

Aplicação de ferramentas de geoprocessamento no auxílio do monitoramento da qualidade dos recursos hídricos em Silveira Martins

Application of tools geoprocessing to aid in monitoring of the water resources quality on Silveira Martins

Tiago Pereira dos Santos¹, Liliane Milani de Moraes²

^{1,2} Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

Resumo

Um dos principais causadores das alterações e poluição nos recursos hídricos é a urbanização desordenada devido à forma inadequada em que as residências descartam seus efluentes residenciais. Nesse contexto, o presente estudo analisa a situação dos recursos hídricos do município de Silveira Martins – RS. Foi caracterizada a micro bacia do município utilizando ferramentas de geoprocessamento e feito um diagnóstico do saneamento básico utilizando uma amostra de 162 questionários aplicados, que após os resultados ajudou no auxílio da confecção de um mapa georreferenciado das respostas. Realizou-se análises qualitativas e quantitativas das amostras de água coletadas nos três pontos de monitoramento no laboratório de análises microbiológicas da Universidade Federal de Santa Maria. Buscaram-se informações quanto às doenças de veiculação hídrica no hospital do município de Silveira Martins. Estas informações ajudaram a mapear e localizar usando ferramentas de geoprocessamento cada endereço anotado no prontuário de atendimento, e após o mapeamento dos registros de doenças diarreicas, obteve-se o percentual de casos que se localizam na área em estudo.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; Efluentes; Monitoramento.

Abstract

One of the main causes of pollution and changes in water resources is the growing urbanization, what happens due to improperly used by residences to dispose their effluents. In this context, this study analyzes the status of water resources in the municipality of Silveira Martins - RS. To characterize the watersheds of the county, were used geoprocessing tools and a diagnosis of sanitation. this purpose a sample of 162 questionnaires, that after the results assisted in the preparation of a georeferenced map of the answers. And, were made qualitative and quantitative analyzes of water samples collected at three monitoring points in the microbiology laboratory of the Federal University of Santa Maria. Information was gathered on waterborne diseases in the hospital county Silveira Martins. This information helped map and locate as using geoprocessing tools each address noted on the medical record of attendance, and, after mapping the records of diarrheal diseases, we obtained the percentage of cases that are located in the study area.

Keywords: Hydrographic basin; Effluents; Monitoring.

I INTRODUÇÃO

A poluição hídrica é consequência da introdução de matéria e energia em quantidade suficiente para promover a alteração das propriedades físico-químicas de um corpo d'água. Os efluentes industriais e residenciais lançados sem o tratamento adequado são os principais causadores da poluição das águas no Brasil. Além disso, a demanda por água de boa qualidade principalmente para abastecimento público tem aumentado nos últimos anos, devido ao crescimento populacional e a degradação dos mananciais hídricos.

A degradação traz diversos impactos, refletindo principalmente na saúde pública. Esta água, estando fora dos padrões de potabilidade, apresenta organismos patogênicos que causam diversas doenças de veiculação hídrica como infecção urinária, diarreia, gastroenterite. A grande maioria das cidades no Brasil passa por estes problemas não importando seu tamanho, densidade demográfica, relevo e economia.

O aumento do consumismo vem provocando um grande volume de poluição, causado pelo descarte inadequado dos resíduos gerados, que durante as enxurradas vão parar nos meios hídricos, ocasionado pela falta de coleta adequada, saneamento e redes de escoamento pluviais. As pequenas cidades não estão longe destes problemas, eis que não possuindo sistema de saneamento básico, sofrem com alagamentos, enchentes e poluição hídrica. Apesar de o Brasil possuir leis ambientais que punem quem despeja seus efluentes nos rios, a falta de material humano e estrutura apta a fazer as fiscalizações deixam os recursos hídricos sempre em risco.

A bacia hidrográfica do município de Silveira Martins - RS não esta longe destes problemas, existem muitos córregos que cruzam a cidade e deságuam no arroio principal chamado Arroio do Veado, este que vem desde o divisor de água da bacia em estudo no ponto mais montante do arroio até o ponto mais jusante longe da urbanização. Devido a esta necessidade, a utilização de novas técnicas de monitoramento é de grande relevância. Para tanto o uso de ferramentas de geoprocessamento poderá ajudar na identificação dos pontos de poluição hídrica de modo a gerarem informações suficientes para ações de redução dos impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde da população, propondo com isso ações mitigadoras para referida micro-bacia em estudo. Segundo Silva (2003), geoprocessamento representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados envolvendo técnicas e conceitos de cartografia, sensoriamento remoto, e Sistema de Informações Geográficas (SIG). Nesse contexto, o presente trabalho teve como principal objetivo a utilização de ferramentas de geoprocessamento para a espacialização das fontes de poluição dos recursos hídricos, relacionando-as à qualidade da água em diferentes pontos de monitoramento e os impactos gerados em uma bacia hidrográfica que engloba a área urbana do município de Silveira Martins – RS.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HIDROLOGIA

Segundo Garcez e Alvarez(1988) hidrologia é a ciência que trata dos fenômenos relativos à água em todos os seus estados, de sua distribuição e ocorrência na atmosfera, na superfície terrestre e no solo, da relação desses fenômenos com a vida e com as atividades do homem.

Na utilização dos recursos hídricos é necessário por em prática as políticas públicas que são destinadas para este fim. Devemos determinar os objetivos de utilização dos recursos naturais, principalmente da água, dentro de uma unidade que é a bacia hidrográfica, pois nessa área deve ser zoneado em escalas de prioridade, o uso e ocupação da terra, agricultura, pesca, conservação, recreação, usos domésticos e industriais da água (TUNDISI, 2003).

A bacia hidrográfica é exemplo para um estudo integrado, além de funcionar como importante instrumento de gerenciamento de recursos e decisões políticas relevantes em meio ambiente e ética ambiental (TUNDISI, 2003). O recurso hídrico é vital e insubstituível, e como há uma escassez deste mundialmente, necessita-se repensar seriamente a sua utilização (PISSARRA e POLITANO, 2004). A bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise no ciclo hidrológico, principalmente na sua fase terrestre, que engloba a infiltração e o escoamento superficial (LISNSLEY; FRANZINI, 1978;

TUCCI, 1997).

É definida como uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de suas superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, que é seu único ponto de saída (TUCCI, 1997).

Isso significa que a bacia é o resultado da interação da água e de outros recursos naturais. Assim, um curso d'água, independentemente de seu tamanho, é sempre o resultado da contribuição de determinada área topográfica, que é a sua bacia hidrográfica (BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003).

As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, o que formam os riachos e rios, sendo que nas cabeceiras brotam muitas vezes riachos que descem as serras e as montanhas, e à medida que as águas descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios (BARELLA, 2000).

Um conceito para micro bacia é, que se pode considerar a menor unidade ecológica do ecossistema, onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sabendo que as perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento. Esse conceito visa à identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais (MOSCA, 2003; LEONARDO, 2003).

Bacia hidrográfica é definida por Barrella (2001) como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formadas nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas escoam superficialmente formando os riachos e rios, e infiltram no solo para formação de nascentes recarregando o lençol freático.

As bacias hidrográficas na América do Sul, particularmente no Brasil, têm sido consideravelmente alteradas nos últimos anos em função do desenvolvimento industrial, do crescimento desordenado das cidades e da superpopulação (BORSATO, 2004).

Nas últimas décadas os municípios brasileiros apresentaram um processo não planejado de urbanização. A evolução desta forma de urbanização produziu grandes alterações no ambiente natural, promovendo problemas ambientais, perdas humanas, materiais e problemas sociais de diversas magnitudes gerados pela poluição dos mananciais de águas urbanas e às inundações e os alagamentos (TUCCI, 2001).

Os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com diferentes finalidades, dentre elas destacam-se o abastecimento de água, a navegação, a irrigação, a geração de energia e efeito paisagístico. No entanto, esse precioso recurso vem sendo ameaçado pelas ações indevidas do homem nas últimas décadas, o que resulta em prejuízo para a própria humanidade (MORAES; JORDÃO, 2002).

O saneamento representa o setor que está mais claramente vinculado as agendas ambientais, no país, a qualidade de água é um dos principais problemas ambientais brasileiros, sendo certamente o principal em termos de impactos sociais e ambientais, (ALTIMARE; SILVA; LIMA, 2002).

Os mananciais em virtude da poluição difusa, próximos às áreas urbanas merecem atenção especial devido aos lançamentos de águas residuais de forma clandestina acarretando, sem dúvida, na sua degradação, prejudicando os múltiplos usos da água (LIMA; SILVA; ALTIMARE, 2004).

2.2 GEOPROCESSAMENTO

O geoprocessamento pode ser exposto como um conjunto de conceitos, técnicas e métodos, englobando uma série de ferramentas de diversas áreas, relacionadas às ciências de cartografia, planejamento urbano, meio ambiente, e instrumentos computacionais, que unidas, possibilita a busca de soluções para problemas dos mais diferentes campos de trabalho (SILVA; ZAIDAN, 2004).

Visto que as maiores partes dos sistemas ambientais encontram-se condicionados ao relevo, conhecer a morfologia de determinada área é um importante elemento para a compreensão da paisagem. A cartografia é um dos importantes instrumentos da ciência geomorfológica. A mesma tem por função representar as formas de relevo e estabelecer o grau de detalhamento ou de generalização associado à gênese e possíveis datações (GUERRA; MARÇAL, 2006).

A ocupação irregular de áreas de preservação ou inadequadas para a urbanização, dentro do contexto de um plano diretor tornam-se um problema comum. Nas regiões de periferia e em cidades menores as imagens de alta resolução, podem ser utilizadas para produzir a cartografia básica para a

resolução de seus problemas (ANTUNES; CENTENO, 2007).

O Sistema de Informações Geo-referenciadas (SIGs) permite inserir e integrar, numa única base de dados às informações espaciais provenientes de diversas fontes, como: imagem de satélites, cartografia, dados de cadastro rural e urbano, dados de redes e de monitoramento (MOREIRA, 2005). A tecnologia SIG está para as análises geográficas, assim como o microscópio, o telescópio e os computadores estão para outras ciências (SILVA, 2003).

O monitoramento ambiental é uma importante ferramenta de fornecimento de dados para a atualização dos diagnósticos temáticos e proposição de medidas adequadas de gestão ambiental (MEIRELES; LIMA, 2001). Destacam-se além do monitoramento ambiental, o uso de geotecnologias como alternativa viável de se apurar com rigor as agressões ao meio ambiente (NASCIMENTO, 2005).

O sistema de posicionamento global (GPS) foi criado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, com limitações de uso para os civis. De acordo com Rocha (2002), apesar do GPS ter sido concebido inicialmente para outras finalidades, rapidamente verificou-se o seu potencial como processo de aquisição de dados para formação, atualizando as bases cartográficas.

Na prática GPS não deixa de ser um importante sistema geodésico de referência, que se trata de um sistema coordenado, utilizado para representar características terrestres, sejam elas geométricas ou físicas. Serve para a obtenção de coordenadas (latitude e longitude), que possibilitam a representação e localização em mapa de qualquer elemento da superfície do planeta.

Assim, a identificação de impactos ambientais e agrícolas deve ser caracterizada dentro do contexto das particularidades de uma região.

O monitoramento ambiental de áreas de preservação permanente tornou-se um grande desafio sob o aspecto técnico e econômico, pois os critérios de delimitação com base na topografia exigem o envolvimento de pessoal especializado e de informações espacialmente detalhadas da unidade em análise (NASCIMENTO, 2005).

Esta busca por informações que se estendeu até os tempos de hoje, estão presentes na humanidade desde as civilizações antigas. Os dados eram coletados por navegadores, geógrafos e outros estudiosos, e são organizados na forma de mapas e imagens (BARBOSA, 1997).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ETAPA 1: CARACTERIZAR E LOCALIZAR VIA GPS OS PONTOS ESCOLHIDOS PARA MONITORAMENTO, GERAR IMAGEM DA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA EM ESTUDO E APLICAR QUESTIONÁRIO SOBRE SANEAMENTO À POPULAÇÃO RESIDENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA ESCOLHIDA PARA ESTUDO.

Para fazer o estudo escolheu-se uma bacia hidrográfica situada no município de Silveira Martins. O município localiza-se na região central do estado do Rio Grande do Sul, ocupando uma área territorial de 120 Km², com uma população de 2.479 habitantes. (IBGE, 2007). A bacia escolhida, denominada Bacia Hidrográfica do Arroio do Veado faz parte da bacia do Rio Vacacaí Mirim.

A caracterização da bacia hidrográfica de Silveira Martins consistiu na análise das imagens dos mapas geradas pelo software ArcMap 10.0 da ESRI®, que é um conjunto integrado de softwares de sistema de informação geográfica produzido pela empresa americana ESRI (Environmental Systems Research Institute) que fornece ferramentas de análise espacial, armazenamento, manipulação, processamento de dados geográficos e mapeamento. As coordenadas geográficas serão obtidas pela marcação via GPS GARMIN nos pontos escolhidos para o presente estudo. Escolheram-se três pontos de monitoramento, o ponto 1, situado a montante do reservatório da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) que abastece o município, em uma área rural, bastante preservada com pouca influência da urbanização da cidade. O ponto 2, localiza-se na área urbana de Silveira Martins fica no ponto mais jusante do perímetro urbano e por ter grande influência do relevo recebe toda carga do descarte inadequado de efluentes residências e agrícolas. Já o ponto 3, localiza-se em uma área preservada, a uma pequena distância da área urbana, cerca de 1,5 km. As micro-bacias 1, 2 e 3 possuem 0,72, 3,96 e 5,29 km² de área, respectivamente.

Após a caracterização e marcação dos pontos via GPS, foi desenvolvido um questionário sobre o tratamento de esgoto para a população e aplicado em 162 residências, o que corresponde a 54% dos

domicílios pertencentes à área em estudo.

Abaixo, as das perguntas do questionário realizado:

- Onde é despejado o esgoto sanitário produzido em sua casa?
- Se o destino do esgoto sanitário for fossa séptica – responder as próximas perguntas.
- Qual a frequência de limpeza da sua fossa séptica?
- A sua fossa séptica localiza-se próxima a um poço de captação de água, rio ou horta?
- Caso não tenha fossa séptica, gostaria de construir uma de baixo custo?
- Faz a captação da água da chuva para usos não potáveis?
- Teria interesse em fazer a captação da água da chuva para fins não potáveis por meio de uma cisterna?
- Teria interesse em colaborar com o programa de coleta seletiva de Silveira Martins?

3.2 ETAPA 2: USAR FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA ESPACIALIZAR EM MAPA OS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO SOBRE SANEAMENTO.

Usando GPS GARMIN foram anotadas as coordenadas geográficas das residências dos moradores que responderam o questionário, tendo como objetivo espacializar através do software ArcMap 10.0 da ESRI® as informações referentes ao tratamento dos esgotos domésticos na bacia hidrográfica em estudo.

Com isso foi possível analisar a influência do descarte inadequado de efluentes residências nas águas da bacia hidrográfica de Silveira Martins buscando um melhor entendimento da situação e propondo ações para a melhoria da saúde pública no município.

3.3 ETAPA 3: FAZER ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE AMOSTRAS COLETADAS NOS PONTOS DE MONITORAMENTO E RELACIONAR COM AS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA APONTADAS NOS PRONTUÁRIOS DO POSTO DE SAÚDE

3.3.1 Análises da qualidade da água

Foram realizadas campanhas de coletas de água nos três pontos de monitoramento do arroio do veado. A meta foi obter a qualidade média da água em diferentes épocas do ano, tendo em média seis meses contínuos, sendo que foram realizadas coletas e análises ao menos uma vez por mês. Imediatamente após a coleta foram avaliados os seguintes parâmetros: 1. Potencial Hidrogeniônico (pH); 2. Condutividade elétrica; 3. Oxigênio dissolvido; 4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); 5. Temperatura; 6. Coliformes totais e fecais, 7. Patogênicos.

As análises dos parâmetros DBO, coliformes fecais e totais, patogênicos, foram realizadas no Laboratório do Departamento de Microbiologia e Parasitologia (LabMicro) da Universidade Federal de Santa Maria(UFSM). Por sua vez, as análises dos parâmetros pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura foram realizadas em campo, com equipamentos do laboratório de Gestão Ambiental da Unidade Descentralizada de Educação Superior de Silveira Martins (UDESSM).

A seguir, comenta-se brevemente o procedimento de avaliação de cada um desses parâmetros.

- pH: foi determinado utilizando o pH-METRO da marca ANALION, modelo PM608;
- Condutividade elétrica: será usado o Condutímetro da marca ANALION, modelo C708;
- Oxigênio Dissolvido (OD): foi determinado através do Oxímetro da marca DIGIMED, modelo DM4;
- Temperatura da água: foi determinada com o aparelho que mede OD;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): foi utilizado o Método Modificado de Winkler, sendo desenvolvido no Laboratório de Processos da Engenharia Química da (ufsm);
- Coliformes Totais e Fecais: a determinação de coliformes é de grande importância para a análise da qualidade da água, pois é neles que detectamos a presença de bactérias como Klebsiella, Escherichia, Serratia, Erwenia e Enterobacter que habitam o intestino de animais e do homem. E o seu elevado número representa risco a saúde pela presença de organismos patogênicos. Para a determinação deste parâmetro foi utilizado o método Colilert®, desenvolvido no Laboratório do Departamento de Microbiologia e Parasitologia;
- Patogênicos: as análises foram executadas no Laboratório do Departamento de Microbiologia e Parasitologia. Foi utilizada a técnica de sedimentação, seguido da disposição

do sedimento com corante em uma lâmina, homogeneizando e cobrindo com lamínula, e fazendo observações ao microscópio, com baixa luz, utilizando primeiramente um menor aumento (100 vezes) e depois um maior aumento (400 vezes). A identificação dos parasitas foi realizada até o menor nível taxonômico possível.

3.3..2 Obtenção de informações quanto às doenças de veiculação hídrica no Hospital do município

Buscaram-se informações referentes ao período de Agosto a Janeiro de 2012 na Secretaria de Saúde do município, quanto à incidência de doenças de veiculação hídrica e, detectou-se que as doenças diarreicas são catalogadas semanalmente e após este controle são enviadas as informações para 4ª coordenadoria de saúde do Estado do Rio Grande do Sul.

Através dos resultados encontrados, e de informações fornecidas pela Secretaria de Saúde do município, foram relacionadas e espacializadas as doenças com maior número de diagnósticos feitos pelo posto de saúde, neste caso a diarreia e que tenham ligação com a contaminação dos meios hídricos durante o período do presente estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na caracterização do ponto de monitoramento nº 1 que possui as coordenadas geográficas Latitude 29°38'09.16" S e Longitude 53°35'02.16" O, o arroio encontra-se de forma natural, muito próximo ao divisor de águas da micro-bacia não recebe contribuição da urbanização da cidade de Silveira Martins e por isso tem o aspecto conservado, suas margens possuem pequenas frações de mata ciliar. Ao redor de suas margens é possível notar diversas culturas agrícolas tais como: plantação de batatas que é a cultura oriunda da região, que hoje esta perdendo espaço para a soja bastante notável nas proximidades deste ponto, também se encontra a cultura do milho, essa já em menos quantidade.

Já o ponto 2 localiza-se a jusante da área urbana de Silveira Martins, sob as coordenadas geográficas Latitude 29°38'52.39" S e Longitude 53°35'23.22" O, local que por características do relevo recebe grande parte do esgotamento sanitário da cidade, sofrendo influência direta da poluição causada pelo crescimento da urbanização e pelo descarte inadequado dos resíduos residenciais.

O ponto 3, localiza-se em uma área preservada, com bastante mata ciliar oriunda da mata subtropical remanescente da mata Atlântica a uma pequena distância da área urbana, cerca de 1,5 km com as coordenadas geográfica Latitude 29°39'27.33" S e Longitude 53°35'48.06" O. As micro-bacias 1, 2 e 3 possuem 0,72, 3,96 e 5,29 km² de área, respectivamente, conforme a (Figura 1).

Com estes pontos de monitoramento foi possível analisar, primeiramente, o estado natural existente na micro-bacia do ponto 1. Esta micro-bacia fornece a água para o abastecimento urbano da população de Silveira Martins. O monitoramento do ponto 2, que recebe toda a contribuição da área urbana do município quanto aos esgotos sanitários não tratados e resíduos sólidos inadequadamente despejados no ambiente, permitiu analisar os impactos da área urbana sobre os recursos hídricos. Já com o monitoramento no ponto 3 analisa-se a extensão dos impactos quantitativos e qualitativos da área urbana sobre o meio rural e natural do município.

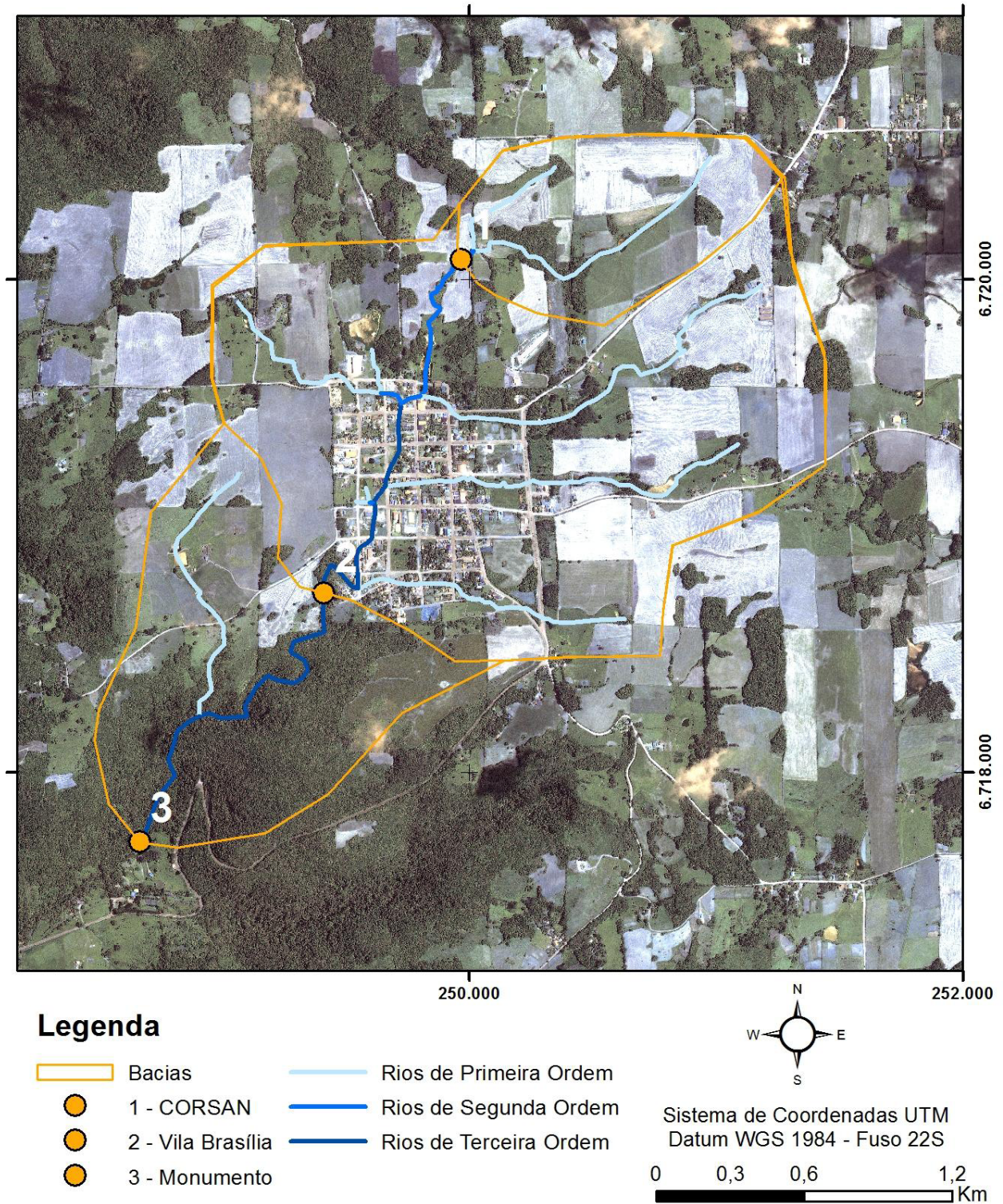


Figura 1: Localização dos pontos de amostragem no Arroio dos Veados

4.1 RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS NA POPULAÇÃO DA BACIA- HIDROGRÁFICA

Segundo a aplicação dos questionários 62,96% do esgoto sanitário produzido pelas residências do município de Silveira Martins, são destinadas as fossas sépticas. Porém 54% destas residências não realiza a limpeza destas fossas. Sendo assim, a falta de limpeza das fossas sépticas inviabiliza a sua finalidade, ou seja, mesmo com a existência desta infraestrutura, os efluentes domésticos acabam sendo lançados sem o devido tratamento no recurso hídrico.

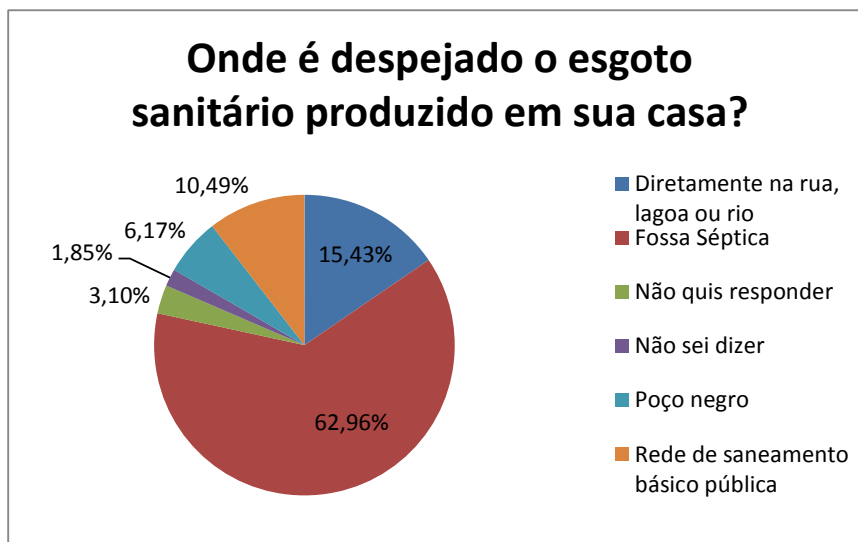


Figura 2: Percentual de respostas de onde se despeja o esgoto sanitário.

Quanto ao esgotamento sanitário, Silveira Martins não possui Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), ou seja, algumas residências possuem sistemas individuais de tratamento do esgoto sanitário (62,96% são fossas sépticas). No entanto, dessas, apenas 17% fazem a manutenção de forma correta e, 54% não realizam a limpeza das mesmas. As demais despejam seus esgotos sanitários diretamente nos cursos d'água do município.

Os resultados dos questionários foram espacializados em mapas georreferenciados conforme mostram as Figuras 4 e 5. Conforme se observa muitos moradores lançam seus efluentes sem tratamento ou possuem fossas sépticas sem limpeza periódica próximo ao ponto de monitoramento 2.

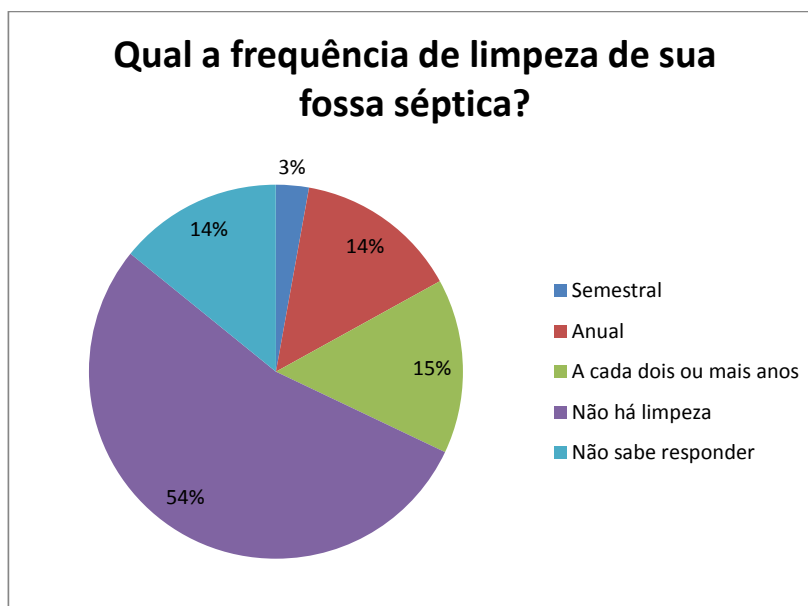
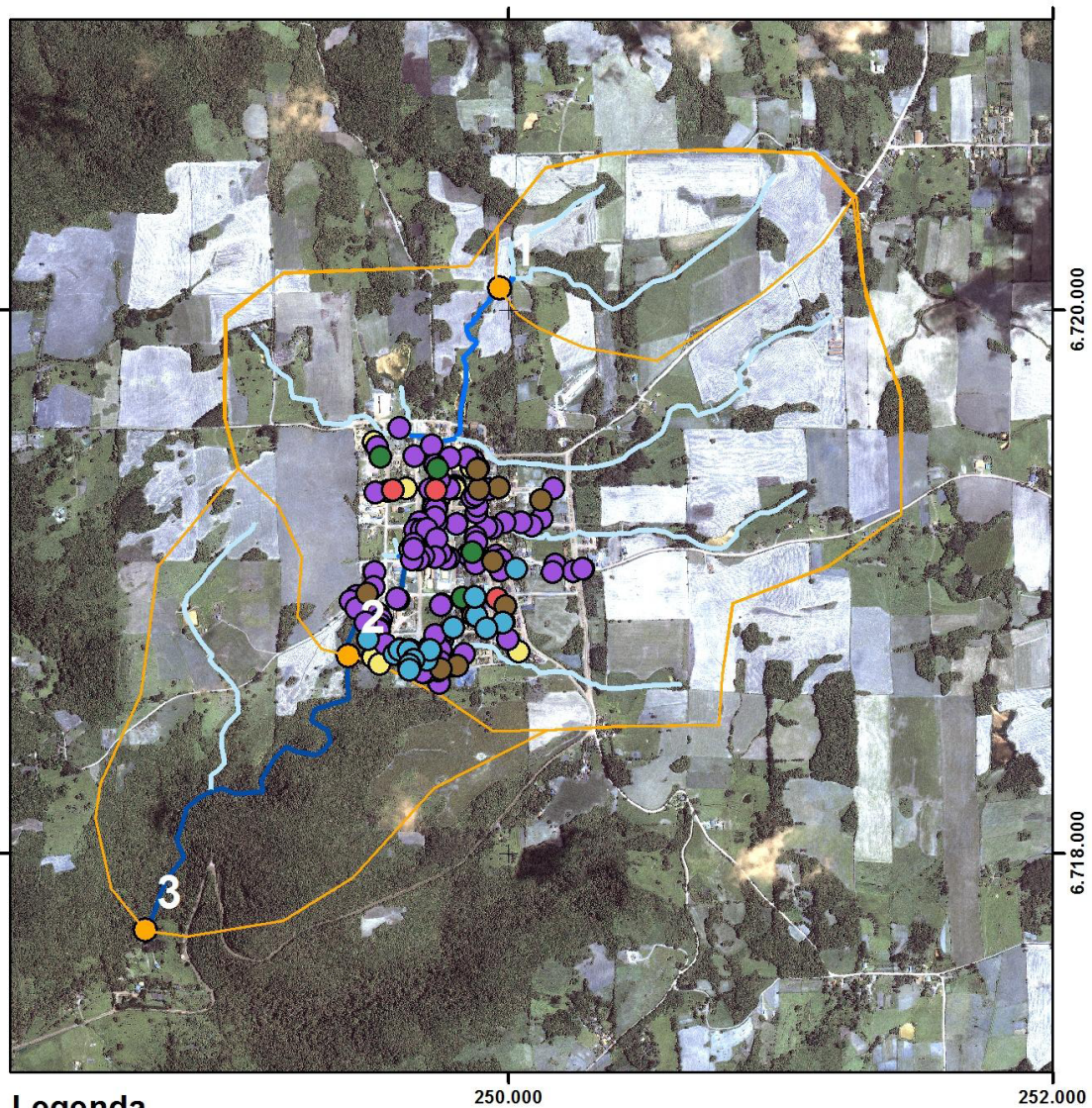


Figura 3: Percentual de frequência de limpeza das fossas sépticas.

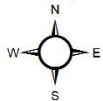


Legenda

Onde é despejado o esgoto sanitário da sua casa?

- Fossa Séptica
- Não sei dizer
- Rede de saneamento básico pública
- Diretamente na rua, lagoa ou rio
- Não quis responder
- Poço negro

- ▭ Bacias
- 1 - CORSAN
- 2 - Vila Brasília
- 3 - Monumento
- Rios de Primeira Ordem
- Rios de Segunda Ordem
- Rios de Terceira Ordem



Sistema de Coordenadas UTM
Datum WGS 1984 - Fuso 22S



Figura 4: Espacialização da pergunta: Onde é despejado o esgoto sanitário produzido em sua casa?

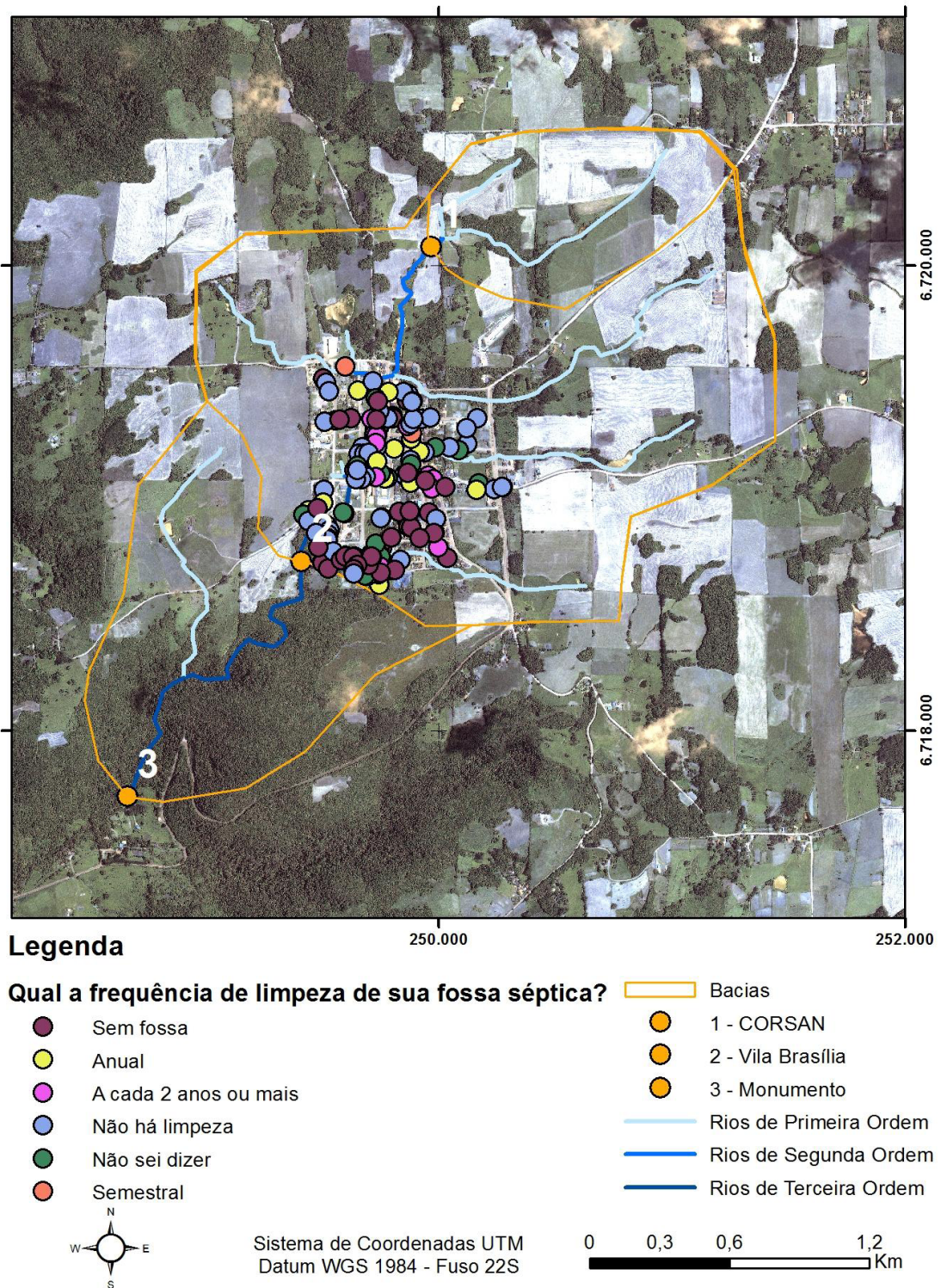


Figura 5: Espacialização da frequência de limpeza das fossas sépticas

4.2 RESULTADOS DA ETAPA 3: ANÁLISES QUALITATIVAS E QUANTITATIVA DE AMOSTRAS COLETADAS NOS PONTOS DE MONITORAMENTO

Os parâmetros das análises da água tiveram como base dentre outros os coliformes totais e fecais, por se tratarem estes, de um ótimo bioindicador quanto à qualidade da água dos recursos hídricos, sendo possível afirmar que os padrões estando acima do permitido conforme a Resolução nº 357 do CONAMA de 17 de março de 2005, onde fala que: “coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral”. Conforme a Tabela 1, é possível notar que existe uma carga bastante elevada no ponto 2. No ponto 3, também é notável a grande oscilação referente ao ponto 1 e 2 onde muitas vezes os valores encontrados tem compatibilidades com números do ponto 1 que comprovam as concentrações desordenadas em diferentes períodos do ano.

Conforme informações da Estação Meteorológica do departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), nos respectivos meses das análises os índices de precipitação foram de 146 mm no mês de agosto, 74,6 mm em setembro, 289 mm em outubro, 41,6 mm em novembro, 134 mm em dezembro e 111 mm no mês de Janeiro observando que o maior índice de precipitação tem relação com o mês que tem o maior índice de coliformes totais no ponto, sendo que o esperado devido ao aumento da vazão e escoamento de enxurradas seria uma dispersão maior da concentração de coliformes totais por ponto.

Através dos resultados encontrados nas duas primeiras etapas, e de informações fornecidas pela Secretaria de Saúde do município, foram relacionadas às doenças com maior número de diagnósticos feitos pelo posto de saúde que tenham ligação com a contaminação dos meios hídricos e as bactérias presentes nas análises.

Uma parte das bactérias encontradas são bacilos gram-negativos manchadas, de hastes não-esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo (PELCZAR Jr., 1996). O grupo das *Aeromonas* não são bactérias do grupo coliformes e diferenciam-se por apresentarem reação oxidase positiva e pela presença de flagelos polares (MURRAY et al., 2000).

As bactérias acima citadas são causadoras de infecções intestinais e/ou infecções do trato urinário. Entretanto, pelo fato de apenas *Escherichia Coli* (bactéria pertencente ao grupo *Escherichia*) ser exclusivamente uma bactéria encontrada no intestino grosso, enquanto as demais são também encontradas em outros ambientes, a *Escherichia Coli* é utilizada como indicador de contaminação fecal (LEVINSON; JAWETZ 1998).

Devido a presença da bactéria *Escherichia coli* nas análises das amostras dos 3 pontos de coleta, tornou-se de extrema importância avaliar a incidência de doenças relacionadas à esta bactéria e problemas relacionados a ela no meio hídrico no município de Silveira Martins. Portanto, foram levantadas informações na Secretaria de Saúde do município, onde se constatou que as doenças diarreicas agudas são catalogadas semanalmente em uma planilha de registro para estes casos, também foi notado que existe três tipos de internação para estes casos, são eles A, B e C, sendo que A o paciente recebe medicamento e é liberado para ir embora, o B que além de medicamento prescrito o paciente toma soro na veia e logo após vai embora e o C, que o paciente fica internado devido a gravidade do quadro de desidratação em que se encontra e é feito a sua internação. Estes eram os diagnósticos mais apontados dentro do período do estudo casos agudos de diarreia.

Então no período de Agosto de 2011 a Janeiro de 2012, houveram 148 casos de doenças diarreicas agudas. Desses, 85 localizam-se na área em estudo, com 82,35% dos casos localizados na área urbanizada e, principalmente no ponto de monitoramento com maior presença de bactérias, ou seja, há um contato direto com água contaminada pela bactéria *Escherichia coli*.

Tavares e Marinho (2007) falam que as formas de contágio das doenças diarreicas são via fecal-oral e as transmissões são:

- Transmissão indireta: ingestão de água e alimentos contaminados, contato com objetos contaminados (Ex.: utensílios de cozinha, acessórios de banheiros, equipamentos hospitalares).
- Transmissão direta: pessoa a pessoa (Ex.: mãos contaminadas) e de animais para as pessoas. Os manipuladores de alimentos e vetores, como as moscas, formigas e baratas, podem contaminar, principalmente, os alimentos e utensílios. Locais de uso coletivo, tais como escolas, creches, hospitais e penitenciárias apresentam maior risco de transmissão.

Mediante essas informações, mapearam-se os registros de doenças diarreicas da Secretaria

de Saúde do município. Para tanto, identificou-se por meio do endereço dos pacientes presentes nas planilhas de registros dos casos de diarreia, 33 casos, onde foi possível localizá-los conforme demonstrado na Figura 6. Logo, objetiva-se a melhoria da saúde pública especialmente para uma população de menor poder aquisitivo e mais vulnerável às doenças.

Tabela 1: Resultados das análises de qualidade de água por parâmetros nos pontos de monitoramento.

Mês/Ano	Pts.	Ph	C. Elét. (μs)	O.D. (mg/L)	DBO (mg/L)	Col. Totais (NMP/100 mL)	Col. Fecais (NM- P/100mL)	Temp. (°C)
10/ Ago/2011	P1	6,45	56,9	5,8	1,1	2.400	430	16,2
	P2	6,88	77,6	5,2	26,8	≥ 24.000	11.000	16,5
	P3	7,82	68,2	9,3	10,9	≥ 24.000	≥ 24.000	16,3
08/ Set/2011	P1	6,48	59,1	8,65	0,57	4.600	90	15,1
	P2	7,27	103,3	9,86	13,80	≥ 24.000	≥ 24.000	15,2
	P3	7,46	76,3	10	10,23	11.000	430	14,0
20/ Out/2011	P1	7,25	57,6	5,1	0,55	1.500	200	17,1
	P2	8,56	106,7	5,1	7,40	460.000	24.000	18,4
	P3	8,05	94,9	5,9	8,81	750	750	18,5
21/ Nov/2011	P1	6,57	52,2	4,4	0,95	460	460	17,9
	P2	7,33	107,5	4,7	11,83	240.000	430	18,9
	P3	7,41	94,1	5,5	2,83	20.000	20.000	18,4
12/ Dez/2011	P1	6,63	63,6	8,4	0,89	4.600	4.600	21,7
	P2	7,43	170,0	6,1	1,62	46.000	46.000	20,9
	P3	7,65	138,4	6,4	4,65	93	9	20,3
12/ JAN/2012	P1	6,85	79,4	2,0	0,86	7.500	4.300	21,8
	P2	7,45	146,6	3,4	12,38	240.000	9.300	22,1
	P3	7,62	141,0	5,1	3,81	910	360	22,2

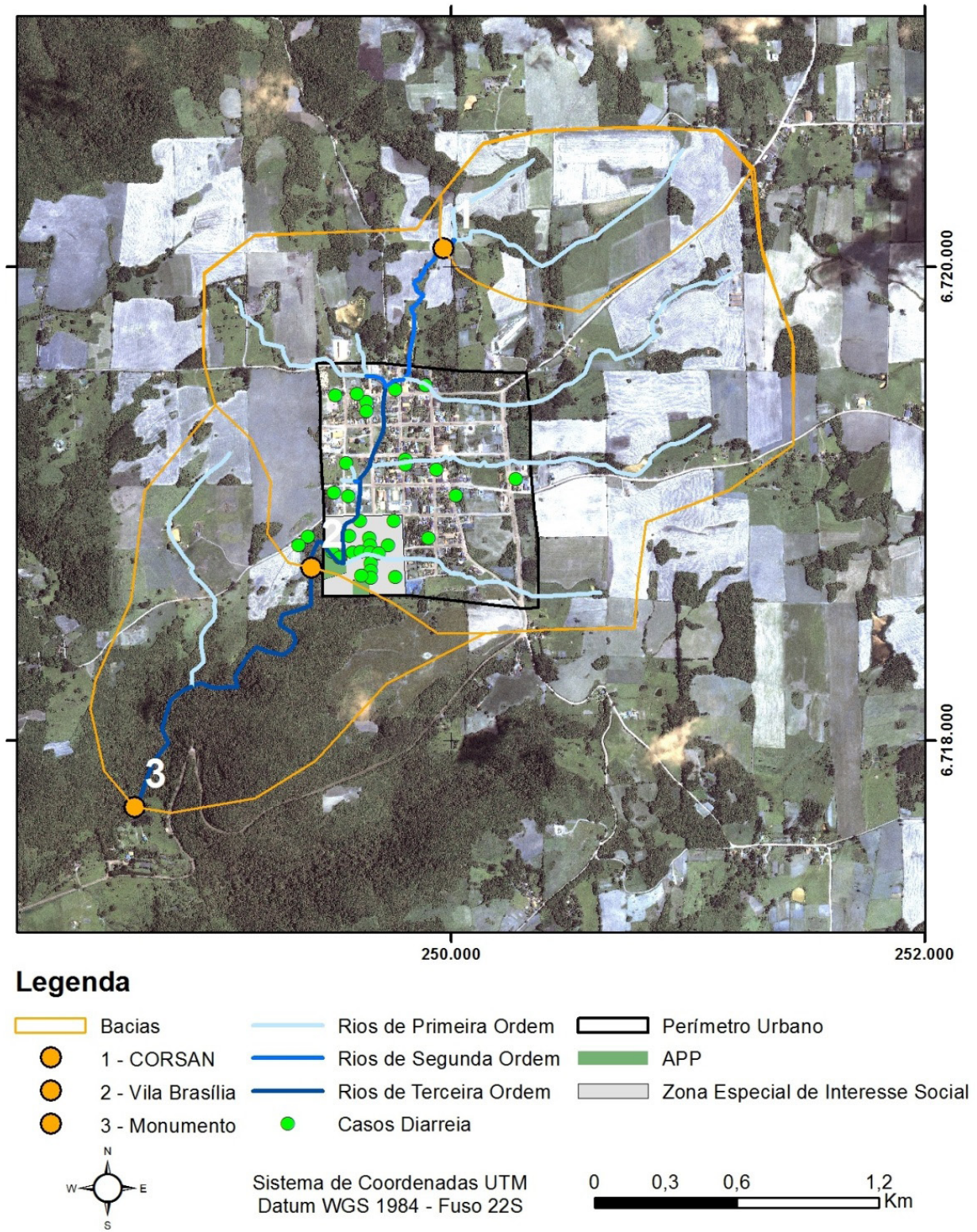


Figura 6: Espacialização das doenças diarreicas.

5 CONCLUSÃO

A partir do uso das ferramentas de geoprocessamento na espacialização de informações sobre poluição hídrica e casos de doenças de veiculação hídrica, foi possível estabelecer a relação causa-efeito dos parâmetros de qualidade monitorados nos rios de Silveira Martins. Foram identificados os pontos de poluição nas águas da bacia micro hidrográfica pertencente ao município, através de mapas georreferenciados, o que permitiu a geração de informações suficientes para ações de redução dos impactos negativos sob o meio ambiente e sobre a saúde da população. Assim, as informações espacializadas quanto aos casos de doenças de veiculação hídrica, as diarreicas, são as únicas controladas e anotadas em prontuários do posto de saúde que visam o controle e através disso poderão servir para ações de educação ambiental, informativas, educativas, prevenção e otimização dos gastos do dinheiro público.

REFERÊNCIAS

- ALTIMARE, A. L.; SILVA, H. R.; FREITAS LIMA, E. A. C.; PIGGIONI, C. R. A utilização do Modelo Numérico de Terreno (MNT) no planejamento da Estância Turística de Ilha Solteira: contribuição ao projeto "Conquista da Água". In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 14. **Anais...** Presidente Prudente, SP, out. 2002.
- ANTUNES, A. F. B.; CENTENO, J. A. S. **Aplicação de dados sensores remotos de alta resolução em zonas urbanas in sensoriamento remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores: métodos inovadores.** 192.p. 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BARBOSA, C. C. F. Álgebra de mapas e suas aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, 1997.
- BARRELLA, W.; PETRERE Jr. M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. p.187-207, EDUSP, São Paulo: EDUSP, 2001.
- BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, Maringá, v.26, n.2, p.273-285, 2004.
- BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu.** São Carlos: Editora RiMa, 278p. 2003.
- GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia.** 2. ed. rev. atual. São Paulo: E. Blucher, c1988. 291 p.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental.** 85p. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=432065>>. Acesso em: 20 de junho de 2013.
- LEONARDO, H.C.L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo CUE, região oeste do Estado do Paraná.** 2003. 121p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003..
- LEVINSON, W.; JAWETZ, E. **Microbiologia médica e imunológica.** 4.ed. Porto Alegre: Artes Médicas,

1998.

LIMA, E. A. C. F.; SILVA, H. R.; ALTIMARE, A. L. Uso atual da terra no município de Ilha Solteira, SP, Brasil: riscos ambientais associados. **Holos Environment**, v.4, p.81-96, 2004.

LINSLEY, R.K. Jr.; FRANZINI, S. B. **Engenharia de Recursos Hídricos**. Tradução e adaptação de Luiz Américo Pastorino. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978.

MEIRELES, A. J. A.; LIMA, M. C. **Diagnóstico ambiental tendo em vista as intenções da empresa Luis Fuiza Arquitetos, na região de Redonda/Ponta Grossa, município de Icapuí-Ce**. 50P. Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, 2001.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. *Revista Saúde Pública*, São Paulo: USP, v. 36, n. 3, p. 370-374, jun. 2002.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 320p. Viçosa: UFV, 2005.

MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas**. 96p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; KOBAYASHI, G. S.; PFALLER, M. A. **Microbiologia Médica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2000.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. **Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo**. *Ciência Florestal*, v.15, p.207-220, 2005.

PELCZAR JÚNIOR, MICHAEL. **Microbiologia, conceitos e aplicações**. 2ªed. São Paulo: Makron Books, 1996.

PISSARRA, T. C.; POLITANO, W. A bacia hidrográfica no contexto do uso do solo com florestas. IN: VALERI, S. V. *et al.* (ed.). **Manejo e recuperação florestal: legislação, uso da água e sistemas agroflorestais**. p.29-54. Jaboticabal: Funep, 2003.

ROCHA, J. A. M. R. **Livro GPS – uma abordagem prática**. 3.ed. Recife/PE: Edições Bagaço, 2002.

SILVA, A. B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. 236p. Campinas/SP: Unicamp, 2003.

SILVA, J. S. V. **Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental**. Estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Taquari MS/MT. 307f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2003.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2004.

TAVARES, W.; MARINHO, L. A. C. **Rotina de diagnóstico e tratamento das doenças infecciosas e parasitárias**. 2ª ed. ampl. Editora: Atheneu. São Paulo, 2007. p. 232-238.

TUCCI, C. E. M. **Apreciação do PNRH e visão prospectiva e programas e ações**. ANA

Agência Nacional de Águas, 2001.

_____. (org.) **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, 2003.