declividade entre 0 e 3%, suave onduladas entre 3 e 8%, ondulada entre 8 e 20%, forte ondulada de 20 a 45% e montanhosa de 45 a 75% segundo a classificação da EMBRAPA (2006).

O perímetro urbano é circundado por *inselbergs* com presença de *tors*, encontrados com frequência rochas aflorantes em diversos pontos da cidade. A altitude varia entre 230 a 395 metros e as cotas mais altas concentram-se na porção sudoeste do Parque Municipal Chico Mendes. Os perfis de altitude média dos topos das colinas decrescem em direção ao rio Boa Vista e bacias tributárias. Estes dados foram obtidos por meio do tratamento de imagens do satélite *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da NASA.

A Unidade Denudacional da área de estudo é caracterizada conforme Rondônia (2002) como superfície de aplanamento do tipo II, constitui uma unidade com ampla distribuição no Estado, ocorrendo sobre rochas do embasamento cristalino. As cotas atingidas por esta superfície distribuem-se no intervalo de 200 a 300 metros, apresentando igualmente uma densidade variável de *inselbergs*. Ocorrem no município as unidades geomorfológicas do tipo *Footslopes* D11 de dissecação baixa; a Unidade Denudacional D2221, com 200m a 300m de altitude, com dissecação média e nenhum ou esporádicos *inselbergs* e *tors*; os Agrupamento de Morros e Colinas D31, aberto com Colinas/*Inselbergs* baixos e médios e D32 denso com colinas /*Inselbergs* médios e altos; e Unidades Estruturais S110 planas com ferricrete "*Cap Rock*". Estas unidades podem ser observadas na figura 7.

As superfícies de aplanamento constituem uma etapa importante na história do relevo. Ela marca o fim de uma longa evolução e pode constituir o ponto de partida de uma nova etapa do aparecimento de formas após o desencadeamento de uma nova onda de erosão (CASSETI, 2009).

3.4.4 Vegetação

No município encontram-se variações fitoecológicas de formação pioneira rupestre, de formações em fase sucessional, de floresta ombrófila aberta submontana e floresta ombrófila aberta de terras baixas, que se observa atualmente fragmentadas e amplamente degradadas em função do desmatamento desordenado.

A Floresta Ombrófila Aberta Submontana, situada entre 100 e 600 m de altitude, passou por profundas alterações na sua estrutura e composição florística devido constantes queimadas, sendo marcada pela grande presença de gramíneas no sub-bosque. A floresta ombrófila aberta de terras baixas, localiza-se em altitude até 100 metros (BRASIL, 2005).

A vegetação encontra-se em boas condições de conservação na área onde localiza-se o Parque Municipal Chico Mendes, com presença de estratos arbóreo-arbustivos, contudo, é possível observar perturbações antrópicas e invasão por gramíneas, especialmente capim braquearia.

Nas demais áreas o desmatamento é visivelmente percebido, onde as florestas dão lugar à uma paisagem típica de exploração para a pecuária e agricultura, com o ocorrência segundo estudos de Souza *et al.* (2011) de 80% de antropização.

3.4.5 Clima

O clima de Ouro Preto do Oeste é do tipo tropical úmido, apresentando temperatura média máxima de 29,2°C e média mínima de 22,6°C (SCERNE *et.al*, 2000).

O município sofre ainda, influência da Massa Polar Atlântica (MPA) que tem origem na porção do extremo sul da América do Sul com temperaturas mais baixas e de menor umidade, o deslocamento desta massa em direção às baixas latitudes se deve a atração exercida pelas baixas pressões tropicais e equatoriais, bem como, da força de atrito com o relevo sobre o qual se movimenta. Quando a MPA encontra-se com intensidade expressiva, esta massa pode se desenvolver até a latitude 0°, provocando a ocorrência do fenômeno conhecido regionalmente por friagem, onde as temperaturas podem atingir até 18° e 19° C nos meses de julho e agosto (BASTOS, 1972).

A frequência anual de precipitação pluvial é bem definida, entre os meses de novembro a abril, contudo, os meses mais chuvosos oscilam neste intervalo, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Precipitação Pluviométrica Mensal 1984-2008. PP: Precipitação pluvial total; DC: Dias com chuva.

MÊS	1984*		1989*		1994*		1999*		2004**		2008**	
	PP(mm)	DC										
Jan.	320,4	18	270,1	22	333,6	21	271,0	19	358,2	19	371	23
Fev.	231,2	19	345,2	22	288,4	18	282,0	19	421,5	18	176	18
Mar.	257,5	22	299,6	19	273,2	20	242,6	14	271,5	13	283,5	20
Abr.	134,8	12	287,6	20	232,2	16	51,8	11	157,9	9	277,8	17
Mai.	80,7	7	15,2	3	72,0	7	122,2	9	30,6	5	142,6	8
Jun.	34,8	1	83,8	4	16,8	4	46,4	6	12,6	1	0,0	0
Jul.	2,1	2	2,4	1	44,8	4	16,0	2	29,2	2	0,0	0
Ago.	8,6	1	42,8	3	1,0	1	26,0	2	38,3	3	0,4	1
Set.	117,6	5	130,0	8	113,3	9	103,6	8	20,7	5	11,7	5
Out.	170,4	16	192,6	14	97,2	9	95,2	9	236,1	12	142,8	10
Nov.	244,2	14	125,3	12	115,8	12	246,0	12	286,6	20	282,1	16
Dez.	290,2	19	255,4	18	374,8	21	333,4	16	250	16	126,2	13
Total	1892,5	136	2050	146	1963,1	142	1836,2	127	2113,2	123	1814,1	131

Fonte: Adaptado *Scerme *et.al.* (2000) e **ANA (2010).

A tabela 1 apresentou o resumo dos dados de precipitação pluvial no período de 1984 a 2008, apresentando anos que ultrapassam 2000 mm, sendo que a média definida para a Amazônia é de 2300 mm/ano.

4. METODOLOGIA

4.1 Procedimento Amostral

4.1.1 Questionário para cadastro de poços

O cadastramento de poços foi realizado por meio de pesquisa de campo nas escolas do município durante o mês de julho de 2010. Foram visitadas seis escolas que espacialmente

cobrem todos os bairros do município e cadastrados entre os alunos do 7º ao 9º ano do ensino fundamental e 1º e 3º ano do ensino médio 200 poços.

Para o cadastramento, durante as visitas nas escolas, foi aplicado um questionário conforme ilustrado no apêndice V, que buscou identificar questões de interesse para a pesquisa, que pudessem ser rapidamente respondidas pelos alunos da rede escolar sem interferir por um longo tempo nas aulas interferidas.

Após o levantamento das informações nas escolas, efetuamos o cadastramento dos poços em planilha Access do Microsoft Office 2007, com informação de endereçamento.

4.1.2 Zoneamento do perímetro urbano

O município possui 13 bairros, contudo, para a organização do espaço amostrado utilizamos como divisão municipal uma distribuição adaptada da Agência dos Correios de Ouro Preto do Oeste, que categoriza o perímetro urbano em 6 Distritos.

A figura 8 apresenta a quantidade de poços por bairros e a figura 9 apresenta o número de poços por Distrito, que é a distribuição utilizada nesta pesquisa.

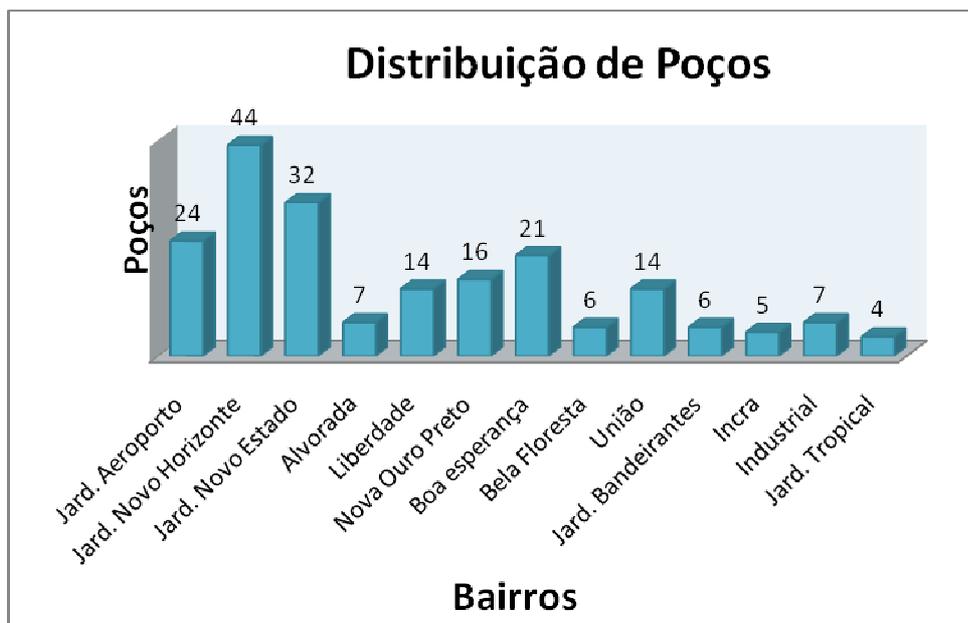


Figura 8. Distribuição de poços por bairros.

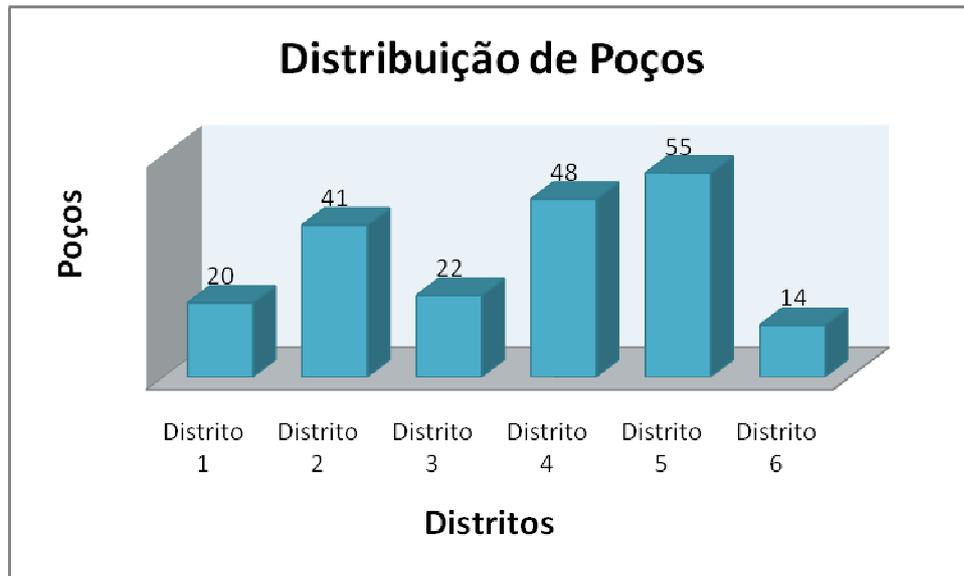
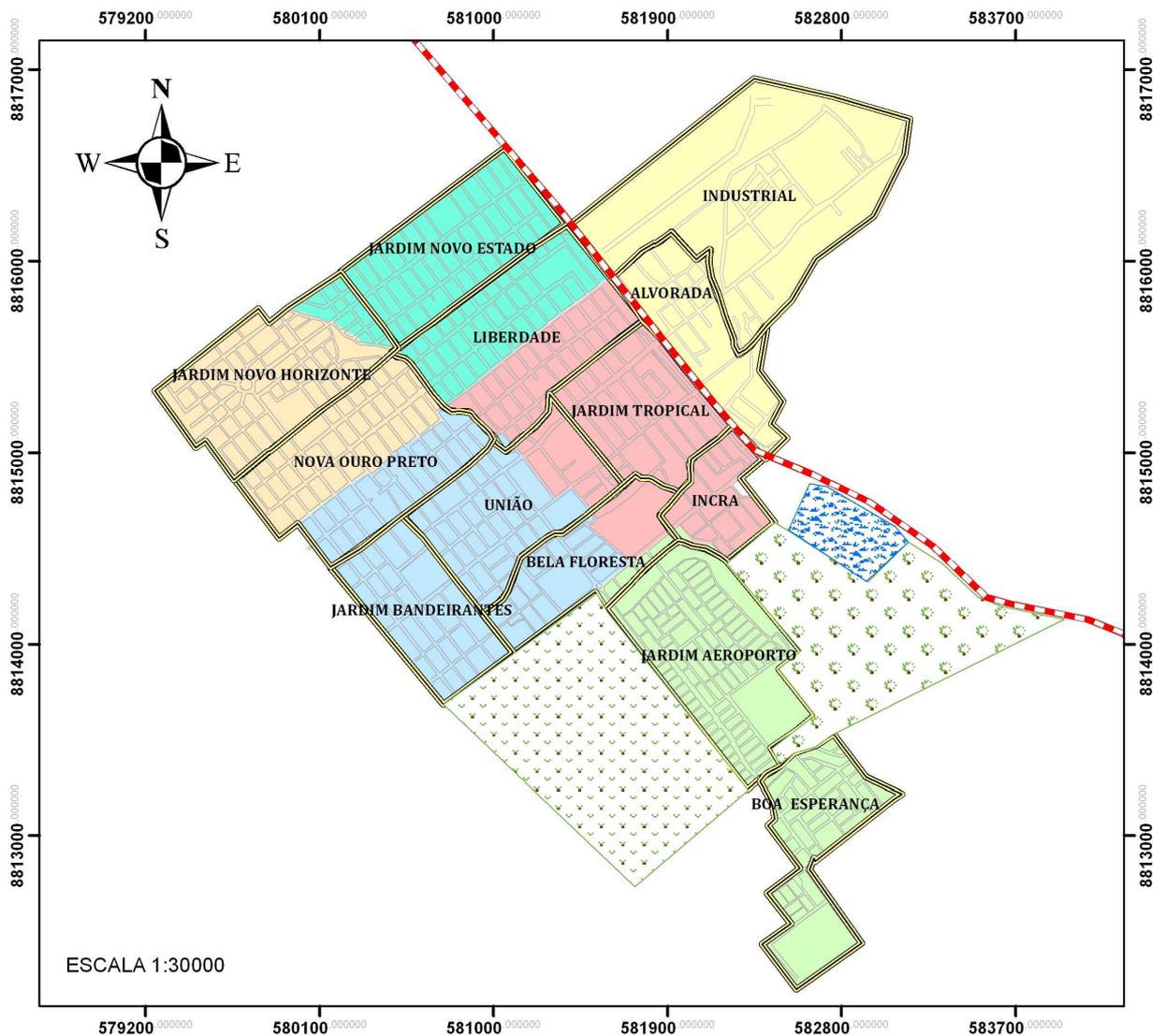


Figura 9. Distribuição de poços por distritos.

O distrito 1 é composto por 100% do bairro Jardim Tropical e Inkra e ainda, por parte dos bairros Bela Floresta, União e Liberdade. O distrito 2 está compreendido por 100% do bairro Jardim Novo Estado e por parte do bairro Liberdade e Jardim Novo Horizonte. O distrito 3 possui a totalidade do bairro Jardim Bandeirantes e parte dos bairros União, Bela Floresta e Nova Ouro Preto. O distrito 4 está composto pelas parcialidades dos bairros Jardim Novo Horizonte e Nova Ouro Preto. O distrito 5 compõe-se de parte dos bairros Bela Floresta e por 100% do bairro Jardim Aeroporto e Boa Esperança. O distrito 6 compreende toda porção ao norte da BR 364, composto pelos bairros Alvorada e Industrial, conforme figura 10.



Projeção: UTM
 Datum: SAD 69 Fuso: 20S
 Elaborado pela autora

Figura 10. Ilustração da distribuição dos bairros em distritos no município de Ouro Preto do Oeste – RO.

4.1.3 Amostragem

Na escolha dos pontos de coleta, utilizou-se a Amostragem Estratificada proposta por Landim (2003), procurando formar uma malha que melhor espacializasse o aquífero. Com um Sistema de Referência de 200 poços, como ilustrado na figura 8.

A partir do Sistema de referência obtivemos uma Amostra Estratificada de 42 poços por meio de cálculo estatístico ao nível de confiança de 95%. O cálculo da Amostragem Estratificada baseou-se em Landim (2003) conforme fórmula a seguir:

Equação 1.

$$n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \times f(1-f) N}{e^2 (n-1) + Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \times f(1-f)}$$

Onde f é dado pela fórmula $f = \frac{n}{N}$

Onde n = número da amostra e N = número total da população

e = erro

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ = intervalo de confiança

Com a Amostra Estratificada de 42 poços, utilizamos o método casual simples para sortear 7 poços em cada Distrito do município. Na figura 11 visualiza-se o Sistema de Referência e na figura 12 é possível observar como ficou a espacialização da Amostra Estratificada após o trabalho estatístico dos dados.

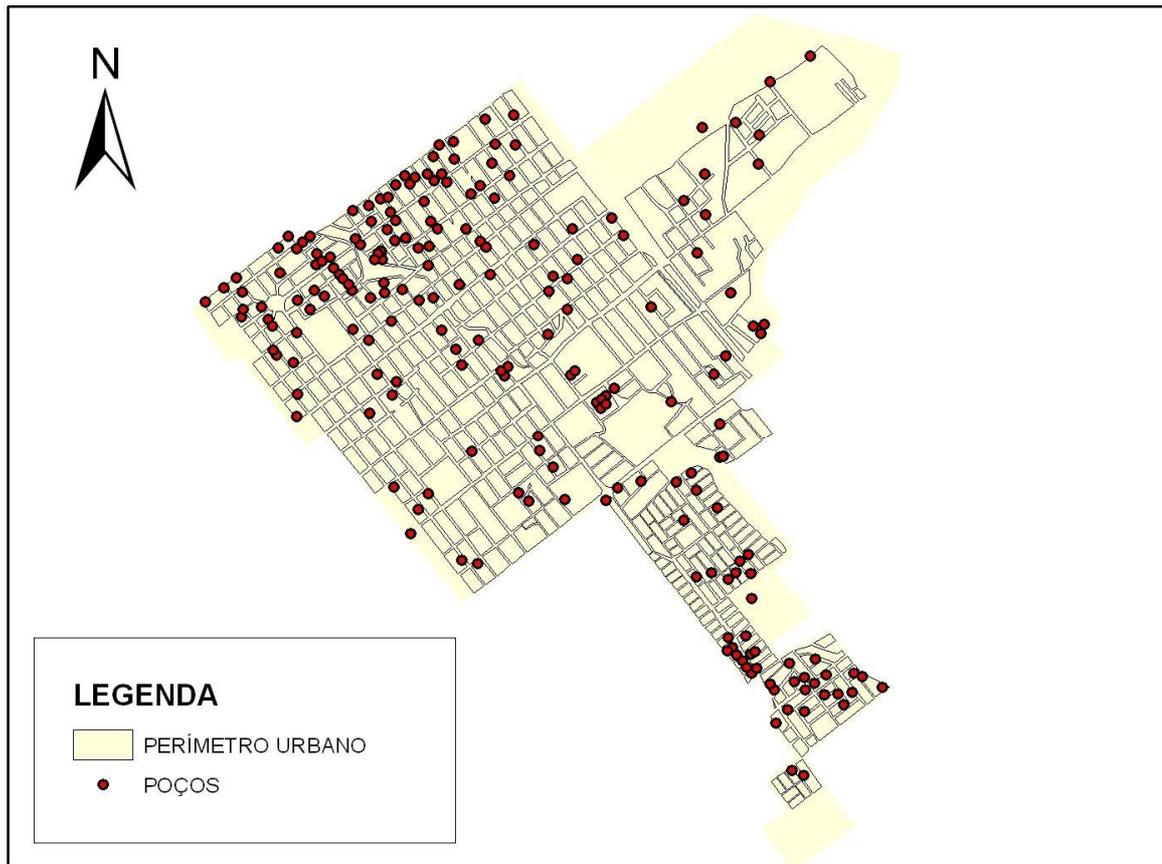


Figura 11. Ilustração do Sistema de Referência de 200 poços cadastrados no município de Ouro Preto do Oeste.

O mapa com o Sistema de referência foi confeccionado utilizando o questionário aplicado nas escolas. Os dados de endereçamento e a planilha de ruas adquirida na Agência dos Correios de Ouro Preto do Oeste, possibilitou plotar os poços e criar o mapa de distribuição no perímetro urbano sem que fosse necessário ir à campo para georreferenciar estes pontos.

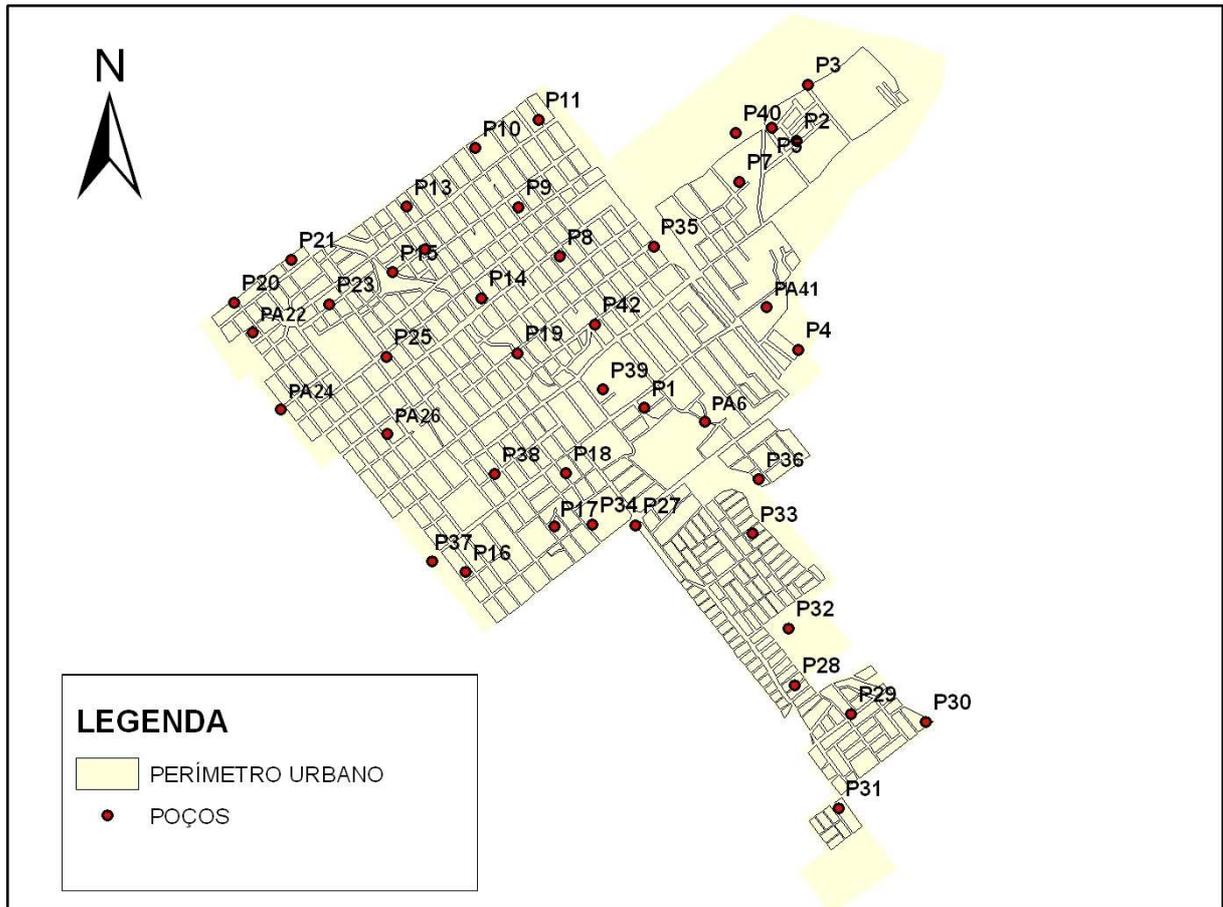


Figura 12. Ilustração da Amostra Estratificada dos 42 poços selecionados.

O mapa com a Amostra Estratificada baseou-se na plotagem já criada para o Sistema de Referência, contudo, durante aplicação de questionário em campo e coleta de amostra de água, estes pontos foram georreferenciados utilizando GPS Garmin. Na figura abaixo estão ilustrados os tratamentos metodológicos para a amostragem dos poços.

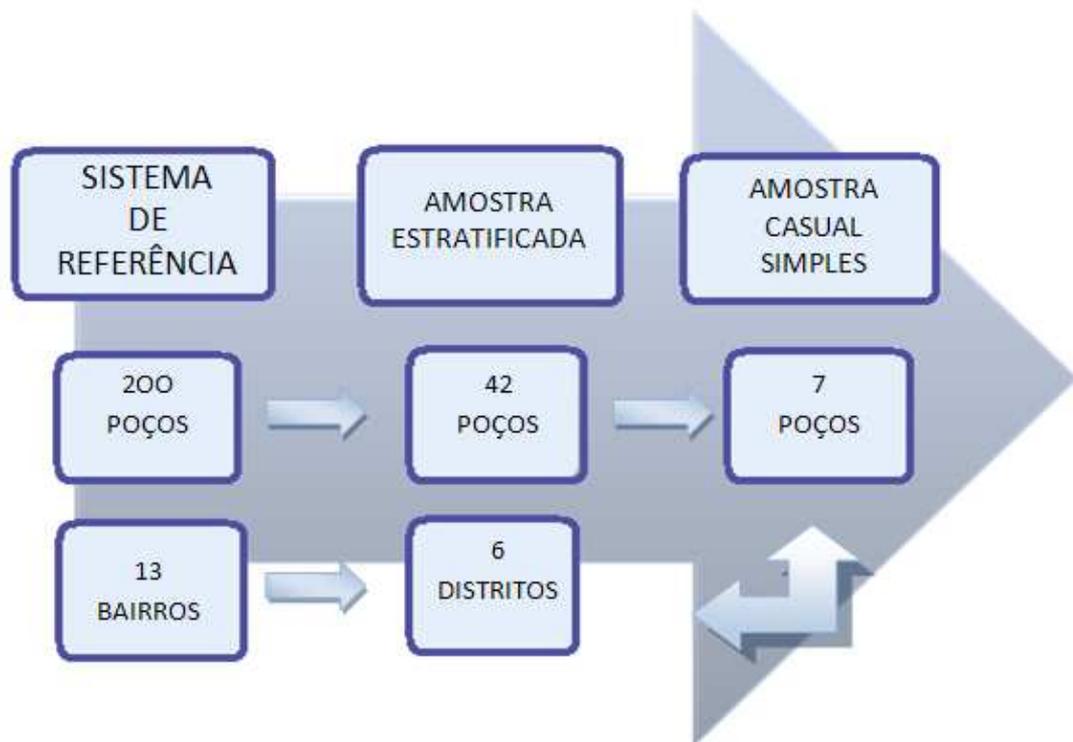


Figura 13. Organograma de amostragem dos poços analisados.

4.3 Trabalho de Campo

4.3.1 Aplicação de questionário em campo

Com os pontos amostrais cadastrados, procedemos à aplicação do questionário, conforme Apêndice III, no mês de outubro de 2010 para obtenção de dados dos poços, tais como: altitude, condições higiênicas e construtivas dos poços, fossas, animais e esgotos nas proximidades, entre outras informações.

Em cada ponto de coleta de água foram georreferenciadas as coordenadas UTM, utilizando o *Global Positioning System* (GPS), marca Garmim, para compor os pontos de análises geoestatísticas.

4.3.2 Coleta de amostras de água.

As coletas de amostras de água foram realizadas em duas campanhas no mês de novembro de 2010, sendo feitas diretamente nos poços com o auxílio de um instrumento construído para comportar um recipiente de 500 ml, preso a um cordão estéril de 10 metros. A metodologia para coleta de águas tratadas baseou-se nos padrões estabelecidos pela APHA (1998) e pela CETESB (1995).

O recipiente plástico estéril foi mergulhado à profundidade de 50 cm do nível estático do poço. A garrafa foi rinsada 3 vezes com a água do poço e o material foi armazenado em caixa de isopor com gelo, para ser encaminhado ao laboratório para análise. As amostras foram identificadas com o número do poço, a data e a hora da coleta.

Após o encerramento da coleta de água, as amostras devidamente armazenadas na caixa de isopor com gelo foi imediatamente encaminhada ao laboratório da FARO, para proceder à análise no dia posterior, de maneira que o intervalo de coleta e análise não ultrapassou 24 horas.

Os materiais utilizados em campo foram:

- Caixa de isopor 45 litros com gelo;
- Recipiente plástico estéril 500 mL;
- Instrumento para suporte do recipiente;
- Cordão estéril;
- Altímetro eletrônico Escape Suunto E203;
- Termômetro;
- Câmera Sony 14.1;
- GPS Garmim 60C;
- Luvas de procedimento Descarpack;
- Caneta;
- Ficha de campo;
- Estufa microbiológica portátil Termobac.

4.4 Procedimentos de Laboratório

As amostras de água foram analisadas no Laboratório da Faculdade de Rondônia - FARO. Todas as análises precederam ao branco da amostra com água deionizada. Os procedimentos utilizados podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2. Método de análises e limites legais por parâmetros.

VARIÁVEL	UNIDADE	LIMITE LEGAL	MÉTODO DE ANÁLISE	INSTRUMENTO DE MEDIDA
pH	-	6,0 a 9,0	Potenciométrico	pHmetro PHS-3b de bancada
TURBIDEZ	UNT	40 /5*	Nefelométrico	Turbidímetro de bancada Q279P
CONDUTIVIDADE	$\mu\text{s/cm}$	-	Potenciométrico	pHmetro PHS-3b de bancada
FERRO total	mg/L Fe _{total}	0,3*	Fotocolorimétrico	Fotocolorímetro AT-100PB
FÓSFORO	mg/L P	0,02	Fotocolorimétrico	Fotocolorímetro AT-100PB
CLORETO	mg/L Cl	250	Titulométrico	Soluções Químicas
NITRATO	mg/L NO ₃	10	Fotocolorimétrico	Fotocolorímetro AT-100PB
NITRITO	mg/L NO ₂	1	Fotocolorimétrico	Fotocolorímetro AT-100PB
COLIFORMES TOTAIS	UFC/100 mL	Ausente	Contagem de bactérias	Cartela filtrante ALFAKIT e Estufa Microbiológica TERMOBAC

Fonte: CONAMA 357/2005.

Nota: * Portaria MS 2.914/2011.

Os materiais utilizados em laboratório foram os seguintes:

- Cubeta de quartzo;
- Cubetas com tampa;
- Pipeta;
- Tubo de ensaio;
- Suporte para tubo de ensaio;
- Erlenmeyer;
- Fotocolorímetro AT 100PB;
- pHmetro PHS 3B;
- Agitador de tubos AP56;
- Turbidímetro Q279P;
- Água deionizada;
- Água destilada;
- Reagentes Alfakit (P, Fe, NO₂, NO₃).

4.4.1 Variáveis analisadas

Os parâmetros analisados foram selecionados em função das atividades desenvolvidas no perímetro urbano observando a capacidade analítica do laboratório, considerando-se ainda, a interação destes padrões com o meio e a resposta que oferecem em relação à qualidade da água. Segundo Foster e Hirata (1993) os parâmetros microbiológicos e o pH são básicos para a caracterização da água. O pH de acordo com a OMS (2006) é um dos parâmetros operativos ainda mais importantes.

Dos parâmetros analisados, o nitrato, nitrito, coliformes totais são os de maior importância para a saúde. O ferro, cloreto e a turbidez são constituintes de importância organoléptica ou estética (FOSTER e HIRATA, 1993; OMS, 2006).

4.4.2 Cloreto

O cloreto é um dos parâmetros mais comuns em águas naturais, nos esgotos e despejos industriais. O seu registro em amostras de água fornece informações da ocorrência ou não da contaminação do aquífero (CARVALHO, 2001). Ele está presente em grande concentração nos esgotos sanitários, pois o sal, comum na alimentação humana, passa pelo trato digestivo e é descarregado nos excrementos. A urina humana pode conter até 1% de NaCl (SUCKLING, 1945). Para o CONAMA 357 e MS 2.914 o limite máximo permitido é de 250 mg/L Cl.

O íon cloreto é um indicador de poluição por esgotos sanitários devido o sal presente nos alimentos que é eliminado sob a forma de urina e excremento humano; e pode estar associado ainda, com nitrato, coliformes e outros componentes (KARRO, 1999).

Para a análise de cloreto procedeu-se ao método titulométrico. Colocou-se 50 mL da amostra no erlenmeyer e adicionou-se 3 gotas da solução de Nitrato de Prata, em seguida a solução foi titulada com cromato de potássio (K_2CrO_4) até a viragem para amarelo avermelhado, que é o ponto final da titulação (BRASIL, 2009).

4.4.3 Fósforo

O fósforo pode ter origem natural, sendo proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, e origem antropogênica quando for proveniente de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excremento de animais, inseticidas e pesticidas (POLETO, 2003).

No estado de Rondônia, que vem nos últimos anos intensificando a atividade de piscicultura, este elemento tem sido incrementado antropogenicamente ao ambiente. Quando exportado destas áreas pode atingir o ambiente aquático, promovendo o enriquecimento da água, desencadeando o processo de eutrofização (SHARPLEY *et al.*, 1999). Para o CONAMA 357 o limite máximo permitido de concentração de fósforo na água para consumo humano é de 0,02 mg/L P.

Para a determinação do fósforo foram pipetados 5mL da amostra no tubo ensaio e adicionados 5 gotas do reagente 1, procedendo-se à agitação no agitador de tubos AP56, em seguida adicionou-se 1 medida do reagente 2 seguido de agitação. Após 10 minutos de espera, adicionou-se a amostra na cubeta de quartzo, que foi esterilizada com água destilada para medição das concentrações. O equipamento foi calibrado e zerado com a prova em branco.

4.4.4 Nitrato

O nitrato e o nitrito são íons de origem natural que são parte do ciclo do nitrogênio. Podem ocorrer em baixas concentrações nas águas subterrâneas e superficiais, mas sua ocorrência em concentrações altas pode se dá pelo cultivo de terras agrícolas ou devido a contaminação por resíduos humanos ou animais (OMS, 2006). A tabela 3 apresenta o limite legal do nitrato para o consumo humano e seus efeitos sobre a saúde quando em altas concentrações.

Tabela 3. Considerações sanitárias sobre o Nitrato

Limite máximo aceitável	10 mg/L N
Considerações toxicológicas	O principal risco do nitrato está relacionado a metaemoglobina, especialmente em crianças. *Pode gerar nitrosaminas no estômago, sendo esse produto carcinogênico.

Fonte: Adaptado de CONAMA357/2005 e OMS (2006).

USEPA, 1973; BOUWER, 1978; DRISCOLL, 1987.

Para a determinação do Nitrato foram pipetados 5mL da amostra no tubo de ensaio e adicionados 1 medida do reagente 1, procedendo-se à agitação no agitador de tubos por 2 minutos, em seguida adicionou-se 1 medida do reagente 2 e 2 gotas do reagente 3 seguido de agitação. Após de 15 minutos de espera, adicionou-se a amostra na cubeta de quartzo, que foi esterilizada com água destilada para medição das concentrações. O equipamento foi calibrado e zerado com a prova em branco.

4.4.5 Nitrito

Quanto à presença de nitrito, águas naturais geralmente contêm concentrações inferiores a 0,001 mg/L NO₂ e raramente superam 1 mg/L NO₂. Nitrito em altas concentrações geralmente indica poluição de origem industrial e está associado a condições microbiológicas insatisfatórias.

O nitrato pode ser bioquimicamente reduzido a nitrito (NO₂) pelo processo de desnitrificação, geralmente sob condições anaeróbias. Em condições aeróbias o nitrito é rapidamente oxidado para nitrato.

Tabela 4. Considerações sanitárias sobre o Nitrito

Limite máximo aceitável	1 mg/L N
Considerações toxicológicas	*Pode ocasionar metaemoglobinemia independente da faixa etária do consumidor e a formação de nitrosaminas e nitrosamidas.

Fonte: Adaptado de CONAMA357/2005 e MS 2.914.

Nota: * Alaburda, J. e Nishihara L.(1998)

Para a determinação do Nitrito foram pipetados 5mL da amostra no tubo de ensaio e adicionados 1 medida do reagente 1, procedendo-se à agitação no agitador de tubos por 2 minutos, em seguida adicionou-se 1 medida do reagente 2 e 2 gotas do reagente 3 seguido de agitação. Após de 15 minutos de espera, adicionou-se a amostra na cubeta de quartzo, que foi esterilizada com água destilada para medição das concentrações. O equipamento foi calibrado e zerado com a prova em branco.

4.4.6 Ferro total

O ferro é um elemento necessário na nutrição humana. As necessidades mínimas variam em função da idade, do sexo, do estado físico e da disponibilidade de ferro que oscilam entre 10 a 50 mg/dia (OMS, 2006).

A origem do ferro nas águas subterrâneas corresponde, principalmente, aos minerais máficos, sulfetos, óxidos, oxi-hidróxidos, hidróxidos e silicatos, largamente espalhados na crosta, como: os piroxênios, anfibólios, biotita e pirita (PERCEBON, 2008).

Nas águas subterrâneas pode haver concentrações de ferro de até vários miligramas por litro sem que se manifeste alteração alguma de cor na turbidez ao bombeá-la diretamente do poço (OMS, 2006). O valor máximo permitido pelo Ministério da Saúde MS 2.914 é de 0,3 mg/L Fe.

Para análise da concentração de Ferro, foram pipetados 5 mL da amostra coletada no tubo de ensaio e adicionado 1 gota do reagente 1, procedendo-se à agitação no agitador de tubos, em seguida adicionou-se 4 gotas do reagente 2 que após agitado foi colocado em espera por 5 minutos. Após, adicionou-se 4 gotas do reagente 3 que depois de agitado foi colocado em espera por 10 minutos até o momento da medição. Em seguida a amostra foi adicionada na cubeta de quartzo, que foi esterilizada com água destilada para medição das concentrações. O equipamento foi calibrado e zerado com a prova em branco.

4.4.7 Coliformes Totais e Fecais

Organismos coliformes são referências de poluição recente de fezes, sua presença é um dos principais indicadores de contaminação da água. Embora não sejam diretamente patogênicos, eles são chamados organismos indicadores de contaminação fecal e podem comprovar se uma água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, sua potencialidade para transmitir doenças (MOREIRA, 2005). As bactérias do grupo coliformes são predominantemente do gênero *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Escherichia* (OMS, 2006).

As resoluções e portarias determinam que haja ausência de coliformes em 100 ml de água para consumo humano, contudo, os valores detectados na área de estudo evidenciaram um grande índice de contaminação nos poços.

Para a análise bacteriológica, os procedimentos foram realizados em campo, utilizando-se do método de cartela filtrante com contagem de coliformes, usando para isso o Kit microbiológico Alfakit (figura 14).

Após mergulhar o kit microbiológico na água coletada, a cartela foi armazenada em estufa microbiológica portátil (figura 15) em temperatura média de 37°C por 15 horas. A contagem das colônias observou a presença de coliformes fecais (colônias azul/preta) e coliformes totais (colônias avermelhadas). Para obter o número total de Coliformes, foram somados o número de colônias de coliformes fecais e totais, multiplicando-se os resultados por 60, que é o limite detectável de colônias na cartela.



Figura 14. Kit Microbiológico Tecnobac.



Figura 15. Estufa portátil.

4.4.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio H^+ , dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH vai de 0 a 14 e pode ocorrer por origem natural através da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, mas também pode ter origem antropogênica, através de despejos domésticos e despejos industriais (POLETO, 2003).

Conforme normatiza o CONAMA 357 os valores de pH que se encontram dentro do intervalo de 6,0 a 9,0 são considerados dentro da normalidade. Esse parâmetro foi analisado utilizando-se de um equipamento de bancada do laboratório da Faculdade de Rondônia - FARO, conforme figura 16. Para a análise de pH utilizou-se o aparelho pHmetro que após ser ligado procedeu-se à espera de sua estabilização. Os eletrodos foram lavados com água destilada e enxutos com papel absorvente. Após assepsia, o aparelho foi calibrado com solução padrão (pH 4 e 7) procedendo-se novamente à assepsia dos eletrodos.

Em seguida, cada amostra foi colocada em um tubo de ensaio e inserido o eletrodo do pH para obtenção dos níveis destes parâmetros. Em cada amostra antecedeu-se a assepsia discriminada.



Figura 16. pHmetro e condutivímetro de bancada PHS 3b.

4.4.9 Condutividade

A determinação da condutividade da água é feita pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Este parâmetro representa a capacidade da água transmitir a corrente elétrica, pois, os sais dissolvidos e ionizados presentes na água transformam-se num eletrólito capaz de conduzir a corrente elétrica (MOREIRA, 2005). A medida é feita por meio do condutivímetro e a unidade utilizada é o micromhos/cm a uma determinada temperatura em graus Celsius (ZIMBRES, 2003).

Para a análise de condutividade utilizou-se o mesmo equipamento para o pH, conforme ilustrado na figura 16. Os procedimentos foram realizados concomitantemente, ao inserir uma porção de água da amostra no tubo de ensaio, foram emergidos os eletrodos tanto

do pH quanto da condutividade, assim, cada eletrodo determinava a medida de cada parâmetro.

4.4.10 Turbidez

A turbidez das águas subterrâneas pode ser afetada pelo arraste de sólidos suspensos e material orgânico pela chuva. Partículas insolúveis, suspensas numa água, argilas, siltes, margas, calcário, compostos de ferro, matéria orgânica finamente dividida e outros sólidos suspensos de diferentes diâmetros, introduzem turbidez nas águas. A contaminação, no caso, pode ser antrópica ou natural. Chuvas intensas podem deixar com aspecto de lama a água de surgências, ou de poços, quando esses são alimentados com fluxo que drena substratos fraturados, ou que propicia grande arraste de argilas. Isso também evidencia a erosão do aquífero (DAVIES, De WIEST, 1990; COITINHO, 2000).

Para análise da turbidez, utilizou-se equipamento de bancada (figura 17) que faz leitura para na faixa de 0.00 a 1000 UNT. A amostra de água foi colocada na cubeta com tampa e inserida no equipamento para leitura (BRASIL, 2006).



Figura 17. Turbidímetro Q279P.

4.4.11 Temperatura

Em relação a temperatura, tem-se que a água fria no geral, tem um sabor mais agradável que a água quente, e a temperatura repercutirá na aceitabilidade de alguns componentes inorgânicos e contaminantes que podem afetar o sabor. A temperatura alta da água potencia a proliferação de microorganismos e pode aumentar os problemas de sabor, odor, cor e corrosão (OMS, 2006).

A temperatura influencia os processos biológicos, as reações químicas e as bioquímicas que ocorrem na água e também outros processos como a solubilidade dos gases dissolvidos (PORTO *et al.*, 1991).

Matheus *et al.* (1995) cita que a maioria das espécies animais e vegetais têm exigências definidas quanto às temperaturas máximas e mínimas toleradas, sendo as variações de temperatura da água parte do regime climático natural, influenciando o metabolismo de comunidades aquáticas, como produtividade primária, respiração dos organismos e decomposição da matéria orgânica.

A CETESB (1995) considera que o aumento da temperatura intensifica a produção fitoplanctônica, aumenta a absorção de nutrientes por esses organismos, a solubilidade de vários compostos químicos e o efeito deletério dos poluentes sobre a vida aquática. Na natureza, a influência da temperatura sobre a comunidade fitoplanctônica faz parte do conjunto de influências exercidas pela duração do dia, disponibilidade de luz e estabilidade da massa de água (CALIJURI, 1999). Além de interferir nos processos bioquímicos do sistema, a temperatura também está relacionada ao pH, dentre outros fatores, sendo importante considerá-la nos estudos limnológicos (PRADO, 2004).

A temperatura da água foi medida no local da amostragem com termômetro convencional de mercúrio, fornecido pelo laboratório da Faculdade de Rondônia – FARO, procedendo à coleta de amostras de água especificamente para submersão do termômetro, de maneira que não comprometesse o material a ser analisado. A temperatura do líquido foi determinada mergulhando a extremidade inferior do termômetro (bulbo) no ponto de coleta de amostras correspondente, até estabilizar a temperatura (1 a 2 minutos).

4.5 Geoestatística

A geoestatística calcula estimativas dentro de um contexto regido por um fenômeno natural com distribuição no espaço e, desse modo, supõe que os valores das variáveis, consideradas como regionalizadas, sejam espacialmente correlacionados. Devido a essa característica tem tido grande aplicação, principalmente para efetuar estimativas ou simulações de variáveis em locais não amostrados (LANDIM e STURARO, 2002).

Para esta pesquisa, foram utilizados as estimativas pelo método dos Vizinhos Naturais ou *Natural Neighbor*, que é um método de interpolação espacial baseado no mosaico de Voronoi de um conjunto discreto de pontos geográficos, e pode ser obtido através da seguinte equação:

Equação 2.

$$G(x, y) = \sum_{i=1}^n \omega_i f(x_i, y_i)$$

Onde:

$G(x, y)$ = estimativa em (x, y)

w_i = pesos

$F(x_i, y_i)$ = dados conhecidos na (x_i, y_i)

Os pesos w_i são determinados através da triangulação de Delaunay.

O método dos Vizinhos Naturais foi utilizado para modelar os dados amostrais para observar tendências da possível contaminação da água a partir dos parâmetros bio-físico-químicos analisados.

As variáveis não apresentaram distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk's a 5% de probabilidade de erro. De acordo com Cressie (1991) a normalidade dos dados não é exigência da geoestatística, é conveniente apenas que a distribuição não apresente extremidades muito alongadas, o que poderia comprometer as análises.

Para a confecção dos mapas, foi utilizado o *software* SPRING 5.1.8 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que é uma versão livre disponibilizado no portal do instituto.

5. AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Diagnóstico do objeto de estudo

O município embora tenha cerca de 80% de rede de abastecimento de água instalada, ainda utiliza tradicionalmente poços cacimbas para consumo de água. No levantamento dos dados, conforme relato dos moradores, durante o ano nenhum poço pesquisado chega a secar ou transbordar.

Um aspecto comum no perímetro urbano é a utilização de poços sem revestimento, destes, somente 9% apresentaram revestimento completo de manilha, sendo que a maioria não foi perfurada por empresa habilitada sob a responsabilidade técnica de um profissional registrado.

Desta forma, os poços são explorados sem condições e informações técnicas necessárias, que de acordo com a NBR 12244/1992 deve obedecer a procedimentos pré e pós construtivos. Esta norma prevê um cronograma físico preliminar da obra que envolve informações com previsão de início das seguintes fases: perfuração e perfilagem; colocação dos tubos, filtros e pré-filtro; desenvolvimento e limpeza; e testes (bombeamento, alinhamento, verticalidade, qualidade e outros).

A NBR 12244 ainda determina a elaboração do relatório técnico construtivo, que deve abordar informações de nome do proprietário; localização do poço (local, sítio, rua, fazenda, município, estado); cota do terreno; método de perfuração e equipamentos utilizados; perfil litológico e profundidade final; perfil composto; materiais utilizados (diâmetro, tipo, espessura); cimentações (indicação dos trechos cimentados); planilhas de teste final de bombeamento, com todas as medidas efetuadas, duração, data, equipamentos e aparelhos utilizados; análise físico-química e bacteriológica da água, firmada por laboratório idôneo; indicação da vazão de exploração do poço e respectivo nível dinâmico; nome, número de registro no CREA e assinatura do profissional habilitado. Devido às construções dos poços não obedecerem aos padrões necessários, os mesmos não têm os respectivos relatórios construtivos.

Nos domicílios analisados é comum, ainda, a utilização de filtros para o abastecimento doméstico, para limpeza e purificação da água a ser bebida. O uso mais comum observado entre a população é o destinado para o consumo humano, sendo que a água utilizada para a

preparação e lavagem dos alimentos geralmente é feita diretamente da torneira, captada diretamente do poço.

O uso de água é diário, e apenas 5% dos poços apresentaram concomitantemente ligação da CAERD, sendo que estes locais utilizam a água do poço como fonte auxiliar, para irrigação de jardins, em piscinas e outras formas. Assim, observa-se que a maioria depende absolutamente da água subterrânea, mesmo em bairros onde há o atendimento da rede de abastecimento.

O perfil do usuário de poços do tipo cacimba é variável, e para a coleta da água 100% dos domicílios utilizam bombas, não tendo sido encontrado coleta por meio de baldes.

Verificou-se que as maiores cotas altimétricas dos poços avaliados estão concentradas no setor Centro-Leste do perímetro urbano do município. Sendo assim, a altitude média da área em estudo é de 240m, sendo a mínima de 226m próximo ao poço 30 e máxima de 292m no distrito 6 próximo ao poço 40.

5.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é recomendado pela resolução CONAMA 357 no sistema de distribuição em uma faixa de 6,0 a 9,0. No entanto, as análises em Ouro Preto do Oeste demonstraram que na maioria dos poços os valores de pH se encontram fora do limite legal permitido, pois, o comportamento deste parâmetro se mostrou frequentemente ácido, apresentando valores mínimos e máximos respectivamente de 4,8 a 6,4 nos poços analisados, sendo que 95% das amostras permaneceram abaixo de 6,0.

O valor de pH mais baixo, observado na área pesquisada, foi de 4,8, pertence às águas do poço 14, e os únicos poços que apresentaram resultados satisfatórios foram o 34 e 38 (figura 18). Para Percebon (2008) a faixa de pH entre 5,2 e 6,8 é ideal ao desenvolvimento da *Escherichia coli*, bactéria pertencente ao grupo dos coliformes fecais.

Os resultados, contudo, apresentaram baixas ocorrências de bactérias do grupo coliformes fecais (*E. coli*), porém, as concentrações de pH ácido se mostraram ideal para ocorrência de bactérias do grupo coliformes totais, como evidenciado por Percebon (2008).

Este parâmetro apresentou valores similares a outros estudos regionais, como demonstrado por Silva *et. al* (2009) em uma avaliação físico-química do aquífero do centro urbano de Ji-Paraná (RO). Campos e Drews (1999a) ao pesquisar poços em Nova Califórnia,

distrito de Porto Velho (RO), encontraram pH em uma faixa entre 3,02 e 6,24 e, em Extrema, também distrito do município de Porto Velho, obtiveram pH médio de 4,7 (CAMPOS e DREWS 1999b). Conforme considera Marques *et al.* (2006) em regiões de clima tropical, a evolução da degradação da matéria orgânica na fase anaeróbica, privilegia a produção de ácidos orgânicos resultando em pHs mais ácidos.

A figura 18 demonstra a localização dos poços que se apresentam dentro do limite de 6 a 9, conforme exigido pelas normas como padrão para a potabilidade.

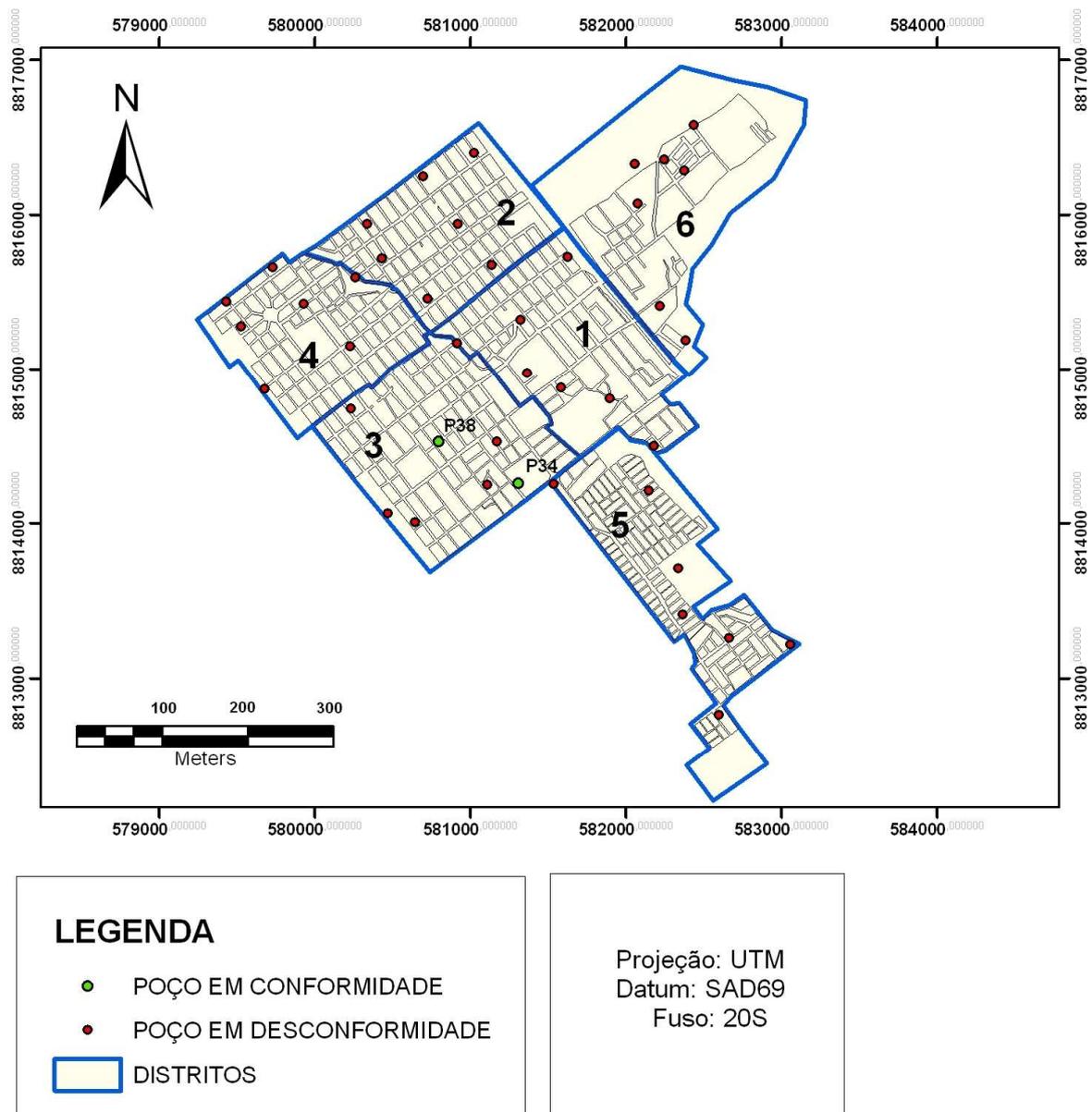


Figura 18. Distribuição de poços com valores de pH em conformidade e desconformidade com CONAMA 357.

Observa-se que as concentrações de pH se mantêm frequentemente abaixo de 6, mantendo uma variação espacial em decorrência de condicionantes ambientais e antrópicas. Com base nisto, Leite (2006) identificou que este padrão resulta das interações entre as águas das chuvas que constituem ácidos fracos, e os minerais do solo em processo de decomposição. O que ocorre, na realidade, é uma primeira etapa de neutralização das águas meteóricas as quais, a partir deste momento, passam a constituir a solução do solo. Neste sentido, as águas das chuvas que apresentam um pH médio de 5,3 ao percolarem os solos, dependendo da profundidade, do tempo de residência e das condições de drenagem, passam a apresentar valores que variam entre 5,0 e 7,2 (LEITE, 2006).

Conforme se observa na tabela 5, predominam baixos valores para concentrações de pH na maioria dos distritos, sendo que, apenas no distrito “3” dois poços (34 e 38) estão dentro da normalidade, apresentando respectivamente valor de 6,4 e 6,02.

Tabela 5. Índices de detecção de pH por distrito.

DISTRITOS	*Parâmetros <6	*Parâmetros entre 6 e 9
1	100%	-
2	100%	-
3	71%	29%
4	100%	-
5	100%	-
6	100%	-

*Resolução CONAMA 357/2004 e MS 2.914.

FONTE: Autora.

A variação espacial deste parâmetro mostra que no distrito 3 ocorrem concentrações normais de pH (entre 6 e 9), sendo que o distrito 1 mantém a menor média, 5,3. Os valores mais baixos estão predominantemente presentes em poços próximos aos córregos da zona urbana, isso demonstra a influência da lixiviação subsuperficial que ocorre em direção aos rios que cortam a cidade.

De acordo com o mapa de distribuição de pH (figura 19), é possível observar que os valores baixos localizam-se em praticamente toda porção urbana do município, seguindo uma certa tendência a acidez ao longo das drenagens, nestas áreas, estão distribuídos lavadores de carro, que demonstraram uma boa correlação com a diminuição do pH, ou seja, as amostras que possuíam lavadores com certa proximidade apresentaram pH mais ácidos.

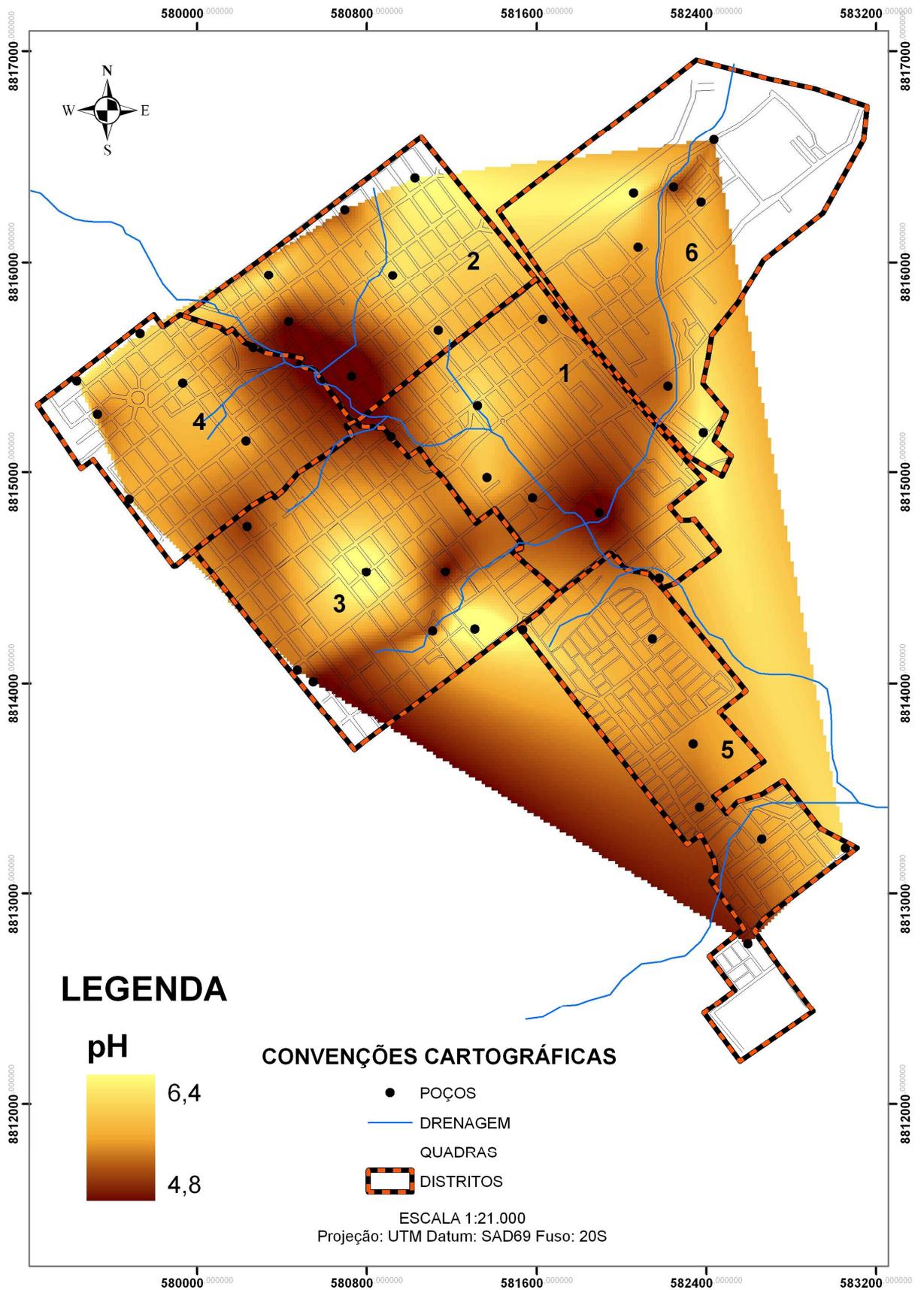


Figura 19. Mapa de distribuição iônica de pH nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

O controle de pH em corpos d'água é necessário não só para manutenção dos sistemas de distribuição, mas um caso em que o seu controle é usual, em termos sanitários, é na manutenção das piscinas domésticas e de clubes, pois, em pHs ácidos os organismos tendem a sofrer de irritações e escamações de pele. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. Por isso, o pH da água final deve ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados e não ocorra nenhum dos dois efeitos indesejados mencionados (CETESB, 2012).

5.3 Condutividade Elétrica (CE)

A condutividade elétrica apresentou valores relativamente baixos em todos os distritos, apresentando grande variação entre as amostras. O distrito 2 obteve maior frequência destes valores, que se mantiveram no geral em uma faixa entre 34 e 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$, deste intervalo o menor valor observado foi no poço 34, no distrito 3, e o maior no poço 6, localizado no distrito 1.

Do total de amostras analisadas, 36% permaneceram no intervalo entre 34 e 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ conforme apresenta a figura 20, indicando que as águas estão pouco mineralizadas, sendo consideradas águas leves comparando com estudos de Silva e Bonotto (2000), pois, este padrão não possui valores de referência tanto no CONAMA 357 quanto na MS 2.914, mas quando combinado com outros parâmetros pode ser um eficaz indicador de contaminação.

Em Ouro Preto do Oeste a condutividade elétrica apresentou boa correlação com o nitrato ($r=0,51$), estudos de Rulkens *et al.* (1998) e Vervoort *et al.* (1998), observaram que a CE possa ser um indicador da contaminação por nitrato e, conseqüentemente, indicador de efluentes domésticos. Barbosa (2005) também observa aumento dos valores médios de condutividade elétrica, concomitante ao incremento nas concentrações de nitrato.

A condutividade elétrica, como demonstrado no trabalho de Marques *et al.* (2008) mostra-se uma boa ferramenta para avaliações expeditas de resposta rápida para problemas de contaminação por efluente doméstico, devido sua associação com o nitrato.

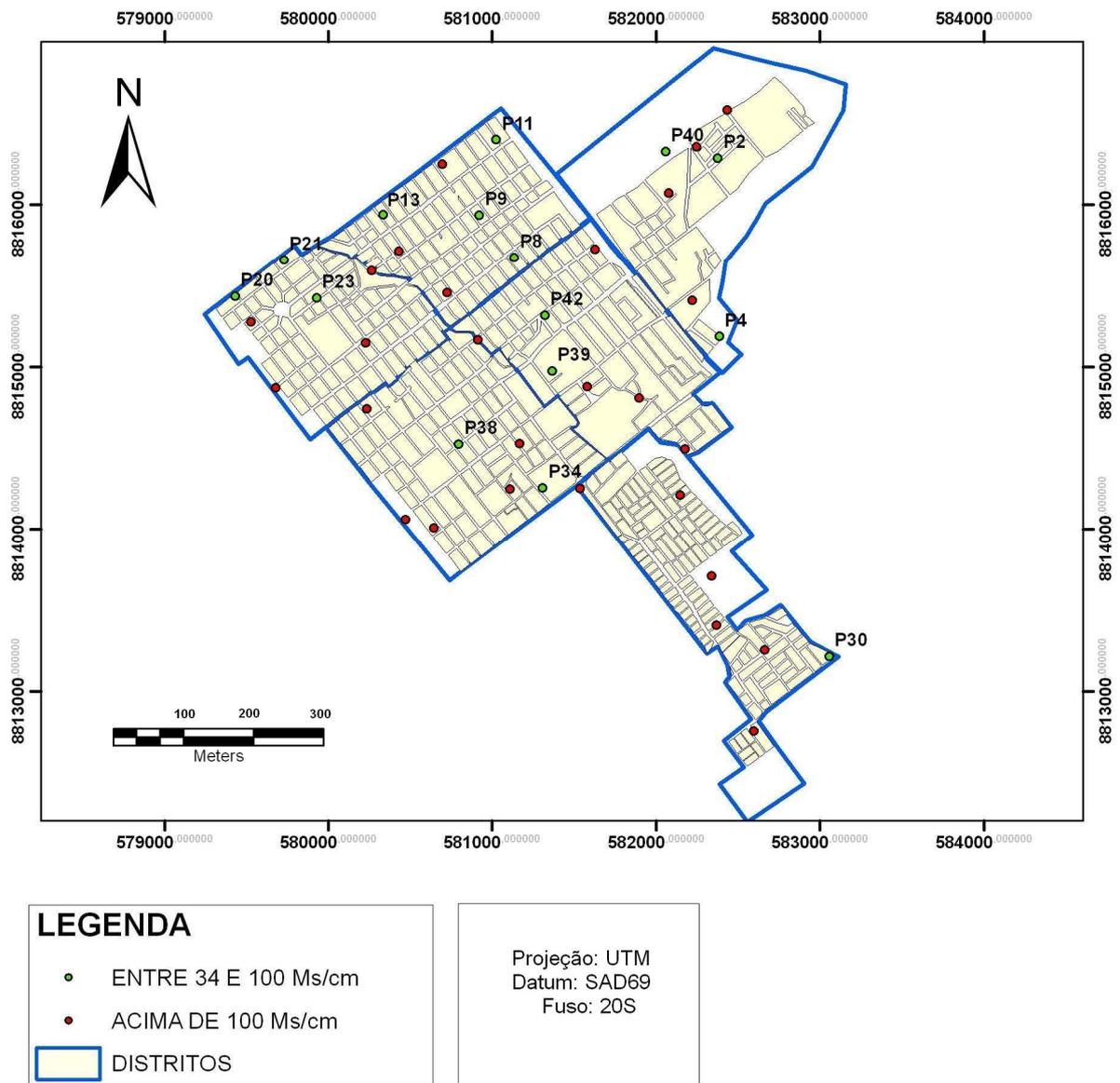


Figura20. Distribuição de poços com valores de Condutividade entre 34 e 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Segundo Campos *et al.* (1999) a condutividade elétrica relativamente baixa nos poços pode estar relacionada com a profundidade do nível freático, favorecendo a depuração por parte do solo nas zonas não saturadas, fazendo com que a zona vadosa tenha maiores chances de atenuar e/ou barrar os contaminantes que são depositados em superfície ou introduzidos pelas fossas domésticas. Os poços investigados em Ouro Preto do Oeste se mantiveram em muitos casos, com mais de 7 metros de profundidade e não ultrapassando 10 metros, sendo as menores profundidades localizadas no distrito 1 e as maiores profundidades no distrito 6.

A figura 21 mostra que as concentrações mais altas, ou seja, acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estão espacialmente distribuídas em todos os distritos do município.

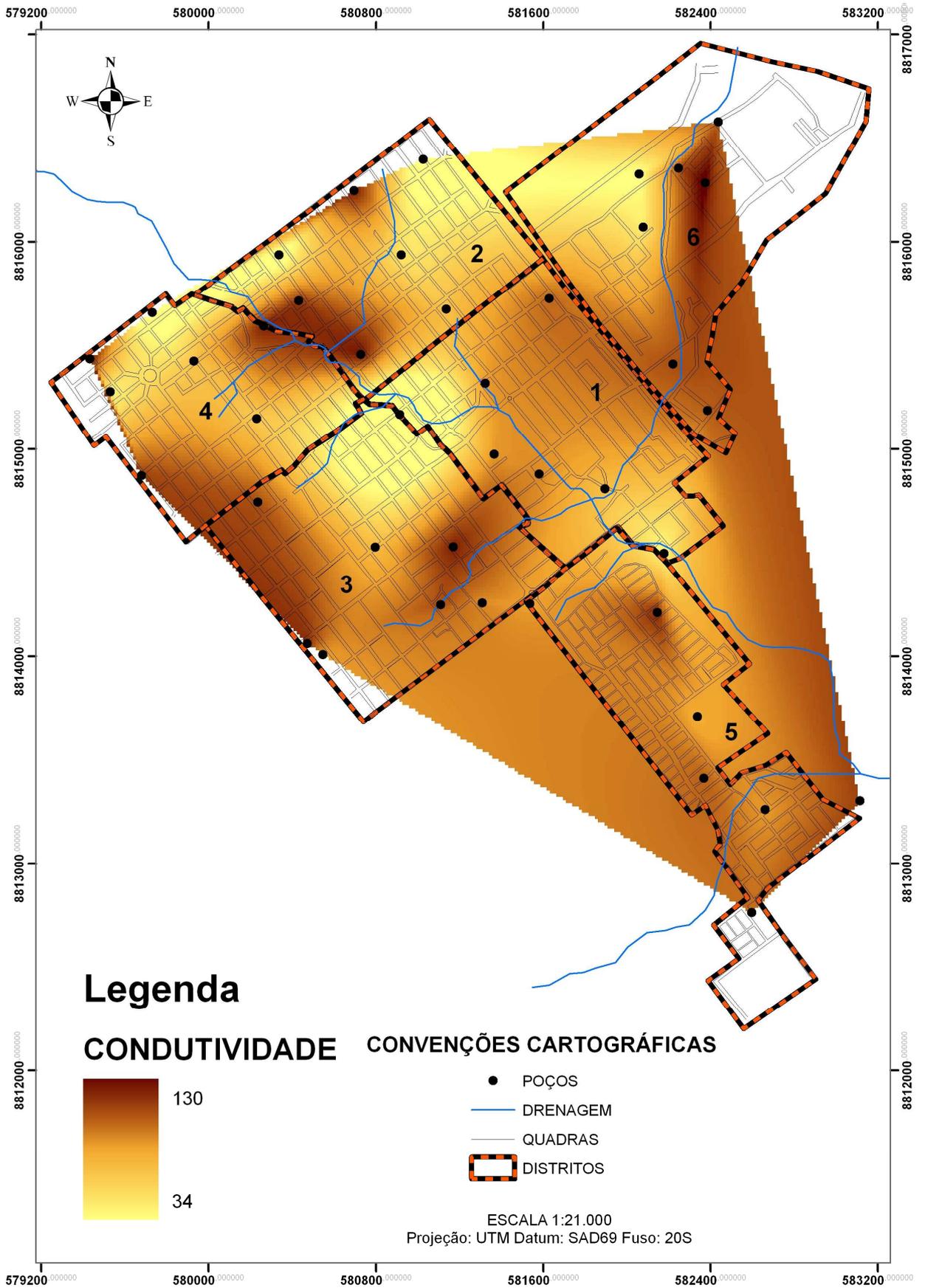


Figura 21. Mapa de distribuição de Condutividade nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

A condutividade elétrica apresentou comportamento antagônico ao pH, o que provavelmente pode estar relacionado com a mistura da água subterrânea com a pluma de contaminação por efluentes domésticos, encontrada nas camadas aquíferas dos poços, na variabilidade espacial observada (MARQUES *et al*, 2008).

5.4 Turbidez

Os valores de turbidez variaram entre 0,02 e 28,4 UNT, sendo este último o valor mais alto encontrado, associado ao poço 21. Contudo, a turbidez não ultrapassou o limite máximo permitido pela resolução CONAMA 357, que indica como limite 40 UNT.

Este parâmetro possui valor de referência diferenciado nas legislações CONAMA 357 e MS 2.914, ou seja, a portaria do Ministério da Saúde determina como valor máximo permitido (VMPs) a quantidade de 5 uT, assim, ao utilizar como parâmetro esta norma, observamos que o número de amostras que superam os limites aceitáveis para a potabilidade aumentam moderadamente, passando de zero para 5 poços com concentração fora dos padrões legais.

A figura 22 apresenta uma espacialização esporádica de altas concentrações nas águas subterrâneas da área de estudo, sendo observado uma ocorrência de valores acima de 5 uT nos distritos 3, 4 e 6, não mantendo distribuição conexa entre as amostras em função dos condicionantes estruturais dos poços, que é a característica marcante para a ocorrência de alta turbidez nas águas.

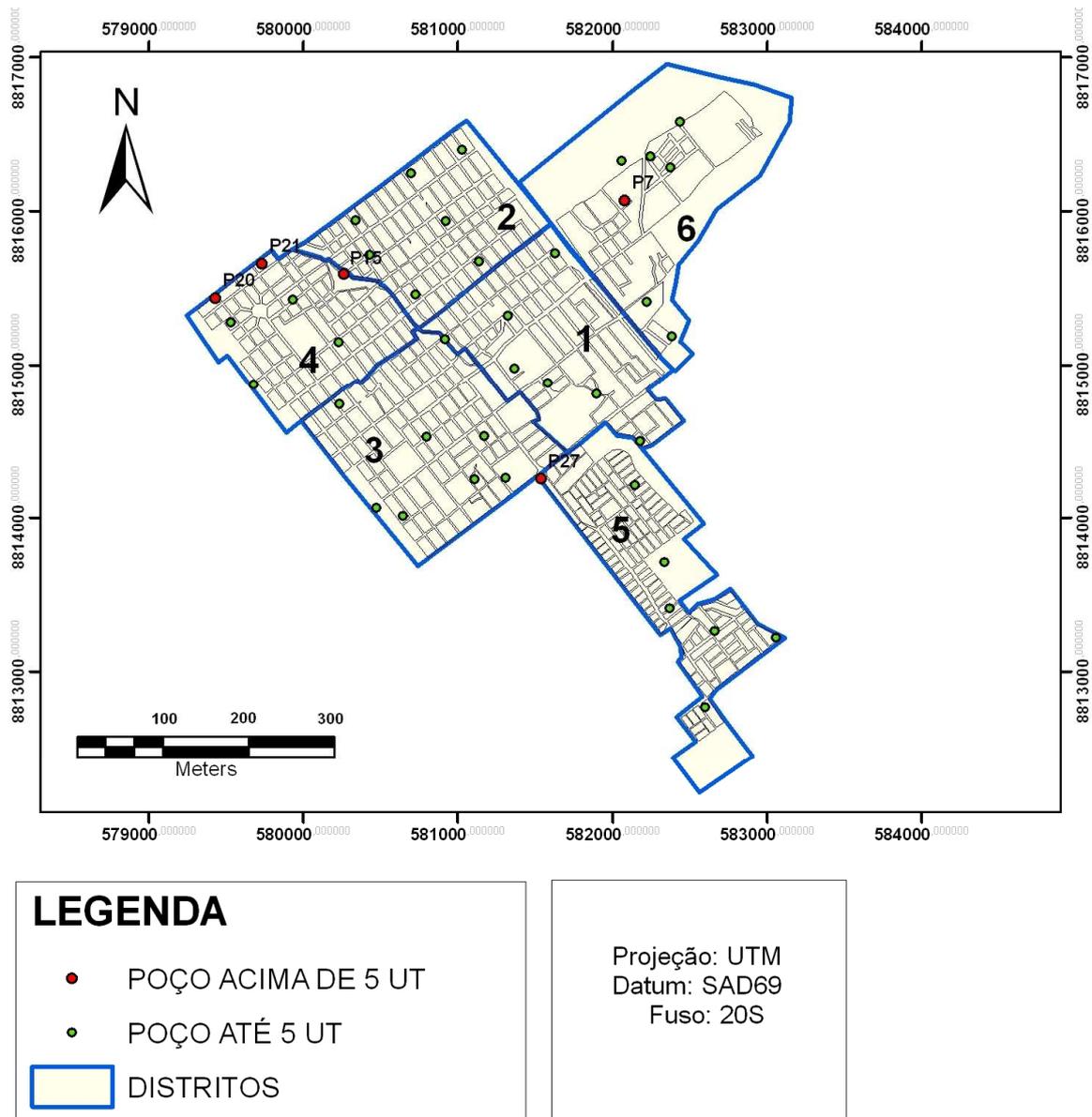


Figura 22. Distribuição de poços com valores de Turbidez com base na Portaria MS 2.914.

Os poços cacimba, mesmo que perfurados artesanalmente, mostraram um comportamento para a turbidez com baixos valores, demonstrando que os compostos dos substratos não exercem influência nas concentrações detectadas, e sim, as características construtivas dos mesmos, pois, os maiores valores ocorreram em poços sem revestimento, com tampa de madeira muito danificada, o que facilita a penetração de sólidos devido ausência de cobertura adequada.

A figura 23 apresenta uma espacialização isolada de aumento de turbidez entre os poços analisados, permanecendo valores maiores que 5 uT nos distritos 4, 5 e 6, com alcance nos distritos 2 e 3.

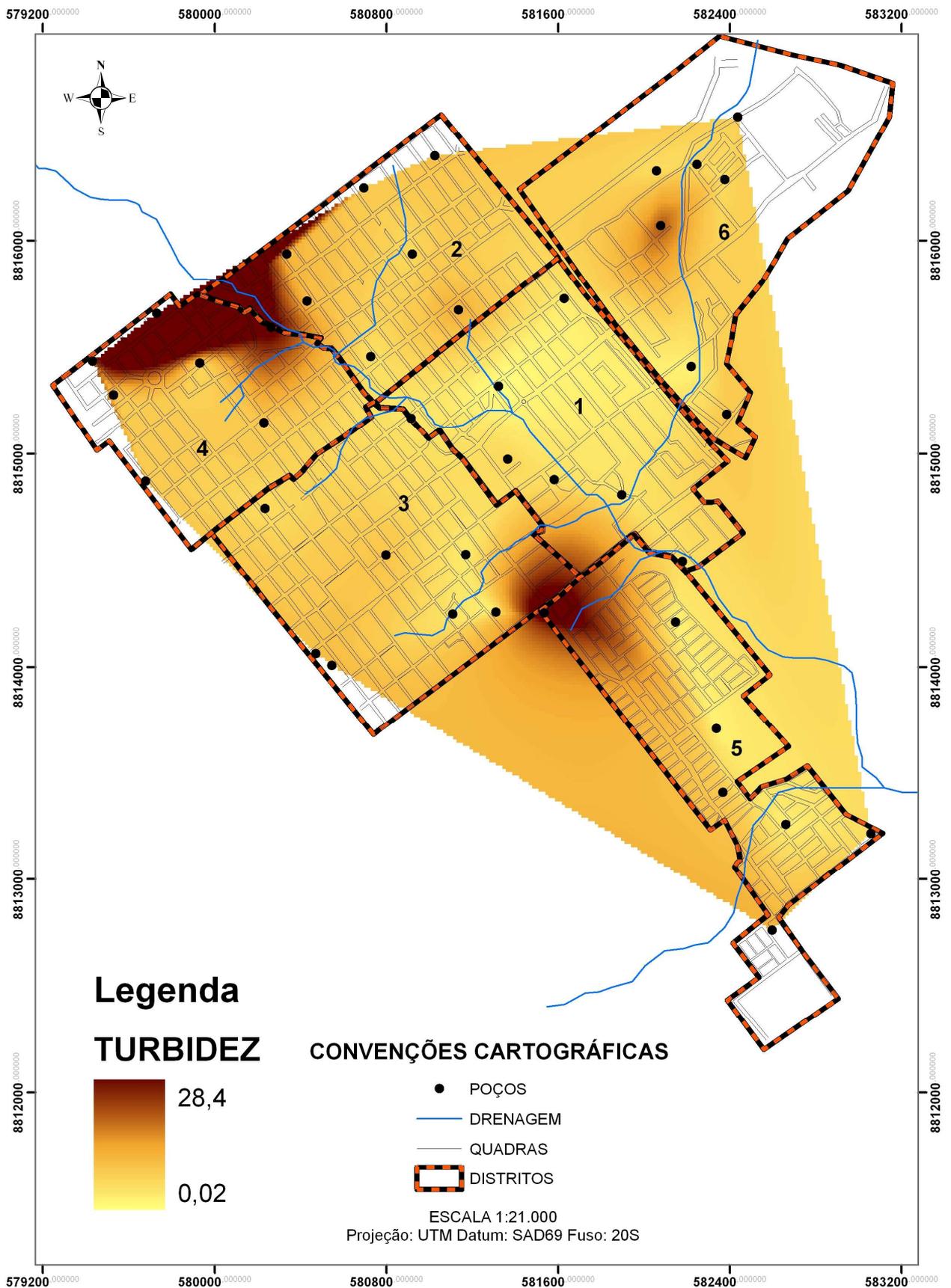


Figura 23. Mapa de distribuição de Turbidez nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

De acordo com a resolução 357 do CONAMA, todos os poços se encontram dentro do limite para potabilidade, contudo, de acordo com a legislação do Ministério da Saúde MS 2.914, 12% dos poços encontram-se comprometidos por altos valores de turbidez. Este comportamento pode ser verificado na tabela abaixo, que mostra a variação de concentrações por distrito em relações às duas normas. Os distritos 4, 5 e 6 são os que estão em desacordo com a MS 2.914, e apresentam estes valores em poços com estruturas que mantêm alguma característica inapropriada para uso.

Tabela 6. Índices de detecção de Turbidez por distrito.

DISTRITOS	PARÂMETROS FORA DO INTERVALO LEGAL (%)		PARÂMETROS NO INTERVALO LEGAL (%)	
	CONAMA 357	MS 2.914	CONAMA 357	MS 2.914
	Acima de 40 UNT	Acima de 5 UT	Até 40 UNT	Até 5 UT
1	-	-	100%	100%
2	-	-	100%	100%
3	-	-	100%	100%
4	-	43%	100%	57%
5	-	14%	100%	86%
6	-	14%	100%	86%

Os resultados demonstram que o substrato onde estão instalados os poços cacimbas, não afetam os poços ao ponto de inviabilizar o consumo de água. Isso pode indicar que o comportamento bio-físico-químico das águas estão mais sujeitos aos efeitos sazonais, que implica em maior ou menor aporte de água infiltrando no subsolo (LEITE, 2006).

Os valores de turbidez apresentaram boa correlação com a forma construtiva dos poços ($r=0,67$), em relação a presença ou não de tampa de concreto.

5.5 Ferro Total

Os valores de ferro total analisados foram baixos, sendo observado a maior concentração no poço 14, que foi de 1,47 mg/L Fe. Em 57% dos poços não foi detectado nenhum valor e somente 12% das amostras apresentaram-se acima do limite legal permitido para consumo humano, que indica detecção até 0,3 mg/L Fe com base na Portaria MS 2.914. Conforme figura 24, é possível observar concentrações em desacordo com os padrões nos distritos 1, 2 e 3.

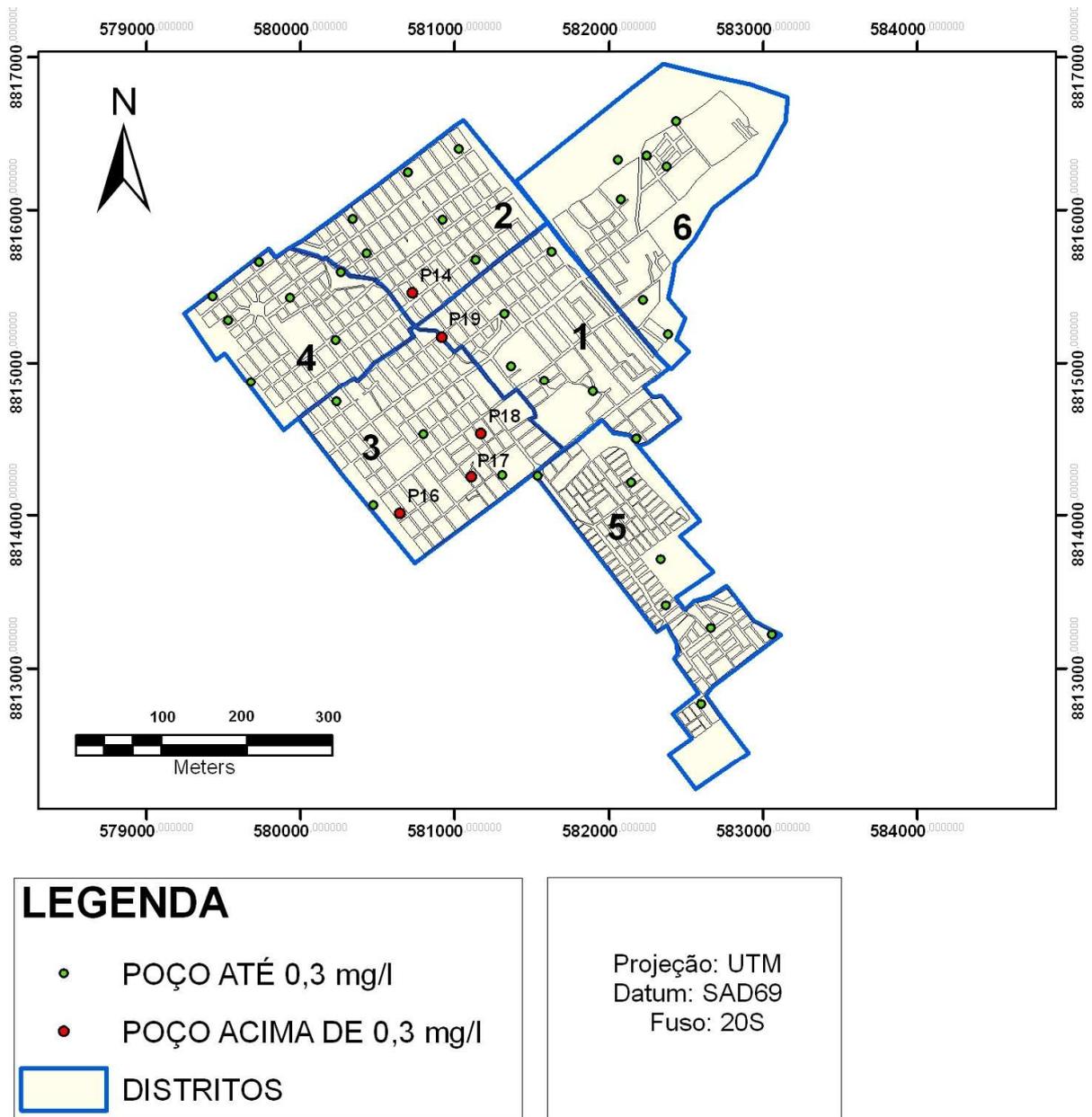


Figura 24. Distribuição de poços com valores de Ferro Total com base na Portaria MS 2.914.

Os valores mais altos de ferro apresentaram o menor valor de pH, inferindo que em águas mais ácidas pode haver aumento da concentração de ferro. De acordo com Horne e Goldman (1994), a solubilidade de ferro em pH 6,0 é 100.000 vezes maior que se o pH for 8,5 e segundo Driscoll (1987) pH na faixa de 6 a 8, os valores de ferro podem variar entre 1,0 e 10 mg/L. Contudo, não foi observado correlação expressiva de ferro e pH ($r=0,4$), pois, os valores de pH observados em Ouro Preto do Oeste foram frequentemente abaixo de 6.

A tabela 7 mostra que os distritos 1, 2 e 3 apresentam ocorrência de concentrações acima do limite legal para potabilidade, com maior frequência destes valores no distrito 3. Os distritos 4, 5 e 6 não apresentaram padrões de contaminação.

Tabela 7. Índices de detecção de Ferro total por distrito.

DISTRITOS	*Parâmetros acima de 0,03 mg/l Fe	*Parâmetros até 0,3 mg/l Fe
1	14%	86%
2	14%	86%
3	43%	57%
4	-	100%
5	-	100%
6	-	100%

*Resolução CONAMA 357/2004 e MS 2.914.

De acordo com Hernandez e Pertinari (1998) os problemas produzidos por complexos de ferro são especialmente graves quando o pH da água se encontra entre 7,0 e 7,8, evidenciando a importância do conhecimento desse parâmetro no estudo do processo de entupimento de emissores. Contudo, não foram evidenciados em Ouro Preto do Oeste nenhuma amostra de pH neste intervalo.

Na espacialização da pluma de contaminação por ferro, expresso na Figura 25, nas cores mais fortes do mapa, encontram-se as maiores concentrações de ferro total por mg/L. Observa-se que os maiores valores concentram-se na porção centro-sul da área urbana, que envolve os distritos 1, 2 e 3 com alcance no distrito 4, apresentando pouca variância entre os dados e sem espalhamento acentuado como verificado na espacialização do pH.

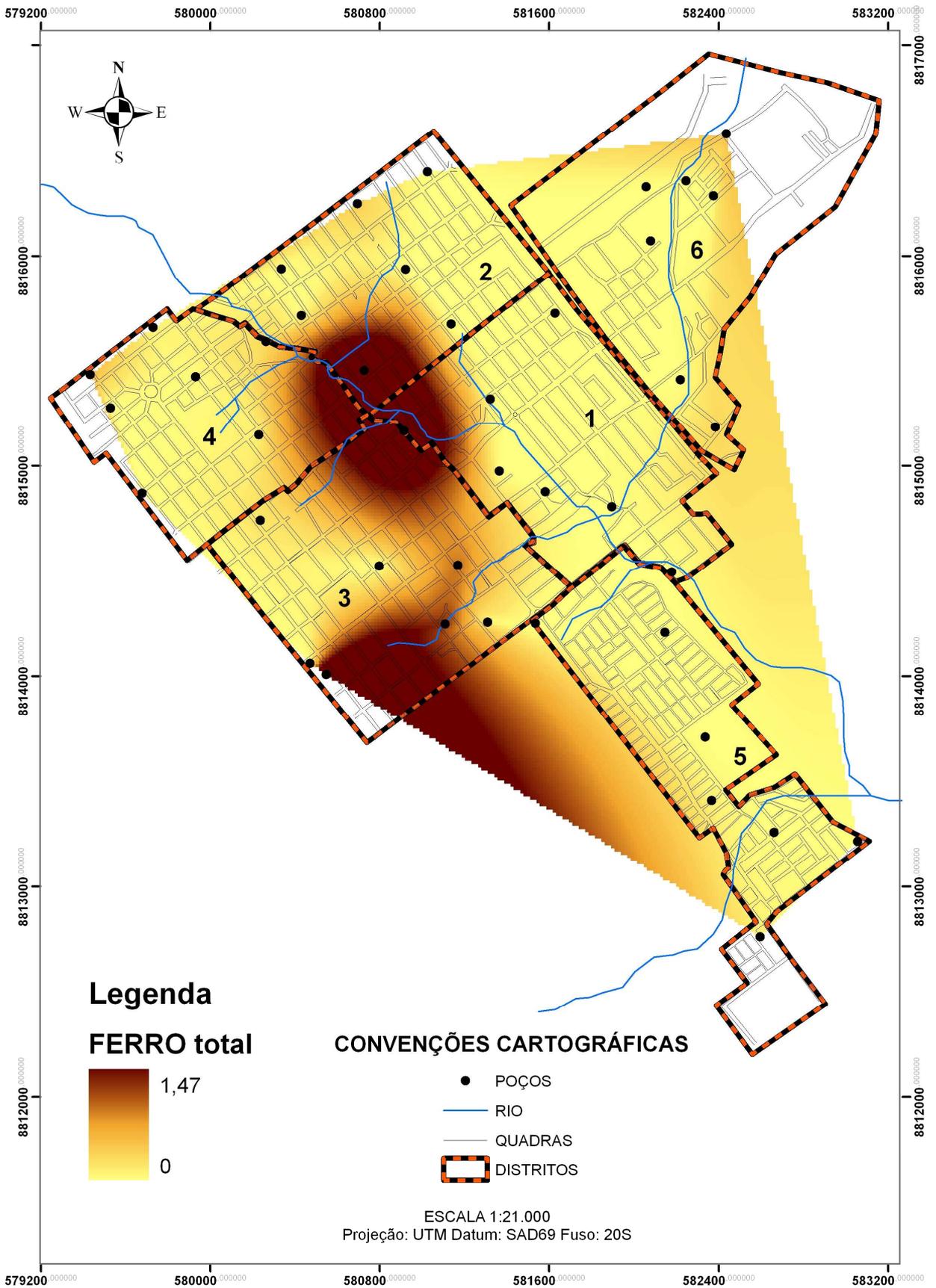


Figura 25. Mapa de distribuição de Ferro Total nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

5.6 Cloreto

Nas amostras analisadas, o poço 32 foi o que apresentou a maior concentração de cloreto observada. Todas as amostras mantiveram valores baixos, considerando a legislação que versa sobre os padrões de potabilidade, CONAMA 357 e MS 2.914. O mínimo e máximo obtido foi respectivamente 1,42 e 4,26 mg/L Cl.

Para as águas de abastecimento público, a concentração de cloreto constitui-se em padrão de potabilidade, segundo a Portaria 2.914 do Ministério da Saúde e 357 do CONAMA. O cloreto provoca sabor “salgado” na água, sendo o cloreto de sódio o mais restritivo por provocar sabor em concentrações acima de 250 mg/L, valor este que é tomado como padrão de potabilidade (CETESB, 2012).

Segundo Freeze e Cherry (1979), rochas cristalinas exibem em média concentrações baixas deste elemento. Os aquíferos de substratos de rochas metamórficas estudados por Leite (2006), mostraram valores de cloreto em média sempre inferiores a 2,0 mg/L, sendo o maior valor de 6,3 mg/L, identificando que nessas rochas ele é extremamente móvel e muito solúvel, sugerindo ainda, que devido à sua alta mobilidade, o cloreto tende a não permanecer no sistema uma vez que haja boa drenagem.

O maior índice detectado está relacionado às condições de instalação, o poço 32 possui menos de 10 metros de distância da fossa e localiza-se próximo a um rio. Os valores de cloreto, no geral, são relativamente baixos não ultrapassando os limites legais em nenhuma amostra analisada. Este parâmetro também é utilizado como indicador da contaminação por esgotos sanitários, podendo-se associar a elevação do nível de cloreto presente na água com o lançamento de esgotos sanitários (CETESB, 2012).

A figura 26 apresenta focos mais escuros em todos os distritos, com uma maior área de abrangência no distrito 5, porém, essa representação espacial de valores mais altos ainda está muito distante de infringir o que indica as normas de potabilidade, mas pode ser vista como um indicador de áreas que podem estar apresentando situações locais que estejam aumentando estas concentrações.

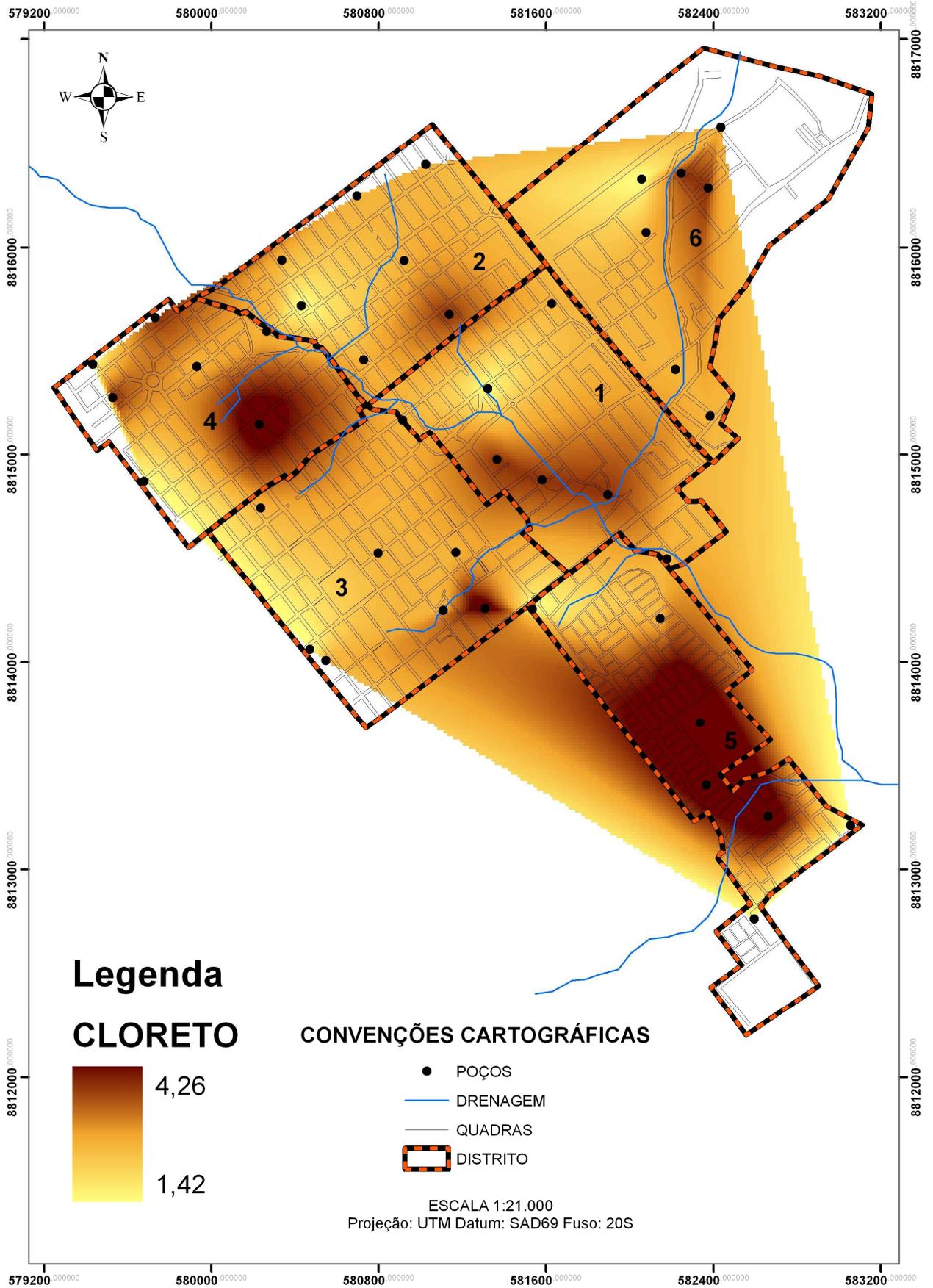


Figura 26. Mapa de distribuição de Cloreto nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

De acordo com a CETESB (2012) diversos são os efluentes industriais que apresentam concentrações de cloreto elevadas como os da indústria do petróleo, curtumes, etc, contudo, os postos de combustíveis com distribuição freqüente em todos os distritos não apresentaram interferência expressiva nos valores de cloreto detectados no município.

5.7 Nitrato

A resolução CONAMA 357 e MS 2.914 indicam o limite de 10 mg/L de nitrato como padrão para a potabilidade. Em 16% dos poços foram encontrados resultados insatisfatórios, sendo que os valores acima do permitido pela legislação para consumo humano foram evidenciados nos poços 21, 23, 29, 31, 32, 34 e 39 (figura 27).

Os resultados para o nitrato apresentaram valor máximo de 11,29 mg/L NO₃ no poço 23, apresentando ainda, alto valor de coliformes totais neste poço.

O limite de 10 mg/L NO₃, conforme Lima (2008), foi estabelecido a partir de estudos sobre a ocorrência de metaemoglobinemia em crianças que consumiam águas de poços, sendo que existem relatos de ocorrência da doença originadas pela ingestão de águas com conteúdos de nitrato inferiores a esse valor, portanto, os distritos de Ouro Preto do Oeste que apresentam valores aproximados a 10 mg/L devem ser considerados focos potenciais de problemas ocasionados pela concentração deste parâmetro.

A figura 27 demonstra que os distritos 2 e 6 não apresentaram valores acima de 10 mg/L, contudo, o distrito 2 apresentou resultados muito próximos, sendo que o distrito 5 manteve amostras com maior frequência de padrões com referência a contaminação.

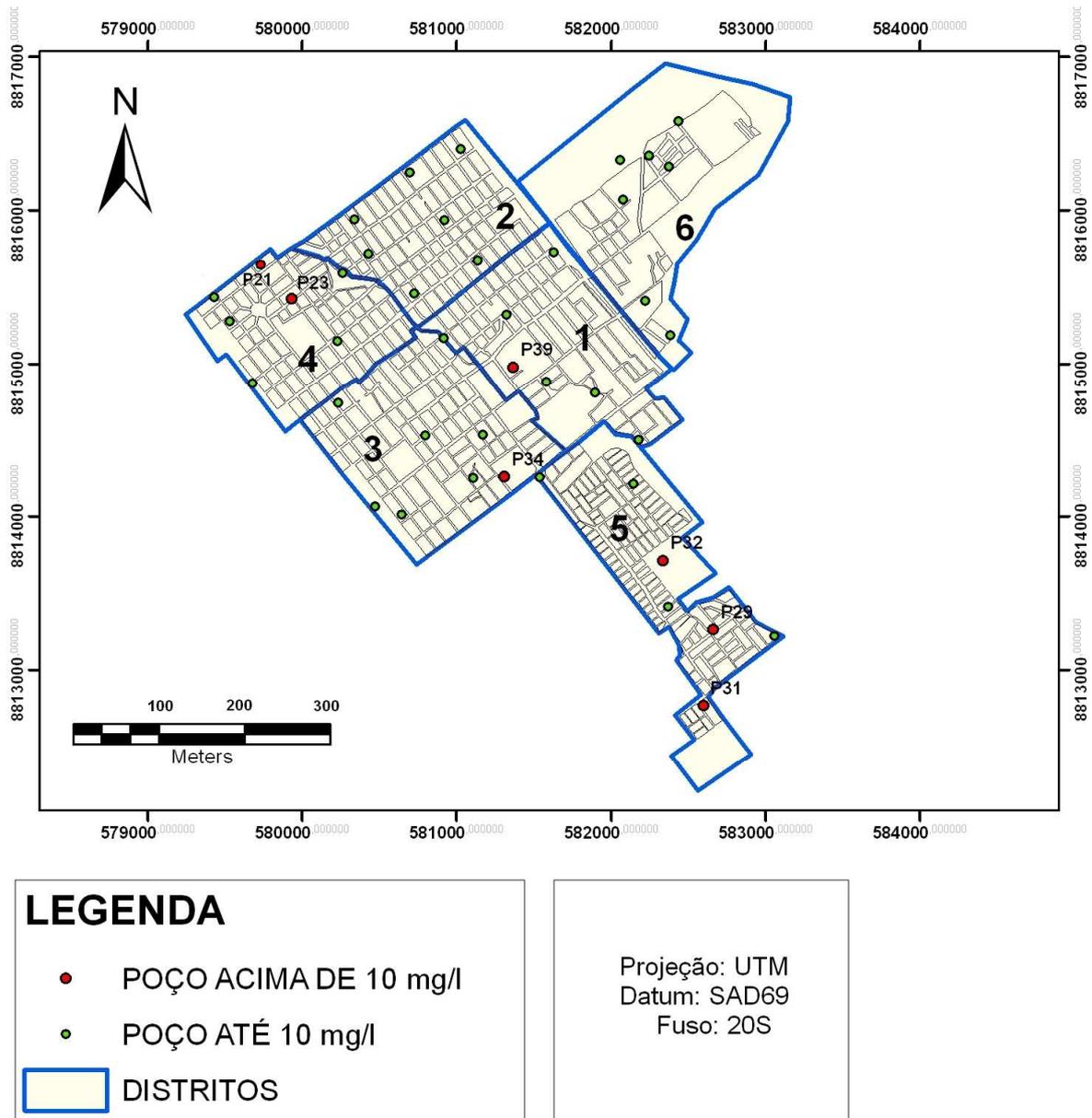


Figura 27. Distribuição de poços com valores de Nitrato com base na Resolução CONAMA 357/05.

Os nitratos são altamente solúveis em água e com grande mobilidade nos solos. Nas águas subterrâneas, os nitratos ocorrem geralmente em teores abaixo de 6 mg/L. Teores acima deste limite na água do poço, é um indicativo de poluição como resultado da penetração direta da água de superfície ou infiltração de água poluída no aquífero originado de atividades humanas (MONTEIRO *et. al*, 2003). A tabela 8 apresenta a frequência dos teores de nitrato por distrito que se encontram acima e abaixo do padrão de potabilidade, sendo o distrito 5 o que apresentou maior desconformidade com os padrões normativos.

Tabela 8. Índices de detecção de Nitrato por Distrito.

DISTRITOS	*Parâmetros acima de 10 mg/l (NO ³)	*Parâmetros até 10 mg/l (NO ³)
1	12%	86%
2	-	100%
3	14%	86%
4	29%	71%
5	43%	57%
6	-	100%

*Resolução CONAMA 357/2004 e MS 2.914.

Este parâmetro apresentou valores superiores aos obtidos por Campos (1999) em estudos de qualidade da água em ambiente urbano no município de Mirante da Serra (RO), utilizando análises em poços Campos identificou uma variação de 0,01 a 2,22 mg/l NO₃. Já os estudos realizados por Lima *et. al.*(2008) em Porto Velho (RO) identificaram valores superiores aos encontrados em Ouro Preto do Oeste, sendo verificado 33% de amostras acima do limite permitido. Assim, entende-se que áreas mais densamente povoadas estejam propensas a apresentar padrões de contaminação por nitrato mais latentes.

O método dos vizinhos naturais estimou valores médios nos locais não amostrados, os maiores teores de nitrato encontrados, serviram de pontos de referência indicando a tendência da pluma de contaminação no reservatório subterrâneo. Em 38% das amostras a contaminação está abaixo da mediana, ou seja, menor que 4,7 mg/L, comparando-se ao nível de corte 10 (que é o valor aceito pela legislação) que apresenta 84% de amostras abaixo deste valor. Sendo assim, a probabilidade da contaminação se estender para o sentido sudeste é alta, devido a densidade populacional que se apresenta neste setor e em virtude da orientação altimétrica que favorece a distribuição de nitrogênio para esta região.

Na espacialização do nitrato, expresso na figura 28, as cores mais escuras encontram-se os maiores valores de nitrato por mg/L, sendo que os menores índices concentram-se no distrito 1, 3 e 6.

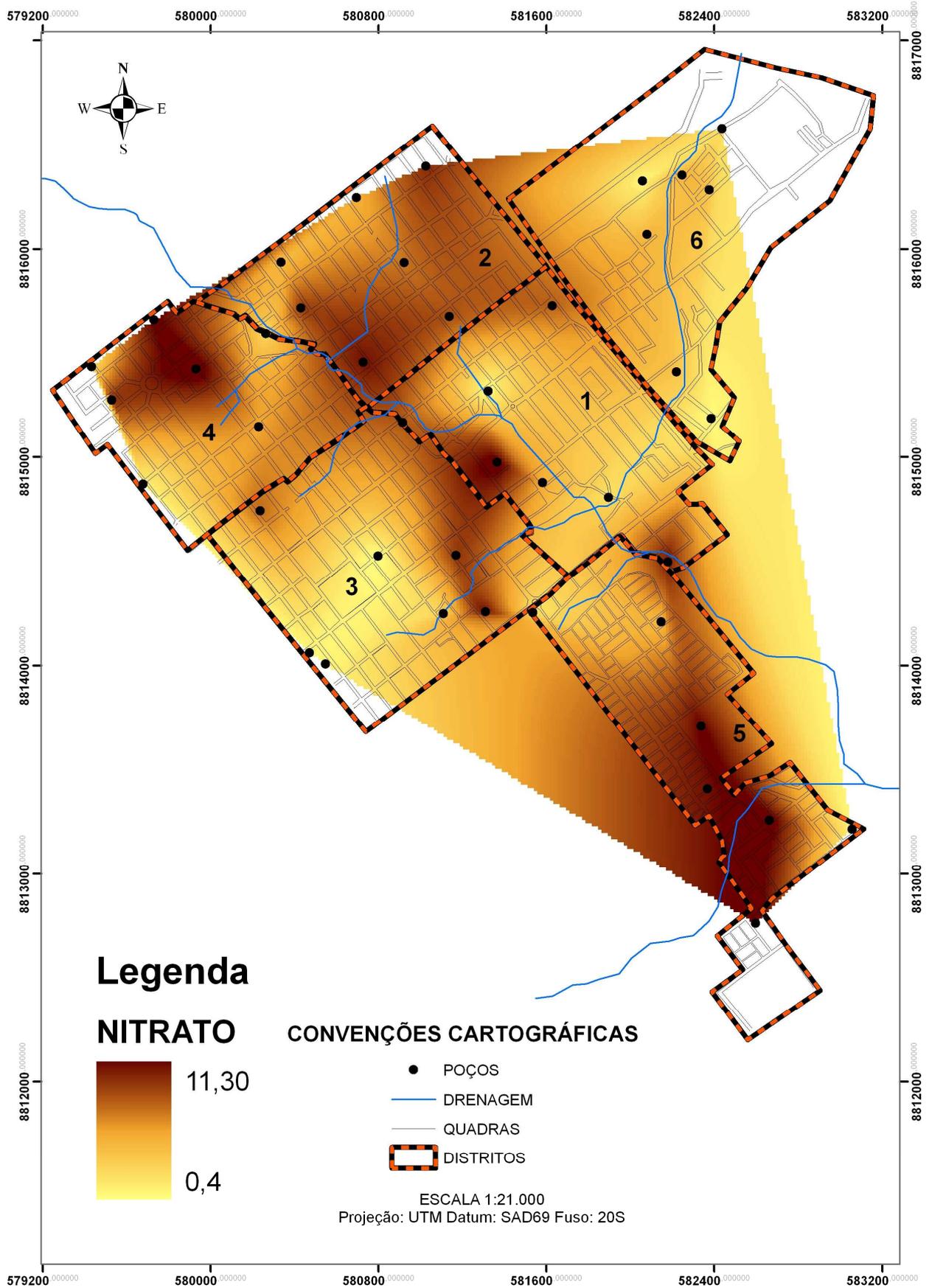


Figura 28. Mapa de distribuição de Nitrato nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

Como observado no mapa de isoconcentrações de nitrato, os maiores valores concentram-se no distrito 5, onde estão as menores cotas altimétricas da cidade e um grande adensamento urbano, pois, a expansão urbana seguiu ao longo dos tempos o sentido NW, com isso o distrito 5 foi se expandindo com lotes de menores dimensões, fazendo com que haja uma maior proximidade das fossas e dos poços.

5.8 Nitrito

As concentrações de nitrito no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste não demonstram altas taxas de decomposição de matéria orgânica de maneira que possa impactar negativamente o corpo d'água, isso revela que o nitrito, que é um composto transitório, em condições adequadas rapidamente se converte em nitrato, já que 100% dos poços não apresentaram valores acima do permitido e deste índice 67% tiveram valores nulos.

Silva e Araújo (2003) ao analisar 120 poços no ano de 2000, por meio de uma avaliação bio-físico-química da água subterrânea utilizada para consumo humano observaram que 100% das amostras atenderam ao recomendado pela legislação, este resultado também foi detectado em Ouro Preto do Oeste, devido a rápida transformação do nitrito em nitrato.

A figura 29 apresenta cores fortes em pontos isolados no perímetro urbano que não representam contaminação por estarem abaixo do padrão potável, de 1 mg/L, mas permitem visualizar uma tendência à altos valores em locais próximos às drenagens, o que requer um cuidado mais direcionado à estas localidades.

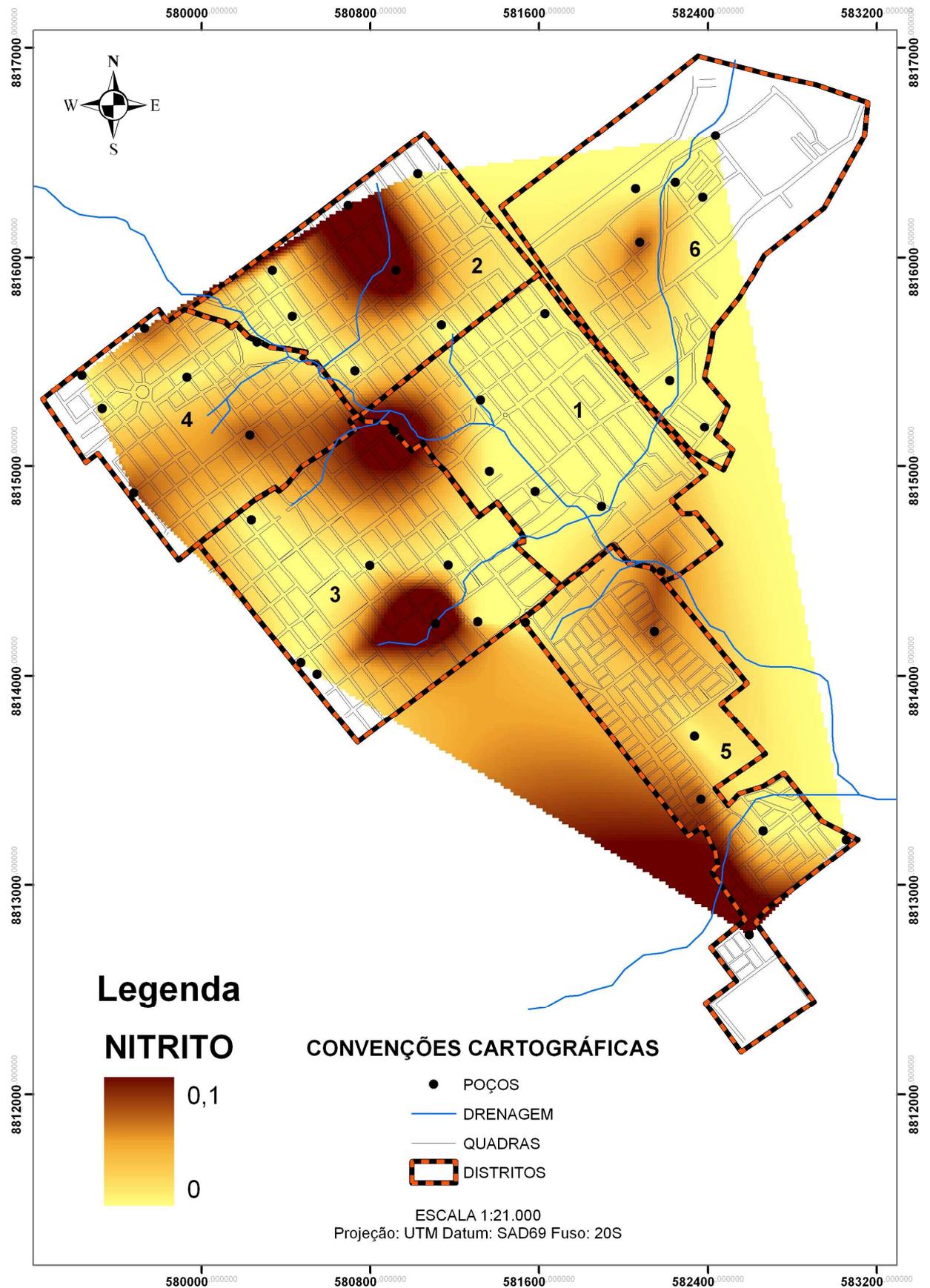


Figura 29. Mapa de distribuição de Nitrato nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

5.9 Fósforo

Quevedo (2009) objetivando analisar a relação do homem com as concentrações de fósforo nas águas em áreas urbanas em São Paulo, identificou que as concentrações de fósforo verificadas ao longo dos anos nas águas do rio Tietê são mais expressivas em áreas fortemente povoadas, provavelmente devido ao esgoto doméstico, especialmente pelo uso de detergentes e saponáceos. Assim, Oviedo-Rondón (2008) identificou que a concentração de fósforo nas águas superficiais não deve ser maior do que 0,05 mg/L P para cursos de água e de 0,10 mg/L P para lagos e reservatórios.

Este cenário de contaminação pelo uso de detergentes e saponáceos no meio doméstico pode estar causando a presença de índices de fósforo acima do permitido para potabilidade nas águas subterrâneas do perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, onde 86% das amostras apresentaram valores acima do permitido pela legislação, que aceita até 0,02 mg/L P, do total 7% não apresentaram valor algum e 14,3% apresentaram valores inadequados, sendo o intervalo mínimo e máximo detectado de 0 a 0,23 mg/L P. Os poços ausentes de fósforo foram os 18, 33 e 36 (figura 30).

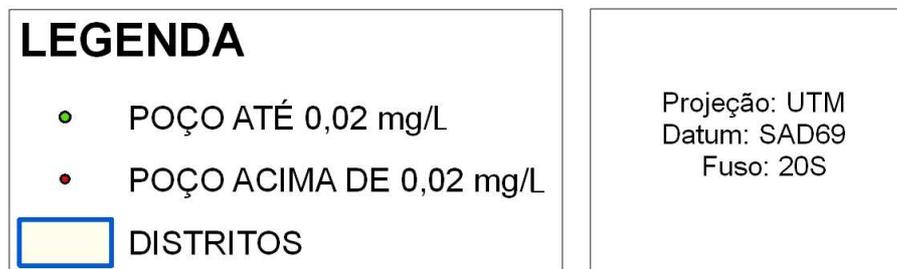
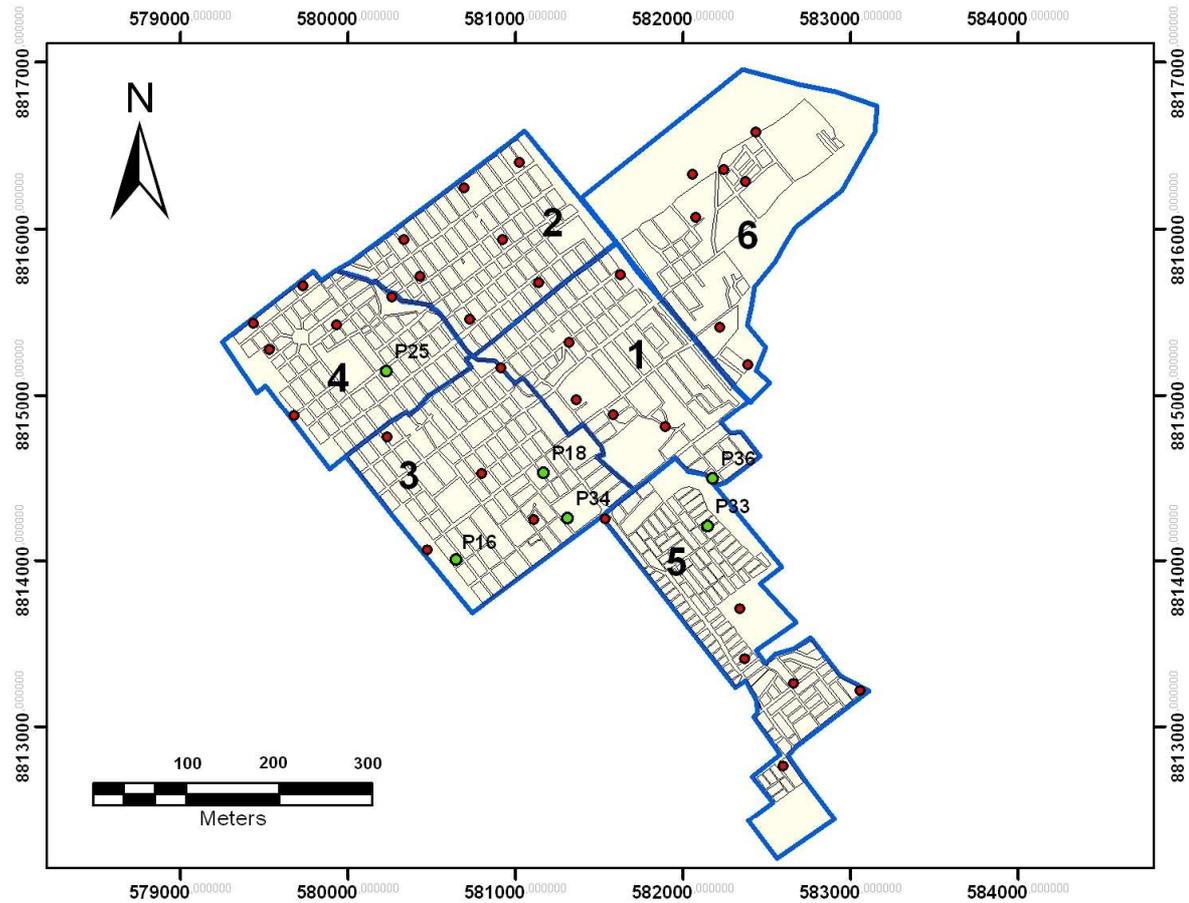


Figura 30. Distribuição de poços com valores de Fósforo (P) com base na Resolução CONAMA 357/05.

Quando as concentrações de detergentes ultrapassam 1 ml/L, prejuízos como a formação de espumas podem ocorrer (figura 31).



Figura 31. Formação de espumas no trecho do rio Tietê, em Salto/SP.
Fonte: G1, 2008.

O fósforo foi o parâmetro que mais apresentou desconformidade com a legislação, porém, nenhuma amostra ultrapassou o valor de 1 mg/L. Considerando o exposto por Quevedo (2009) estes valores ocorrem frequentemente fora dos padrões porque o fósforo é um nutriente fundamental à manutenção de todas as formas de vida, é componente básico de fertilizantes utilizados na agricultura e matéria-prima de inúmeros produtos industrializados utilizados em larga escala pelo homem, como os detergentes. Na tabela 9 é possível observar a diferença por distrito, entre os valores que estão em acordo e desacordo com a legislação.

Tabela 9. Índices de detecção de Fósforo por Distrito.

DISTRITOS	*Parâmetros acima de 0,02 mg/L (P)	*Parâmetros até 0,02 mg/L (P)
1	86%	14%
2	100%	-
3	57%	43%
4	86%	14%
5	71%	29%
6	71%	29%

*Resolução CONAMA 357/2004 e MS 2.914.

Além de termos contribuições naturais do mesmo, o fósforo se torna assim, um dos elementos domésticos mais poluidores, sendo objeto de regulamentação do seu teor de uso em detergentes em todo território nacional por meio da resolução CONAMA 359/2005.

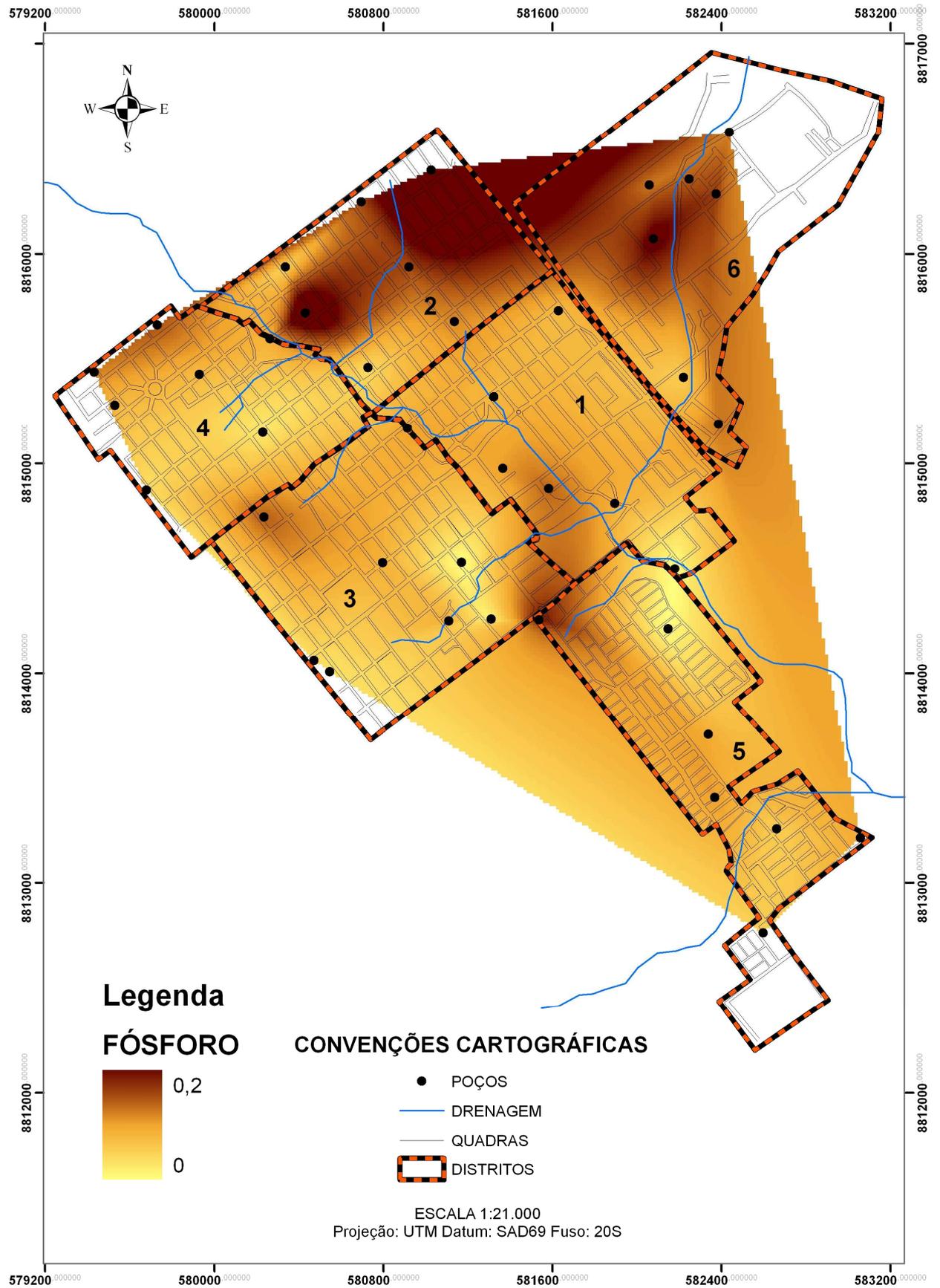


Figura 32. Mapa de distribuição de Fósforo nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

5.10 Coliformes Totais e Fecais

Dos valores de Coliformes totais detectados na área urbana de Ouro Preto do Oeste, 30% encontram-se no intervalo de pH abaixo de 6,0, ou seja, fora do limite normativo de 6 a 9 indicado pela resolução CONAMA 357. Contudo o coeficiente de correlação entre o pH e Coliformes totais foi baixo ($R=0,1$).

Estes resultados mostram que a contaminação da água pode estar ocorrendo no próprio domicílio, por falta de cuidados e manutenção dos poços, pela sua localização, pela ausência de tratamento de esgotos e, também, pela qualidade da construção que é empregada nos poços tipo cacimba.

Em relação aos coliformes totais, em 67% das amostras observou-se a presença destas bactérias e 33% das amostras apresentaram ausência. O intervalo mínimo e máximo foi de ausência à 8.280 UFC/100 ml. Este alto valor foi evidenciado no poço 1, que possui profundidade de 3,5 metros, revestimento de manilha e tampa de concreto. Essa detecção se dá devido este poço estar localizado em uma zona rebaixada, sufocado pela presença de um canal e circundado de fossas. Este padrão, contudo, não se estende aos demais poços analisados, pois, a maioria possui profundidade acima de 6 metros e sem revestimento de manilha. O padrão de contaminação nestes, se dá devido às formas construtivas inadequadas e às fontes de poluição locais.

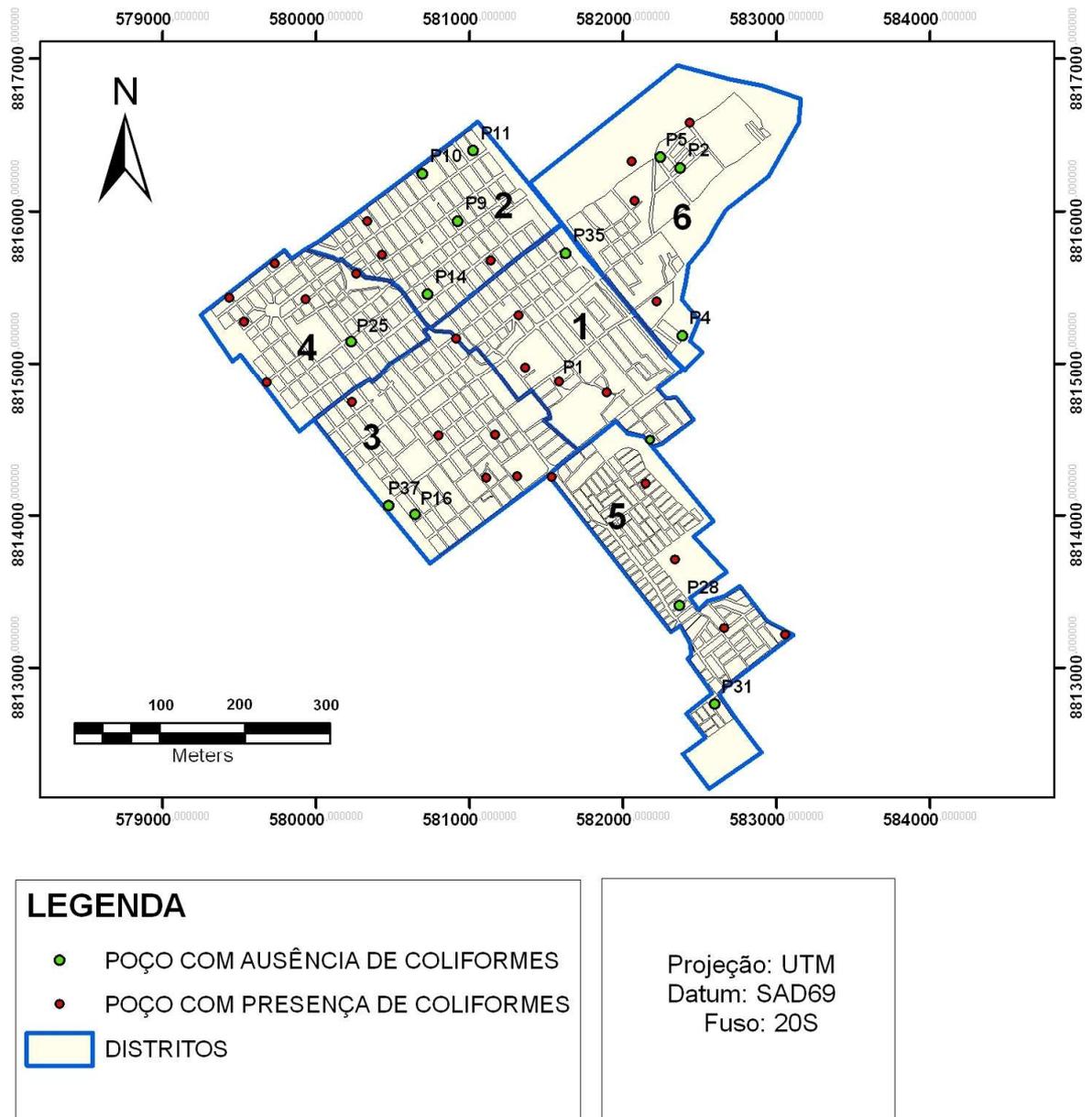


Figura 33. Distribuição de poços com referência de Coliformes Totais com base na Resolução CONAMA 357/05.

Dos pontos analisados, três poços tinham tampa de madeira (16, 21, 29) e quatro possuíam revestimento de manilha (01, 04, 28, 39). A ausência de tampa e revestimento reduzem as condições higiênicas para o uso da água e possibilitam melhores condições para a proliferação de bactérias e outros contaminantes.

A tabela abaixo demonstra a distribuição de coliformes totais em desacordo com as normas para a potabilidade, com maior ocorrência nos distritos 1, 4 e 5.

Tabela 10. Índices de detecção de Coliformes Totais por Distrito.

Distritos	*Parâmetros com presença de Coliformes Totais	*Parâmetros com ausência de Coliformes Totais
1	71%	29%
2	43%	57%
3	57%	43%
4	100%	-
5	71%	29%
6	57%	43%

*Resolução CONAMA 357/2004 e MS 2.914.

Os distritos que mais apresentaram presença de coliformes totais foram o 1, 4 e 5. Este grupo é mais generalista, pois, envolve um conjunto mais abrangente de bactérias, desta forma, foram analisados ainda, o grupo de coliformes fecais, que tem como representante principal, a *Escherichia Coli* e funciona como um indicador de contaminação recente por fezes.

Analisando este grupo, observamos que os índices variaram desde ausência até 5.880 UFC/100 mL, apresentando uma frequência mais baixa que o grupo “totais”. Em 29% das amostras houve presença de coliformes fecais e 29% tiveram resultados simultâneos de presença de coliformes fecais e totais.

Os índices mais altos foram evidenciados nos poços 1 e 21, apresentando respectivamente os valores de 5.880 e 360 UFC/100 mL (figura 34). O distrito com maior frequência de poços com presença de coliformes fecais nas águas foi o distrito 4, conforme tabela 11.

Tabela 11. Índices de detecção de Coliformes Fecais por Distrito.

DISTRITOS	*Parâmetros com presença de Coliformes Fecais	*Parâmetros com ausência de Coliformes Fecais
1	33%	67%
2	17%	83%
3	17%	83%
4	67%	33%
5	17%	83%
6	50%	50%

*Resolução CONAMA 357/2004 e MS 2.914.

A figura 34 permite visualizar os poços que apresentaram frequência de coliformes fecais, cuja menor ocorrência está no distrito 5.

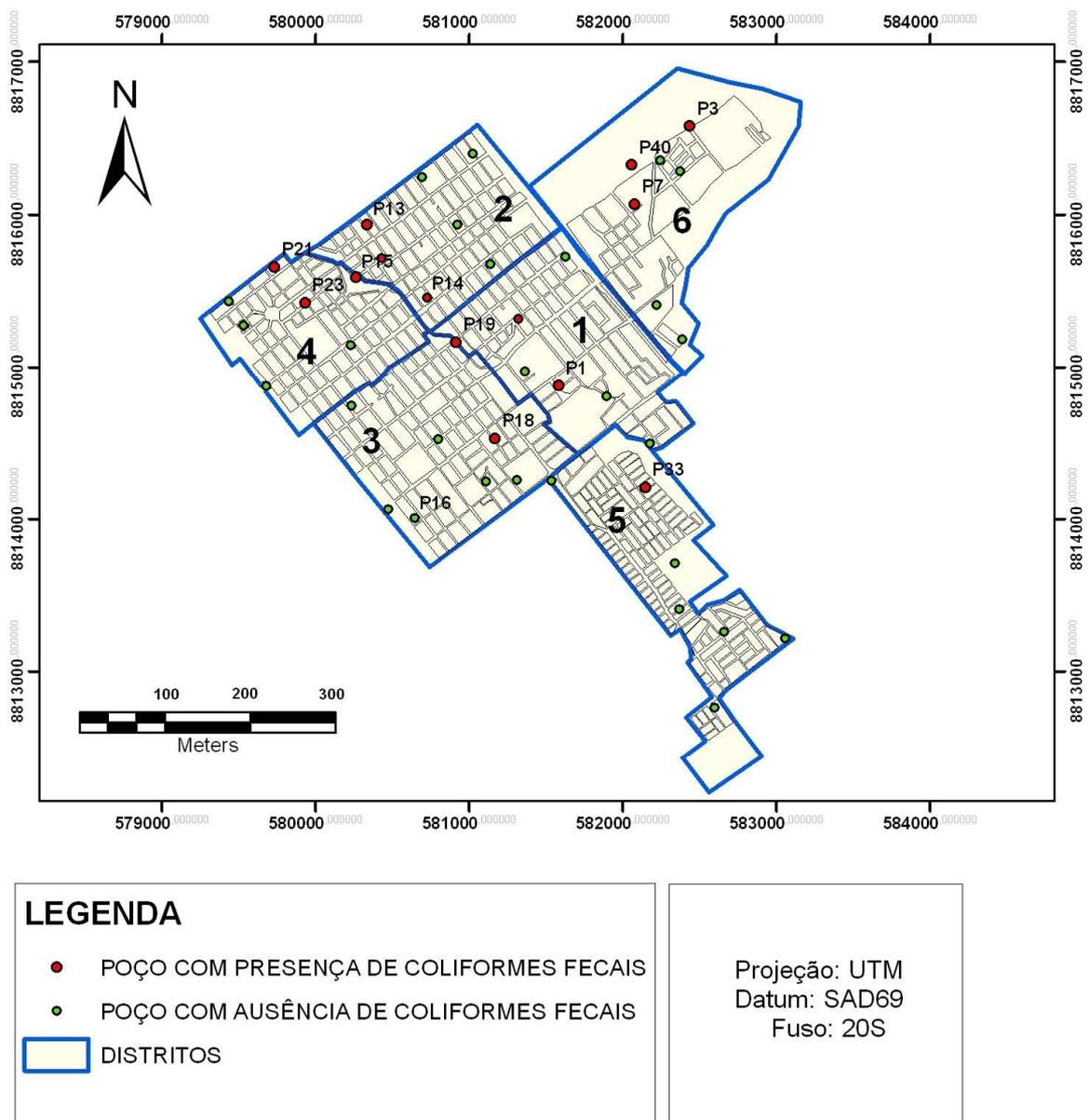


Figura 34. Distribuição de poços com referência de Coliformes Fecais com base na Resolução CONAMA 357/05

O mapa de espacialização (figura 35) dos valores de coliformes totais demonstra que no distrito 4, especialmente no bairro Novo Horizonte, apresentam-se os maiores valores detectados, entre 60 e 3060 UFC/100 mL, sendo que 100% dos poços neste distrito mantém presença deste parâmetro.

Na figura 36, observa-se que os distritos 2, 3 e 5 apresentam maior frequência de poços com presença de coliformes fecais, contudo o maior valor evidenciado foi detectado no distrito 1.

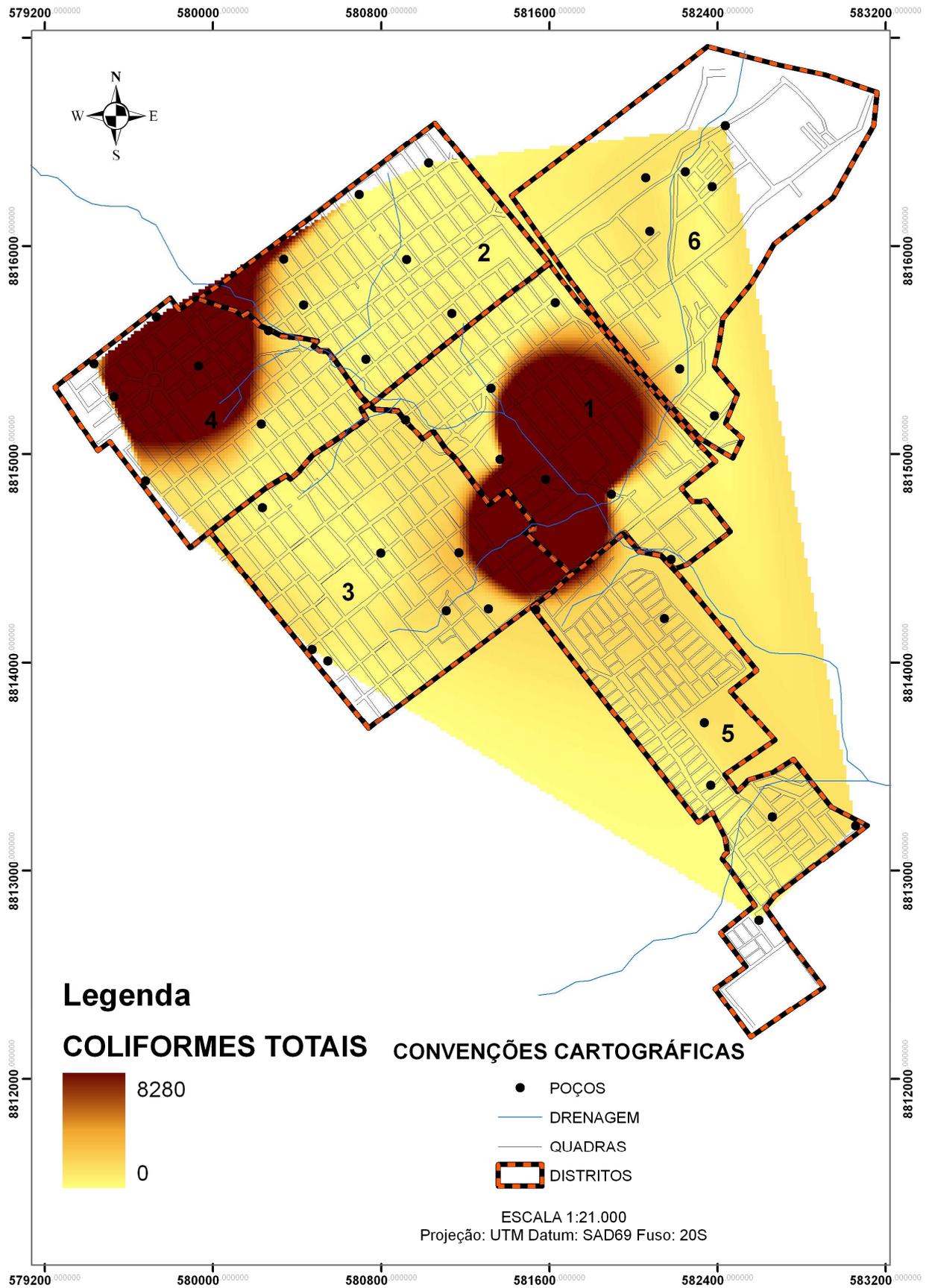


Figura 35. Mapa de distribuição de Coliforme Total nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

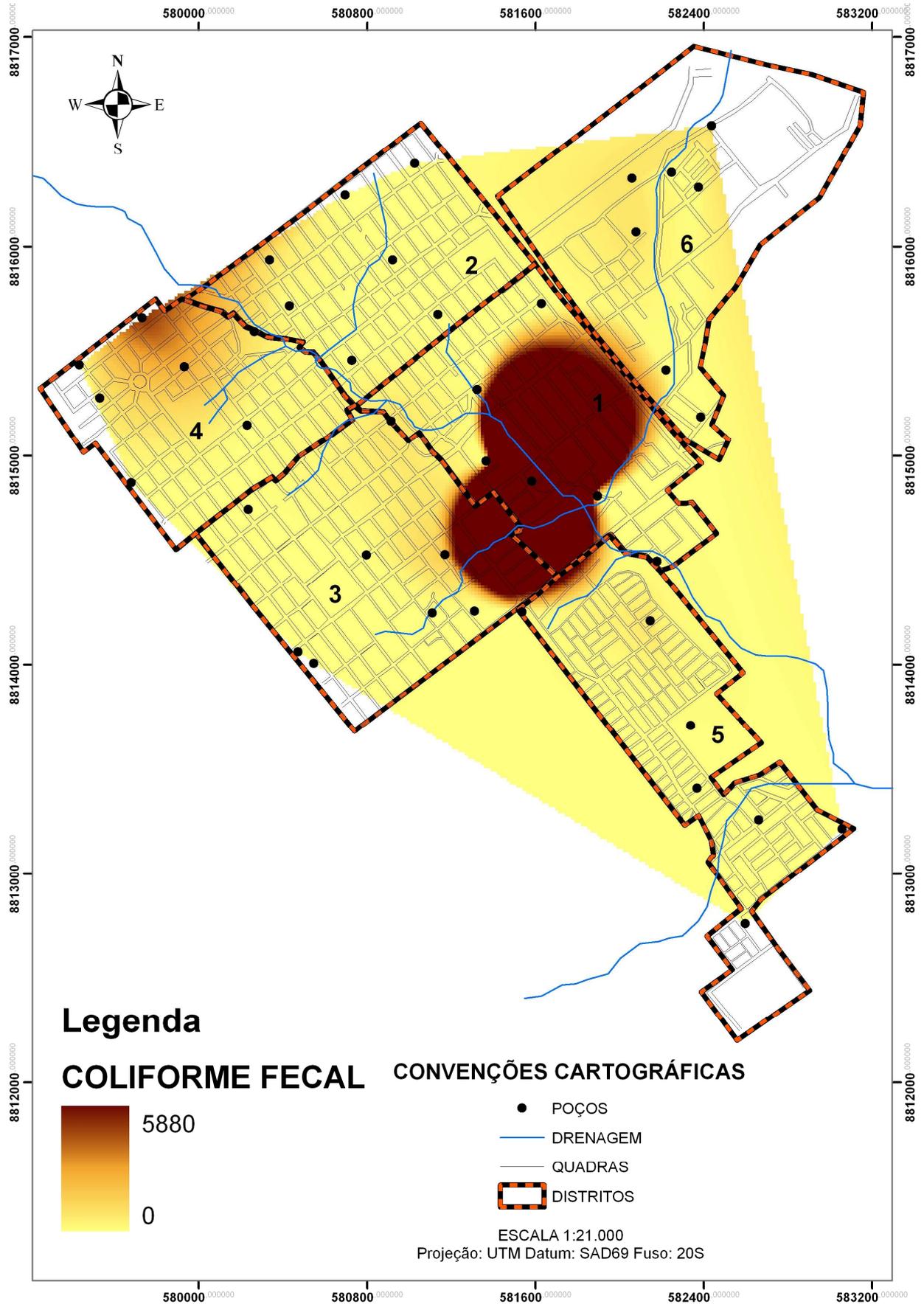


Figura 36. Mapa de distribuição de Coliforme Fecal nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

Deste modo, verificando-se a presença de bactérias coliformes em uma água pode-se considerar que ela recebeu matéria fecal e passa a ser potencialmente perigosa à saúde humana, pelo fato de ser capaz de veicular microorganismos patogênicos intestinais, que são também eliminados habitualmente com as fezes (BRANCO,1974; CRISTOVÃO *et al.*, 1974).

5.11 Temperatura

As amostras apresentaram pouca variação de temperatura, mantendo-se entre os intervalos de 23 e 25°C, com alterações crescentes no sentido centro-sul da área urbana (figura 37), ou seja, distritos 1, 3 e 5. Estas mudanças se mostraram pontuais, não representando de imediato uma malha contínua de influência no aumento da temperatura nestes locais.

Libânio (2008) destaca que os processos bio-físico-químicos são influenciados pela temperatura da água e a vida aquática depende dos seus limites inferiores e superiores. No entanto, as variações podem ocorrer em função da sazonalidade climática, variação diurna e da estratificação do corpo hídrico.

Diferentes organismos desenvolvem-se em diferentes temperaturas, sendo o caso dos coliformes a preferência por temperaturas mais altas, acima de 35° C. Na área de estudo, não foi identificado amostras com esta característica, contudo, os baixos valores não são indicadores de não ocorrência de bactérias nos poços do município, já que este parâmetro oscila rapidamente influenciado por diversos fatores, ambiental ou antrópico.

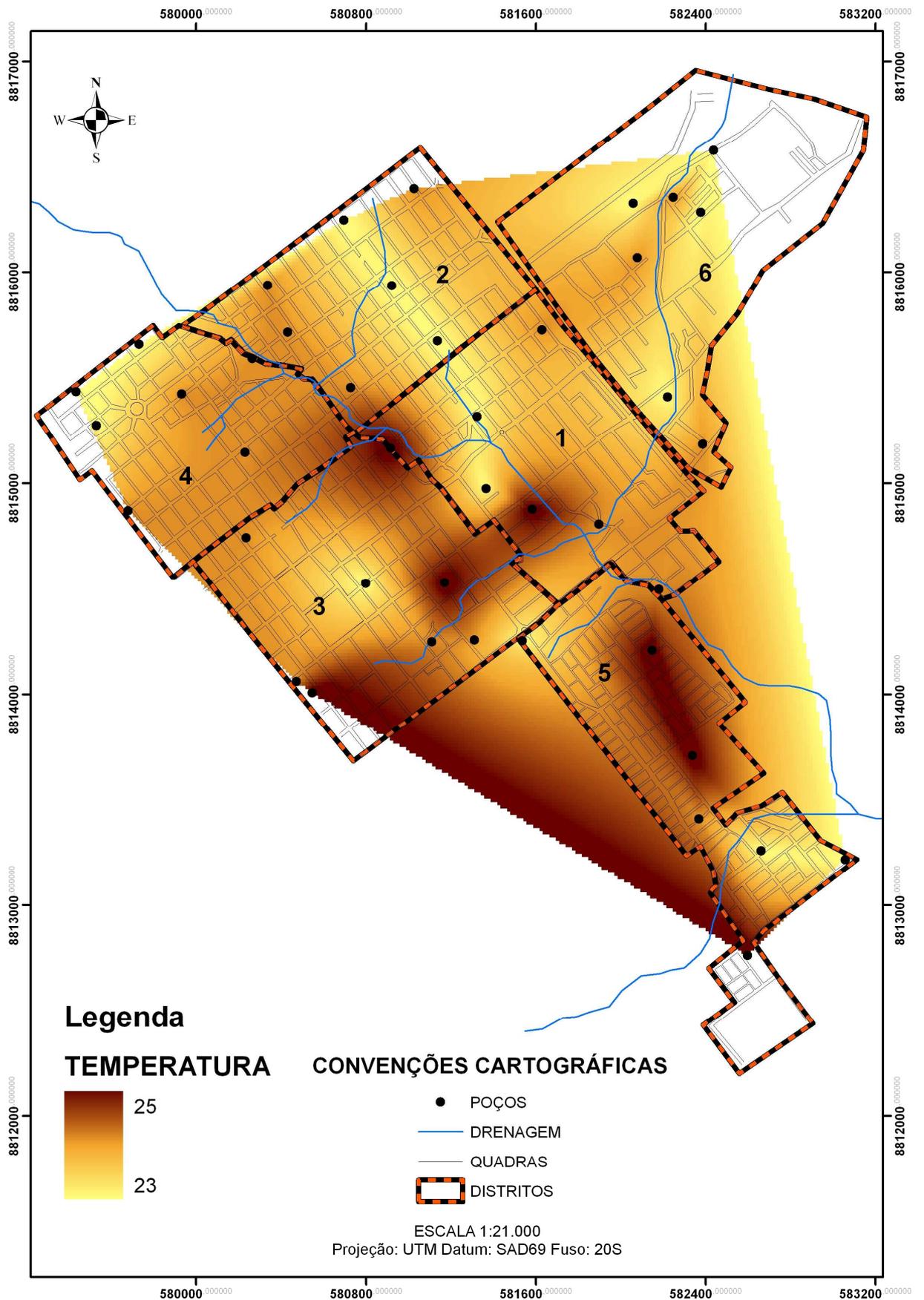


Figura 37. Mapa de distribuição de Temperatura nas águas subterrâneas no perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

6. ANÁLISE SINTÉTICA DOS POÇOS ANALISADOS

Todos os poços cacimbas apresentaram pelo menos um parâmetro acima dos limites exigidos pelas normas federais. O poço 38, no distrito 3, foi o único ponto que apresentou apenas um parâmetro em desconformidade, que foi o fósforo.

A figura 38 apresenta a distribuição das áreas potenciais de contaminação. Este mapa foi produzido a partir da síntese de todos os parâmetros analisados aplicando o método dos vizinhos naturais para espacializar os índices compilados, identificando 3 níveis: alto, médio e baixo; que representam os níveis de contaminação de cada poço.

Os índices foram discriminados após análise estatística descritiva dos dados. Dos 11 parâmetros analisados nos poços cacimbas, o valor mínimo e máximo de frequência de padrões em desacordo com as normas foi de 1 a 6 em cada poço amostrado.

Para determinar os três índices de contaminação, foi utilizada a proposta da Secretaria de Vigilância em Saúde do Rio Grande do Sul (SVS, 2011), que se baseia no cálculo dos intervalos interquartis para cada poço cacimba, os resultados são ordenados em níveis e os distritos classificados de acordo com o seguinte critério de vulnerabilidade: o primeiro quartil (3) foi discriminado como baixa contaminação; o segundo quartil (4) como média contaminação e o terceiro quartil (5) como alta contaminação. Estes intervalos determinaram, então, os índices de poluição dos poços cacimbas.

Na figura 38 tem-se o mapa do perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste de acordo com a classificação dos índices de poços com maior número de parâmetros em desacordo com as normas de potabilidade. O distrito 6 apresentou alto nível de contaminação de forma pontual. Nos demais distritos observa-se os maiores índices acompanhando a drenagem urbana.

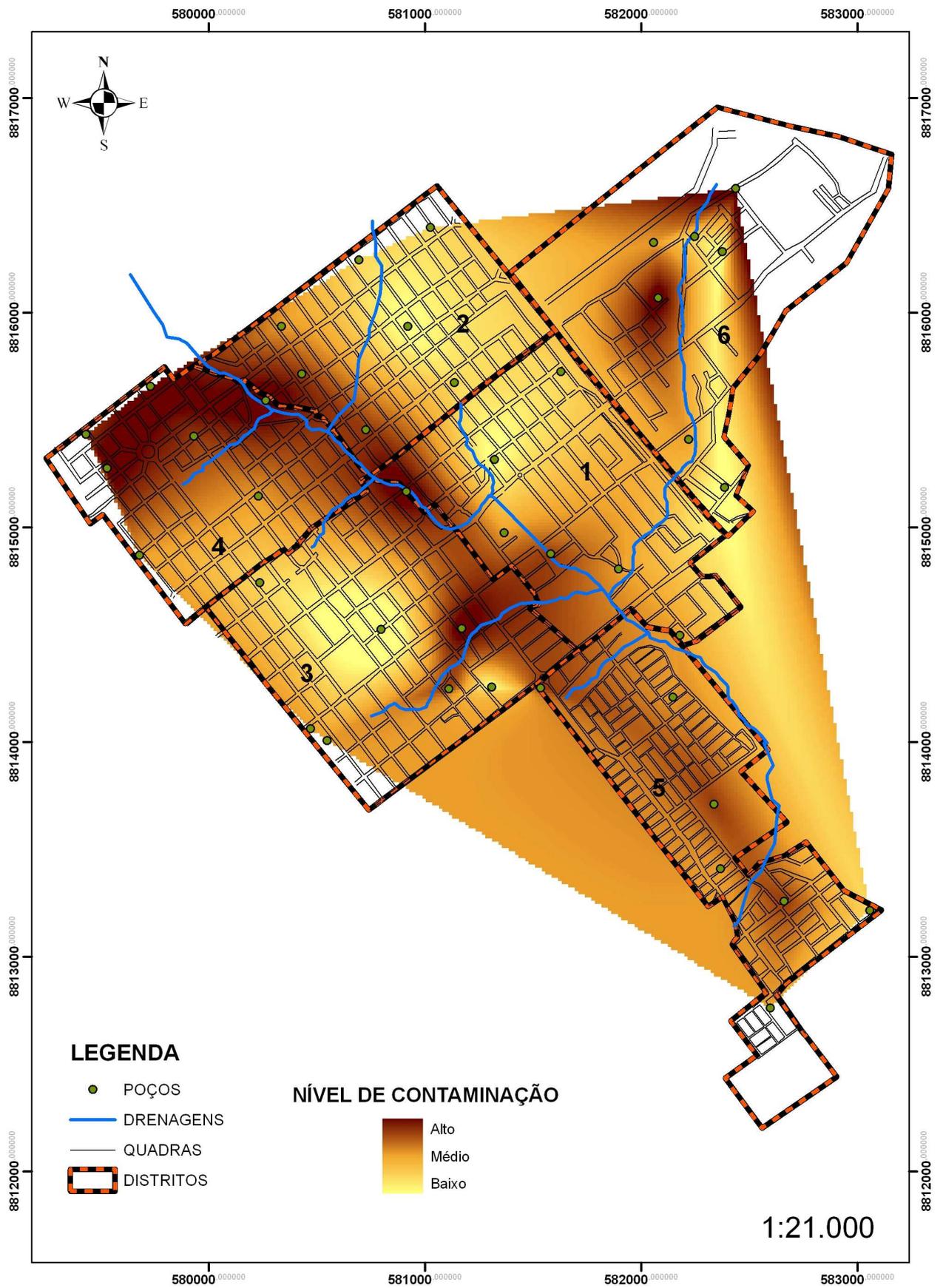


Figura 38. Mapa dos níveis de contaminação dos poços cacimba do perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste, RO.

Os distritos 4 e 5 apresentaram poços com maior frequência do nível alto de contaminação, verificando-se índices respectivamente de 71% e 43%. A tabela abaixo demonstra os níveis de contaminação por distrito e poço, sendo o distrito 2 o que apresentou parâmetros menos contaminantes com maior ocorrência, com 57% dos poços com nível baixo.

Tabela 12. Níveis de contaminação por distrito.

Distrito	Poço	Quantidade de parâmetros em desacordo	Nível	Distrito	Poço	Quantidade de parâmetros em desacordo	Nível
1	1	5	Alto	4	20	5	Alto
1	6	4	Médio	4	21	6	Alto
1	19	6	Alto	4	22	6	Alto
1	35	3	Baixo	4	23	5	Alto
1	36	4	Médio	4	24	4	Médio
1	39	4	Médio	4	25	4	Médio
1	42	2	Baixo	4	15	6	Alto
2	8	3	Baixo	5	27	5	Alto
2	9	2	Baixo	5	28	4	Médio
2	10	3	Baixo	5	29	5	Alto
2	11	3	Baixo	5	30	3	Baixo
2	12	5	Alto	5	31	4	Médio
2	13	4	Médio	5	32	5	Alto
2	14	5	Alto	5	33	4	Médio
3	16	4	Médio	6	40	4	Médio
3	17	5	Alto	6	41	4	Médio
3	18	6	Alto	6	2	2	Baixo
3	26	3	Baixo	6	3	6	Alto
3	34	2	Baixo	6	4	2	Baixo
3	37	4	Médio	6	5	3	Baixo
3	38	1	Baixo	6	7	6	Alto

Sendo assim, observa-se que o perímetro urbano de Ouro Preto do Oeste apresentou no geral um cenário de risco relevante em relação à contaminação das águas dos poços cacimbas no período estudado, pois, 38% dos poços mantiveram-se com nível alto de contaminação.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa correspondem ao mapeamento dos parâmetros de concentrações analisadas nos poços cacimbas da área urbana de Ouro Preto do Oeste, sendo que o método dos vizinhos naturais permitiu a visualização espacial do manto de contaminação subterrânea em áreas urbanas e possibilitou identificar áreas potenciais de contaminação e o fluxo direcional deste manto.

O pH, Fósforo, Nitrato, Ferro Total, Turbidez, Coliformes Totais e Fecais apresentaram padrões inadequados para a potabilidade, baseados na resolução CONAMA 357 e MS 2914. Estes parâmetros demonstraram desconformidade em termos percentuais na seguinte proporção: pH – 95,2%; fósforo – 85,7%; coliformes totais – 66,7%; coliformes fecais – 28,6% ; nitrato – 16,7%; ferro total – 12% e turbidez – 12%.

Os distritos 4 e 5 – bairros Jardim Novo Horizonte, Nova Ouro Preto, Aeroporto e Boa Esperança – foram as áreas em que se identificou maiores problemas de qualidade da água, podendo ser melhor entendido, quando considerado o adensamento populacional existente que contribui para aumento do nível de contaminação nestas áreas. Em um sentido amplo, o comportamento bio-físico-químico das águas mostrou-se influenciado pelo ambiente de coleta, especialmente pelos fatores antrópicos de disposição inadequada de resíduos e pelo uso de fossas negras.

Esta pesquisa evidenciou o seu caráter contributivo no campo da ciência geográfica, já que os parâmetros bio-físico-químicos estão intimamente ligados às condições tanto naturais quanto sanitárias do ambiente em que vivemos e sua espacialidade pode ser associada à qualidade dos recursos naturais dadas as situações e especificidades de cada área.

Assim, esta técnica serve como instrumento a ser implementado nas políticas ambientais e sanitárias, pois, por meio da interpolação destes dados é possível identificar fontes poluentes e a abrangência e influência que podem ter no meio, sendo importante o monitoramento dessas, visando a tomada de ações preventivas, para se evitar o aumento das concentrações e de contaminações que podem ser significativas para a população local, servindo como subsídio a orientar ações corretivas.

Sendo assim, o método dos vizinhos naturais, utilizado para a interpolação do atributo de concentração de parâmetros nas águas dos poços cacimbas permitiu que essa propriedade fosse analisada de forma contínua, pois, sendo dados que variam em todas as dimensões espaciais e observados de maneira discreta e pontual em campo, após trabalhados

geoestatisticamente, formam uma geometria espacial contínua dos dados em locais não amostrados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMY, Amilcar. **Zoneamento Geoambiental De Pimenta Bueno**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Universidade Federal de Rondônia, 2005.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**. 32, p. 160-165, 1998.

ALCÁNTARA – AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**. 47, p. 107-124, 2002.

APHA, American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**. 17 ed. Washington: APHA, 1998.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Descrição Das Bacias e Aspectos Físicos**. Disponível em: <<http://margemdireita.ana.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

BARBOSA, C.F. **Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropédica-RJ**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 101 p., 2005.

BASTOS, T. X. **O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira**. Boletim Técnico do Instituto Agropecuário do Norte. Belém (59): Iclima, 88-122, 1972.

BRANCO, S. M. Remoção de microrganismos nas diversas fases dos processos de tratamento de águas de abastecimento. Efeitos da sedimentação natural em represas: remoção de organismos na floculação, decantação e filtração. In__ : Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição das Águas. **Desinfecção de águas**. São Paulo, p. 5-10., 1974.

BRASIL. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. **Cadernos de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA) e Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2005.

BRASIL. **Resolução nº 357**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, 17 mar. 2005.

BRASIL. **Resolução n° 359**. Dispõe sobre a regulamentação do teor de fósforo em detergentes em pó para o uso em todo território nacional e dá outras providências. Brasília: CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, 19 abr. 2005. D.O.U. 13 maio 2005.

BRASIL. **Manual prático de análise de água**. 3 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

CALIJURI, M. C.; DEBERDT, G. L. B.; MINOTI, R. T. **A produtividade primária na represa de Salto Grande**. In: HENRY, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FAPESP/ FUNDIBIO, 1999.

CAMPOS, J. C. V.; DREWS, M. G. P. **Avaliação do potencial hidrogeológico da área urbana do Distrito de Nova Califórnia Município de Porto Velho (RO)**. Porto Velho: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 19p. 1999a.

CAMPOS, J. C. V.; DREWS, M. G. P. **Avaliação do potencial hidrogeológico da área urbana do Distrito de Extrema Município de Porto Velho (RO)**. Porto Velho: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 19 p. 1999b.

CAMPOS, José Cláudio Viégas; FILHO, Eliomar Pereira da Silva; OLIVEIRA, Iglair Régis. **Contaminação do aquífero Jaciparaná na cidade de Porto Velho-RO**. (2003). Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 22 abr. 2011.

CAMPOS, José Cláudio Viégas. **Contaminação das Águas Subterrâneas na Cidade de Mirante da Serra**. (1999). Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 22 abr. 2011.

CARVALHO, André Luciano de. **Contaminação de águas subsuperficiais em área de disposição de resíduos sólidos urbanos – o caso do antigo lixão de Viçosa (MG)**. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa, 2001.

CASTRO, A. L. C. 1999. **Manual de planejamento em defesa civil**. Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/ Departamento de Defesa Civil. 133 p.

CASTRO, Leonardo Mitre Alvim de; BAPTISTA, Márcio Benedito & BARRAUD, Sylvie. Proposição de Metodologia para a Avaliação dos Efeitos da Urbanização nos Corpos de Água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 14. n.4, p. 113-123. Out-Dez 2009.

CETESB. **Relatório de qualidade de água interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 286 p., 1995.

COITINHO, J. B. L. **Águas minerais de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

COLLINS, W.J *et al.* **Nature and origin of a-type granites with particular reference to southeastern Australia**. *Contributions to mineralogy and petrology* 80, p.189-200, 1982.

CRESSIE, N. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley, 1991, 900 p.

CHRISTOVÃO, D. A. *et al.* **Padrões bacteriológicos. In: Água, qualidade, padrões de potabilidade e poluição.** São Paulo : Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e Controle de Poluição das Águas, p. 57-119, 1974.

DAVIES, S. N.; De WIEST, R. J. M. **Hidrogeology.** Flórida: Krieger Publishing Company, p. 96 -125. 1990.

DRISCOLL, F. G. **Groundwater and Wells.** 2. ed. Minesota: Jonhson Division, 1987, p. 1089.

EBY, G.N. The a-type granitoids: a review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis. **Lithos.** V 26, p. 115-134, 1990.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 1999.

EPA. Environmental Protection Agency. **Environmental indicators of water quality in the United States.** Washington: D. C., U. S. , Office of Water, EPA 841-R-96-002, 1996.

FEITOSA, A. C. F.; FILHO, J. Manoel. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações.** Fortaleza: Ed. Gráfica LCR & CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 1997.

FOSTER, S. S. D; HIRATA, R. C. A. **Determinação do Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas: Um Método Baseado em Dados Existentes.** São Paulo: Instituto Geológico, (Boletim, 10), 1993.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. – “**Groundwater**”. New York: Prentice-Hall Inc., 1979, 604 p.

G1. **Espuma volta a comprometer qualidade do Rio Tietê no interior (2008).** Disponível em: < <http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL637050-5605,00.html>>. Acesso em: 27 abr. 2011.

HEATH, R. C. **Hidrologia Básica de Água Subterrânea.** United States Geological Survey Water Supply Paper n. 2220 Traduzido por: Mário Wrege e Paul Potter. Porto Alegre: IPH-UFRGS, 1982.

HERNANDEZ, F.B.T.; PETINARI, R.A. Qualidade da Água para Irrigação Localizada. In: **Anais do XXVII Congresso de Brasileiro de Engenharia Agrícola.** Poços de Caldas-MG, v.2, 1998.

HIDROGEOLOGIA Conceitos e Aplicações. 2 ed. Porto Velho: CPRM, IBGE, Anuário estatístico do município de Porto Velho, 3-5p., 2002.

HORNE, A. J.; GOLDMAN, C. R. **Limnology.** 2.ed. New York: McGraw Hill, Inc, 1994, 576 p.

HUNTER, John M.; ARBONA, Sonia I. Paradise lost: an introduction to the geography of water pollution in Puerto Rico. **Soc. Sci. Med.** Vol. 40, n. 10, p. 1331-1355, 1995.

IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

IBGE. **Dados do Censo (2010)**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=11>. Acesso em: 27 abr. 2011.

JAKOB, Alberto Augusto Eichman. **A krigagem como método de análise de dados demográficos**. Ouro Preto: XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 2002.

JUSTINA, Eloiza Elena Della. **Zoneamento Geoambiental da Reserva Biológica do Jaru e Zona de Amortecimento – RO, como subsídio ao seu Plano De Manejo**. (Tese). Doutorado em Geociências e Meio Ambiente. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2009.

KOBIYAMA, M. *et al.* **Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading. 109 p., 2006.

KREBS, A. S. J. **Contribuição ao Conhecimento dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, SC**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis: UFSC, 2004.

LEITE, Adriana Filgueira. **Hidrogeoquímica e intemperismo na bacia do rio Bananal (SP/RJ)**. (Tese). Doutorado em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2006.

LANDIM, Paulo M. Barbosa; STURARO, José Ricardo. **Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos**. DGA, IGCE,UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 06, 19 pp. 2002. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em 20 jun. 2010.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2 ed. Rio Claro: Editora. Unesp, 253p., 2003.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e tratamento de água**. Campinas: Editora Átomo, 2008.

LIMA, Maria Lucilene Alves de *et al.* **Aplicação de Métodos Geoestatísticos para mapeamento de área de risco em saúde pública no município de Porto Velho**. **Revista Vita et Sanitas**. Trindade: v.2, n.2, 2008.

LIMA, Jamerson Cavalcante. **Avaliação da concentração de nitrato nas águas subterrâneas no bairro do Farol, Maceió, Alagoas**. Dissertação de Mestrado. Recursos hídricos e saneamento. Universidade Federal do Alagoas, UFAL, 110 p. 2008.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Santa Maria: Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, 2008.

MARQUES, R. *et al.* **Ensaio preliminares para o monitoramento da acidez de chuva em Cuiabá, MT**. **Caminhos da Geografia**, v. 21, n. 17, p. 225- 236, 2006.

MARQUES, Eduardo D. *et al.* Influência das variações do nível freático na química da água subterrânea, aquífero Piranema – Bacia de Sepetiba, RJ. *Geochimica Brasiliensis*. 22(3) 213-228, 2008.

MATHEUS, C.E. *et al.* **Manual de análises limnológicas**. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP, p. 62, 1995.

MONTEIRO, Adson B., *et al.* Vulnerabilidade e distribuição especial dos nitratos no aquífero Barreiras nos bairros de Ibura e Jordão – Recife – Pernambuco. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003.

MORAES, Marly Alves Ribeiro. **Resgate histórico-fotográfico do município de Ouro Preto do Oeste**. [Monografia]. Comunicação Social. Centro Universitário Luterano de Jiparaná, CEULJI/ULBRA, 2007.

MOREIRA, Celina Maria Dutra. **Aspectos qualitativos da água subterrânea no Campus da UFSM, Santa Maria – RS**. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2005.

NBR. **12244: Construção de poços para captação de água subterrânea**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992.

OMS. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

OVIEDO-RONDÓN E.O. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. **Rev. Bras. Zootec.** vol.37 no. spe, 2008.

PERCEBON, Claudete Massuchin. **Influência de processos naturais do meio físico e das atividades antrópicas na qualidade das águas subterrâneas de Blumenau – SC**. (Tese). Pós-Graduação em Geologia – Concentração Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná, 2008.

POLETO, Cristiano. **Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água de uma Microbacia Hidrográfica no Município de Ilha Solteira - SP**. Dissertação. Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2003.

PORTO, Monica; TUCCI, Carlos E.M. Planos de recursos hídricos e as avaliações ambientais. **Revista de Gestão de Água na América Latina**. Vol. 06, n. 02, 2009.

PRADO, R.B. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos Hídricos**. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada. Tese de doutorado. São Carlos 2004.

QUADROS, Marcos L. E. S.; RIZZOTTO, Gilmar José [Org.]. **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia: Sistema de Informações Geográficas – SIG: Texto Explicativo do Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia**. Porto Velho: CPRM, 2007.

QUEVEDO, Cláudia Maria Gomes de. **As atividades do homem e a evolução da dinâmica do fósforo no meio ambiente**. [Dissertação]. Mestrado em Saúde Pública. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

REBOUÇAS, Aldo. Água Doce no Mundo e no Brasil. In__: REBOUÇAS, Aldo *et al.* **Águas Doces no Brasil, Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, 1999.

REVENGA, C. **Will there be enough water?** Disponível em: <<http://www.earthtrends.wri.org.br>>. Acesso em 10 dez. 2011.

RIBEIRO, Wagner Costa. **A Dimensão Internacional dos Recursos Hídricos**. São Paulo: Informativo da FFLCH-USP, 2001.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia política da água**. São Paulo: Annablume, 2008.

RODRIGUES, Éderson Rodinei Santos. **Avaliação Espacial da Qualidade da Água Subterrânea na Área Urbana de Porto Velho - RONDÔNIA – BRASIL**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente), Fundação Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, RO, Brasil, 2008.

RONDÔNIA. **Programa de Investimentos Urbanos/Proposta Técnica e Financeira: Anexo 3 – Ouro Preto d’ Oeste**. Porto Velho: SEPLAN/RO, 1981.

RONDÔNIA. **Atlas Geoambiental de Rondônia**. 2 ed. Porto Velho: SEDAM, 2002.

RONDÔNIA. **Lei 1.197**. Aprova o Plano Diretor Participativo do Município de Ouro Preto do Oeste - RO, cria o Conselho da Cidade e dá outras providências. Ouro Preto do Oeste: 10 out. 2006.

RULKENS, W.H.; KLAPWIJK, A.; WILLERS, H.C. Recovery of available nitrogen compounds from agricultural liquid wastes: potential possibilities, bottlenecks and future technological challenges. **Environmental Pollution**. 102: 727-735, 1998

SCANDOLARA, J. E. **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia**. Porto Velho: CPRM, 97p., 1999.

SCERNE, Ruth Maria Cordeiro et.al. Aspectos Agroclimáticos do município de Ouro Preto d’Oeste – RO: **Atualização Quinquenal**. Belém: CEPLAC/SUPOR. Boletim Técnico n.17, 2000.

SVS, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Identificação de Áreas de Maior Vulnerabilidade para Ocorrência de dengue no período de Transmissão 2010/2011 com vistas a subsidiar a intensificação das ações de controle**. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nt_aval_vul_epid_dengue_verao_10_11.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2012.

SHARPLEY, A. N. *et al.* Agricultural phosphorus and eutrophication. **Agricultural Research Service**. Ohio: United States Department of Agriculture, 1999.

SILVA, Arivelto Cosme *et al.* IMPACTO FÍSICO-QUÍMICO DA DEPOSIÇÃO DE ESGOTOS EM FOSSAS SOBRE AS ÁGUAS DE AQUIFERO FREÁTICO EM JIPARANÁ- RO. **Revista de Estudos Ambientais**. V.11, n, 2, p. 101-112, jul./dez. 2009.

SILVA, Rita de Cássia A.; ARAÚJO, Tânia Maria de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. 8(4). 1019-1028, 2003.

SILVA, M.L.; BONOTTO, D.M. **Caracterização hidrogeoquímica na Formação Alter do Chão, município de Manaus (AM)**. In: CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 1. e CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 11. Fortaleza: ABAS/AHLSUD/IAH, 2000. CD-ROM.

SILVA, Arivelto Cosme *et al.* Impacto físico-químico da deposição de esgotos em fossas sobre as águas de aquífero freático em Ji-Paraná- RO. **REA – Revista de estudos ambientais (Online)**. v.11, n. 2, p. 101-112, jul./dez. 2009.

SOUSA, Romnel da Silva. **Projeto para captação de água subterrânea**. Porto Velho: CPRM, rel. 015, 1989.

SOUZA, R. A; BARBOSA, L. S.; FILHO, E. P. S. Mapeamento da antropização na bacia hidrográfica do rio Boa Vista, Rondônia, utilizando o conceito de hemerobia. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1435.

SUCKLING, E. V. **The examinations of waters and water supplies**. 5.ed. Philadelphia: The Blakiston Company, 1945.

TOMINAGA, Lída Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do [Org.]. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cordeiro. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “visão mundial da água”. **Revista RBRH**, vol. 5, n. 3, p. 31-43, jul/set 2000.

TUCCI, Carlos E. M. **Apreciação do PNRH e visão prospectiva dos programas e ações**. 2001. Disponível em: <<http://www.iph.ufrgs.br/corpodocente/tucci/publicacoes/relpnrh.PDF>>. Acesso em: 20 jan. 2012.

VERVOORT, R.W.; RADCLIFFE, D.E.; CABRERA, M.L.; LATIMORE JR., M. Nutrient losses in surface and subsurface flow pasture applied poultry litter and composted poultry litter. **Nutrient Cycling Agroecosystem**. 50: 287-290, 1998.

VITTE, Antonio Carlos e GUERRA, Antonio José Teixeira. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

ZIMBRES, E. **Água subterrânea**. 2003. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2010.

ZOBY, José Luiz Gomes; DUARTE, Uriel. Água Subterrânea na Bacia do Ribeirão Sobradinho (DF). **Geol. USP**, Série científica, v.1, São Paulo: nov. 2001.

WHALEN, J.B.; CURRIE, K.L.; CHAPPELL, B.W. **A-type granite: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis**. Contributions to mineralogy and petrology 95, p. 407-419, 1987.

WRI. **Voir aussi la carte**. Disponível em: <<http://www.wri.org>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

APÊNDICES

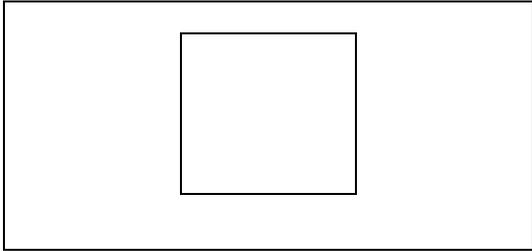
Apêndice I. Tabela de Estatística Descritiva dos parâmetros analisados.

	FÓSFORO (P)	NITRITO (NO ²)	NITRATO (NO ³)	CLORETO	C.TOTAIS	C.FECAIS	FERRO	pH	CONDUT.	TURBIDEZ	TEMP.
Núm. de valores utilizados	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Mínimo	0,003	0,000	0,399	1,420	0,0	0,0	0,0	4,800	34,000	0,020	23,000
Primeiro quartil	0,033	0,000	1,993	2,130	0,0	0,0	0,0	5,200	92,000	1,030	23,000
Mediana	0,057	0,000	4,760	2,130	120	0,0	0,0	5,355	104,500	1,605	24,000
Terceiro quartil	0,085	0,033	8,945	2,840	120	60,00	0,110	5,630	116,000	2,440	24,000
Máximo	0,232	0,098	11,291	4,260	8280	5880,00	1,470	6,400	130,000	28,400	25,000
Suma	2,682	0,590	233,626	96,560	18420,00	7020,00	6,970	226,790	4235,000	114,530	999,000
Média	0,064	0,014	5,563	2,299	438,571	167,143	0,166	5,400	100,833	2,727	23,786
Curtose	3,312	1,742	-1,528	0,076	21,342	34,749	5,756	0,376	0,819	23,487	-1,075
Assimetria	1,477	1,644	0,094	0,730	4,497	5,978	2,627	0,598	-1,063	4,654	0,320
CV (desvio típico/média)	0,700	1,796	0,670	0,304	3,178	5,417	2,311	0,061	0,205	1,633	0,030
Variância da amostra	0,002	6,22E-04	13,555	0,476	1896426,531	800148,980	0,144	0,104	419,091	19,357	0,502
Variância estimada	0,002	6,37E-04	13,886	0,487	1942680,836	819664,808	0,147	0,107	429,313	19,830	0,514
Desvio típico estimado	0,045	0,025	3,726	0,698	1393,801	905,353	0,383	0,327	20,720	4,453	0,717
Desvio típico da média	0,031	0,020	3,328	0,538	650,748	281,837	0,234	0,259	16,119	2,060	0,599
Desvio absoluto da mediana	0,024	0,000	3,675	0,710	60	0,000	0,000	0,240	11,500	0,660	1,000
Desvio típico da média	0,007	0,004	0,575	0,108	215,068	139,699	0,059	0,050	3,197	0,687	0,111

Apêndice II. Resultados das análises de água.

DISTRITO	POÇO	TEMPERATURA °C	FÓSFORO P/L	NITRITO NO ² /L	NITRATO NO ³ /L	CLORETO Cl/L	C.TOTAIS (UFC/100 mL)	C.FECAIS (UFC/100 mL)	FERRO Fe/L	pH	CONDUTIVIDADE	TURBIDEZ
1	1	25	0,08	0,00	4,87	2,84	8280	5880	0	5,2	105	1,21
1	6	24	0,06	0,00	1,99	2,84	60	0	0	4,9	130	1,01
1	19	25	0,06	0,07	7,53	2,13	120	60	1,44	5,07	111	0,98
1	35	24	0,05	0,00	7,26	2,13	0	0	0	5,36	111	0,77
1	36	24	0,00	0,03	9,65	2,13	120	0	0	5,34	113	1,29
1	39	23	0,07	0,00	11,03	2,84	60	0	0	5,56	93	1,63
1	42	23	0,05	0,00	0,40	1,42	0	0	0	5,7	80	0,02
2	8	23	0,07	0,00	7,84	2,84	60	0	0	5,5	93	3,12
2	9	23	0,09	0,07	6,60	2,13	0	0	0	5,7	82	1,47
2	10	23	0,09	0,07	4,65	2,13	0	0	0,2	5,2	123	1,99
2	11	24	0,23	0,00	8,94	2,13	0	0	0	5,8	65	2,34
2	12	24	0,18	0,00	8,37	1,42	60	0	0,01	5	118	2,66
2	13	24	0,03	0,00	4,12	2,13	180	60	0	5,7	65	2,79
2	14	24	0,03	0,00	9,87	2,13	0	0	1,47	4,8	124	1,23
3	16	25	0,02	0,00	0,89	2,13	0	0	1,4	4,98	122	2,54
3	17	24	0,06	0,10	2,61	2,13	180	0	0,68	5,2	102	1,03
3	18	25	0,00	0,00	8,59	2,13	300	120	0,51	4,99	114	0,79
3	26	24	0,09	0,00	7,00	2,13	0	0	0,11	5,12	122	1,42
3	34	24	0,01	0,00	10,10	3,55	120	0	0,03	6,4	34	0,65
3	37	24	0,03	0,00	0,89	1,42	120	0	0	5,29	124	2,44
3	38	23	0,06	0,00	0,40	2,13	0	0	0	6,02	63	2,3
4	20	23	0,08	0,00	1,90	1,42	120	0	0,29	5,77	76	5,39
4	21	23	0,09	0,03	10,45	2,84	2760	360	0,05	5,63	92	28,4
4	22	23	0,05	0,00	8,81	2,84	1320	60	0	5,25	116	2,08
4	23	24	0,05	0,00	11,29	2,13	3060	180	0,02	5,59	90	1,58
4	24	24	0,03	0,03	1,02	1,42	120	0	0	5,45	114	1,98
4	25	24	0,02	0,03	5,23	3,55	60	0	0,07	5,42	101	2,12
4	15	24	0,06	0,00	2,48	2,13	180	60	0,16	5,1	111	7,9
5	27	23	0,12	0,00	1,95	1,42	180	0	0	5,6	102	9,38
5	28	24	0,07	0,03	9,83	3,55	0	0	0,06	5,2	116	2,12
5	29	23	0,04	0,00	11,07	3,55	120	0	0	5,35	109	0,64
5	30	23	0,06	0,00	0,97	1,42	120	0	0	5,65	98	1,31
5	31	25	0,03	0,07	10,89	1,42	0	0	0,05	5,05	120	3,01
5	32	25	0,06	0,00	10,45	4,26	120	0	0	5,34	104	0,59
5	33	25	0,00	0,03	4,16	2,13	180	60	0	5,42	110	0,57
6	40	23	0,08	0,00	0,80	1,42	120	60	0	5,82	76	1,33
6	41	23	0,04	0,00	3,59	2,13	60	0	0	5,22	120	0,54
6	2	23	0,10	0,00	3,68	2,84	0	0	0	5,5	94	1,37
6	3	23	0,08	0,00	1,99	2,13	120	60	0,25	5,3	103	1,77
6	4	24	0,08	0,00	0,58	2,13	0	0	0,17	5,8	73	2,13
6	5	24	0,09	0,00	4,65	2,84	0	0	0	5,1	114	1,56
6	7	24	0,13	0,03	4,25	2,13	120	60	0	5,4	102	5,08

APÊNDICE III. Ficha de campo.

FICHA DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SOCIAL		
POÇO Nº.: _____	TEMPERATURA NO DIA DA COLETA: _____ °C	DATA DA COLETA: ___/___/___.
ENDEREÇO: _____ PROPRIETÁRIO: _____ Nº DE RESIDENTES: _____ QUANTAS RESIDÊNCIAS NA ÁREA: _____		Bairro: _____
MUNICÍPIO: OURO PRETO DO OESTE – RONDÔNIA Perímetro: <input type="checkbox"/> urbano <input type="checkbox"/> rural RESIDÊNCIA: Própria <input type="checkbox"/> Alugada <input type="checkbox"/> Obs.: _____ TEMPO DE HABITAÇÃO: _____ POSSUI ÁGUA TRATADA (CAERD): SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>		
COORDENADAS DO POÇO:		
E [_____], N [_____], ALTITUDE [_____]		
SITUAÇÃO DO POÇO:		
PROFUNDIDADE DO POÇO: [_____] m ATIVO <input type="checkbox"/> DESATIVADO <input type="checkbox"/> OBS.: _____ ABERTO <input type="checkbox"/> LACRADO <input type="checkbox"/> TIPO DE COBERTURA: MADEIRA <input type="checkbox"/> CONCRETO <input type="checkbox"/> OUTRO: _____ DATA DA PERFURAÇÃO: ___/___/___ Obs.: _____		
USO DA ÁGUA:		
CONSUMO HUMANO: <input type="checkbox"/> IRRIGAÇÃO <input type="checkbox"/> LAZER <input type="checkbox"/> OUTROS: _____ FREQUÊNCIA DE USO: DIÁRIO <input type="checkbox"/> MENSAL <input type="checkbox"/> OBS.: _____ TIPO DE BOMBA: SUBMERSA <input type="checkbox"/> INJETORA <input type="checkbox"/> CENTRÍFUGA <input type="checkbox"/> O POÇO SECA: SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> JÁ FEZ ANÁLISE DA ÁGUA: SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> RESULTADO: ÓTIMO <input type="checkbox"/> BOM <input type="checkbox"/> RUIM <input type="checkbox"/>		
Chuva nas últimas 24 hs? S <input type="checkbox"/> , N <input type="checkbox"/> Aspecto da água: Tipo de Poço: CACIMBA. <input type="checkbox"/> TUBULAR <input type="checkbox"/> Lançamento de Esgotos? SIM <input type="checkbox"/> , NÃO <input type="checkbox"/> A que distância? M Atividade poluidora próximo: SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> Que tipo: _____ Distância: _____ m Fossas na vizinhança? SIM <input type="checkbox"/> , NÃO <input type="checkbox"/> A que distância? M Rio/nascente ou lago próximo: SIM <input type="checkbox"/> , NÃO <input type="checkbox"/> A que distância? M		
DADOS DA COLETA		
TEMPERATURA: _____ PH: _____ TURBIDEZ: _____ CONDUTIVIDADE: _____		
OBS: _____ _____ _____ _____ _____ _____	CROQUI DA PROPRIEDADE  ----- RUA/AVENIDA ○ POÇO △ FOSSA	

APÊNDICE IV. Termo autorizativo.



TERMO INFORMATIVO E AUTORIZATIVO



Em cumprimento ao Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia da UNIR/Porto Velho – RO, estou realizando uma pesquisa sobre águas subterrâneas no município de Ouro Preto do Oeste, para produzir o trabalho final de conclusão do curso.

Para alcançar este objetivo, serão realizadas coletas de água nos poços (cacimba) em diferentes regiões em todo município. Nesses, serão efetuados análises para avaliar a qualidade da água.

Os resultados levantados serão utilizados para a Dissertação da Bióloga Ranieli dos Anjos de Souza, em desenvolvimento na Universidade Federal de Rondônia.

Desta forma,

O(a) Sr.(a) _____, residente conforme consta na ficha de cadastramento de poços nº _____, autoriza a estudante Ranieli dos Anjos de Souza a coletar amostras de águas subterrâneas em sua propriedade para fins de pesquisa científica.

Eu, Ranieli dos Anjos de Souza, comprometo-me a divulgar ao proprietário, os resultados das análises efetuadas em sua propriedade.

_____/_____/_____. Ouro Preto do Oeste-RO.

Proprietário

Ranieli dos Anjos de Souza

APÊNDICE V – Questionário aplicado nas escolas.

QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE UTILIZAÇÃO DE POÇOS CACIMBA EM OURO PRETO DO OESTE – RO.
Escola:
Série:
Possui poço para captação de água em casa? () SIM () NÃO Se sim, informe o endereço (Rua/Av., número; Bairro): _____ _____