

**ZONEAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOÃO – MG
QUANTO À DEMANDA HÍDRICA**

Ana Paula Rodrigues¹; Eduardo Goulart Collares²; Ana Carina Zanollo Biazotti Collares³.

Resumo

Este artigo envolve parte dos estudos realizados na Bacia Hidrográfica do Rio São João – MG que objetiva, em uma análise final, determinar o potencial ao estresse hídrico de suas sub-bacias hidrográficas. Os pontos específicos aqui abordados envolvem a análise do potencial à degradação dos recursos hídricos e a demanda hídrica. A sistemática de trabalho compõe-se das seguintes etapas: levantamento e análise dos usuários de recursos hídricos; sensoriamento remoto para levantamentos das atividades modificadoras; produção de documentos cartográficos. Com relação ao Potencial de Degradação dos Recursos Hídricos, as sub-bacias classificadas com o maior potencial foram as do Ribeirão São Pedro, Rio das Palmeiras e Córrego da Prata. Com relação à Demanda Hídrica foram as sub-bacias do Alto e Baixo Santana e os fatores determinantes, além do alto número de captações, foram pecuária intensiva e índices elevados de solo exposto.

Palavras-Chave – Gestão dos recursos hídricos; Cartografia Geotécnica e Geoambiental; Geoprocessamento.

Abstract –

This paper involves part of the studies carried out in the watershed of the Rio São João - MG, which aims to determine the potential to the water stress of its sub - basins. The specific points discussed here involve analyzing the potential for water resource degradation and water demand. The methodology consists of the following steps: survey and analysis of the users of water resources; remote sensing for surveys of modifying activities; production of cartographic documents. Regarding the Potential for Degradation of Water Resources, the sub-basins with the highest potential were those of Ribeirão São Pedro, Rio das Palmeiras and Córrego da Prata. Regarding the Water Demand were the sub-basins of Alto and Baixo Santana and the determining factors, besides the high number of water catchment, were intensive cattle raising and elevated levels of exposed soil.

Keywords – Management of water resources; Geotechnical and Geoenvironmental Cartography; Geoprocessing.

¹ Discente do curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG – Passos), email: ana_paula963@hotmail.com

² Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG – Passos), email: collaresambiental@hotmail.com

³ Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG – Passos), email: ana.collares@uemg.com

1. INTRODUÇÃO

Este artigo compreende parte dos estudos realizados em um projeto de iniciação científica que tem como tema o “Zoneamento da Bacia hidrográfica do Rio São João – MG quanto ao potencial ao estresse hídrico” e é parte integrante do Projeto Grande Minas - União pelas Águas, que realizou o “Zoneamento Ambiental das Sub-bacias Hidrográficas dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande” (COLLARES, 2013).

As atividades econômicas se desenvolvem com a presença de água, o que faz com que a água deixe de ser vista como recurso natural e passe à condição de mercadoria, sujeita à disponibilidade ou escassez (LUNA, 2007). Contudo, mesmo sendo clara a real importância da água em todas as atividades humanas, o uso dos recursos hídricos está sendo feito de forma descontrolada pelos diferentes setores. A escassez é algo visível e que tende a aumentar devido às ações antrópicas (SANTIN; GOELLNER, 2013).

Diante da ameaça de escassez, a preocupação com os recursos hídricos tem aumentado nos últimos anos, motivando um controle mais rígido no âmbito do planejamento e gestão. O planejamento dos recursos hídricos tem como objetivo avaliar as demandas e a disponibilidade, de forma a obter benefícios econômicos e sociais, amenizando a degradação ambiental. Segundo Napoleão e Mattos (2011), quando se realiza o planejamento ambiental em uma bacia hidrográfica é possível propor soluções para os principais problemas, dentre eles, o uso inadequado do solo e a escassez da água. Deve ser realizado em longo prazo, evitando as consequências que podem ser irreversíveis, considerando os usos múltiplos da água (SETTI et.al., 2001).

A demanda por recursos hídricos para os mais variados usos deve ser monitorada e confrontada com a disponibilidade hídrica, bem como deve ser controlada adequadamente a qualidade das águas devolvidas aos mananciais por meio de lançamento de efluentes (SCHMITZ, 2014).

A bacia hidrográfica do Rio São João, por se tratar de uma bacia com diversidade de uso e ocupação, envolvendo de um lado diversidade agrícola e de outro uso urbano, inclusive com atividades industriais diversas, vem sofrendo com a degradação do seu recurso hídrico, tanto superficial, quanto subterrâneo. Além disso, a bacia possui aspectos do meio físico diversos como, por exemplo, a ocorrência de duas províncias geológicas bem distintas: ao sul depósitos vulcânicos e sedimentares da Bacia do Paraná, de idade mesozóica, e ao norte rochas cristalinas metamorfizadas do Proterozoico. Essa diversidade geológica confere à bacia hidrográfica graus de vulnerabilidade distintos quanto aos seus mananciais.

Diante da conjuntura apresentada, busca-se, com este trabalho, dar uma contribuição para a gestão dos recursos hídricos nesta bacia hidrográfica e para dar esta contribuição recorre-se ao recém-lançado zoneamento ambiental do Médio Rio Grande, que foi realizado pelo Projeto Grande Minas (Collares, 2013). Além de uma profunda análise dos dados levantados neste projeto e de adequá-los aos propósitos da pesquisa, buscaram-se dados novos, necessários para as análises e avaliações aqui apresentadas. O objetivo principal foi elaborar e disponibilizar instrumentos cartográficos para subsidiar a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio São João que, no âmbito deste artigo, envolveu a elaboração da Carta de Zoneamento das Sub-bacias Hidrográficas do Rio São João quanto à Demanda Hídrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área estudada

A área de estudo deste trabalho, denominada como Bacia Hidrográfica do Rio São João, está inserida na área de abrangência do Comitê das Sub-bacias Hidrográficas dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande (CBH-GD7). O CHB-GD7 é uma das 14 unidades de planejamento

e gestão dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande que, em âmbito nacional, tem cerca de 145.000 km² de área de drenagem, envolvendo partes do estado de Minas Gerais e São Paulo.

A bacia hidrográfica do Rio São João possui uma área de 2.417,7 km² e, para fins deste trabalho foi subdividida em 11 sub-bacias, denominadas da seguinte forma: Bacia do Alto São João, Bacias do Médio São João, Bacias do Baixo São João, Bacia do Ribeirão São João, Bacia do Ribeirão Tabuão, Bacia do Riacho Fundo, Bacia do Ribeirão São Pedro, Bacia do Alto Santana, Bacias do Baixo Santana, Bacia do Rio das Palmeiras, Bacia do Córrego da Prata (Figura 1).

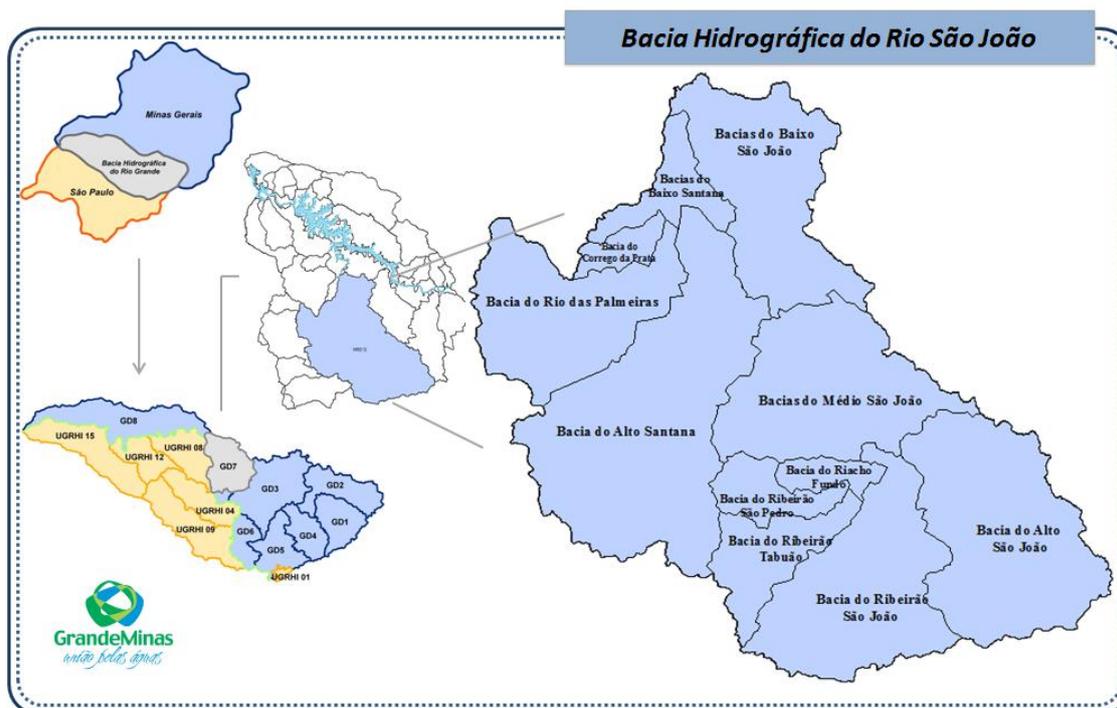


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio São João.

3. METODOLOGIA

A caracterização da demanda hídrica da bacia do Rio São João envolveu as seguintes etapas: levantamento e análise dos usuários de recursos hídricos; sensoriamento remoto para levantamentos das atividades modificadoras; produção de documentos cartográficos.

O levantamento dos usuários de recursos hídricos foi realizado com base nos dados disponibilizados pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), atualizados até o ano de 2016. Os dados referem-se ao cadastro de outorgas superficiais e subterrâneas e usos insignificantes. Os dados levantados foram estruturados em planilhas e agrupados nos seguintes tipos: captações superficiais; barramentos; poços tubulares; captação em surgência; poço manual. Foram considerados, também, captações não regularizadas no IGAM, que foram disponibilizadas pelo Projeto Grande Minas (COLLARES, 2013).

Os pontos de captação, identificados por suas coordenadas geográficas, compuseram uma tabela de atributos do software ArcGIS® 10.5.1, o que permitiu a sua espacialização em mapas. Com isso, foi definido o número de captações superficiais e subterrâneas por meio de outorga ou uso insignificante, além das captações não regularizadas, de cada bacia do Rio São João.

Foram considerados no estudo, também, outros fatores que contribuem para alterações nos recursos hídricos da bacia do Rio São João, tais como: número de edificações rurais; barramentos; galpões para acolhimento e tratamento de animais; solo exposto; disposição de

resíduos sólidos, e área urbana. Este levantamento foi realizado por meio de sensoriamento remoto, com o uso de imagens de satélite recentes da área de estudo. As imagens escolhidas foram do aplicativo *Google Earth Pro*, datadas de 2017. Para fins de equalização e análise por bacias, os dados pontuais foram transpostos em índices, dividindo-se o número total de pontos pela área da bacia. Estes dados foram tabulados e estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Tabela de classificação da demanda hídrica das bacias hidrográficas do Rio São João.

Macrobacia	Bacia do Alto São João	Bacias do Médio São João	Bacias do Baixo São João	Bacia do Ribeirão São João	Bacia do Ribeirão Tabuaó	Bacia do Riacho Fundo	Bacia do Ribeirão São Pedro	Bacia do Alto Santana	Bacias do Baixo Santana	Bacia do Rio das Palmeiras	Bacia do Córrego da Prata
Área (Km ²)	375,26	313,74	291,34	313	109,47	35,74	63,5	542,75	73,88	264,37	34,69
Nº Barramentos/ Área (n/km ²)	0,62	0,58	0,39	0,81	0,48	0,36	0,57	0,53	0,93	0,35	0,95
Nº Total Significantes/ Área (n/km ²)	0,040	0,035	0,093	0,010	0,027	0,056	0,047	0,140	0,122	0,061	0,029
Nº Significantes Superficiais / Área(n/km ²)	0,005	0,025	0,051	0,010	0,000	0,028	0,000	0,050	0,081	0,034	0,000
Nº Significantes Subterrâneos / Área (n/km ²)	0,035	0,010	0,041	0,000	0,027	0,028	0,047	0,090	0,041	0,026	0,029
Nº Total Insignificantes/ Área (n/km ²)	0,165	0,118	0,106	0,262	0,091	0,112	0,000	0,321	0,284	0,231	0,231
Nº Insignificantes Superficiais / Área (n/km ²)	0,056	0,025	0,045	0,054	0,064	0,112	0,000	0,138	0,041	0,106	0,029
Nº Insignificantes Subterrâneos / Área (n/km ²)	0,109	0,092	0,062	0,208	0,027	0,000	0,000	0,182	0,244	0,125	0,202
Classificação Final da Demanda Hídrica	Baixa	Baixa	Média	Média	Baixa	Média	Média	Alta	Alta	Média	Média

* Células cinzas representam os maiores valores de cada atributo. As células verdes, amarelas e vermelhas representam a classificação final de cada bacia, respectivamente, Baixa, Média e Alta demanda Hídrica.

No estudo utilizou, também, dados do Projeto Grande Minas (Collares, 2013), no que se refere às atividades modificadoras do meio físico. Realizou-se um levantamento do número de indústrias, dentre elas, alimentícias, metalúrgicas, químicas e outras, além do número de postos de combustível, minerações e áreas de empréstimo e pontos de descarga de esgoto municipal. Da mesma forma explicitada no item anterior, os dados pontuais foram transpostos em índices, dividindo-se o número total de pontos pela área da bacia. Todos os dados foram tabulados e estão representados nos seguintes gráficos: edificações rurais (Figura 2a), galpões (Figura 2b), barramentos (Figura 2c), área urbana (Figura 2d) solo exposto de pequeno porte (Figura 2e), solo exposto de grande porte (Figura 2f), disposição dos resíduos (Figura 2g), lançamento de efluentes (Figura 2h) e indústrias e minerações (Figura 2i).

Os dados foram processados no SIG ArcGIS® 10.5.1, onde realizou-se a composição de documentos cartográficos do Banco de Dados do Rio São João com os novos documentos cartográficos produzidos. Os barramentos e os dados de captação hídrica foram utilizados na avaliação da demanda hídrica. Os dados referentes a galpões, edificações rurais, atividades modificadoras, solo exposto de pequeno e grande porte, disposição de resíduos, lançamento de efluentes e área urbanizada, foram utilizados na avaliação do nível de degradação ambiental das bacias hidrográficas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3 apresenta em mapas a espacialização dos pontos referentes ao uso dos recursos hídricos: Mapa de Usos Significantes; Mapa Usos Significantes Superficiais; Mapa de Usos Significantes Subterrâneos; Mapa Usos Insignificantes; Mapa de Usos Insignificantes Superficiais; Mapa de Usos Insignificantes Subterrâneos.

Em relação aos Usos Significantes, as bacias com índices mais elevados foram: Alto Santana, com 0,140 pontos de usos significantes por km² e Baixo São João, com 0,093 pontos de usos significantes por km². A bacia com menor índice foi a do Ribeirão Tabuaó com 0,027 pontos de usos significantes por km².

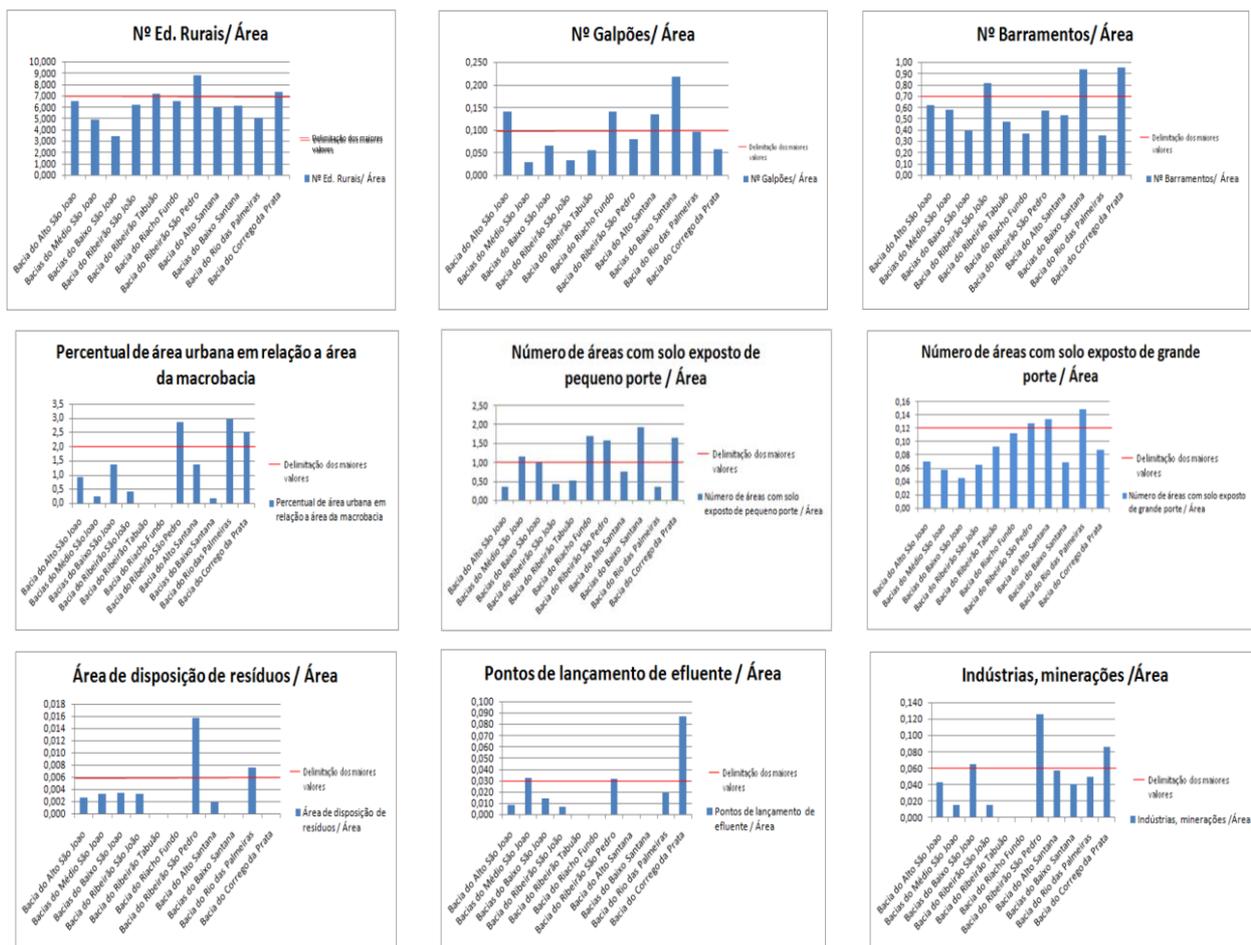


Figura 2: (a) Edificações rurais; (b) galpões; (c) barramentos; (d) área urbana; (e) solo exposto de pequeno porte; (f) solo exposto de grande porte; (g) disposição dos resíduos; (h) lançamento de efluentes e (i) indústrias, minerações.

Em relação aos Usos Significantes Superficiais, as três bacias com índices mais elevados foram: Baixo Santana, com 0,081 pontos de usos significantes superficiais por km^2 , Baixo São João, com 0,051 pontos de usos significantes superficiais por km^2 e Alto Santana com 0,050 pontos de usos significantes superficiais por km^2 .

Com referência aos Usos Significantes Subterrâneos as bacias com índices mais elevados foram: Alto Santana, com 0,090 pontos de usos significantes subterrâneos por km^2 e Ribeirão São Pedro com 0,047 pontos de usos significantes subterrâneos por km^2 .

Quanto aos Usos Insignificantes, as bacias com índices mais elevados foram: Alto Santana, com 0,321 pontos de usos insignificantes por km^2 , Baixo Santana 0,284 pontos de usos insignificantes por km^2 e Ribeirão São João, com 0,262 pontos de usos insignificantes por km^2 .

Em relação aos Usos Insignificantes Superficiais as bacia do Alto Santana, Riacho Fundo e Rio das Palmeiras se destacam com maiores índices de pontos de usos insignificantes superficiais. Baixo Santana, Ribeirão São João e Córrego da Prata, com as maiores quantidades de pontos de usos insignificantes subterrâneos por km^2 .

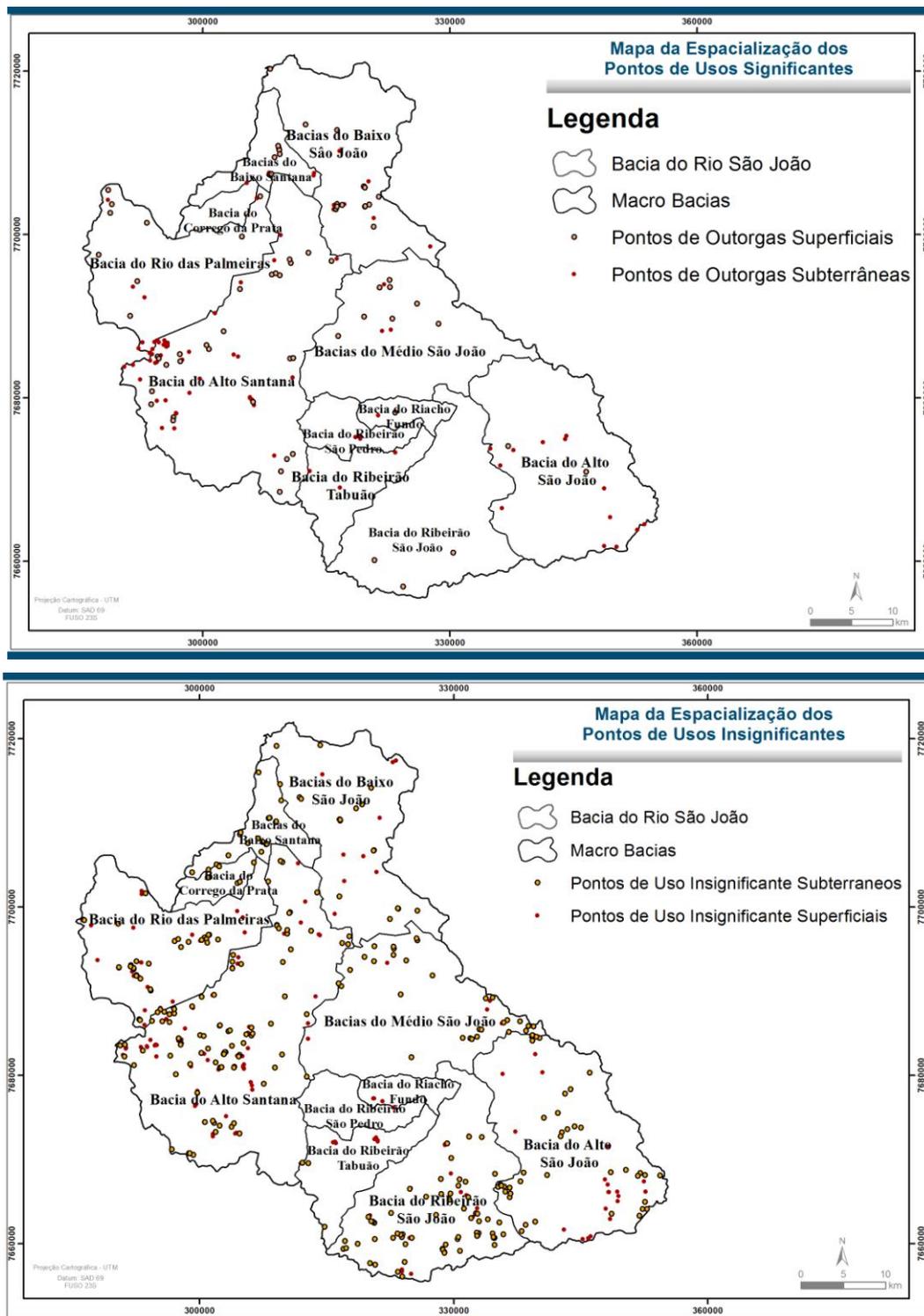


Figura 3: (a) Mapa de Usos Significantes; (b) Mapa de Usos Insignificantes.

Com base nos dados referentes à edificações rurais, galpões, barramentos, indústrias e minerações gerou-se o Mapa de Atividades Modificadoras do Meio Ambiente (Figura 4a). Foram, também, produzidos os mapas de área urbanizada (Figura 4b), solo exposto (Figura 4c), disposição dos resíduos (Figura 4d) e lançamento de efluentes (Figura 4e).

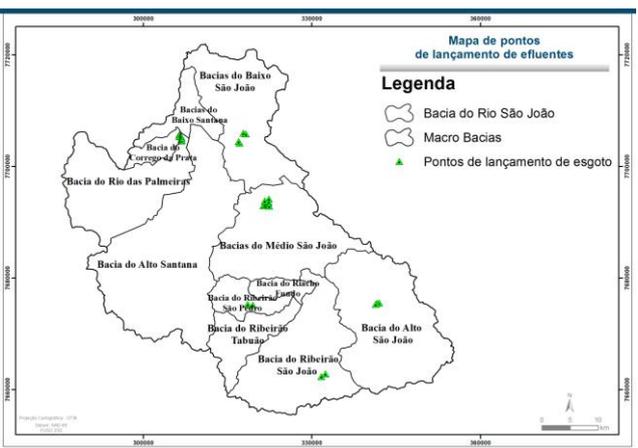
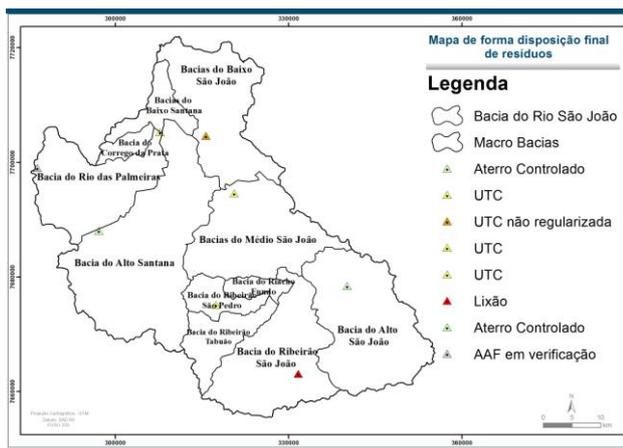
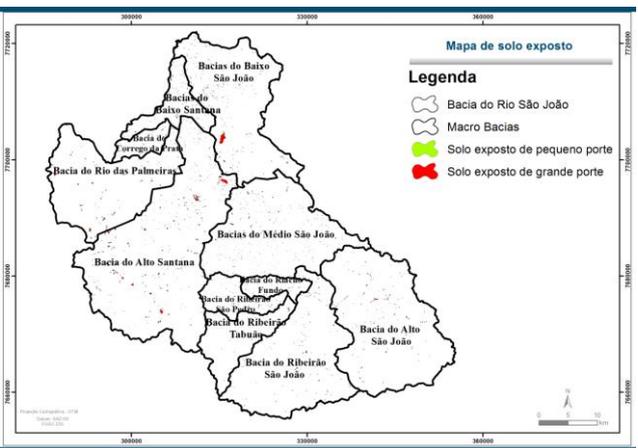
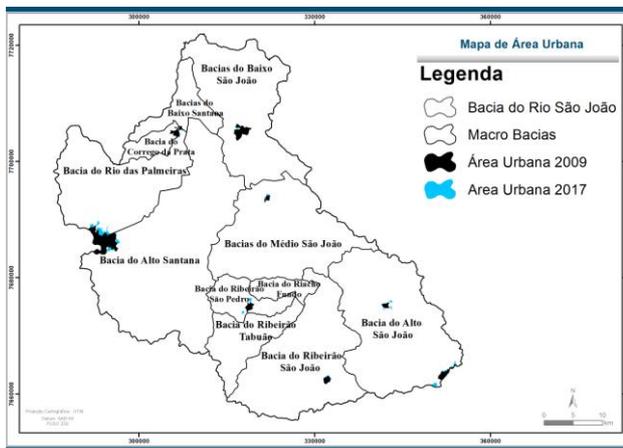
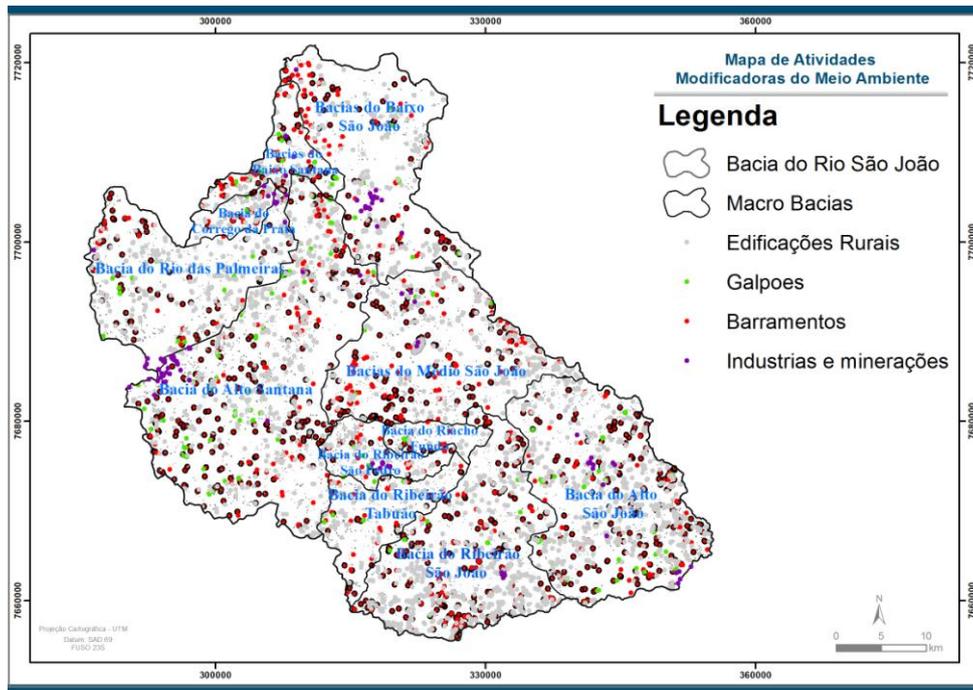


Figura 4: (a) Mapa de Atividades Modificadoras do Meio Ambiente; (b) Mapa de Áreas Urbanizadas; (c) Mapa de Solo Exposto; (d) Mapa de Forma de Disposição Final de Resíduos; (e) Mapa de Pontos de Lançamento de Efluentes.

A análise conjunta destes dados por bacias mostra que os barramentos e edificações rurais se destacaram com os maiores índices por área total na bacia do Rio São João, com de 5,671 e 0,56 unidades por km², respectivamente.

Em relação ao Mapa de Solo exposto as bacias do Baixo Santana e Riacho Fundo se destacam com as maiores áreas de solo exposto de pequeno porte por km², e as que se

destacam com menos áreas de solo exposto de pequeno porte são as bacias do Alto Santana e Rio das Palmeiras. Com relação às áreas com solo exposto de grande porte a bacia com maior quantidade de áreas é a do Rio das Palmeiras e com menor quantidade a do Riacho Fundo.

Com relação ao mapa com as áreas de Disposição de Resíduos as bacias com maiores índices são Ribeirão São Pedro e a Rio das Palmeiras. Com relação aos pontos de Lançamento de Efluentes as bacias do Norte e Centro Leste da área se destacam com a maior quantidade de pontos de lançamento de efluentes. Todos os índices estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição das atividades antrópicas na bacia do Rio São João (Número/km²).

Macrobacia	Bacia do Alto São João	Bacias do Médio São João	Bacias do Baixo São João	Bacia do Ribeirão São João	Bacia do Ribeirão Tabuaó	Bacia do Riacho Fundo	Bacia do Ribeirão São Pedro	Bacia do Alto Santana	Bacias do Baixo Santana	Bacia do Rio das Palmeiras	Bacia do Córrego da Prata
Área (Km ²)	375,26	313,74	291,34	313	109,47	35,74	63,5	542,75	73,88	264,37	34,69
Nº Ed Rurais/ Área (n/km ²)	6,53	4,86	3,40	6,19	7,15	6,52	8,79	5,90	6,08	5,03	7,35
Nº Galpões/ Área (n/km ²)	0,14	0,03	0,07	0,03	0,05	0,14	0,08	0,13	0,22	0,09	0,06
Solo exposto de pequeno porte/ Área (n/km ²)	0,35	1,14	0,97	0,41	0,51	1,68	1,56	0,74	1,91	0,35	1,64
Solo exposto de grande porte/ Área (n/km ²)	0,07	0,06	0,04	0,06	0,09	0,11	0,13	0,13	0,07	0,15	0,09
Disposição de resíduos/ área (n/km ²)	0,0027	0,0032	0,0034	0,0032	0,0000	0,0000	0,0157	0,0018	0,0000	0,0076	0,0000
Lançamento de efluente/ área (n/km ²)	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,09
Atividade de indústrias e minerações/ área (n/km ²)	0,04	0,02	0,07	0,02	0,00	0,00	0,13	0,06	0,04	0,05	0,09
Área urbana/ área (%)	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,03	0,03
Hierarquização quanto ao potencial de degradação	4	5	2	1	3	6	11	8	7	9	10
Classificação Final quanto ao potencial de degradação	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Médio	Médio	Alto	Alto

* As células em cinza representam os maiores valores de cada atributo.

A Figura 5 apresenta a carta que classifica as bacias do Rio São João quanto ao Potencial de Degradação dos Recursos Hídricos. Verifica-se que as bacias que possuem maior potencial de degradação são: Ribeirão São Pedro, Rio das Palmeiras e Córrego da Prata. E as que se destacam por possuir baixo potencial de degradação são as bacias do Baixo São João, Ribeirão Tabuaó e Baixo São João.

A Figura 6 apresenta a carta que classifica as bacias do Rio São João quanto à Demanda Hídrica. Verifica-se que as bacias com maior demanda hídrica, seja por apresentarem número elevado de captações, algum potencial de degradação ou elevados índices de edificações, barramentos e pontos de lançamento de efluentes são as do Alto e Baixo Santana. Além do alto número de captações, os dados que mais contribuíram para esta classificação foram: altos índices de galpões por área km², o que indica ocorrência de pecuária intensiva e índices elevados de solo exposto de pequeno e grande porte, que favorece o carreamento de sedimentos para os cursos d'água e a erosão do solo.

A bacia do Médio São João apresentou baixa demanda hídrica por possuir baixos índices de edificações, galpões, atividades minerárias e indústrias por área, além de índices baixo de solo exposto. A bacia do Alto São João apresentou baixos índices de edificações, disposição de resíduos e solos exposto, obtendo, também, a classificação de baixa demanda hídrica. A bacia do Ribeirão Tabuaó apresentou, também, demanda baixa por apresentar baixos índices em quase todos os quesitos. As bacias classificadas com Média Demanda Hídrica foram as bacias Baixo São João, Ribeirão São João, Riacho Fundo, Ribeirão São Pedro, Rio das Palmeiras e Córrego da Prata.

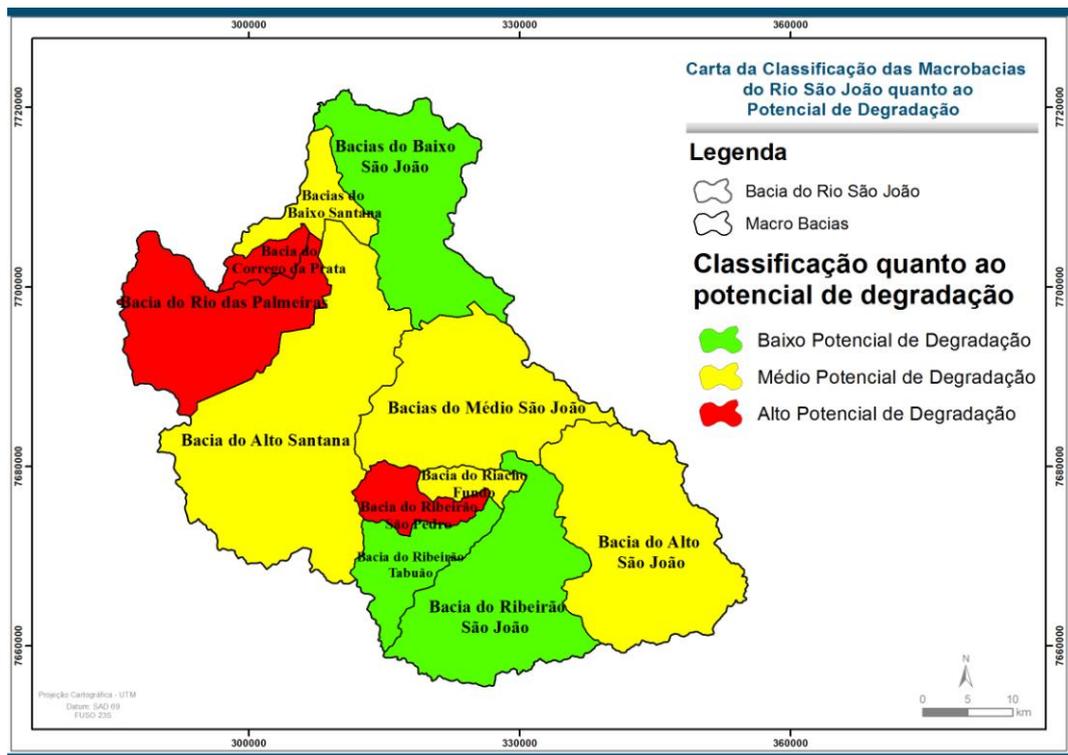


Figura 5: Carta da Classificação das bacias do Rio São João quanto ao Potencial de Degradação dos Recursos Hídricos.

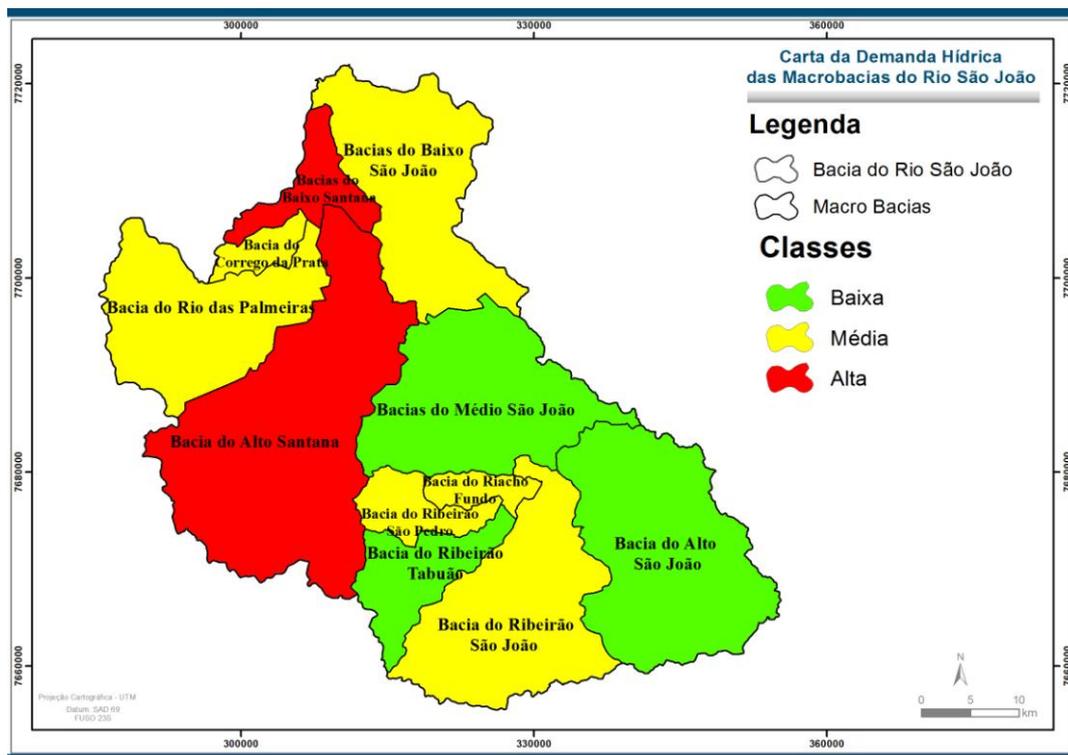


Figura 6: Carta da Demanda Hídrica das bacias do Rio São João.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cartas de Demanda Hídrica e de Potencial de Degradação dos Recursos Hídricos, que constituem os principais produtos cartográficos apresentados neste artigo, em associação com a

Carta de Disponibilidade Hídrica, apresentada em outro artigo, deverão compor o estudo final da bacia hidrográfica do Rio São João quanto ao Potencial ao Estresse Hídrico.

No âmbito do Potencial de Degradação dos Recursos Hídricos, as bacias classificadas com o maior potencial foram as do Ribeirão São Pedro, Rio das Palmeiras e Córrego da Prata, com destaque para a bacia do Ribeirão São Pedro que apresentou índices elevados na maioria dos atributos avaliados.

Quanto à Demanda Hídrica, as regiões mais comprometedoras são as do Alto e Baixo Santana e os fatores determinantes foram a ocorrência de pecuária intensiva e índices elevados de solo exposto de pequeno e grande porte, além do grande número de captações superficiais e subterrâneas. Estas são as bacias que demandam de um controle mais efetivo pelos gestores públicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Apoio à Pesquisa (PAPq) da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG pelo fomento à pesquisa e pela bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

COLLARES, Eduardo Goulart (Coord.). Zoneamento Ambiental das sub-bacias hidrográficas dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande: Aspectos Metodológicos; Vol. 1. Passos, MG: Edifesp, 2013. 283 p.

LUNA, M. **Água: fonte de vida (e de lucro)**. 2007. Disponível em: <http://www.multirio.rj.gov.br/sec21/chave_artigo.asp?cod_artigo=969>. Acesso em: 05 abril 2018.

NAPOLEÃO, Ricardo Pacheco; MATTOS, Juércio Tavares de. **O uso de geotecnologias como subsídio à gestão dos recursos hídricos: o zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Capivari (SP)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15., 2011, Curitiba. Anais... . Curitiba: Inpe, 2011. p. 4744 - 4751.

SANTIN, Janaína Rigo; GOELLNER, Emanuelle. A Gestão dos Recursos Hídricos e a Cobrança pelo seu Uso. **Seqüência**, Florianópolis, v. 34, n. 67, p.199-221, dez. 2013.

SCHMITZ, Arno Paulo. **Economia Regional: Ensaio aplicados em economia dos recursos hídricos**. 2014. 164 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Econômico, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SETTI, Arnaldo Augusto; LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck; CHAVES, Adriana Goretti de Miranda; PEREIRA, Isabella de Castro. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. 185 p.