



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

DAIANE GERMINI DE SOUZA

**LEVANTAMENTO DE POSSÍVEIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO
DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E ESTIMATIVA DA DIREÇÃO DO FLUXO
SUBTERRÂNEO ATRAVÉS DA SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA NO
MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO**

COLORADO DO OESTE

2023



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

DAIANE GERMINI DE SOUZA

LEVANTAMENTO DE POSSÍVEIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO
DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E ESTIMATIVA DA DIREÇÃO DO FLUXO
SUBTERRÂNEO ATRAVÉS DA SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA NO
MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO

Artigo Científico apresentado ao curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) - *Campus Colorado do Oeste*, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Gestão Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dra. Ranieli dos Anjos de Souza

Coorientadora: Prof^a. Ma. Calina Grazielli Dias Barros

COLORADO DO OESTE

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Souza, Daiane Germini.

Levantamento de possíveis fontes de contaminação das águas subterrâneas e estimativa da direção do fluxo subterrâneo através da superfície potenciométrica no município de Ariquemes-RO / Daiane Germini Souza, Colorado do Oeste-RO, 2023.

21 f. : il.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Ranieli dos Anjos de Souza.

Coorientador(a): Prof^ª. Ma. Calina Grazielli Dias Barros.

Trabalho de Conclusão de Curso (Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste-RO, 2023.

1. Aquíferos. 2. Contaminação urbana. 3. Poços. 4. Recursos hídricos. 5. Solo. I. Souza, Ranieli dos Anjos de (orient.). II. Barros, Calina Grazielli Dias (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

LEVANTAMENTO DE POSSÍVEIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E ESTIMATIVA DA DIREÇÃO DO FLUXO SUBTERRÂNEO ATRAVÉS DA SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO

Resumo - Diante da segurança hídrica que os aquíferos representam à sociedade, é extremamente importante realizar a identificação das possíveis fontes de contaminação das águas subterrâneas, para que medidas sejam tomadas a fim de evitar o comprometimento da qualidade das águas para seus diversos usos, portanto, o trabalho teve como objetivo levantar os possíveis pontos de contaminação urbanos que possam afetar as águas subterrâneas e estimar a tendência de direção do fluxo através da superfície potenciométrica no município de Ariquemes, Rondônia. Através de um levantamento nos registros de poços do SIAGAS/CPRM foi possível obter os valores de superfície potenciométrica e então determinar a direção do fluxo subterrâneo utilizando-se do método de *krigagem* em um *software* que permite a visualização em 3D de contornos, modelagem e análises de superfícies. Os resultados obtidos possibilitaram identificar quais poços encontram-se em área de risco de contaminação através do sentido do fluxo determinado pela superfície potenciométrica e a análise da convergência de fluxo entre os possíveis pontos de contaminação e os poços de abastecimento, a fim de contribuir com um melhor planejamento do uso e ocupação do solo e a gestão dos recursos hídricos em Ariquemes.

Palavras-chave: Aquíferos, Contaminação urbana, Poços, Recursos hídricos, Solo.

POTENTIOMETRIC SURFACE AND SURVEY OF POSSIBLE SOURCES OF URBAN CONTAMINATION FOR GROUNDWATER IN THE CITY OF ARIQUEMES - RONDÔNIA

Abstract - In view of the water security that aquifers represent to society, it is extremely important to identify possible sources of groundwater contamination, so that measures can be taken to avoid compromising water quality for its various uses, therefore, the work aimed to raise possible urban contamination points that may affect groundwater and estimate the trend of flow direction through the potentiometric surface in the municipality of Ariquemes, Rondônia. Through a survey of the well records of SIAGAS/CPRM it was possible to obtain the potentiometric surface values and then determine the direction of the underground flow using the kriging method in a software that allows 3D visualization of contours, modeling, and surface analysis. The results obtained made it possible to identify which wells are at risk of contamination through the direction of flow determined by the potentiometric surface and the analysis of the convergence of flow between the possible points of contamination and the supply wells, to contribute to a better planning of land use and occupation and the management of water resources in Ariquemes.

Keywords: Aquifers, Urban contamination, Wells, Water resources, Soil.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a existência de toda a vida terrestre e sua importância está diretamente ligada a todos os aspectos da civilização humana, como a produção agropecuária, industrial e uso doméstico.

Diante de um cenário de incertezas, provocado principalmente pelas mudanças climáticas globais, os aquíferos representam uma segurança hídrica, visto que correspondem a 97% de toda a água doce e líquida do planeta (HIRATA et al., 2019). No Brasil, embora haja abundância de recursos hídricos superficiais, são extraídos anualmente 17.580m³ de águas subterrâneas, sendo este o recurso natural mais removido do subsolo brasileiro (HIRATA et al., 2019). Ainda segundo os autores, toda essa água é retirada pelos mais de 2,5 milhões de poços tubulares, divididos entre atendimento doméstico (30%), agropecuário (24%), abastecimento público urbano (18%), abastecimento múltiplo (14%), abastecimento industrial (10%) e outros (4%), o que representa mais de 30 milhões de brasileiros, ou 17,7% da população nacional.

A contaminação das águas subterrâneas prejudica diretamente a população, já que, uma vez afetada a qualidade das águas dos aquíferos, pode gerar escassez para o abastecimento populacional, além de doenças (PEIXOTO, 2020). As diversas atividades antrópicas, agrícolas, industriais, urbanas e de mineração promovem a descarga de diversos contaminantes no ambiente (RUGGIERO et al., 2022).

No meio rural, as atividades agrícolas possuem grande potencial poluidor, pela intensa utilização de insumos, já a atividade pecuária, quando praticada em criação a pasto, tem baixo potencial de contaminação, porém as criações confinadas, devido à grande produção de resíduos e efluentes, promovem elevada capacidade de contaminação (IRITANI et al., 2013). Embora no meio rural haja importantes fontes de contaminação estas, muitas vezes, encontram-se dispersas,

Já no meio urbano há um grande potencial de contaminação das águas subterrâneas, pois neste as potenciais fontes de contaminação estão concentradas. Tais fontes são oriundas de diversas atividades, como: postos de combustíveis, indústrias, estação de tratamento de água e esgoto, necróchorume advindo de cemitérios e lixões (BARROS et al., 2016; MOREIRA et al., 2009). Cada uma destas, sem uma gestão apropriada de seus resíduos, com instalações mal projetadas ou até mesmo a partir do seu próprio funcionamento, podem apresentar um alto risco de contaminação para os aquíferos localizados sob uma cidade, pois a carga de

poluentes a ser incorporada pode ser grande, dependendo da vulnerabilidade do aquífero (PEIXOTO, 2020).

Dentro dos estudos das águas subterrâneas existem diversas técnicas que identificam e mapeiam a vulnerabilidade dos reservatórios, dentre essas, a estimativa de tendência da direção do fluxo das águas, sendo de extrema importância conhecê-la para auxiliar no planejamento e na gestão dos recursos hídricos (BANDEIRA et al., 2021).

A tendência de direção de fluxo pode ser determinada a partir da superfície potenciométrica, que é compreendida como um lugar geométrico dos pontos que marcam as alturas potenciométricas de um aquífero a uma certa profundidade, ou também como pontos determinados por valores de carga hidráulica (FEITOSA, 2008).

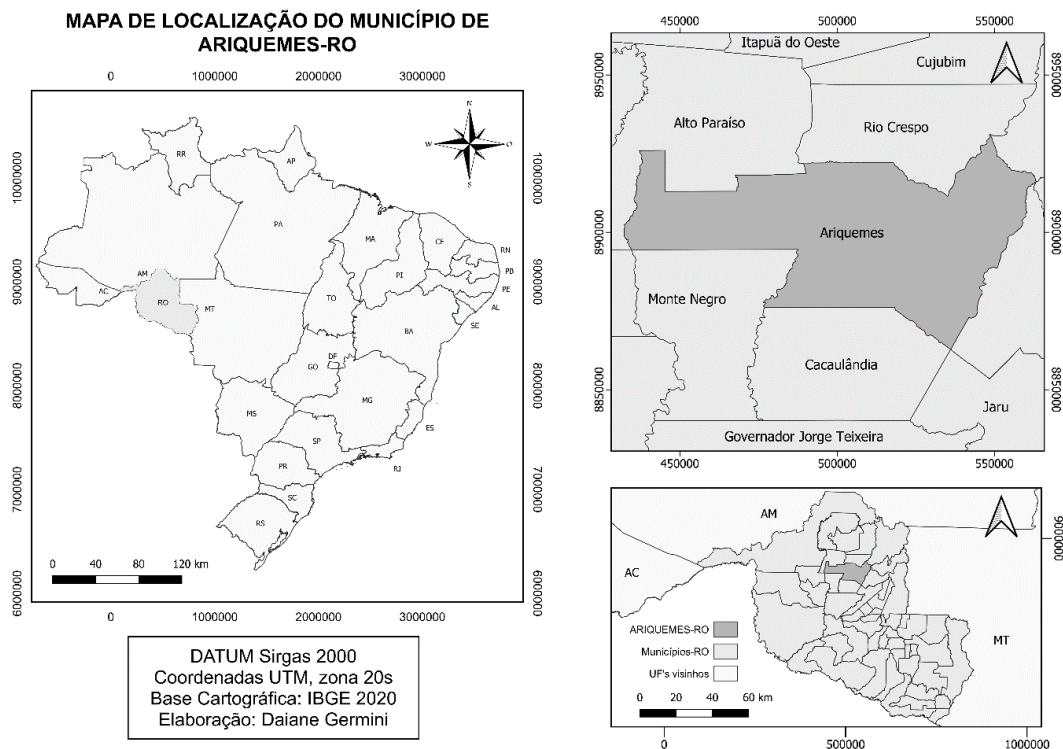
Diante da importância das águas subterrâneas para o abastecimento das atividades de produção, industrialização e uso doméstico, e da susceptibilidade destes recursos a contaminantes advindos de diversas atividades antrópicas, o objetivo deste trabalho foi levantar os possíveis pontos de contaminação urbanos que possam afetar as águas subterrâneas e estimar a tendência de direção do fluxo através da superfície potenciométrica no município de Ariquemes, Rondônia.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do município estudado

Ariquemes é um município do estado de Rondônia (Figura 1), localizado na porção centro-norte do estado a 203 km de distância da capital Porto Velho e possui área territorial de 4.426,571 km². Sua população, conforme o censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2023), chegou aos 96.883 habitantes, sendo considerado o 3º município mais populoso do estado.

Figura 1. Localização do município de Ariquemes-RO.



Conforme a classificação de Köppen-Geiger adaptado por Alvares et al. (2013), o clima da região de Ariquemes é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso com média climatológica anual da temperatura do ar em torno de 25,5°C e nos períodos mais frios acima de 18°C. A média de precipitação total anual é em torno de 2290mm/ano sendo duas estações bem definidas: uma estação chuvosa entre os meses de outubro a abril com aproximadamente 88% da precipitação anual e de maio a setembro onde as chuvas são escassas, representando menos de 3% do total anual (CARVALHO et al., 2016).

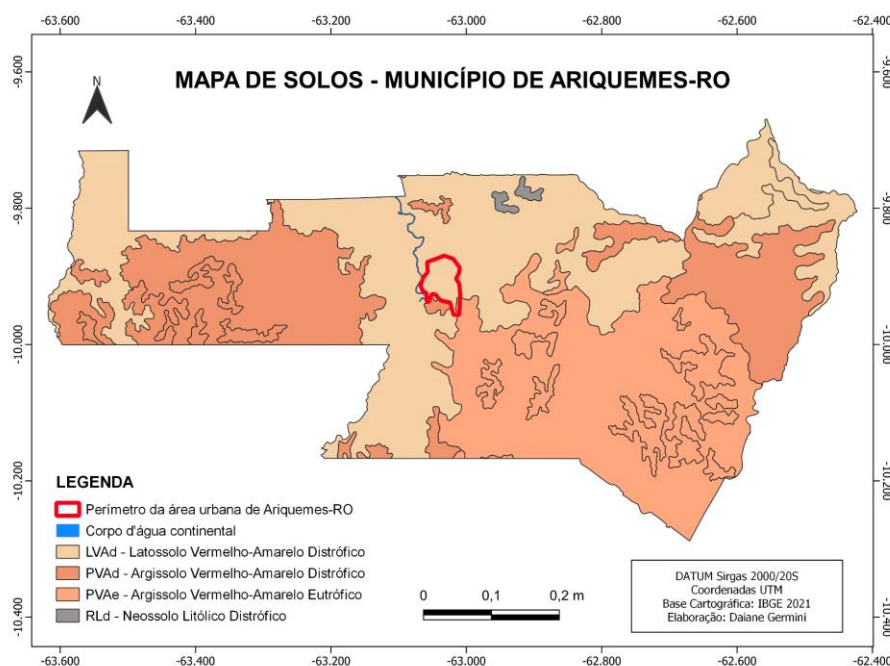
Com relação a hidrografia a nível local, o município está inserido na bacia hidrográfica do rio Jamari, que possui uma área aproximada de 29.066,68 km², esta desagua no rio Madeira, um dos mais importantes afluentes do rio Amazonas (NÓBREGA et. al., 2008). A captação superficial de água para o abastecimento do município é realizada no rio Jamari e desde o ano de 2016 a concessionária responsável pelos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário em Ariquemes é a AEGEA-RO unidade Águas de Ariquemes.

Através do mapeamento dos sistemas de aquíferos do Brasil publicado no catálogo de metadados da ANA (Agência Nacional de Águas), foi identificado que o

município de Ariquemes está localizado sobre o Sistema de Aquífero Fraturado Norte (ANA, 2016). Um sistema de aquífero fraturado é aquele que é formado por rochas ígneas, metamórficas em que a circulação da água subterrânea se encontra em meio às falhas ou fissuras dessas rochas (CARDOSO et al., 2012).

No que diz respeito ao tipo de solo (Figura 2), pode-se observar que o município de Ariquemes possui área com solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, de textura argilosa, relevo plano e suave ondulado, e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico e petroplíntico, textura média/argilosa e média cascalhenta/argilosa cascalhenta, relevo suave ondulado, ambos A moderado (IBGE, 2006).

Figura 2. Tipos de solos do município de Ariquemes-RO.



Estes tipos de solos são classificados como solos bem drenados, em que a água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente (SANTOS, 2018). Ariquemes ainda apresenta as faixas de solo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico e léptico, relevo forte ondulado e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico léptico, fase rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso, ambos de textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, perfil A moderado com Afloramentos de Rochas, relevo forte ondulado e montanhoso (IBGE, 2006).

Em sua classe de drenagem, os solos de Ariquemes são classificados como sendo moderadamente drenados a bem drenados, em que a água é removida do solo

muito mais lentamente, e o perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa, parte do tempo (SANTOS, 2018).

Levantamento e processamento de dados

Para o estudo foram utilizadas as informações referentes aos poços registrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS/CPRM), no qual foram encontrados 175 poços registrados no Município de Ariquemes-RO, entretanto, apenas 64 poços foram utilizados (Apêndice A), por apresentarem informações como as coordenadas geográficas e o parâmetro hidrogeológico de nível estático (N.E em metros), que possibilitou o desenvolvimento do estudo da superfície potenciométrica e com base nisso, a determinação do sentido do fluxo subterrâneo.

Após tabelar todos os dados em planilhas no *Microsoft Excel*, foi realizado a espacialização dos dados no *software Quantum Gis (QGIS) versão 3.16*, que é uma multiplataforma de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para a obtenção da superfície potenciométrica é necessário saber o valor da cota altimétrica, que foi obtida através dos dados altimétricos das imagens do projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), disponibilizadas no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA) com resolução espacial de 30 metros. Este processo de obtenção das cotas utilizando as imagens SRTM foi realizado através do *QGIS*, em que as imagens SRTM foram inseridas na aba *raster* e extraídas as cotas dos pontos com as coordenadas dos poços e os pontos de contaminação.

Tendo o conhecimento das altitudes dos poços e o nível estático, que é a profundidade da água em repouso dentro do poço a partir da superfície do solo, foi calculada a superfície potenciométrica, através da subtração do valor da cota pelo valor do nível estático, em que a diferença resulta nos valores potenciométricos do aquífero. Além disso, foram levantados, utilizando o *Google Earth*, os potenciais pontos de contaminação da água subterrânea conforme descrito por Barros et al (2016), como: postos de combustíveis; antigos lixões; cemitérios; indústrias e estações de tratamento, os quais foram espacializados no *software QGIS 3.16*.

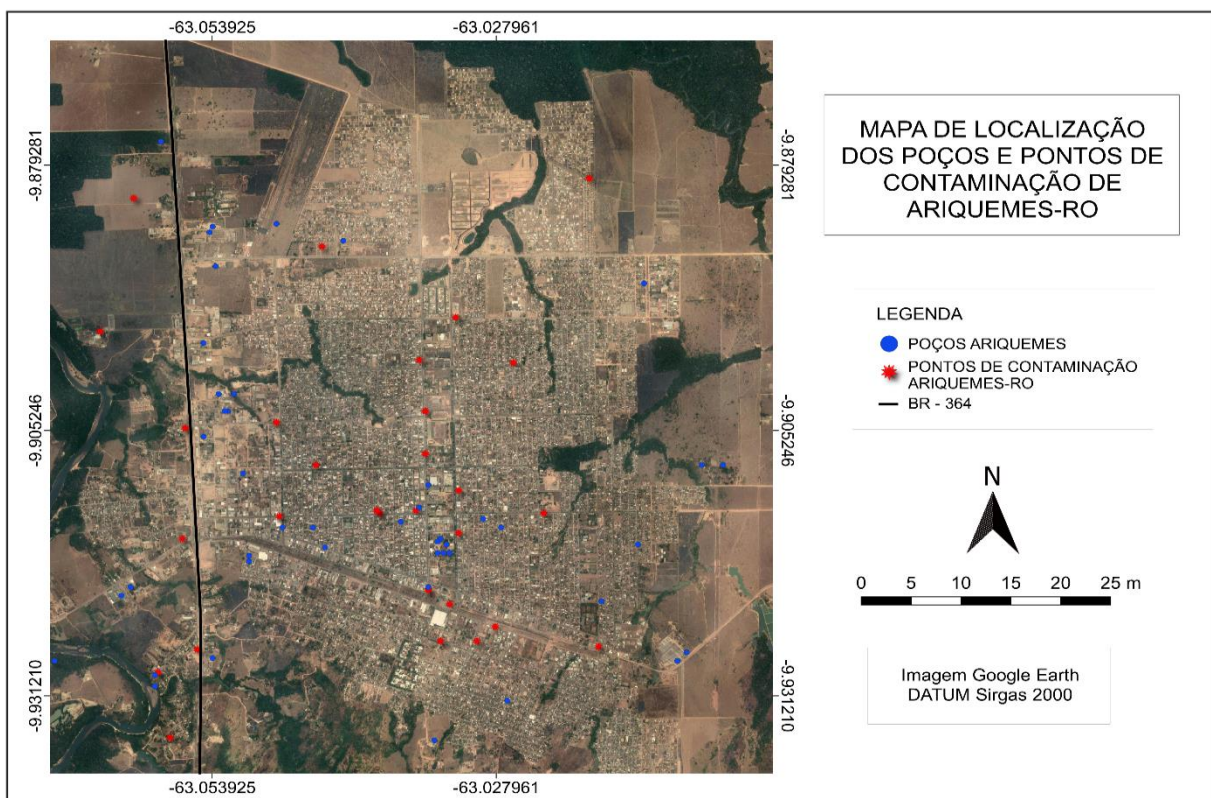
Nas buscas realizadas através do *Google Earth*, foi possível identificar 41 potenciais pontos de contaminação (Apêndice B). Estes pontos foram espacializados juntamente com os vetores indicativos do fluxo das águas e os poços.

Após coletar as informações dos poços e dos possíveis pontos de contaminação, esses dados foram processados no *software Surfer 18* que permite a visualização em 3D de contornos, modelagem e análises de superfícies. Para o processamento dos dados da superfície potenciométrica, foi utilizado o método de interpolação matemática conhecida como *krigagem*. Segundo Yamamoto e Landim (2013), a *krigagem* é uma técnica geoestatística de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço ou tempo, com base em valores aproximados quando considerados interdependentes pela análise variográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da espacialização dos poços no mapa, pode-se observar que a grande maioria dos poços avaliados está concentrada no meio urbano do Município de Ariquemes (Figura 3).

Figura 3. Localização dos poços e pontos de contaminação.



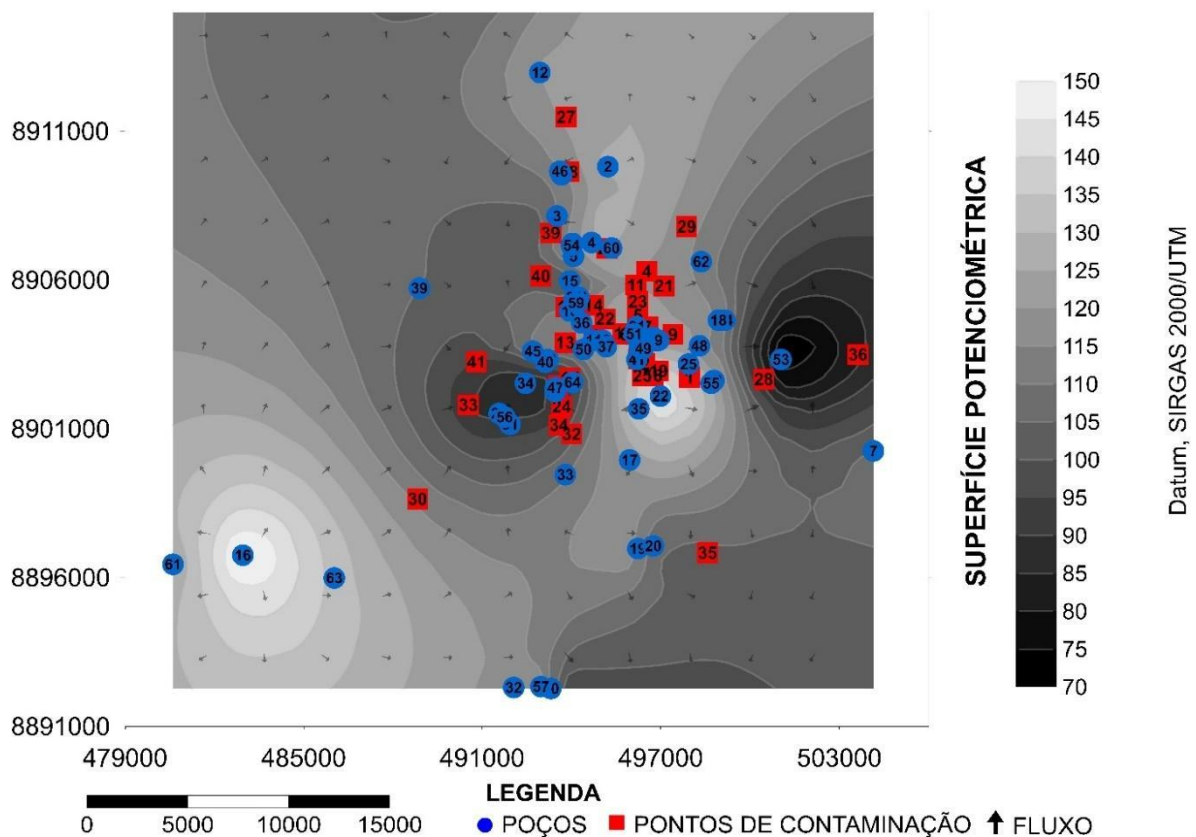
Nos tipos de aquífero fraturados, os solos são de extrema importância para o processo de recarga (REGINATO e AHLERT, 2013). Cada tipo de solo permite uma movimentação diferente da água em seu perfil através da taxa de infiltração, o que está diretamente relacionado a porosidade, a declividade do terreno e até mesmo a

cobertura do solo. O tipo de solo encontrado na área urbana de Ariquemes é o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, que de acordo com sua classificação, são considerados como solos bem drenados, o que permite uma boa infiltração da água, porém de uma forma lenta devido a sua textura argilosa formada por microporos (SANTOS, 2018).

De acordo com os dados extraídos do SIAGAS, dos 64 poços tubulares estudados, 11 abastecem empreendimentos, 2 abastecem escolas, 7 são de uso particular, 14 para abastecimento industrial, 2 destinados ao abastecimento de condomínio, 1 para lazer, 10 para abastecimento múltiplo e 17 que são responsáveis pelo abastecimento público do município de Ariquemes.

Na Figura 4, pode-se observar a representação gráfica da superfície potenciométrica, na qual é possível analisar o fluxo das águas subterrâneas através do sentido das setas, que indicam se há convergência do fluxo subterrâneo com algum possível ponto de contaminação.

Figura 4. Mapa da superfície potenciométrica Ariquemes-RO.



É possível visualizar a mudança de direção do fluxo das áreas de maior valor potenciométrico (poços 16, 61 e 63 localizados no canto inferior esquerdo do mapa e,

22 e 35 localizados a direita) para as áreas de menor valor potenciométrico, (poço 53 localizado à direita do mapa e, 56, 31, 29, 34, 24 e 47 que estão na parte central do mapa. Alguns dos poços citados estão sobrepostos por outros, devido à proximidade destes.

O baixo valor potenciométrico encontrado no estudo de 80m a 96m nos poços 31, 56, 29, 34, 24 e 47 que estão localizados próximos ao Rio Jamari, permite notar que nessa área há uma depressão potenciométrica, onde as linhas de fluxo subterrâneo tendem a convergir no sentido dos poços situados nas proximidades da margem do Rio Jamari. Essa informação sugere a contribuição do aquífero para a perenização do Rio Jamari em períodos de estiagem através da função mantenedora do aquífero (WREGGE, 1997).

Por estarem localizados em áreas de baixo valor potenciométrico, esses poços estão suscetíveis a uma possível contaminação devido ao fluxo proveniente dos pontos de contaminação que estão convergindo em sua direção. Essa observação pôde ser feita através da espacialização dos possíveis pontos de contaminação e a comparação com os sentidos dos vetores do fluxo da água.

Na Figura 4 nota-se que há postos de combustível (pontos 15, 13 e 8) e até um antigo cemitério (ponto 24), situados em áreas onde a direção do fluxo convergem para o poço 24 que é o poço coletor da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Ariquemes e 47 que é um poço de abastecimento doméstico da AEGEA - Águas de Ariquemes, atual concessionária responsável pelo abastecimento público do município. Ambos encontram-se localizados em áreas onde seus valores potenciométricos são respectivamente 89m e 96m sendo considerado um valor baixo comparado com os demais poços.

É importante destacar que os postos de combustível oferecem alto risco de contaminação, pois o tanque de armazenamento de combustível é subterrâneo, portanto qualquer tipo de vazamento pode gerar um dano irreparável aos recursos hídricos pela dispersão de contaminantes como hidrocarbonetos monoaromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) e os policíclicos aromáticos, como naftaleno e benzopireno, substâncias essas que causam riscos à saúde humana devido a sua toxicidade e efeito carcinogênico (FORTE et al., 2007).

Já os contaminantes advindos do necrochorume (cemitérios), podem contaminar o lençol freático através da lixiviação de água, sais minerais, proteínas e cerca de 470 substâncias orgânicas entre elas, duas diaminas altamente tóxicas:

cadaverina e putrescina (FINEZA, 2008) e microorganismos prejudiciais tanto ao meio ambiente quanto a saúde pública através de doenças de veiculação hídrica como tétano, gangrena gasosa, toxinfecção alimentar (*Clostridium*), tuberculose (*Mycobacterium*), febre tifoide (*Salmonella*) e o vírus da hepatite A (KEMERICH et al., 2010).

Embora os poços 24 e 47 estejam localizados em solos que apresentam textura argilosa e perfil uniforme, a possibilidade de contaminação da água subterrânea decorrente desses pontos pode acontecer de forma lenta e levar tempo para contaminar, pois relevos com superfícies planas tendem a apresentar melhores condições de infiltração da água, devido ao fluxo permanecer por mais tempo no mesmo local (FRANCO et al., 2015). Assim, é importante atentar que o fluxo dos possíveis pontos de contaminação convergem para os poços de abastecimento público e para ETA, que uma vez contaminados podem gerar problemas de saúde pública.

Outro poço que se encontra em uma área de baixo valor potenciométrico (65m), é o de número 53 com fins para uso doméstico, localizado também em área de solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, com textura argilosa e relevo plano, entretanto, este tipo de solo apresenta uma boa drenagem e devido ao relevo da região se apresentar como plano, as possibilidades de haver contaminação neste ponto são maiores levando em consideração que está localizado em área de convergência de fluxo com os possíveis pontos de contaminação 1, 28 e 36, sendo esses respectivamente posto de combustível e um antigo lixão que hoje encontra-se aterrado.

O acúmulo de lixo a céu aberto, sobre o solo sem impermeabilização, leva à produção e lixiviação de um líquido conhecido como chorume, caracterizado por sua cor escura e odor desagradável, esse lixiviado pode atingir as águas subterrâneas (ARAÚJO et al., 2013). Além disso, os impactos ambientais no solo, no ar, na estética visual e nos aspectos sociais são consideráveis, dificultando a capacidade natural de recuperação dos recursos ambientais, o que leva a um desequilíbrio na fauna e na flora local (AZEVEDO et al., 2015). Portanto, é importante que o poder público atente para possíveis problemas de contaminação proveniente de um depósito de lixo, pois a carga poluente advinda de um lixão pode acarretar riscos ao meio ambiente e à saúde pública.

Assim, conhecer o fluxo subterrâneo, auxilia na identificação de quais poços estão suscetíveis a contaminação e quais podem ter a qualidade de suas águas comprometidas devido a uma carga contaminante proveniente dos possíveis pontos de contaminação. Portanto, é necessário que haja a implantação de um sistema de monitoramento da qualidade da água desses poços, no intuito de reconhecer qualquer indício de contaminação que venha prejudicar o abastecimento público, industrial ou particular através dos recursos hídricos subterrâneos.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos através do estudo foi possível identificar as áreas de maior risco de contaminação das águas subterrâneas, por meio da análise do sentido do fluxo subterrâneo, que possibilita traçar uma linha de convergência entre os possíveis pontos de contaminação e os poços.

O estudo da superfície potenciométrica é uma importante ferramenta de gestão de uso e ocupação do solo e da gestão dos recursos hídricos, pois serve como um parâmetro que pode direcionar qual a melhor área para instalação de um empreendimento com potencial poluidor. Como no município de Ariquemes boa parte dos empreendimentos e da população são abastecidas através de poços tubulares, conhecer as linhas de fluxo subterrâneo também é extremamente importante, pois permite compreender quais são as áreas que merecem uma maior atenção e implantação de uma rede de monitoramento da qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ARAÚJO, B. G. P.; OLIVEIRA JÚNIOR, E. F.; VIEIRA JUNIOR, A. S. Resíduos Sólidos Urbanos: análise sobre a situação do conjunto Albano Franco – Riachão do Dantas–SE. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira. 2013. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/10402914-Residuos-solidos-urbanos-analise-sobre-a-situacao-do-conjunto-albano-franco-riachao-do-dantas-se.html>>. Acesso em 28 Jul. 2023.

AZEVEDO, P. B. de; LEITE, J. C. A.; OLIVEIRA, W. S. N. de; SILVA, F. M. da; FERREIRA, P. M. de L. Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal - PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 20–34, 2015.

BANDEIRA, N. B.; CENTENO, L. N.; CECCONELLO, S. T. Mapeamento da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas do município de Jaguarão/RS.

Revista Ambientale, v. 13, n. 4, p. 58–72, 2021.

BARROS, C. G. D.; DA ROSA, A. L. D.; DA SILVA, J. L. S.; OLIVEIRA, G. A.; TEIXEIRA, L. G.; DA SILVA SAMPAIO, R. B. Superfície potenciométrica e possíveis fontes de contaminação do aquífero Parecis no município de Vilhena-RO BR. **Revista Monografias Ambientais**, v. 15, n. 1, p. 74–84, 2016.

BRASIL, Agência Nacional de Águas - ANA. (2016). **Sistemas Aquíferos**: Catálogo de metadados da ANA.

CARDOSO, F. B. D. F.; ALMEIDA, L.; GONÇALVES, M.; DE OLIVEIRA, F. R.; DO NASCIMENTO, F. S.; FERREIRA, A. N. P.; GASPAR, M. T. P. Mapa das áreas aflorantes dos aquíferos e sistemas aquíferos do Brasil. In: XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**, 2012.

CARVALHO, R. D. S.; NASCIMENTO, B. D.; QUERINO, C. A. S.; SILVA, M. D.; DELGADO, A. R. S. Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e precipitação pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, n. 12, p. 123-142, 2016.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812 p.

FINEZA, A. G. Avaliação da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios: estudo de caso de Tabuleiro–MG. 2008, 54 p. 2008. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil–Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

FORTE, E. J.; AZEVEDO, M. S.; OLIVEIRA, R. C. D.; ALMEIDA, R. Contaminação de aquífero por hidrocarbonetos: estudo de caso na Vila Tupi, Porto Velho-Rondônia. **Química Nova**, v. 30, p. 1539-1544, 2007.

FRANCO, G. B.; SILVA, D. D.; MARQUES, E. A. G.; CHAGAS, C. S.; GOMES, R. L. Análise da vulnerabilidade à contaminação do aquífero freático e da taxa de infiltração do solo da bacia do rio Almada e área costeira adjacente–BA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 03, p. 705-720, 2015.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A. SUSKO, S.; PILAR, M.; VILLAR, C.; MARCELLIN, L. **As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil**. São Paulo: Instituto de Geociências, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estado de Rondônia: Pedologia: **Mapa exploratório de solos**: IBGE, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. 28 jun. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/ariquemes/panorama>. Acesso em: 28 jul. 2023.

IRITANI, M. A.; ROSSINI-PENTEADO, D.; EZAKI, S.; ODA, G. H. Proposta de Classificação das fontes potenciais de contaminação da água subterrânea. **Revista**

do Instituto Geológico, v. 34, n. 2, p. 1–26, 2013.

KEMERICH, P. D. C.; FILHO, L. L. V. D.; UCKER, F. E.; CORREIO, C. V. F. Influência dos cemitérios na contaminação da água subterrânea em Santa Maria - RS. *Águas Subterrâneas*, v.24, n.1, p.129-141, 2010.

MOREIRA, R. C. A.; GUIMARÃES, E. M.; BOAVENTURA, G. R.; MOMESSO, A. M.; LIMA, G. L. D. Estudo geoquímico da disposição de lodo de estação de tratamento de água em área degradada. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2085–2093, 2009.

NÓBREGA, R. S.; DE SOUZA, E. P.; SOUSA, F. D. A. S. Análise da utilização de dados do satélite TRMM em um modelo hidrológico semidistribuído na bacia do Rio Jamari (RO). **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife-PE, v. 01, ed. 01, p. 47-61, 2008.

PEIXOTO, Filipe da Silva. Risco de contaminação da água subterrânea em uma sub-bacia urbana. *Mercator (Fortaleza)*, v. 19, p. e19013, 2020.

REGINATO, P. A. R.; AHLERT, S. Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**, v. 27, n. 2, 2013.

RUGGIERO, M. H.; BARBOZA BENTOS, A.; PAGANELI, B.; AIO ADORNO, H.; LORANDI, R.; DI LOLLO, J. A.; MOSCHINI, L. E. Determinação do potencial de contaminação de aquíferos no município de Artur Nogueira (São Paulo, Brasil), por meio de atributos geoambientais. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, v. 31, n. 2, p. 324-340, 2022.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª Edição. Brasília, DF. Embrapa, 2018.

WREGGE, M. Termos Hidrogeológicos Básicos. Caderno Técnico nº 4 da **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. São Paulo, 32 p. 1997.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: Conceitos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 214p.

APÊNDICE A - Poços levantados nos registros do SIAGAS Ariquemes-RO (2021).

ID	Nº DO POÇO	NOME	COTAS	NÍVEL ESTÁTICO	SUP. POTENCIOMÉTRICA
1	1100004349	Águas de Ariquemes saneamento spe - PÇ I - Abastecimento urbano	143	18	125
2	1100000413	Ariquemes - Abastecimento urbano	137	10	127
3	1100000414	Ariquemes - Abastecimento urbano	116	11	104
4	1100000415	Ariquemes - Abastecimento urbano	142	9	133
5	1100000416	Ariquemes - Abastecimento urbano	129	9	120
6	1100000419	Área da FSESP - Abastecimento urbano	123	10	113
7	1100000672	Escola Agrotécnica da Emarc,	125	18	107
8	1100000674	Supermercado Irmãos Gonçalves	140	16	124
9	1100000675	Hotel Pica Pau	138	17	121
10	1100000676	Tropical Praia Clube	121	10	111
11	1100000678	Pátio do Frigorífico Guará LTDA	137	18	119
12	1100000680	Fazenda Nova Vida / 75 km de Ariquemes - Abastecimento múltiplo	124	3	121
13	1100000681	Hotel Pica Pau	139	13	126
14	1100000682	Brasil distribuidora/av. capitão Silvio	128	18	110
15	1100000683	Fazenda Santo Antônio/ BR 364-km 35	119	18	101
16	1100000684	Linha C 50 - lote 65/Fazenda Zaquel - Abastecimento múltiplo	173	20	153
17	1100000685	Mecânica São Cristovão	133	12	121
18	1100000686	Condomínio Tropical II	125	8	117
19	1100000687	Sítio Boa Vista	128	8	120
20	1100000688	Fazenda Rio Branco	120	18	102

21	1100001140	Supermercado Irmãos Gonçalves	139	16	123
22	1100001324	Escola Munc. Ens. Fund. Sonho Meu - Abastecimento múltiplo	165	15	150
23	1100001441	Subestação Eletronorte de Ariquemes - Abastecimento industrial	139	15	124
24	1100001577	Estação de tratamento de água de Ariquemes - poço coletor	104	15	89
25	1100001633	Condomínio tropical - Abastecimento múltiplo	139	13	126
26	1100001708	Indústria de Laticínios D'Villas Ltda - Abastecimento industrial	105	7	98
27	1100001727	CAERD-ARIQUEMES - Abastecimento urbano	141	12	129
28	1100002359	White solder - Abastecimento múltiplo	112	8	104
29	1100002396	Mega energia PCH Jamari	99	16	83
30	1100002398	Canaã geração de energia	110	15	95
31	1100002405	Mega energia invest	109	16	93
32	1100002406	Canaã geração de energia	133	15	118
33	1100002548	Cooperativa - Rodovia BR 364	112	2	110
34	1100002701	Uso Particular	95	15	80
35	1100003110	SIAGAS	143	5	138
36	1100003129	Sem Informação	128	6	123
37	1100003168	SIAGAS	141	19	122
38	1100003236	SIAGAS	109	10	98
39	1100003630	Outorgas SEDAM-RO 224/2018	111	6	105
40	1100003656	White solder	110	13	97
41	1100003684	Auto posto Daltiba	146	12	134
42	1100004046	SIAGAS - Abastecimento público	142	17	125

43	1100004047	SIAGAS - Abastecimento público	141	16	125
44	1100004048	SIAGAS - Abastecimento público	143	18	125
45	1100004317	Estanho de Rondônia s/a - Abastecimento industrial	140	27	113
46	1100004339	Nissey maquinas agrícolas - Outros (lazer,etc.)	121	6	115
47	1100004355	Águas de Ariquemes saneamento - PÇ II - Abastecimento doméstico	111	15	96
48	1100004356	Águas de Ariquemes saneamento - PÇ III - Abastecimento urbano	135	16	119
49	1100004357	Águas de Ariquemes Saneamento - PÇ IV - Abastecimento doméstico	144	16	127
50	1100004374	Estanho de Rondônia s/a Abastecimento industrial	140	27	113
51	1100004450	Rondon Motos Ltda - Abastecimento doméstico	141	10	131
52	1100004544	Zaltana indústria e comercio - Abastecimento industrial	131	7	124
53	1100004558	RO Carnes EIRELI - Abastecimento doméstico	127	62	65
54	1100004591	Cobra Brasil serviços de comunicação - Abastecimento doméstico	129	16	113
55	1100004595	Jauru transmissora de energia - Abastecimento múltiplo	141	10	131
56	1100004628	Canaã geração de energia - PÇ I - Abastecimento industrial	106	11	95

57	1100004629	Canaã geração de energia - PÇ II - Abastecimento doméstico	132	12	120
58	1100004632	N Mezzomo eirelli - Abastecimento doméstico	114	9	104
59	1100004635	N Mezzomo - PÇ II - Abastecimento industrial	114	10	104
60	1100004636	N Mezzomo - PÇ III - Abastecimento industrial	137	13	124
61	1100004660	Associação de pequenos produtores rurais	136	12	124
62	1100004692	APAC	125	12	113
63	1100004734	Uso doméstico/animal	144	11	133
64	1100004849	Uso particular	117	27	90

APÊNDICE B - Levantamento de possíveis pontos de contaminação Ariquemes-RO (2021).

ID	DESCRIÇÃO/ATIVIDADE	COTAS
1	Auto posto Ariquemes	138
2	Auto posto RO	145
3	Central Posto	141
4	Auto posto Brasil	126
5	Auto posto Silvestre	135
6	Auto posto Canaã	138
7	Auto posto Girassol	141
8	Auto posto Douradão/Petrobrás	135
9	Auto posto VIP	130
10	Auto posto 515	116
11	Auto posto Petrobrás	127
12	Auto posto Daltiba	145
13	Auto posto Pacatão	118
14	Auto posto Petrobrás	121
15	Auto posto Florestão	122
16	Auto posto Ipiranga 1	145

17	Auto posto Ipiranga 2	138
18	Auto posto Ipiranga 3	153
19	Auto posto Capitão	148
20	Auto posto do Lírio JK	141
21	Auto posto Atem	121
22	Auto posto Park Jato	132
23	Auto posto Ipiranga 4	132
24	Antigo cemitério Marechal Rondon	118
25	Cemitério Municipal São Sebastião	150
26	Cemitério São Francisco de Assis	137
27	Frigorífico	105
28	Lixão	130
29	E.T.E	122
30	Indústria Italac	111
31	E.T.A	113
32	Indústria nutrição animal Supremax	114
33	Indústria e com. de alimentos Zaltana	112
34	Pescados do vale	119
35	LV soluções ambientais e tratamento de resíduos	150
36	Fazenda Indaia psicultura	124
37	Psicultura Topazio	142
38	Lavoura secador	122
39	Área de lavoura	113
40	Frigorífico JBS	117
41	Área de lavoura	124
