

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

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

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que envolveu a realização do zoneamento de uma bacia hidrográfica do estado de Minas Gerais - Brasil quanto à disponibilidade hídrica. A sistemática metodológica envolve a construção de uma base de dados digital georreferenciada contendo informações sobre os meios físico e socioeconômico e a análise da disponibilidade hídrica com base nos seguintes atributos: pluviosidade; evapotranspiração; cobertura florestal e as vazões de referência $Q_{7,10}$ e $Q_{7,10}$ específica. O produto final é a Carta de Disponibilidade Hídrica das sub-bacias do Rio São João - MG. As sub-bacias do Baixo e do Médio São João foram classificadas como de Alta Disponibilidade e as sub-bacias em estado mais crítico quanto à disponibilidade hídrica foram: Sub-bacia do Riacho Fundo; Sub-bacia do Alto São João; Sub-bacia do Ribeirão Tabuão e Sub-bacia do Córrego da Prata.

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

Abstract –

This paper presents the results of a research that involved the zoning of a hydrographic basin of the state of Minas Gerais - Brazil regarding water availability. The methodological systematics involves the construction of a georeferenced digital database containing information on the physical and socioeconomic means and the analysis of the water availability based on the following attributes: rainfall; evapotranspiration; forest cover; flows $Q_{7,10}$ and $Q_{7,10}$ specific. The final product is the Water Availability Chart of the sub-basins of the Rio São João - MG. The sub-basins of Baixo and Médio São João were classified as High Availability and the most critical sub-basins of water availability were: Riacho Fundo Sub-basin; Alto São João Subbasin; Sub-basin of Ribeirão Tabuão and Sub-basin of Córrego da Prata.

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.br

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta alguns resultados do Projeto de Pesquisa que tem como tema “Zoneamento da Bacia hidrográfica do Rio São João – MG quanto ao potencial ao estresse hídrico”. Projeto este que se insere no Projeto Grande Minas - União pelas Águas (Collares, 2013) que produziu um conjunto de dados dos meios físico, biótico e socioeconômico que estão disponibilizados em livros, artigos científicos e em formato digital. O projeto Grande Minas realizou o Zoneamento Ambiental das Sub-bacias Hidrográficas dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande, que está agora em sua última fase, de implementação dos resultados do zoneamento, que visa a aplicação direta dos produtos finais como uma contribuição no processo de gestão dos recursos hídricos das sub-bacias hidrográficas do Médio Rio Grande.

O recurso natural que mais sofre com a grande pressão do avanço populacional e econômico é a exploração ou uso dos recursos hídricos. Mesmo em regiões onde a disponibilidade hídrica sempre foi elevada, com o avanço dos usos econômicos e sociais do recurso, a água tem se tornado cada vez mais escassa. 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 (lançamento de efluentes) (SCHMITZ, 2014).

Atualmente, os recursos hídricos estão no centro dos temas ambientais mais discutidos em todas as áreas do conhecimento, essa preocupação se torna visível à medida que a população cresce e, junto com ela, o uso desse recurso finito (a água). Pode-se perceber que esse uso está sendo feito de forma descontrolada por todos os múltiplos setores da sociedade, como a indústria, a agricultura, o abastecimento, dentre outros. Considerando que os recursos hídricos acessíveis ao consumo humano direto consistem uma fração mínima do capital hidrológico, observa-se, ainda, que a água, em escala mundial, é um recurso natural que cada dia está mais escasso, levando em consideração o crescimento da população e das atividades econômicas (SANTIN; GOELLNER, 2013).

Essa crescente preocupação com os problemas relacionados com a degradação dos recursos naturais e, em especial, com a degradação dos recursos hídricos no Brasil, tem induzido as entidades governamentais que atuam na área de planejamento e gestão ambiental a agruparem esforços na elaboração de projetos voltados à redução e ao equacionamento dos problemas associados ao uso múltiplo do recurso água (NAPOLEÃO; MATTOS, 2011).

A necessidade de melhorar e adequar o sistema de gestão e o aproveitamento da água para enfrentar a crescente necessidade por seu uso múltiplo é um dos aspectos mais importantes que justificam a necessidade de reformas no que diz respeito à gestão de recursos hídricos, devido ao incremento da demanda pela água em grandes concentrações urbanas, na indústria, na agricultura - irrigação - e para geração de energia (MONTAÑO, 2002).

A bacia hidrográfica do Rio São João, que envolve oito municípios do sudoeste do estado de Minas Gerais, dentre eles o município de São Sebastião do Paraíso, diante das atuais alterações climáticas e intensas atividades antrópicas, começa a sentir alguns reflexos negativos em suas águas superficiais. Diante disso, torna-se eminente a necessidade de se buscar um processo eficiente de gestão dos recursos hídricos nesta bacia hidrográfica e um importante instrumento para contribuir nesta investida é o recém-lançado zoneamento ambiental do Médio Rio Grande, que foi realizado pelo Projeto Grande Minas. Neste contexto, procurou-se levantar e compreender os problemas ambientais mais relevantes da área de estudo e identificar as unidades ambientais que necessitam de ações prioritárias para evitar danos ambientais nos recursos hídricos da bacia hidrográfica.

O trabalho teve como objetivo principal elaborar e disponibilizar instrumentos cartográficos para subsidiar a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio São João e, com isto, contribuir com a sua preservação e uso sustentável. Para fins deste artigo, está sendo

apresentado o estudo realizado para classificar as bacias do rio São João quanto à disponibilidade hídrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área estudada

A 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), cuja extensão territorial é de 9.800 km² e envolve parcial ou totalmente 22 municípios do Sudoeste do Estado de Minas Gerais. 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.

Para a efetivação da análise e avaliação dos dados já produzidos pelo Projeto Grande Minas, a bacia foi dividida em 11 sub-bacias, com as seguintes denominações: 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).

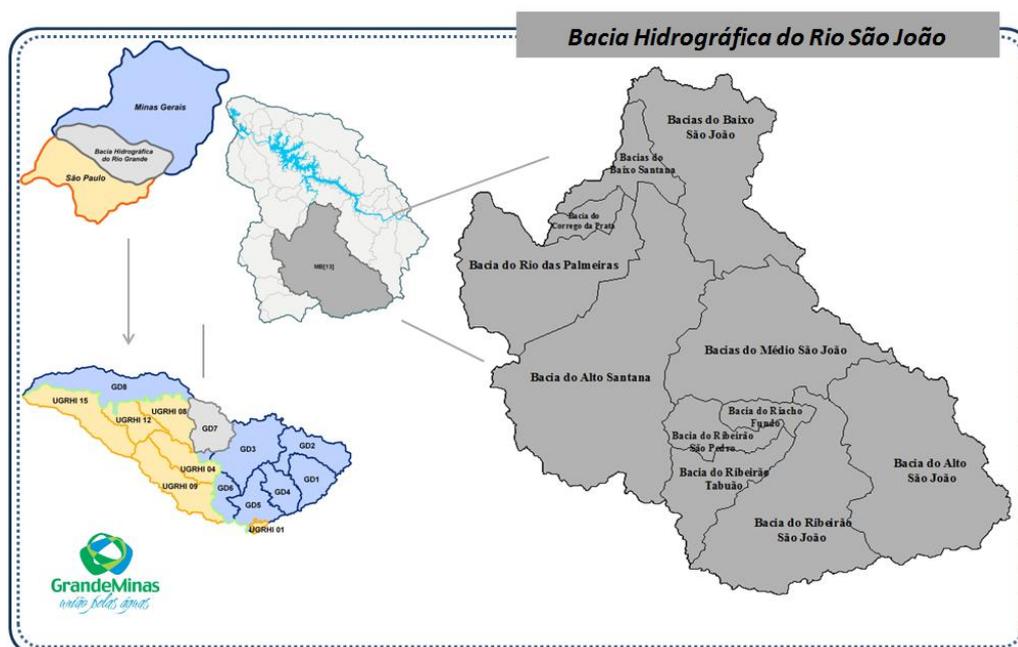


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio São João.

3. METODOLOGIA

Na caracterização da disponibilidade hídrica produziu-se, como documento final, a Carta de Disponibilidade Hídrica das Sub Bacias do Rio São João. Os dados primários foram obtidos do Projeto Grande Minas - Zoneamento Ambiental das Sub-bacias Hidrográficas do Médio Rio

Grande (COLLARES, 2013). A construção da carta envolveu os seguintes atributos: Pluviosidade; Evapotranspiração; Cobertura Florestal; vazões $Q_{7,10}$ e vazão $Q_{7,10}$ Específica.

A pluviosidade é o principal componente gerador de matéria para a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea sendo, portanto, um importante atributo neste tipo de caracterização. Os índices pluviométricos e de evapotranspiração foram determinados com base em dados primários obtidos no Projeto Grande Minas (COLLARES, 2013), que realizou o estudo de toda a bacia hidrográfica utilizando-se de séries históricas de 10 estações climáticas. A bacia foi classificada, quanto à pluviosidade, em três classes: *Classe Baixa*, com intervalo de 1427 mm a 1500 mm e recebeu peso 1; *Classe Média*, com intervalo de 1500 mm a 1600 mm e recebeu peso 2; *Classe Alta*, com intervalo de 1600 a 1661 mm e recebeu peso 3.

A evapotranspiração é outro componente importante do ciclo hidrológico, sendo responsável por quase todo o volume de água transferido dos continentes para a atmosfera. Informações a respeito da evapotranspiração são úteis para o planejamento da irrigação, regulamentação de direitos de uso da água e estudos hidrológicos de bacias hidrográficas (COLLARES, 2013). A bacia foi classificada, quanto à evapotranspiração, em três classes: *Classe Baixa*, que apresenta um intervalo de 490 mm a 830 mm e recebeu peso 3; *Classe Média*, que apresenta um intervalo de 830 mm a 900 mm e recebeu peso 2; *Classe Alta*, que apresenta intervalo de 900 a 998 mm e recebeu peso 1.

A cobertura florestal é um importante fator influente nas condições ambientais, principalmente por sua função reguladora dos processos hidrológicos e do ecossistema. Sendo assim, o levantamento e monitoramento de áreas florestadas em uma bacia hidrográfica assume um papel importante nas ações de planejamento, conservação e recuperação ambiental (LIMA, 2010). Para fins deste trabalho, capturaram-se os dados primários do Projeto Grande Minas, que utilizou o sensoriamento remoto para o levantamento da cobertura florestal. Neste trabalho, a cobertura florestal foi classificada considerando o percentual de área (km^2) ocupado por vegetação dentro de cada bacia. Para cada uma dessas classes foram atribuídos pesos. A *Classe Baixa* apresenta um intervalo de 20 a 25% de cobertura florestal e recebeu peso 1; a *Classe Média* apresenta um intervalo de 25 a 30% e recebeu peso 2; e *Classe Alta* que envolve bacias com mais de 35% de cobertura florestal e recebeu peso 3.

A vazão $Q_{7,10}$ representa o valor mínimo da média móvel da vazão de sete dias consecutivos, associado a um período de retorno de dez anos, ou seja, valores menores ou iguais a ele, ocorrem em média, uma vez a cada dez anos. Essa vazão de referência é empregada em várias circunstâncias, tais como: proteção/regularização da qualidade da água contra descargas residuais; situação crítica de escoamento na modelagem da qualidade da água; quantidade mínima de vazão necessária para a proteção de espécies aquáticas e indicador de condições de estiagem; estudos de disponibilidade hídrica e concessão de outorgas para abastecimento de água; entre outros (SILVA, 2014). Em Minas Gerais, a vazão regionalizada definida em lei (Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012) é a $Q_{7,10}$ que é utilizada como vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas e utilizada para fins de análise dos processos de outorga de recursos hídricos superficiais. Na classificação da $Q_{7,10}$, as classes ficaram assim distribuídas: *Classe Baixa*, com valores inferiores a 1000 l/s e recebeu peso 1; *Classe Média*, com valores de 1000 a 2000 l/s e recebeu peso 2; *Classe Alta*, com valores maiores que 2000 l/s e recebeu peso 3.

Para fins desse projeto, utilizou-se como base para efetuar os cálculos da $Q_{7,10}$, o método de Souza (1983). Os aspectos influentes na determinação da $Q_{7,10}$ são: área da bacia; tipologia regional, que envolve aspectos da pluviosidade, declividades do terreno e permeabilidade do solo; rendimento específico, que é definido com base na carta definida por Souza (1983) envolvendo séries históricas fluviométricas e pluviométricas de estações do estado de Minas Gerais.

Com base na $Q_{7,10}$ determinou-se, também a $Q_{7,10}$ Específica, sustraindo-se o valor da $Q_{7,10}$ pela área de cada bacia e definiu-se a seguinte classificação: *Classe Baixa*, com valores menores que 10 l/s e recebeu peso 1; *Classe Média*, com valores de 10 a 20 l/s e recebeu peso 2; *Classe alta*, com valores maiores superiores a 20 l/s e recebeu peso 3.

A integração destas informações foi realizada no software ArcGIS 10.5.1, utilizando-se da ferramenta Overlay e o processamento foi realizado pelo método de soma ponderada, estabelecendo-se, assim, as classes finais. Para os atributos de $Q_{7,10}$ e $Q_{7,10}$ Específica, atribuiu-se peso 25. Evapotranspiração e Pluviosidade peso 15 e Cobertura Florestal peso 20. O produto final foi a Carta da Disponibilidade Hídrica das macrobacias do Rio São João. A Tabela 1 resume as ponderações realizadas.

Tabela 1. Tabela utilizada como base para o processamento de sobreposição de atributos.

Mapa	Classes	Value	Faixa	Peso
Cobertura Florestal	20 - 25%	1	Baixa	20
	25 - 35%	2	Média	
	> 35%	3	Alta	
Pluviosidade	1427 - 1500 mm	1	Baixa	15
	1500 - 1600 mm	2	Média	
	1600 - 1661 mm	3	Alta	
Evapotranspiração	490 - 830 mm	3	Baixa	15
	830 - 900 mm	2	Média	
	900 - 998 mm	1	Alta	
Q710	< 1000	1	Baixa	25
	1000 - 2000	2	Média	
	> 2000	3	Alta	
Q710 específica	< 10	1	Baixa	25
	10 - 20	2	Média	
	> 20	3	Alta	

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A base de dados da bacia do Rio São João foi construída considerando aspectos do Meio Físico e Socioeconômico da área. Para fins na análise da disponibilidade hídrica foram utilizados alguns dados referentes ao meio físico.

Dentre os dados climáticos, foram processados e analisados dados referentes à evapotranspiração, pluviosidade e produzidos os seguintes mapas: Mapa de Evapotranspiração Anual (média do período entre 1980 e 2009) e Mapa de Pluviosidade Total Anual (média do período entre 1980 e 2009) que estão ilustrados na Figura 2.

Na Carta da Média Anual do Índice de Evapotranspiração observa-se que os intervalos mais elevados se destacam no noroeste da bacia do Rio São João, apresentando uma variação de 900 a 998 mm, na porção central encontram-se valores médios de evapotranspiração, que variam de 830 a 900 mm, e no sudeste os índices mais baixos, 490 a 830 mm.

Com relação à Pluviosidade Total Anual, a porção leste da área apresenta os valores mais baixos entre 1427 e 1500 mm; Já os mais altos índices pluviométricos (1600 a 1661 mm) encontram-se na porção oeste da bacia, em especial na bacia do Córrego da Prata.

A Figura 3 (a), (b) e (c) apresenta as cartas de $Q_{7,10}$, $Q_{7,10}$ Específica e Carta de Cobertura Florestal, atributos estes que foram avaliados por bacia.

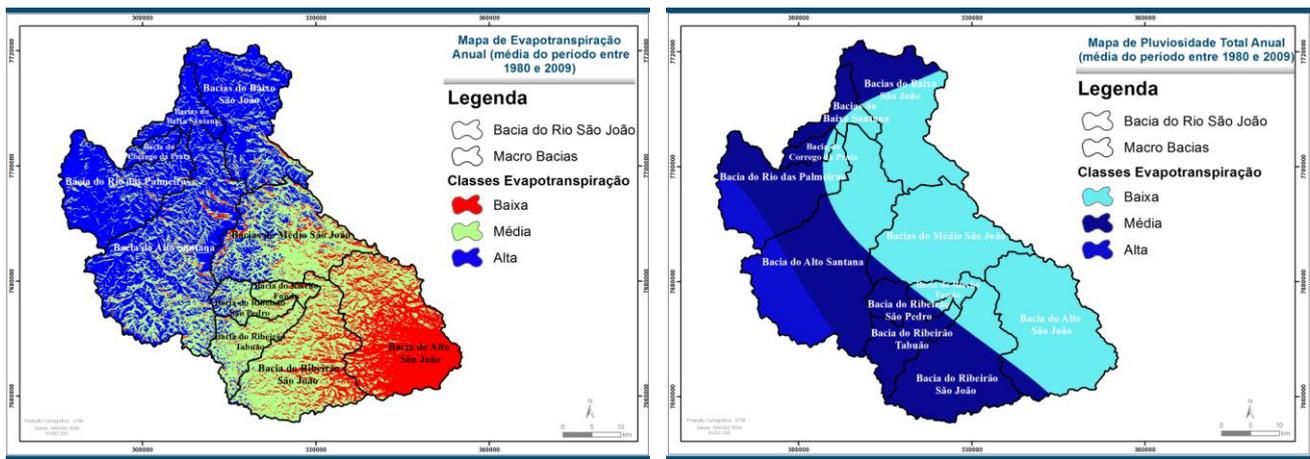


Figura 2. Cartas produzidas a partir dos climáticos para a bacia do Rio São João (MG): (a) Carta da Média Anual do Índice de Evapotranspiração; (b) Carta de Pluviosidade Total Anual.

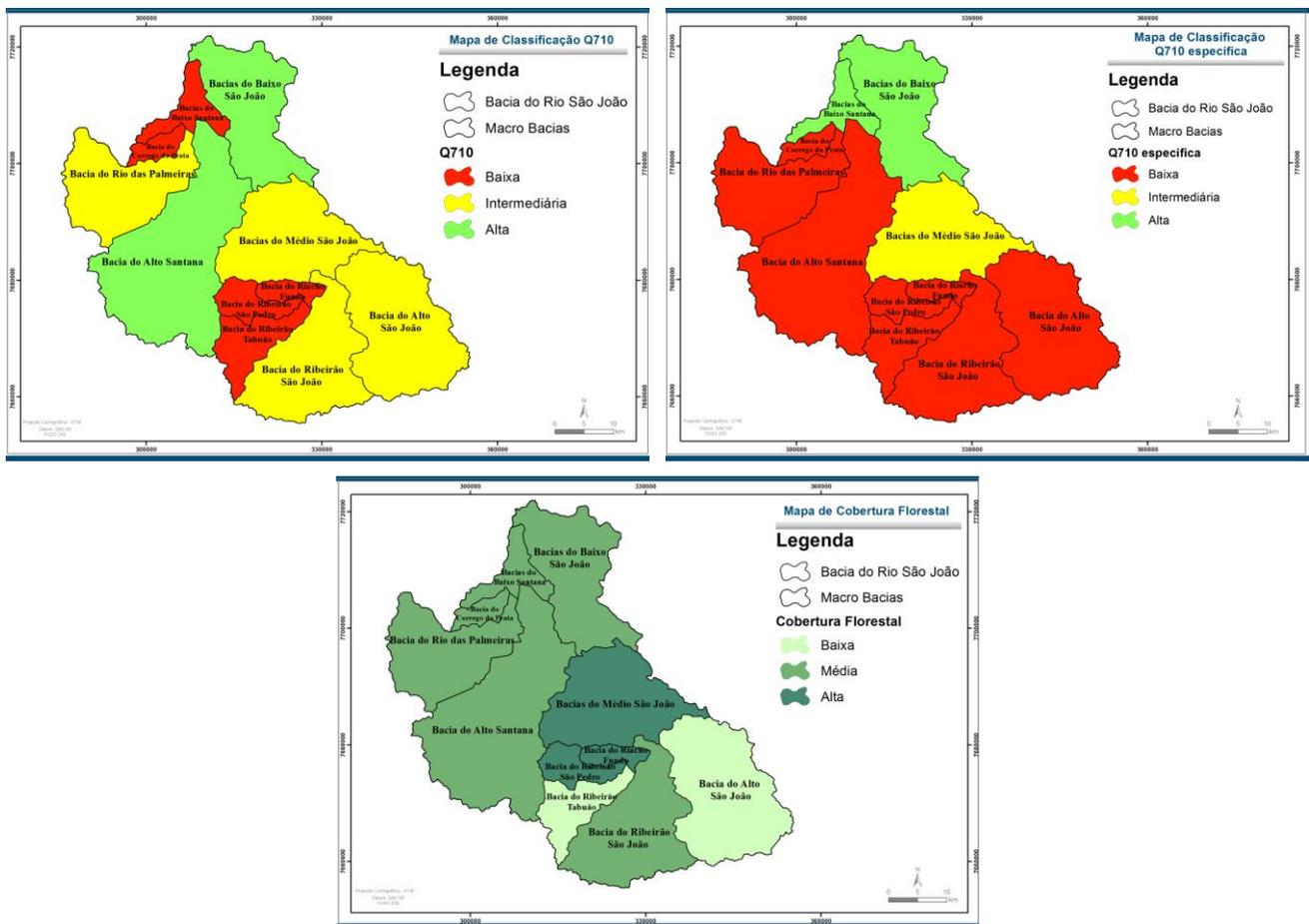


Figura 3: (a) Carta de Classificação da $Q_{7,10}$; (b) Carta de Classificação da $Q_{7,10}$ específica; (c) Carta de Cobertura Florestal.

Em relação à Carta de $Q_{7,10}$, as bacias que apresentam vazões menores que 1000 l/s são: Bacias do Baixo Santana, Bacia do Córrego da Prata, Bacia do Riacho Fundo, Bacia do Ribeirão São Pedro e Bacia do Ribeirão Tabuão. As Bacias do Baixo São João e Bacia do Alto São João apresentam vazões maiores que 2000 l/s. Já as bacias que apresentam vazões intermediária são: Bacia do Rio das Palmeiras, Bacias do Médio São João, Bacia do Alto São João e Bacia do Ribeirão São João.

Em relação à Carta de $Q_{7,10}$ específica, as bacias que se encontram na porção sul, sudeste e oeste da área de estudo apresentam vazão de $Q_{7,10}$ específica menores que 10 l/s. A Bacia do Médio São João encontra-se na classe intermediária, com vazão de $Q_{7,10}$ específica entre 10 e 20 l/s. As Bacias do Baixo São João e Baixo Santana apresentam vazão de $Q_{7,10}$ específica mais elevadas, maiores que 20 l/s.

Em relação à Cobertura Florestal, as bacias ao norte e noroeste apresentam 25 a 30% de sua extensão ocupada por vegetação. Na porção central, se destacam as bacias do Médio São João, Riacho Fundo e do Ribeirão São Pedro com suas extensões ocupadas com mais de 35% de vegetação. As bacias com menores índices de cobertura florestal (20 – 25%) são as bacias do Ribeirão Tabuão e do Alto São João.

A Figura 4 apresenta a Carta da Disponibilidade Hídrica. A Bacia do Baixo São João é uma das bacias com alta disponibilidade hídrica. Os fatores determinantes foram as altas $Q_{7,10}$ e $Q_{7,10}$ específica e o alto índice de cobertura florestal, superior a 35% de sua extensão. A bacia do Médio São João também foi classificada como de alta disponibilidade hídrica e os fatores preponderantes neste caso foram os índices de evapotranspiração, entre 830 a 900 mm; a $Q_{7,10}$ e $Q_{7,10}$ específica apresentaram valores intermediários e a cobertura florestal ficou entre 25 a 30%.

A bacia do Riacho Fundo inclui-se entre as bacias com baixa disponibilidade hídrica, por possuir baixo índice pluviométrico, médio índice de evapotranspiração e vazão $Q_{7,10}$ e $Q_{7,10}$ específica baixas. A bacia do Alto São João possui baixo índice pluviométrico, $Q_{7,10}$ específica baixa e $Q_{7,10}$ média, além de baixo índice de cobertura florestal, contribuindo para a sua classificação, também, como de baixa disponibilidade hídrica. A bacia do Ribeirão Tabuão, também foi classificada como de baixa disponibilidade hídrica, por possuir vazão $Q_{7,10}$ e $Q_{7,10}$ específica baixas e baixo índice de cobertura florestal em sua extensão. A quarta bacia classificada como de baixa disponibilidade hídrica foi a do Córrego da Prata, por apresentar vazão $Q_{7,10}$ e $Q_{7,10}$ específica baixas e índice de evapotranspiração elevado.

As bacias que foram classificadas como de média disponibilidade hídrica são: Baixo Santana, Rio das Palmeiras, Ribeirão São João, Ribeirão São Pedro, e Alto Santana. Apresentam altos índices de evapotranspiração e valores intermediários de cobertura vegetal em suas extensões.

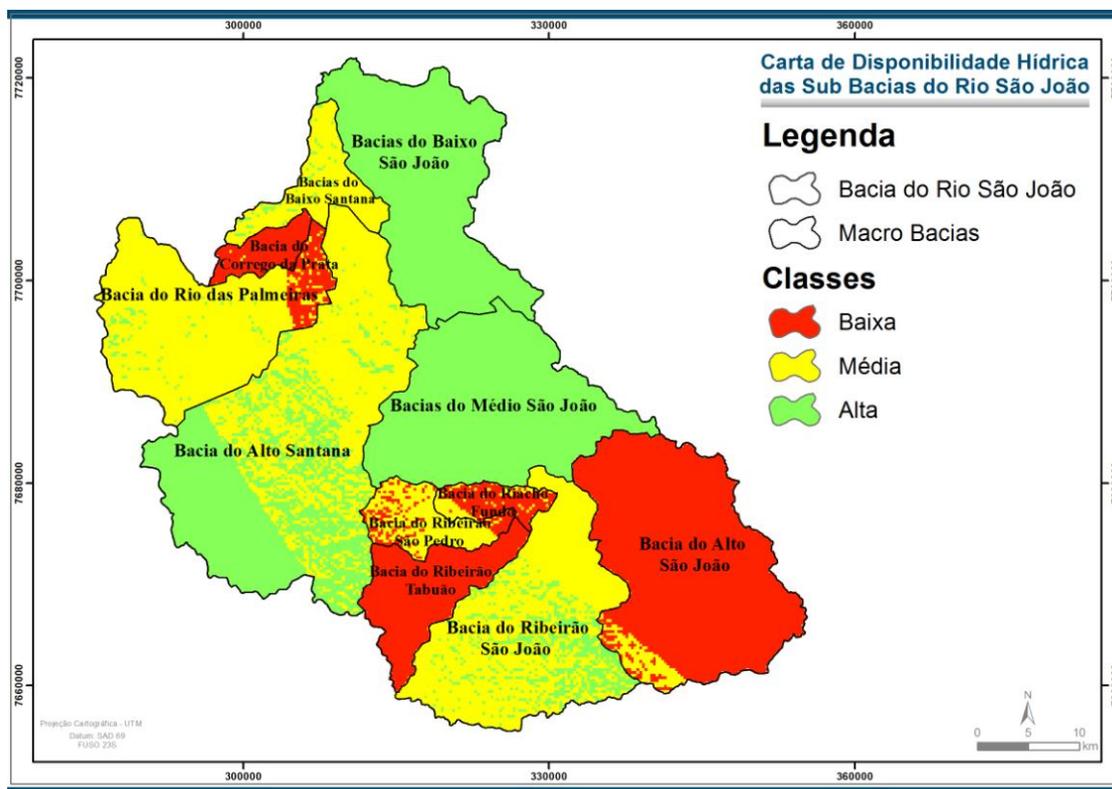


Figura 4: Carta da Disponibilidade Hídrica das macrobacias do Rio São João.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o objetivo geral do trabalho que é o de contribuir para a gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio São João, pode-se dizer que o trabalho realizado pelo Projeto Grande Minas, na realização do Zoneamento Ambiental do Médio Rio Grande, configurou-se aqui como uma ferramenta fundamental, pois tornou possível a utilização de um grande número de informações básicas e interpretativas, com um bom nível de detalhes e que atualmente estão disponibilizadas para uso dos municípios da região, bem como para os órgãos públicos e privados que lidam com a gestão ambiental e dos recursos hídricos.

Para este trabalho foi possível individualizar estas informações para a bacia hidrográfica do Rio São João, além de tornar possível a produção de documentos cartográficos diversos. A bacia hidrográfica foi compartimentada em 11 bacias e cada uma delas pode ser avaliada quanto à disponibilidade hídrica. Cinco das onze bacias configuraram-se como de baixa disponibilidade e, portanto, demandam ações imediatas para se evitar um desequilíbrio entre demanda e disponibilidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PAPq pelo fomento à pesquisa e às bolsas de pesquisa e a Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG- pelo suporte oferecido.

REFERÊNCIAS

COLLARES, E. G.; GOMES, D. M. Geologia. In: COLLARES, Eduardo Goulart (Org.). Zoneamento Ambiental das sub-bacias hidrográficas dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande: Aspectos dos Meios Físico e Biótico; Vol. 3. Passos, MG: Edifesp, 2013. 273 p.

IGAM. Enquadramento dos Corpos de Água em Classes, segundo seus usos preponderantes. 2014. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/enquadramento>>. Acesso em: 02 abr 2018.

LIMA, R. N. de S. Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicadas no mapeamento e análise de fragmentos florestais no município de Juiz de Fora - MG em 1987 e 2008. 2010. 115 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Análise Ambiental). Curso de Especialização em Análise Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC_VERS%C3%83O_FINAL_P-IMPRESS%C3%83O_MODIF.pdf>. Acesso em: 02 abr 2018.

MONTAÑO, Marcelo. Os recursos hídricos e o zoneamento: o caso do município de São Carlos (SP). 2002. 129 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

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.

SILVA, Lucas Alves da. Deflúvio superficial em Minas Gerais : caracterização e associação com fatores físicos e ambientais. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SOUZA, S.M.T. Deflúvios superficiais no Estado de Minas Gerais. 1.ed. Belo Horizonte: Hidrossistemas, 1983.264p.