

MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DO SOLO E SUAS IMPLICAÇÕES NA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA. ESTUDO DE CASO: DISTRITO DE TAMOIOS, CABO-FRIO/RJ

Land Use and Cover Analysis and its Implications for Groundwater Quality. Case Study: Tamoios District, Cabo Frio/RJ

Caderno de Estudos Geoambientais
CADEGEO

Luana de Lima¹;
Lidia Waltz Calonio¹;
Juliana Menezes²

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro-
UERJ/LABGIS

² Departamento de Geografia/ Polo Campos
dos Goytacazes Universidade Federal
Fluminense – UFF

Resumo

A presente pesquisa foi desenvolvida no Litoral Leste do Estado do Rio de Janeiro, tendo como objetivo a avaliação dos aquíferos localizados no Distrito de Tamoios pertencente ao município de Cabo Frio. Integrou o projeto financiado pela CAPES, denominado "Análise Integrada de Questões Ambientais: Hidrologia e Geofísica", desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – LabGIS/FGEL-UERJ. O objetivo principal é avaliar a influência do uso da terra na qualidade das águas subterrâneas. Para tal foram realizadas medidas de parâmetros físico-químicos da água (potencial hidrogeniônico [pH], condutividade elétrica [CE], Sólidos Totais Dissolvidos [STD] e Temperatura [T°]). Tais dados foram obtidos *in situ* nos poços instalados por moradores da região e espacializados em ambiente de SIG (Sistema de Informação Geográfica), com a utilização do *software ArcGIS 10* da *ESRI*. A etapa seguinte consistiu no confronto dos dados físico-químicos com o mapeamento de uso da terra realizado a partir de imagem do sensor Landsat 5 TM. As classes de uso da Terra foram definidas igualmente em ambiente SIG no *software SPRING 5.1.6* do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). As classes mapeadas na região foram: Vegetação (Mata Atlântica), Espelho D'água (Lagoas Artificiais), Área Urbana, Solo Exposto e Agricultura. Os resultados indicaram uma forte correlação da ocorrência das lagoas artificiais geradas pela mineração de areia na região com as altas condutividades da água, denunciando assim o processo de salinização da água subterrânea que pode ser correlacionado com o uso da terra na região.

Palavras-chave: Qualidade da água subterrânea, Sistema de Informação Geográfica, Uso e Cobertura do Solo.

Abstract

This research was developed on East Coast of Rio de Janeiro, to evaluate the aquifers located on Tamoios District, that belongs to Cabo Frio city. It integrated the project funded by CAPES, named

Correspondência:

Luana de Lima
Universidade do Estado do Rio de Janeiro-
UERJ/LABGIS - Rua São Francisco Xavier,
524, Maracanã – Rio de Janeiro, CEP.:
20550-900 - RJ, Brasil.
Email: luanalima@labgis.uerj.br

Recebido em agosto de 2011
Aprovado em setembro de 2011
Artigo disponível em
www.cadegeo.uff.br

"Integrated Analysis of Environmental Issues: Hydrology and Geophysics", developed by GIS Laboratory of the Faculty of Geology, State University of Rio de Janeiro - LabGIS / FGEL UERJ. The main objective is measure the influence of land use on groundwater quality. For this, measures of physical and chemical parameters of water were made (potential Hydrogen [pH], electrical conductivity [EC], Total Dissolved Solids (TDS) and temperature [T °]). These data were obtained in situ, from wells installed by residents and these wells were spaced into environments of GIS (Geographic Information System), using the ESRI software ArcGIS 9.3.1. The next step was based on a comparison between the physical and chemical data with the mapping of land use that was accomplished from images of Landsat 5 TM sensor. The land use classes were also defined in the GIS software SPRING 5.1.6 INPE (National Institute for Space Research). The classes mapped were: vegetation (Atlantic), Water Body, Urban Area, Exposed Soil and Agriculture. The results indicated a strong correlation between the occurrences of artificial lakes created by the sand mining in the region with the higher conductivity of the water, denouncing the salinization groundwater process that can be correlated with the land use of that region.

Keywords: groundwater quality, Geographic Information System, Land Use and Cover.

INTRODUÇÃO

A água subterrânea é de suma importância para o abastecimento de regiões costeiras, visto que nem sempre as empresas fornecedoras de água atendem a demanda local, devido ao constante crescimento da urbanização nessas regiões estimulada pela sua vocação turística, assim como a falta de políticas públicas que atendam esse setor. Dessa forma o uso desordenado dos aquíferos costeiros vem sendo uma preocupação constante. O comprometimento dos mananciais hídricos subterrâneos e superficiais ainda é agravado pela retirada da vegetação nativa, que preserva e sustenta todo o sistema ecológico, em detrimento do crescimento urbano e outras atividades econômicas associadas ao turismo, mineração e agricultura.

Segundo Lopes *et al.*, (2007) atividades como, pecuária, agricultura, indústrias e o próprio processo de expansão urbana, geram uma série impactos ambientais sobre os solos, ar, vegetação nativa e recursos hídricos que têm a sua qualidade diretamente ligada ao tipo de cobertura do solo presente na bacia hidrográfica.

Nesse sentido estudos que correlacionem o uso e cobertura do solo com a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos podem oferecer um diagnóstico eficaz no auxílio à tomada de decisão para garantir a saúde, abastecimento e conservação do patrimônio natural.

O mapeamento de uso e cobertura do solo realizado a partir de imagens de sensoriamento remoto permite avaliar de forma prática a correlação espacial do uso com outros parâmetros naturais. Segundo Florenzano (2002) a utilização da tecnologia do Sensoriamento Remoto, tem proporcionado o monitoramento da superfície terrestre de forma sistemática e eficaz.

O objetivo principal da presente pesquisa é avaliar a influência do uso da terra na região Costeira de Tamoios, 2º Distrito de Cabo Frio/RJ, com qualidade da água subterrânea através da geração de mapas de isovalores de parâmetros físico-químicos medidos in situ (pH, CE, TDS, T) no aquífero raso da região.

A região de Tamoios é contemplada por extensos cordões arenosos litorâneos que constituem verdadeiras reservas naturais de água subterrânea, por hora, revertidos em superfície por remanescentes de Mata Atlântica que sofre contínuo desmatamento, para dar lugar a expansão urbana e outros usos associados à exploração econômica da região (Neres *et al.*, 2011). Desta forma o estudo se torna relevante para localizar as interferências dessas atividades nos recursos hídricos naturais.

O presente estudo integrou o projeto financiado pela CAPES, denominado “Análise Integrada de Questões Ambientais: Hidrologia e Geofísica” desmembrado no sub-projeto intitulado “Treinamento em Sistemas de Informações Geográficas para Análise Integrada de questões ambientais de aquíferos costeiros”, desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – LabGIS/FGEL-UERJ em parceria com o em parceria com o Laboratório de Geotecnologias e Monitoramento Ambiental do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense/PUCG.

METODOLOGIA

Área de Estudo

A área de estudo se insere no Distrito de Tamoios pertencente ao município de Cabo Frio, limitada ao Sul pelo Município de Armação dos Búzios, ao Norte pelo Distrito de Barra de São João pertencente ao Município de Casimiro de Abreu, a oeste pelos municípios de São Pedro da Aldeia e Araruama. A principal via de acesso é Rodovia Amaral Peixoto que corta praticamente todo o Distrito (Figura 1).

O Sistema Hidrogeológico corresponde a extensos cordões litorâneos de idade holocênica (Reis, 1998) que constituem verdadeiros aquíferos sedimentares e segura fonte hídrica na região. A área igualmente apresenta remanescentes de Mata Atlântica representados pelo instituído Parque Municipal do Mico Leão Dourado ao Norte de Tamoios, na parte central pelo Parque Estadual da Preguiça e ao Sul pela Reserva da Marinha. Igualmente a parte norte-central de Tamoios apresenta uma concentração de lagoas artificiais originadas pela extração de areia que ocorreu na região nas décadas de 80 e 90 (Galiotto, 2008).

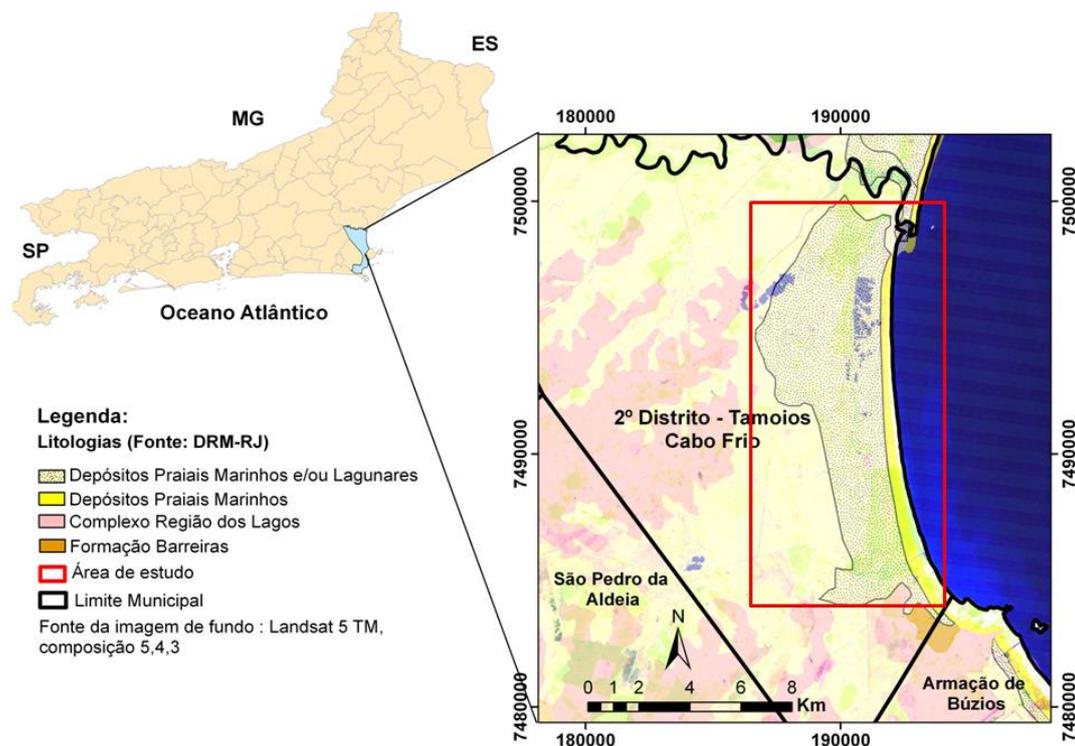


Figura 1. Localização da Área de Estudo – Distrito de Tamoios – Cabo Frio/RJ.

A área de estudo ao Norte é drenada pelo Rio São João, que desemboca no mar, e faz Divisa com Barra de São João e ao sul, pelo Rio Una, que desemboca na Praia Rasa, Búzios. Na porção central da área de estudo se insere o córrego Gargoá, afluente do Rio São João, que

séculos atrás servia de rota para navegação indígena cortando longitudinalmente o Parque da Preguiça (Galiotto, 2008).

Obtenção de parâmetros físico-químicos

A metodologia da presente pesquisa consistiu em duas fases distintas (Figura 2), uma caracterizada pela coleta de dados físico-químicos *in situ*, através de trabalho de campo de cadastro e medição de poços de água subterrânea, e a segunda pela pesquisa bibliográfica e confecção do mapeamento das classes de uso e cobertura do solo em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). Posteriormente à execução dessas duas fases foi possível correlacionar as classes de uso e cobertura do solo com os parâmetros físicos químicos obter de forma qualitativa relação existente entre esses dados. As fases realizadas são descritas a seguir, onde cada etapa metodológica pode ser visualizada no fluxograma de atividades demonstrado na Figura 2.

Trabalhos de campo ocorreram no período de 9 a 13 de agosto de 2010 e tiveram dois objetivos principais: a) Cadastro de poços e b) Medição de parâmetros físico-químicos *in situ*: pH, CE (Condutividade Elétrica), T (Temperatura) e STD (Sólidos Totais Dissolvidos).

Foram cadastrados 37 poços distribuídos por toda a Região Costeira de Tamoios, com a finalidade de se obter uma abrangência dos dados e garantir sua representatividade. Os poços cadastrados são particulares e para a realização do cadastro foi necessário utilizar os equipamentos listados a seguir:

- GPS (Sistema de Posicionamento Global) - Modelo *Garmin eTrex*, para a determinação das coordenadas geográficas dos poços cadastrados e dos pontos de controle;

- Medidor portátil de parâmetros físico-químicos *in situ*, CE (condutividade elétrica), TSD (sólidos totais dissolvidos), pH (potencial hidrogeniônico) e T (temperatura) da marca Hanna Instruments modelo HI98130;

Os pontos cadastrados no GPS foram georreferenciados em coordenadas UTM WGS 84 Fuso 23S e foram descarregados no *software GPS Trackmaker*.

A etapa seguinte desta fase consistiu no armazenamento dos dados em um banco de dados georreferenciados (BDG) para espacialização e tratamento dos dados. Os dados obtidos *in situ* foram espacializados em ambiente de SIG, com a utilização do *software ArcGIS 10* da *ESRI*. Foram confeccionados mapas de isovalores para CE, pH, temperatura e TDS a partir do uso da ferramenta *Spatial Analyst* com o emprego de método de interpolação disponível na mesma (*Inverse Distance Weighted*). Dos 37 pontos mapeados, somente 30 poços puderam ser usados para a espacialização devido ao fato de alguns não terem sido amostrados, já que alguns poços estavam lacrados e outros continham pastilha de cloro, fato este que poderia alterar os resultados finais, prejudicando a interpretação.

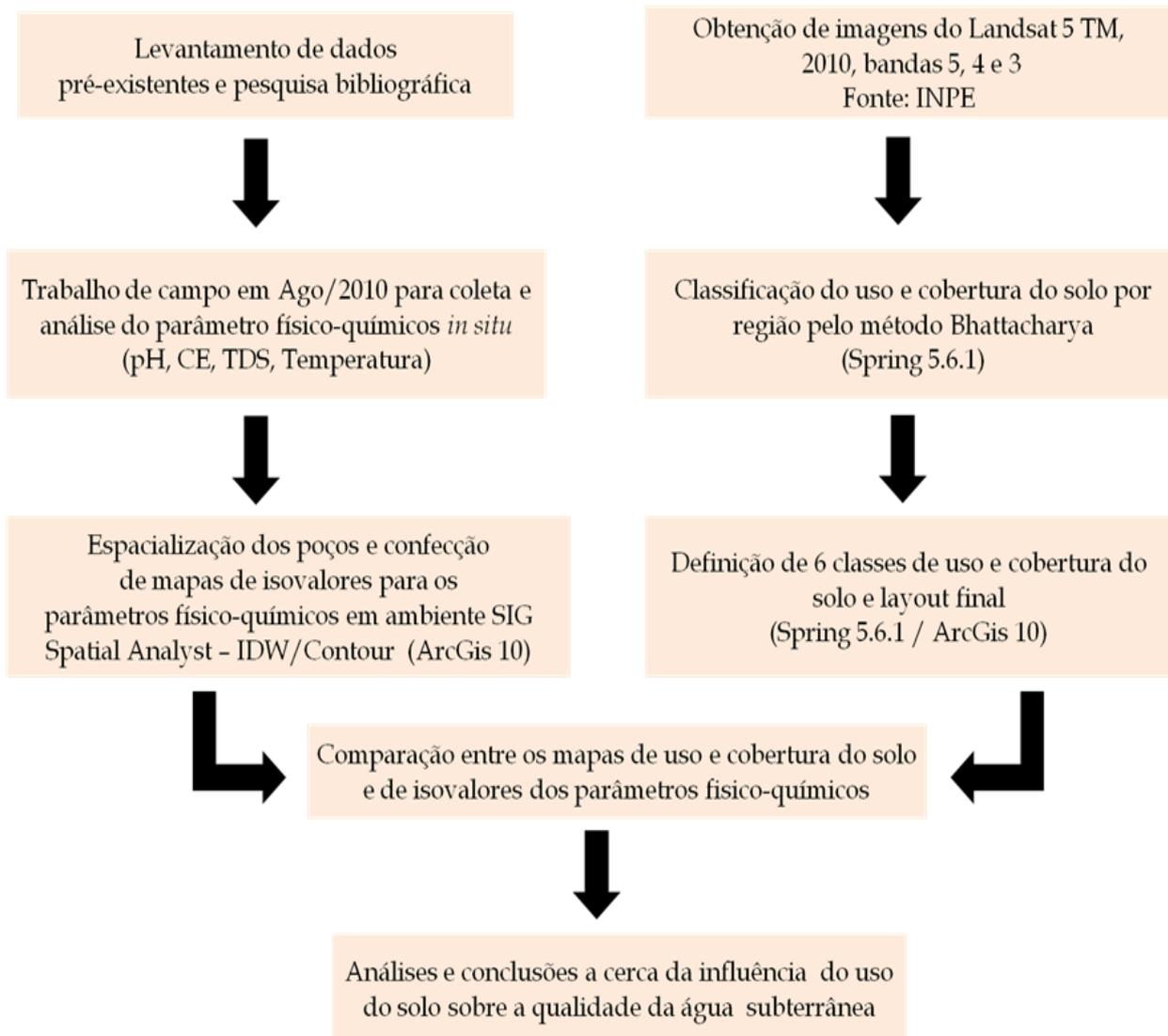


Figura 2. Fluxograma exemplificando a metodologia empregada.

Confecção do Mapeamento de Uso e Cobertura do solo

Esta fase foi iniciada através de uma pesquisa bibliográfica dos dados disponíveis da área de estudo e com a obtenção das imagens de satélite, com 0% de cobertura por nuvem para toda área de Tamoios. Foi obtida a cena do sensor *TM* do satélite *Landsat-5*, do ano de 2010, no sítio eletrônico do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Para alcançar o objetivo foram escolhidas as bandas 3, 4 e 5 do sensor *TM* para a devida confecção do mapa de uso e cobertura. As características gerais das imagens *TM* do *Landsat-5* (pixel de 30 metros) são consideradas de resolução média e o mapeamento final de uso e cobertura do solo está compatível com a escala 1:150.000. Para a confecção do mapa foi definida a projeção planimétrica *Universal Transverse Mercator (UTM)*, sob o datum *World Geodetic System (WGS) – 1984*.

A imagem da área obtida foi processada no *software* Spring 5.1.6 do INPE utilizando a ferramenta “*isoseg*” onde foi segmentada em unidades homogêneas, levando em conta características, como: níveis de cinza dos *pixels*, textura e contraste que, em geral, correspondem às áreas de interesse da aplicação e que posteriormente servirão para auxiliar na identificação das classes. O procedimento de segmentação escolhido foi por crescimento de regiões, disponível no *software*, com similaridade = 15 e área mínima (ou limiar) = 20. Neste método o

algoritmo extrai as informações estatísticas de média e variância de cada região, tendo como base as bandas indicadas no arquivo de contexto definido (Câmara, 1996).

Posteriormente à etapa de segmentação iniciou-se a etapa de classificação supervisionada a partir da imagem segmentada, utilizando amostras das classes identificadas. As classes identificadas de uso e cobertura do solo foram: agricultura, espelho d'água, solo exposto, vegetação, área urbana e área urbana pouco densa. A classificação utilizou o método *Bhattacharya Distance*, com limiar de aceitação de 99,9 %. Como produto final da classificação foi confeccionado o mapa temático de uso e cobertura do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado do trabalho de campo realizado em agosto de 2010, tem-se os mapeamentos de isovalores dos parâmetros físico-químicos representados na Figura 3 e o mapa temático de uso e cobertura do solo representado na Figura 4.

Pode-se observar através da análise dos mapas de isovalores que os maiores valores de CE estão localizados na parte central do aquífero costeiro, em detrimento das regiões limítrofes com o Rio São João e Rio Una. Este fato pode ser explicado pela salinização das águas na região próxima aos lagos artificiais como pode ser observado na Figura 4.

A espacialização dos parâmetros físico-químicos pH, CE e TDS apresentam de certa forma uma mesma tendência de variação. Os valores de pH mais baixos, inseridos na Região do parque do Mico leão Dourado, indicado como classe de vegetação no mapeamento de uso, podem ser explicados pela maior ocorrência de matéria orgânica presente na água subterrânea onde a decomposição da mesma gera ácidos flúvicos e úmidos que reduzem o pH. No geral as águas subterrâneas apresentam os valores de pH entre 5,5 e 8,5 (Santos, 2000), sendo assim a área de estudo está dentro do padrão, apresentando variações de pH 6 a 8.

Igualmente pode-se afirmar, com base no estudo, que as águas subterrâneas para região de Tamoios, principalmente as próximas das regiões dos lagos artificiais e inseridas na classe urbana de uso, apresentam sua qualidade comprometida, determinada principalmente pelas altas taxas de CE, indicando avanço da cunha salina neste trecho. Estão associadas às classes de área urbana densa e lagoas artificiais.

A recarga do Rio São João e Una confere a amenização desse quadro apresentando influência de águas continentais nas proximidades de suas margens que são contempladas pelas classes de vegetação (Mata Atlântica).

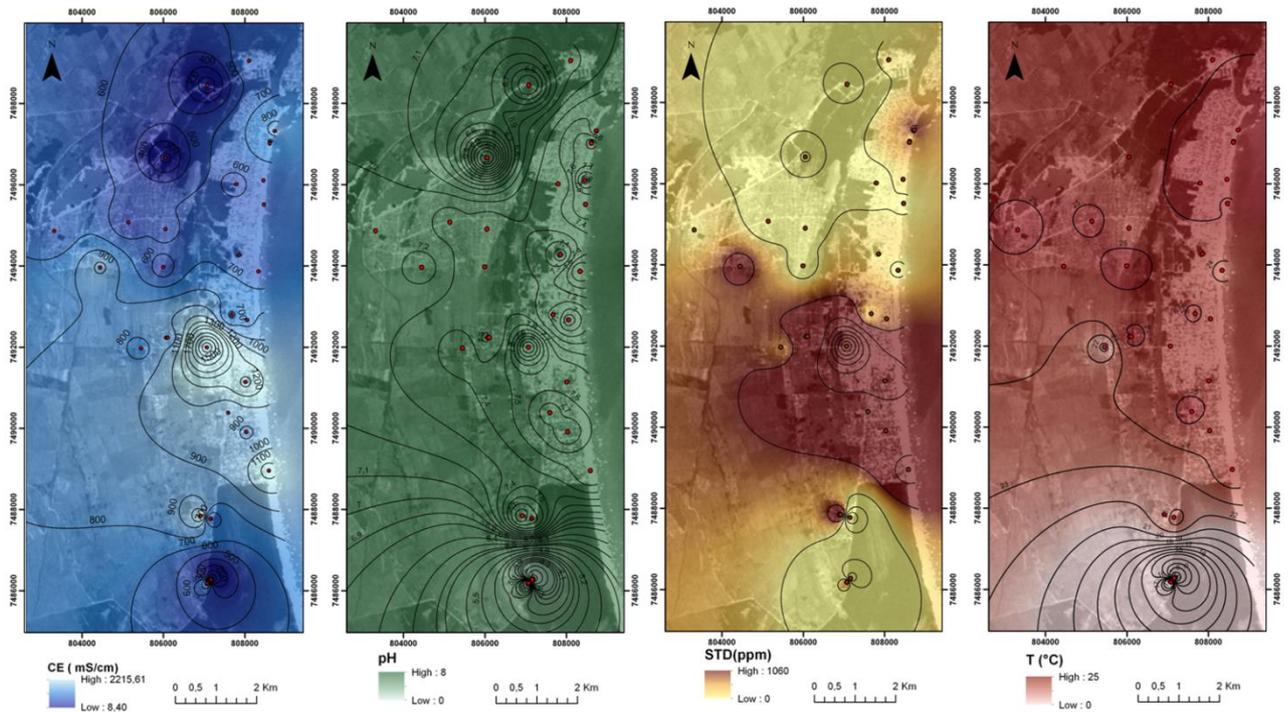


Figura 3. Mapas de Isovalores dos parâmetros físico-químicos da água subterrânea medidos *in situ*.

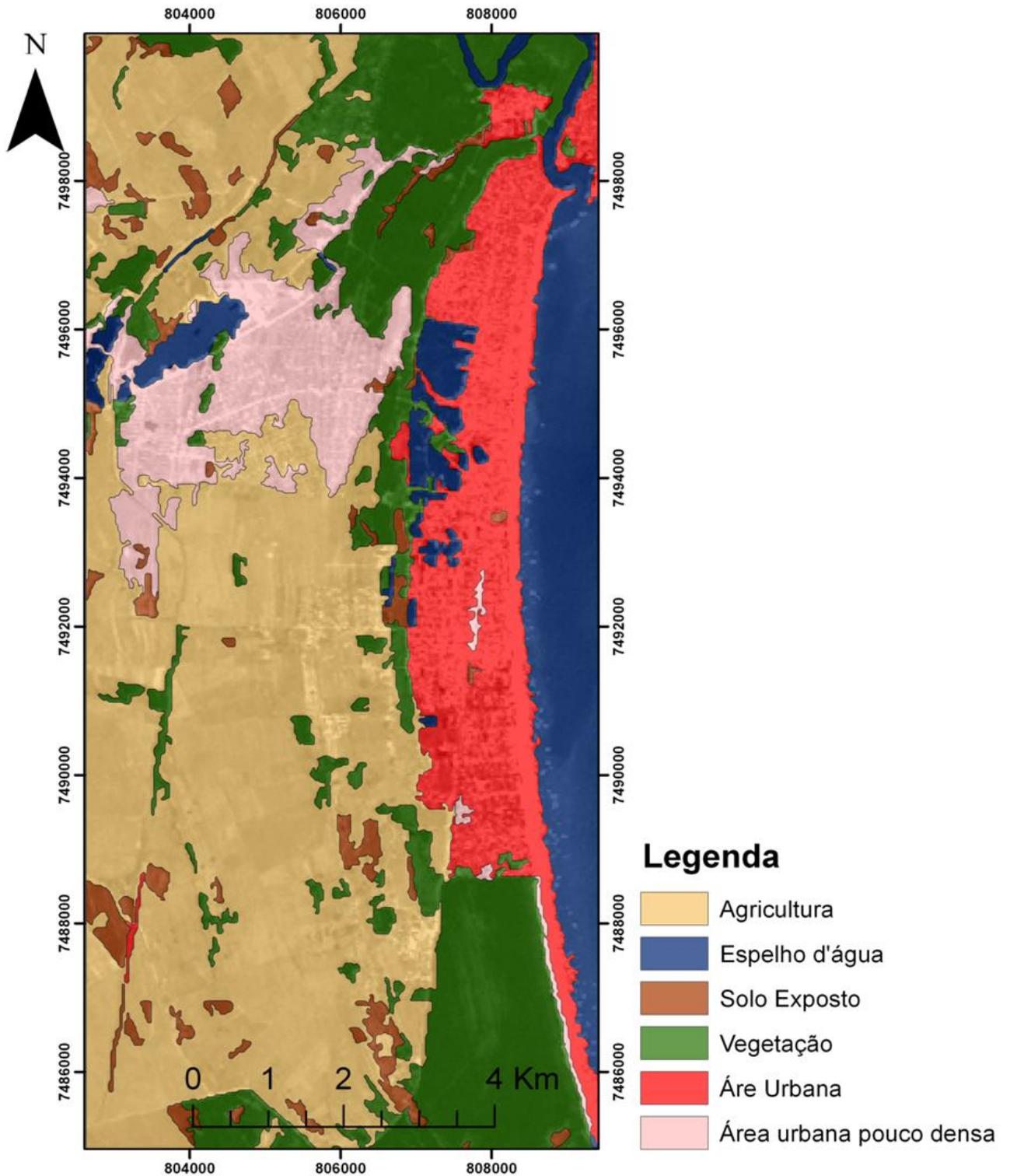


Figura 4. Mapa de Uso e Cobertura do Solo.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que a metodologia aplicada com a utilização de SIG para a espacialização dos dados de parâmetros físico-químicos se mostrou eficiente para a o entendimento da qualidade da água subterrânea.

Pode-se afirmar, com base no presente estudo, que as águas subterrâneas, para região de Tamoios, principalmente próximas às regiões dos lagos artificiais apresentam sua qualidade comprometida, determinada principalmente pelas altas taxas de CE, indicando avanço da cunha salina neste trecho coincidente com as classes de lagoas artificiais e área urbana muito densa.

A recarga do Rio São João e Una representa uma amenização desse quadro apresentando influência de águas continentais nas proximidades de suas margens, pois igualmente se acham preservadas pela cobertura vegetal demonstrado no mapa de uso.

Os dados indicam que a Região de Tamoios no que se refere à qualidade dos aquíferos costeiros apresenta grande vulnerabilidade à contaminação e risco à saúde dos usuários e este fato está diretamente ligado com o uso do solo. A pesquisa nesse setor ainda deve ser aprofundada a fim de promover uma avaliação mais precisa dos processos de contaminação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J.; MITISUO, F. 1996. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics*, 20: 395-403.
- FLORENZANO, T.G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- GALIOTTO, E. Natureza Intacta & Agredida: 30 anos de luta ambiental. RJ. 2008.
- LOPES, F.W.A.; PEREIRA, J.A.A.; CARVALHO, L.M.T. Avaliação da influência de áreas de solo exposto sobre a qualidade das águas do Ribeirão de Carrancas-MG. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 3421-3428. CD-ROM.
- NERES, A.O.; LIMA, L.A.; CARDOZO, C.L.; ALVES, L.F.; MENEZES, J.; Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na caracterização hidrogeoquímica de aquíferos costeiros – Estudo de caso: Distrito de Tamoios, Cabo Frio (RJ). In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011 p. 3764-3771. DVD.
- REIS, A.P. Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Folhas: Morro De São João e Barra De São João. Escala: 1:50.000. Niterói: DRM, 1998.
- SANTOS, A.C. Noções de Hidroquímica. In: Feitosa, F.A.C.; Filho, J.M. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM, 2000, p. 81-102.