

UTILIZAÇÃO DO SIG PARA O MONITORAMENTO DE ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO PEDRO EM FAXINAL – PR

Cláudia Maria JUSTUS¹

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar a utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para monitorar alguns parâmetros físico-químicos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio São Pedro, no município de Faxinal – PR. Inicialmente foi realizado trabalho de campo para a verificação das coordenadas UTM e coleta das amostras de água em quinze pontos, as quais foram quantificadas “in situ” com um medidor multiparâmetros. Em seguida, foi elaborado um banco de dados na plataforma SIG, apoiado na metodologia de representação de informações como a localização da área de estudo e dos pontos de amostragem, bem como de mapas de qualidade ambiental contendo os teores do parâmetro mensurado em cada ponto amostrado. Dessa forma, o SIG permitiu o processamento dos dados georreferenciados e a correlação destes com as possíveis fontes de poluição natural ou de ação antrópica. Assim, o SIG possibilitou o monitoramento da qualidade das águas superficiais, propiciando resultados mais rápidos e confiáveis no tocante à tomada de decisões para procedimentos de controle da poluição deste manancial, contribuindo para o planejamento e gestão destes recursos hídricos.

Palavras-chave: SIG. Bacia Hidrográfica. Rio São Pedro. Faxinal. Análise físico-química.

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), como bolsista da Capes. Engenheira Agrônoma pela UEL, em 2002, e Especialista em Análise Ambiental e Ciências da Terra pela UEL, em 2012.

USE OF GIS FOR MONITORING OF SOME PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF SURFACE WATERS OF THE SÃO PEDRO RIVER WATERSHED IN FAXINAL – PR

ABSTRACT

The present study aims to demonstrate the use of Geographic Information System (GIS) to monitor some physico-chemical parameters of surface water of the São Pedro river watershed, in the municipality of Faxinal - PR. Initially a fieldwork was carried out to verify the UTM coordinates and to collect the water samples in fifteen points, which were quantified "in situ" with a multiparameter meter. Then a database was elaborated in GIS platform, supported by the methodology of representing information as the location of the study area and of the sampling points, as well as environmental quality maps containing the levels of the parameter measured in each point sampled. Thus, the GIS enabled the processing of georeferenced data and the correlation of these data with the possible sources of pollution natural or by anthropogenic activities. Thus, the GIS enabled the monitoring of surface water quality, providing faster and more reliable results as regards to make decisions to control pollution of this source, contributing for the planning and management of these water resources.

Keywords: GIS. Watershed. São Pedro river. Faxinal. Physico-chemical analysis.

1 INTRODUÇÃO

A formação de grandes aglomerados urbanos e industriais, com crescente necessidade de água para o abastecimento doméstico e industrial, além de irrigação e lazer, faz com que hoje, a quase totalidade das atividades humanas seja dependente da disponibilidade das águas continentais (ESTEVES, 1988).

Conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), o controle da poluição das águas está diretamente relacionado com a proteção da saúde, a garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água.

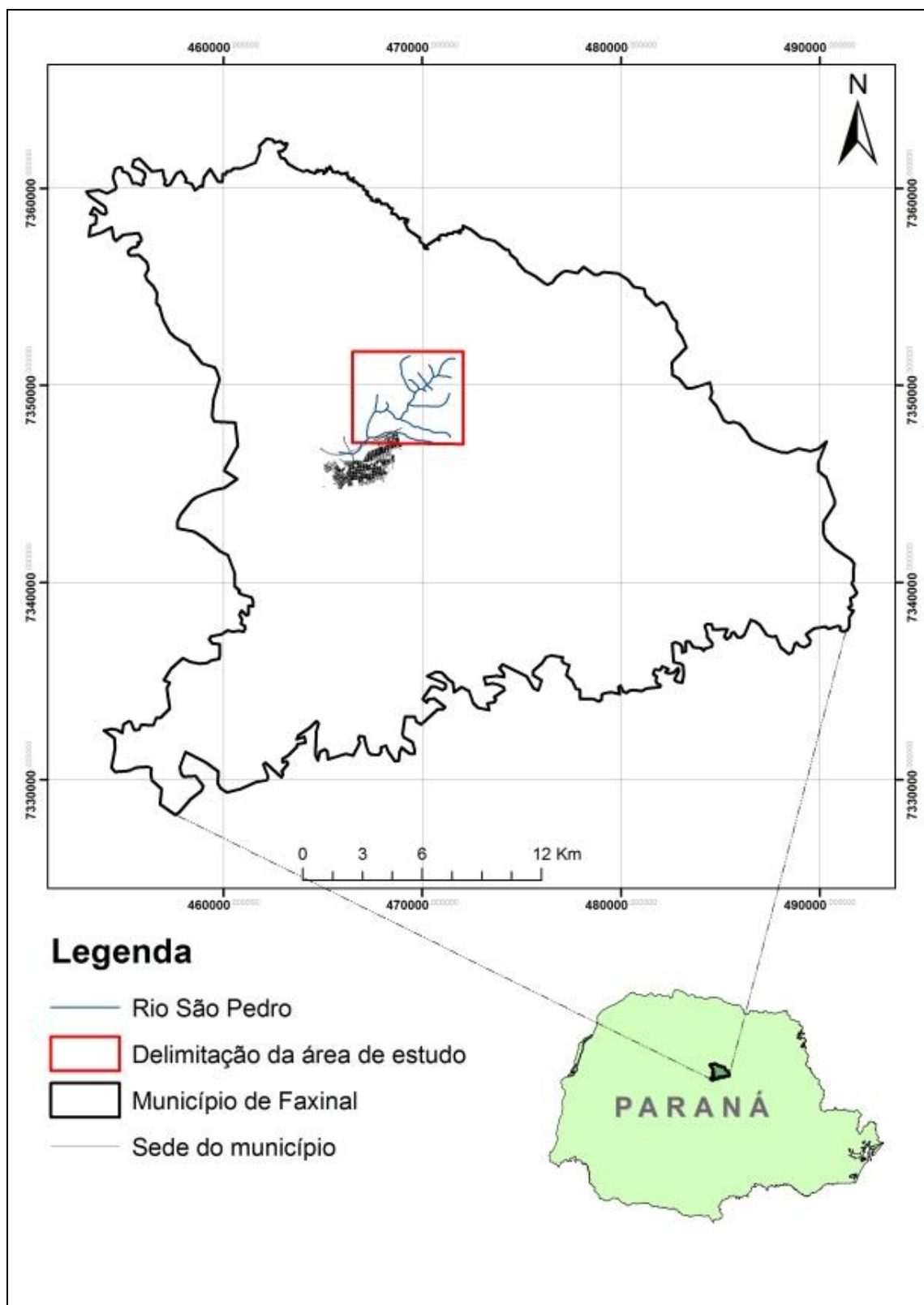
No município de Faxinal, no interior do Paraná, são encontrados diversos tipos de cultivos agrícolas na forma de agricultura de sequeiro, incluindo soja, milho, trigo e cultivos irrigados em ambiente protegido (estufas), como a cultura do tomate.

Entretanto, o desenvolvimento econômico promovido pela agricultura e a falta de proteção nas nascentes de água, podem causar poluição das águas dos rios e nascentes. A contaminação pode ocorrer por animais que bebem ou entram nas águas de consumo e pela presença de enxurradas que carregam os sedimentos superficiais e, conseqüentemente, os detritos da atividade agrícola, tais como: embalagens vazias de produtos químicos, lixo e sujeiras sobre o solo, além de possibilitar o acesso de vetores potencialmente poluidores.

Nas proximidades da cidade, os problemas estão associados às descargas de poluentes como: efluentes líquidos industriais e domésticos, chorumes provenientes de depósitos de lixo doméstico, descargas gasosas e de material particulado lançado na atmosfera pelas indústrias e veículos.

Dessa forma, as ações antrópicas nesta região têm gerado preocupações em relação a uma possível contaminação das águas superficiais da bacia do rio São Pedro, uma vez que parte desta rede de drenagem é responsável pelo abastecimento da água para consumo humano do município de Faxinal.

Conforme representada na Figura 1, a bacia hidrográfica do rio São Pedro está localizada no município de Faxinal, nas coordenadas UTM 469141 EW e 7349996 NS. O canal principal está representado pelo rio São Pedro, cujas nascentes encontram-se localizadas no Terceiro Planalto Paranaense e atravessam as escarpas da Serra Geral em vale aberto na forma de boqueirão.

**Figura 1: Mapa de Localização da Área de Estudo**

Fonte: autora, 2012

O município de Faxinal possui uma área total de 715,945 km² e população de 16.314 habitantes (IBGE, 2010), localizado 100% na bacia hidrográfica do rio Ivaí, no compartimento Serra Geral Norte, onde os derrames vesiculares são mais espessos e com um maior capeamento do solo, associados a um relevo suave.

Segundo a Portaria Surehma N° 19/92, a qual trata do enquadramento dos cursos d'água da bacia do rio Ivaí, o rio São Pedro se enquadra à classe “1”, sendo o manancial de abastecimento público do município de Faxinal. De acordo com o Conama 357/2005, as águas de classe 1 podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e, e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

No entanto, a qualidade dessas águas depende das condições geológicas e geomorfológicas e da cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e das ações do homem. As informações de qualidade da água são indispensáveis para se promover um adequado aproveitamento dos recursos hídricos em bases sustentáveis. A falta de informações aumenta a incerteza nas decisões, acarretando resultados negativos no uso e aproveitamento destes recursos.

Segundo Tucci (2001), muitos projetos de infraestrutura necessitam de investimento em coleta e armazenamento de dados básicos necessários a um aproveitamento adequado dos recursos hídricos. No entanto, após a conclusão desses projetos, com a falta de recursos, ocorre, muitas vezes, a perda dessas informações ou o acesso restrito a poucas pessoas que usam a informação apenas em proveito próprio. Outro problema associado à manutenção de bases de dados é a constante modificação dos *softwares* e *hardwares* que tornam um banco de dados obsoleto em poucos anos, gerando a necessidade de custos de desenvolvimento, que as dificuldades de recursos não têm condições de suportar. Portanto, a disseminação da informação sem restrições e a criação de bases de dados simples e de fácil adaptação, devem permitir uma utilização maior no tempo dos dados coletados.

Considerando o alto grau de desaprovação, é importante que pesquisas sejam desenvolvidas para averiguar a qualidade da água na zona rural, principalmente com a

incorporação de novas áreas agrícolas. Nas águas provenientes da rede com tratamento, novas pesquisas podem detectar os níveis de trihalometanos, já que estes compostos têm perfil cancerígeno. Para tanto, novas ferramentas e tecnologias, como por exemplo, o uso do GPS e os Sistemas de Informações Geográficas, devem ser empregados para se obter maiores informações e que estas possam ser georreferenciadas permitindo identificar de forma mais pontual os problemas de poluição. Com o uso destas ferramentas, pode se desenvolver mapas de risco ambiental, sanitário e até mesmo ambulatorial, identificando fatores e áreas de risco (BARCELLOS *et al.*, 1998 *apud* FELSKI; ANAISSI; QUINAIA, 2008).

Silva *et al.* (2001 *apud* LIMA, 2001) comentam que o uso de ferramentas analíticas como o sistema de informação geográfica permite lidar com complexas interações e tem se tornado comum no gerenciamento de bacias hidrográficas. Contudo, sua eficácia depende da qualidade e quantidade de dados de campo, que, em geral, tendem a ser esparsos. Os autores afirmam, ainda, que as bases de dados geradas por instituições governamentais com a finalidade de monitoramento podem ser úteis para um entendimento inicial dos processos e de interações que venham a ocorrer dentro da bacia e para mostrar pesquisas mais detalhadas, úteis aos planos de gerenciamento.

Neste sentido, para o gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, é necessário que as áreas com maior potencial poluidor sejam identificadas a fim de que a intervenção possa ocorrer de forma mais direcionada. Assim, para melhor representação das informações das características antrópicas e fisiográficas de uma determinada bacia, usam-se as bases de dados criadas a partir dos Sistemas de Informações Geográficas, os quais foram desenvolvidos com a capacidade de gerar e processar estes dados espacializados, permitindo operações de entrada e saída de dados com maior rapidez.

Ferrier *et al.* (2001 *apud* LIMA, 2001) sugerem quatro estágios necessários para estabelecer o gerenciamento sustentável de uma bacia: determinar o estado atual do ambiente e identificar as forças dominantes de mudanças; estabelecer um limite específico acima do qual danos ecológicos são prováveis de ocorrer; prognosticar a possível extensão temporal e espacial do problema, usando características locais, e desenvolver planos de gerenciamento apropriados através da utilização de cenários múltiplos de avaliação.

Para atingir esses estágios, se faz necessário o uso de ferramentas como os Sistemas de Informações Geográficas, que permitem agrupar um grande número de informações decorrentes

de estudos da variação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos e uma função multivariada dos aspectos climatológicos, geomorfológicos, antrópicos, entre outros, de forma que possibilite pronta interpretação e reconhecimento das tendências ao longo do tempo e do espaço.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho é utilizar o Sistema de Informações Geográficas para o monitoramento dos parâmetros físico-químicos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio São Pedro em Faxinal – PR, por meio da elaboração de um banco de dados, visando fornecer subsídios para as análises ambientais, bem como contribuir para o planejamento de ações de controle de fontes poluidoras deste manancial.

2 METODOLOGIA: ELABORAÇÃO DO BANCO DE DADOS

2.1 Elaboração do mapa de localização da área de estudo

Inicialmente, a plataforma SIG foi utilizada para criar um *shapefile* da área em estudo. Para criação do *shapefile* foi obtida uma imagem de satélite da área da bacia no Google Earth, a qual foi adicionada ao *software* ArcCatalog para inserção de uma Referência Espacial, em que foi selecionado o sistema de coordenadas UTM *South America Datum* 1969.

Em seguida, foi realizado o georreferenciamento da imagem de satélite utilizando o *software* ArcMap. Para tanto, identificou-se três pontos na imagem de satélite do *Google Earth* para busca das coordenadas UTM.

Na sequência, foi criado um novo *shapefile* de linhas no ArcCatalog, escolhendo-se o sistema de coordenadas UTM SAD 69. O mesmo *shapefile* foi adicionado ao ArcMap para edição do *shapefile* do rio e seus afluentes de acordo com a visualização da imagem de satélite georrefenciada, com uso das ferramentas de edição (Figura 2).

A partir da adição do *shapefile* do rio São Pedro e seus afluentes, representado na Figura 2, juntamente com a base cartográfica do município de Faxinal em arquivo.dxf e o *shapefile* de polígono com a delimitação do município de Faxinal, formatou-se o *layout* do mapa de localização da área de estudo. Com o propósito de representar a posição geográfica da área de estudo no Estado do Paraná, também foi inserido um novo *data frame* contendo o *shapefile* da delimitação deste Estado.

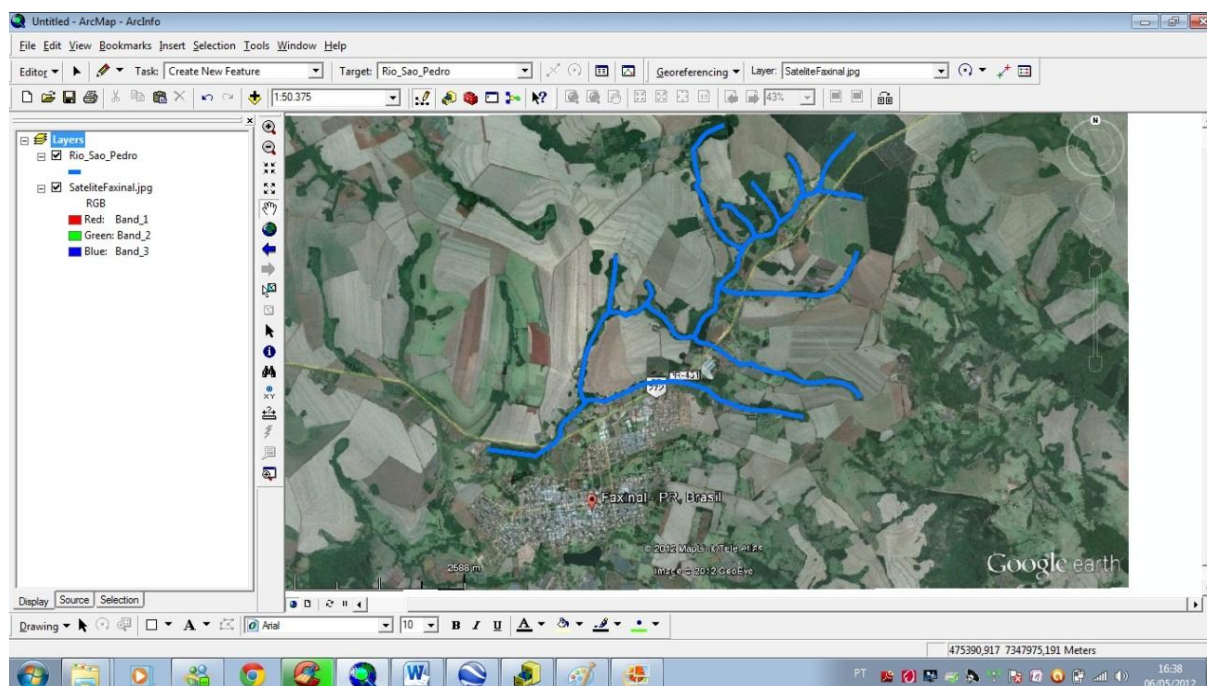


Figura 2: Criação do Shapefile da Área de Estudo

Fonte: autora, 2012

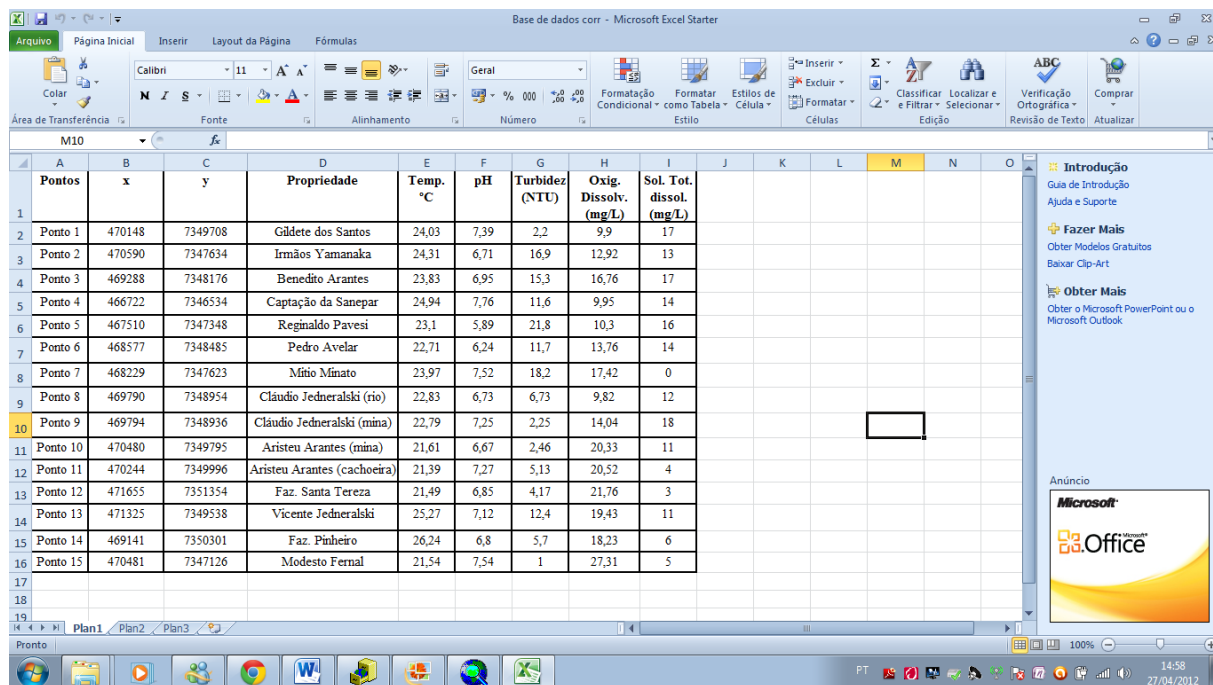
2.2 Elaboração do mapa dos pontos de amostragem e parâmetros físico-químicos

Essa etapa constituiu-se de trabalho de campo realizado, anteriormente, para verificação das coordenadas UTM nos pontos de amostragem com GPS, em que foram demarcados quinze pontos para a coleta das amostras de água. Imediatamente após a coleta foi feita a medição de alguns parâmetros físico-químicos com um medidor multiparâmetros “in situ”. Os parâmetros foram mensurados para: pH; Temperatura; Oxigênio Dissolvido; Sólidos Totais Dissolvidos e Turbidez.

As coordenadas UTM verificadas em cada ponto de amostragem e os resultados quantificados para cada parâmetro físico-químico da água foram tabulados no Microsoft Excel (Figura 3), produzindo-se informações destes atributos que caracterizam e fornecem significado à qualidade ambiental da bacia hidrográfica estudada.

A partir da inserção da tabela de atributos representada na Figura 3, foi criado um *shapefile* de pontos no ArcCatalog. O mesmo foi adicionado ao ArcMap junto ao *shapefile* da

área de estudo e ao mapa do município de Faxinal em arquivo. dxf, para formatação do *layout* do mapa dos pontos de amostragem.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Pontos	x	y	Propriedade	Temp. °C	pH	Turbidez (NTU)	Oxig. Dissolv. (mg/L)	Sol. Tot. dissol. (mg/L)						
1	Ponto 1	470148	7349708	Gildete dos Santos	24,03	7,39	2,2	9,9	17						
2	Ponto 2	470590	7347634	Irmãos Yamanaka	24,31	6,71	16,9	12,92	13						
3	Ponto 3	469288	7348176	Benedito Arantes	23,83	6,95	15,3	16,76	17						
4	Ponto 4	466722	7346534	Captação da Saneapar	24,94	7,76	11,6	9,95	14						
5	Ponto 5	467510	7347348	Reginaldo Pavesi	23,1	5,89	21,8	10,3	16						
6	Ponto 6	468577	7348485	Pedro Avelar	22,71	6,24	11,7	13,76	14						
7	Ponto 7	468229	7347623	Mitio Minato	23,97	7,52	18,2	17,42	0						
8	Ponto 8	469790	7348954	Claudio Jednerski (rio)	22,83	6,73	6,73	9,82	12						
9	Ponto 9	469794	7348936	Claudio Jednerski (mina)	22,79	7,25	2,25	14,04	18						
10	Ponto 10	470480	7349795	Aristeu Arantes (mina)	21,61	6,67	2,46	20,33	11						
11	Ponto 11	470244	7349996	Aristeu Arantes (cachoeira)	21,39	7,27	5,13	20,52	4						
12	Ponto 12	471655	7351354	Faz. Santa Tereza	21,49	6,85	4,17	21,76	3						
13	Ponto 13	471325	7349538	Vicente Jednerski	25,27	7,12	12,4	19,43	11						
14	Ponto 14	469141	7350301	Faz. Pinheiro	26,24	6,8	5,7	18,23	6						
15	Ponto 15	470481	7347126	Modesto Fernal	21,54	7,54	1	27,31	5						

Figura 3: Tabulação de Dados no Excel

Fonte: autora, 2012

3 ANÁLISE DOS DADOS

Considerando que as áreas com maior potencial poluidor estejam nas proximidades de centros urbanos, o mapa de localização dos pontos de amostragem proporcionou a espacialização de cada ponto de coleta das amostras de água dentro da bacia hidrográfica do rio São Pedro e a visualização da distância que cada ponto se encontra da sede do município de Faxinal, permitindo que se possa melhor aproveitar as informações a respeito das ações antrópicas que interferem nesta bacia fazendo com que ocorra uma intervenção de forma mais direcionada.

Conforme a Figura 4, os pontos de coleta de água foram representados em forma vetorial de elementos pontuais, perfeitamente posicionados por um único par de coordenadas x, y, verificadas com o GPS em cada ponto de amostragem, estabelecendo sua localização no espaço, considerado como superfície plana.

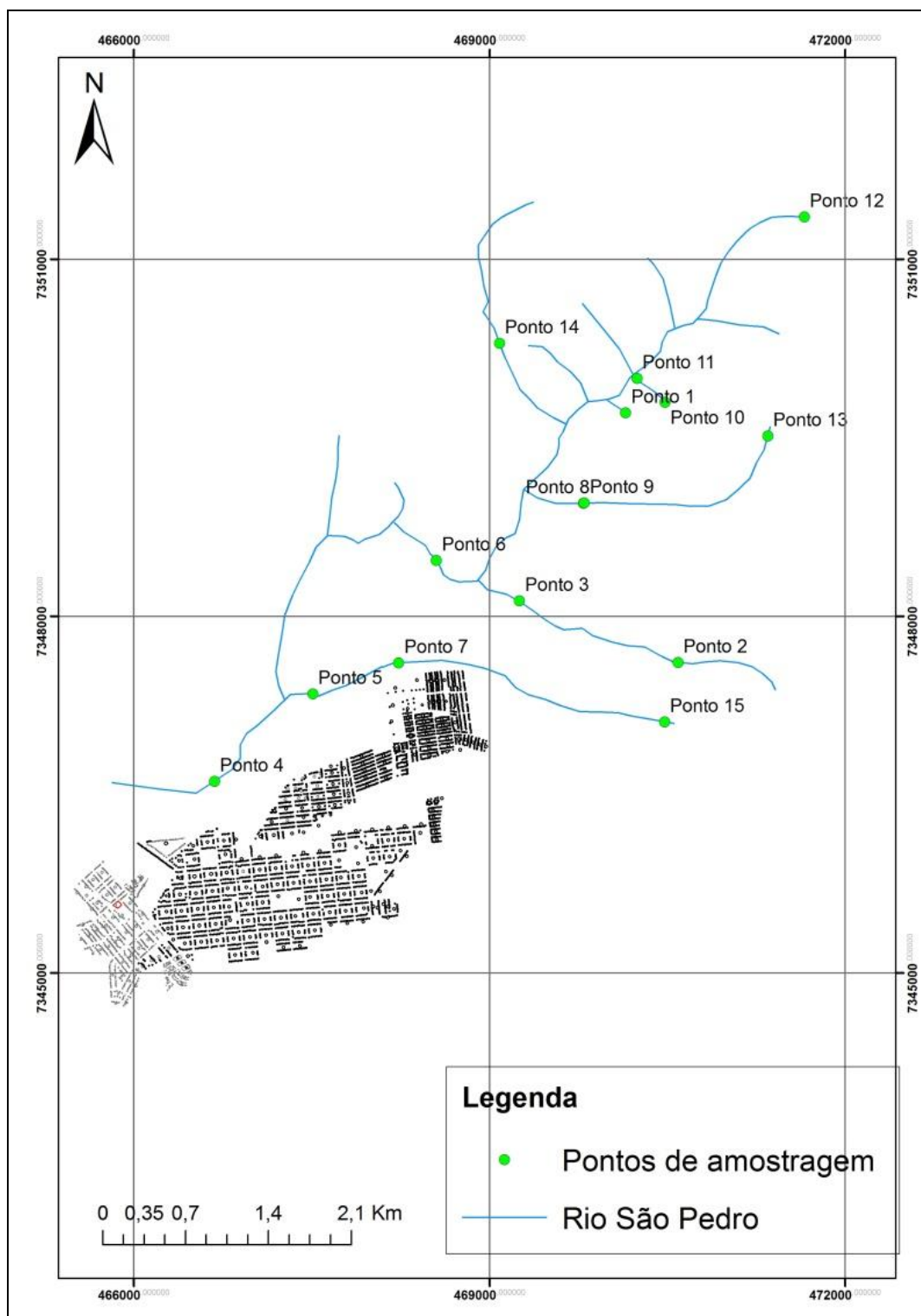


Figura 4: Mapa dos Pontos de Amostragem

Fonte: autora, 2012

Atualmente, existem padrões de qualidade para a água, isto é, a máxima concentração de elementos ou compostos que podem estar presentes na água, de modo a serem compatíveis com a

sua utilização. Uma vez definidos os usos da água em um manancial, estará definida a sua classe e também a qualidade que a água desse manancial deverá representar (TUCCI, 2001).

Sabendo-se que o rio São Pedro (Portaria Surehma Nº 19/92) se enquadra à Classe 1, como curso d'água utilizado para abastecimento público, desde suas nascentes até a seção de captação, os mapas dos parâmetros físico-químicos demonstraram a espacialização dos dados obtidos no monitoramento fornecendo desta forma, subsídios para as análises dos resultados, permitindo verificar se os mesmos estão em conformidade com os padrões de qualidade das águas estabelecidos na legislação Conama 357/2005 e ainda correlacionar estes valores com as possíveis fontes de poluição provenientes de fontes naturais ou atividades antrópicas.

No presente trabalho, o mapa de parâmetro elaborado foi exemplificado na Figura 5 pelo mapa do parâmetro químico pH, que é a medida da concentração de íons H^+ na água. O balanço dos íons hidrogênio (H^+) e hidróxido (OH^-) determinam se a água é mais ou menos ácida ou básica. Na água quimicamente pura os íons H^+ estão em equilíbrio com os íons OH^- e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade.

Neste mapa, o Sistema de Informação Geográfica permitiu analisar de forma quantitativa e qualitativa os valores de pH das amostras, possibilitando fazer a distinção dos resultados através da definição de cinco classes de intervalos com cores graduadas do vermelho ao azul, sendo a cor vermelha para representar o pH mais ácido e a cor azul para o mais básico. Nesse caso, a análise realizada para o mapa da Figura 5 mostrou que os valores de pH se mantiveram constantes em todas as amostragens, variando num intervalo entre 5,89 no Ponto 5 e 7,76 no Ponto 4, apresentando um valor médio de 6,9.

Nessa análise, também foi verificado que os valores de pH nos pontos 5 e 6 encontram-se num intervalo entre 5,89 e 6,24 (meio ácido), provavelmente por sua localização nas proximidades da cidade, onde podem ocorrer problemas associados às descargas de poluentes como: efluentes líquidos industriais e domésticos, chorumes provenientes de depósitos de lixo doméstico, descargas gasosas e de material particulado lançado na atmosfera pelas indústrias e veículos.

Segundo a Resolução do Conama 357/2005, a qual estabelece padrões de qualidade das águas enquadradas à Classe 1, somente no Ponto 5, o pH com valor de 5,89 encontra-se fora dos critérios de Valor Máximo Permitido, em que o pH destas águas deve estar na faixa de 6,0 - 9,5.

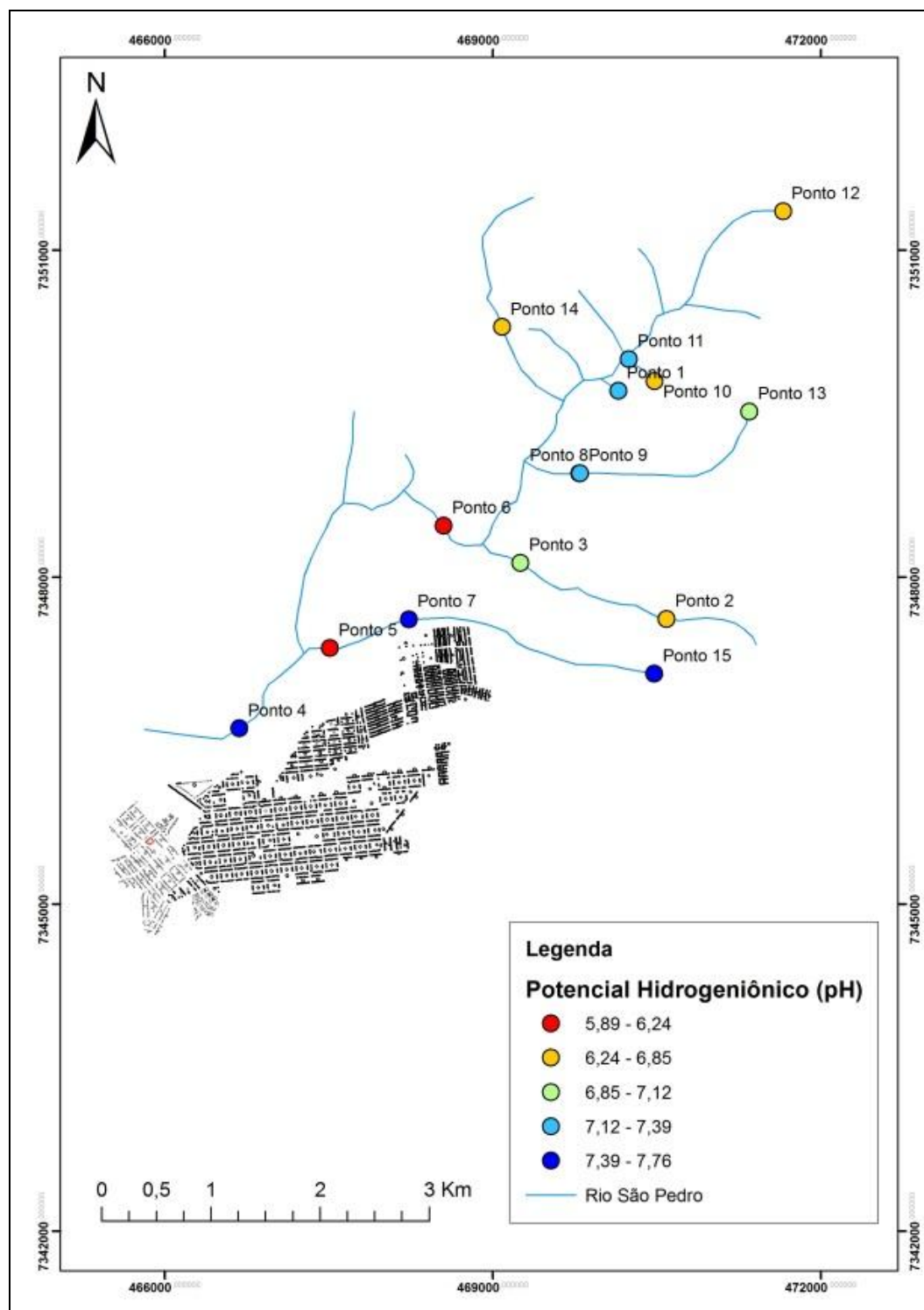


Figura 5: Mapa do Parâmetro Químico pH

Fonte: autora, 2012

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do Sistema de Informação Geográfica permitiu a geração do banco de dados da área de estudo, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial.

Foi utilizado o *software* de geoprocessamento ArcGIS, pois este programa facilita a manipulação de grande quantidade de dados, aliada à necessidade de georreferenciamento e maior precisão dos resultados a serem obtidos através de análises ambientais.

A partir do banco de dados elaborado no ArcGIS, a área de estudo pode ser visualizada espacialmente, disponibilizando informações como a localização do rio São Pedro e seus afluentes na bacia hidrográfica e dos pontos de amostragem, bem como dos parâmetros físico-químicos monitorados.

A espacialização das coordenadas UTM verificadas com GPS nos pontos de amostragem é de essencial importância para correlacionar os resultados obtidos no monitoramento dos parâmetros de qualidade da água com as possíveis fontes de poluição provenientes de fontes naturais ou atividades antrópicas.

O banco de dados pode contribuir para que se tenham ações mais diretas aos problemas, pois com a utilização do Sistema de Informação Geográfica é possível representar situações complexas como a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica, propiciando resultados mais rápidos e confiáveis no tocante à tomada de decisões e planejamento.

O geoprocessamento constitui uma ferramenta importante nos programas de manejo e conservação dos recursos hídricos, tendo em vista que proporciona a espacialização dos dados obtidos, permitindo o monitoramento e o gerenciamento das bacias hidrográficas de forma ágil, eficiente, precisa, e de baixo custo.

Por fim, a utilização do Sistema de Informação Geográfica para o monitoramento de alguns parâmetros físico-químicos das águas superficiais coletadas em rios e nascentes da bacia hidrográfica do rio São Pedro, no município de Faxinal, possibilita o acompanhamento da qualidade da água e contribui para o planejamento das diretrizes voltadas a preservação dos recursos hídricos desta bacia e sua utilização de forma sustentável.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 053, p. 58-63, 18 mar. 2005.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Liminologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda./FINEP, 1988.

FELSKI, G.; ANAISSI, F. J.; QUINAIA, S. P. **Avaliação da qualidade da água consumida pela população do município de Guarapuava, Paraná**. In: Revista Eletrônica Lato Sensu, Ano 3, nº 1, p. 1-25, 2008. Disponível em: < <http://www.unicentro.br> - Ciências da Saúde>. Acesso em: 15 maio 2012.

IBGE. **Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro**: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br> .Acesso em: 10 maio 2012.

LIMA, E. B. N. R. **Modelação Integrada para Gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiaabá**. 2001. 206 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

SUREHMA. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente. **Portaria n. 019/92, de 12 de maio de 1992**. Disponível em: <<http://www.recursoshidricos.pr.gov.br/arquivos/File/enquadramento-b-ivai.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2012.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O de M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília : UNESCO, 2001. 156p.

TUCCI, C. E. M. *et al.* **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. UFRGS:ABRH, 2001. v. 4. 943 p.