



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

AValiação DA SEGURANÇA HÍDRICA ASSOCIADA AOS MANANCIASIS DE ABASTECIMENTO: SISTEMA PARA OPEBA – MG

Marília Carvalho de Melo^{1}; Rosa Maria Formiga Johnsson²; José Paulo Soares de Azevedo³; Nilo de Oliveira Nascimento⁴; Flávio Aquino⁵; Raquel de Souza Mendes⁶; Fabrício Lisboa Vieira Machado⁷; Breno Rímulo⁸ & Douglas de Souza Marriel Baeta⁹*

Resumo

A segurança hídrica é um conceito que tem ganhado crescente destaque nos meios acadêmicos e governamentais. A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) vivenciou período de escassez hídrica entre os anos de 2014 e 2015, com conseqüente redução de volume dos reservatórios responsáveis pelo abastecimento da população, o que exigiu a proposição de ações planejadas para garantia da disponibilidade de água. O presente trabalho objetivou avaliar qualitativamente a segurança hídrica nos mananciais da bacia do Rio Paraopeba de abastecimento da RMBH. Os resultados revelaram que a alteração do uso do solo, com supressão da cobertura vegetal e incremento de pastagens e áreas urbanas, foi um dos principais responsáveis pela degradação dos mananciais.

Palavras-Chave: Segurança Hídrica, Abastecimento Urbano, Região Metropolitana de Belo Horizonte.

THE ASSESSMENT OF WATER SECURITY IN RIVER BASIN FOR WATER SUPPLY: PARA OPEBA SYSTEM - MG

Abstract

Water security a concept of increasing importance and centrality in academic and governmental environments. Belo Horizonte metropolitan Area (RMBH) underwent a period of water shortage between 2014 and 2015, with the following lowering of water reservoir levels, which caused the need for the proposal of planned actions aiming to secure the water supply. The purpose of this work was to perform a qualitative analysis regarding the water security of the water sources of the Paraopeba river basin, responsible for supplying the RMBH. The results reveal that changes in soil usage patterns, with deforestation, increase of urban and pasture areas were some of main causes of the degradation of water sources.

Keywords: Water Security, Urban Water Supply, Belo Horizonte Metropolitan Area

¹ Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais, marilia.melo@meioambiente.mg.gov.br.

² Universidade Estadual do Rio de Janeiro, formiga.uerj@gmail.com.

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro, zepaulo@coc.ufrj.br.

⁴ Universidade Federal de Minas Gerais: niloon@ehr.ufmg.br.

⁵ Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais: flavio.aquino@meioambiente.mg.gov.br.

⁶ Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais: fabriciolvm@hotmail.com.

⁷ Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais: raquel.souza@meioambiente.mg.gov.br.

⁸ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, breno.rimulo@hotmail.com.

⁹ Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais: douglas.baeta@meioambiente.mg.gov.br.



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

INTRODUÇÃO

O conceito de segurança hídrica vem ganhando destaque no meio acadêmico e institucional, nacional e internacionalmente, especialmente em função da crescente demanda de uso da água para o abastecimento público nas grandes cidades. Diversos organismos internacionais veem discutindo o tema. No Dia Mundial da Água em 2013, por exemplo, a ONU reforçou o tema na agenda de debates do Conselho de Segurança, ao anunciar o seu conceito de “segurança hídrica” como a capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade para garantir meios de sobrevivência, o bem-estar humano e o desenvolvimento sócio-econômico. No Brasil, duas publicações oficiais estabelecem o conceito como sendo a condição que visa garantir quantidade e qualidade aceitável de água para abastecimento, alimentação, preservação de ecossistemas e demais usos, associados a um nível aceitável de riscos relacionados com a água para as pessoas, economias e meio ambiente (ANA, 2015) ou Garantia de disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade. (CNRH, 2013)

A revisão da literatura permite destacar os principais componentes da segurança hídrica. São objetivos a serem atingidos: (1) Disponibilidade de água em quantidade e qualidade para os usos múltiplos; (2) Acesso à água potável; (3) Prevenção de desastres associados à água; e (4) Proteção ao meio ambiente e ecossistemas aquáticos. Complementarmente, a minimização dos riscos que possam comprometer esses objetivos está constantemente presente no conceito. Esses riscos, por sua vez, decorrem da ação de estressores (fatores de insegurança) que agem sobre os corpos de água e bacia hidrográfica. (DUNN; COOK; BAKKER, 2012; *Royal Academy of Engineering*; Hope e Rouse, 2013, Wang *et al.*, 2016).

A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) por exemplo, possui cerca de 5 milhões de habitantes e 92% da água de abastecimento (16,8 m³/s) provem dos mananciais das bacias dos rios das Velhas e do Paraopeba, afluentes do rio São Francisco (PMSB,2014). Nos anos de 2014 e 2015 a RMBH passou por um período de escassez hídrica, com consequente redução de vazões nos mananciais e dos volumes disponíveis nos reservatórios.

Neste sentido, este trabalho tem o objetivo de avaliar qualitativamente a segurança hídrica nos mananciais de abastecimento da bacia do rio Paraopeba na RMBH e discutir potenciais ações para melhoria dos estressores que aumentam a insegurança do abastecimento urbano.

METODOLOGIA

Para a avaliação qualitativa da segurança hídrica no sistema de abastecimento da bacia do rio Paraopeba foi utilizado o modelo analítico da Figura 1. O modelo analítico para avaliação de segurança hídrica é composto de duas partes distintas e complementares. A primeira trata-se da avaliação da segurança associada ao manancial, ou seja, à água bruta, e a segunda trata-se da avaliação da vulnerabilidade do sistema de abastecimento público.

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

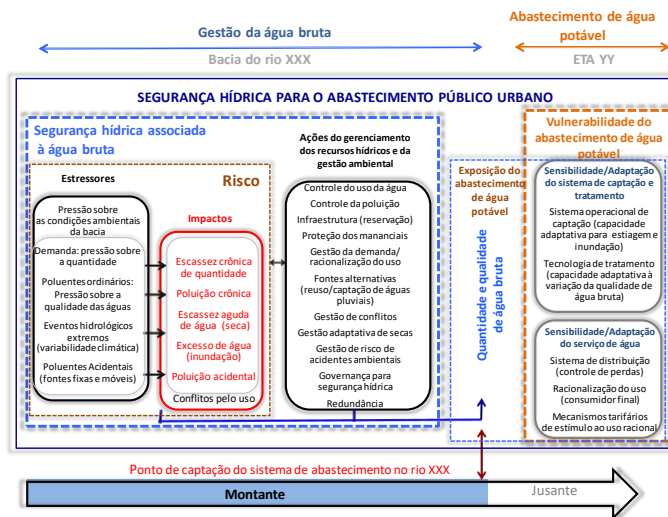


Figura 1 – Modelo analítico de segurança hídrica - Fonte: Formiga-Johnsson e Melo (2016)

A avaliação do nível de segurança da disponibilidade de água bruta, em quantidade e qualidade, para o abastecimento urbano em determinado ponto de captação do manancial, envolvendo a gestão da bacia hidrográfica, utiliza, sobretudo, três componentes-chave: I - fator de estresse ou estressor sobre as águas e sua bacia hidrográfica, a montante do ponto de captação; II - impactos gerados pelos estressores sobre a qualidade e quantidade de água; e III - ações de resposta dos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos e da gestão ambiental.

Neste trabalho foram caracterizados os estressores; pressão sobre as condições ambientais na bacia, pressão sobre a quantidade e qualidade da água, e eventos hidrológicos extremos, com foco em estiagem. A avaliação foi realizada nos três mananciais de abastecimento da bacia do rio Paraopeba, cujo sistema é composto por três reservatórios: Manso (SRM), cuja implantação foi em 1991, Serra Azul (SSA), de 1983, e Vargem das Flores (SVF), de 1979. O sistema rio Manso localiza-se no município de Brumadinho (20°08'45"S e 44°15'20"W), com vazão outorgada no reservatório de 9.570 L/s e capacidade de produção de 5.800 L/s. O sistema Serra Azul em Juatuba (19°58'20,5"S e 4020'36,2" W), outorga de 2.940 L/s e capacidade de produção de 2.700 L/s. E, o Sistema Vargem da Flores, localizado em Betim (19°55'16"S e 4010'16"W), com autorização para captação e capacidade de produção de 1.390 L/s e 1.400 L/s, respectivamente. Os sistemas abastecem 15 sedes urbanas, inclusive Belo Horizonte. Em 2015, uma obra emergencial de captação foi realizada no rio Paraopeba, capaz de prover 5,0 m³/s, que após captada é encaminhada para ETA do Sistema rio Manso.

Para análise dos estressores e impactos causados pelos mesmos, foram utilizados dados fluviométricos disponíveis no Hidroweb (ANA, 2016), monitoramento de qualidade das águas da Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais (COPASA-MG, 2016) e dados de outorgas de recursos hídricos (IGAM, 2016). Para a avaliação da evolução temporal da paisagem e das ocupações do território nas áreas à montante dos mananciais de abastecimento,



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

realizou-se a classificação dos recortes das imagens de satélites LandSat-5, para 1999, e LandSat-8, para 2015.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados foi dividida em quatro partes apresentando os estressores que impactam na segurança hídrica do sistema Paraopeba.

Pressão sobre as condições ambientais na bacia

A pressão sobre as condições ambientais na bacia foi avaliada comparando-se os dados de uso e ocupação da área de contribuição a montante dos três reservatórios do sistema Paraopeba, entre os anos 1999 e 2015, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1 e nas Figura 2.

Tabela 1 – Análise comparativa do uso e ocupação do solo nos mananciais do sistema Paraopeba.

Manancial	Rio Manso				Serra Azul				Vargem das Flores			
	1999		2015		1999		2015		1999		2015	
Classes	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Agropecuária	41.212	62,69	41.932	63,51	12.245	43,26	12.955	45,77	4.434	36,62	2.783	23
Áreas de inundação	0	0	232	0,35	0	0	508	1,80	139,12	1,15	260,92	2,15
Área Urbanizada	297,83	0,45	358	0,54	534	1,89	1031	3,64	2.488	20,55	2.785	23
Campo rupestre	2.403	3,66	2.226	3,37	22,56	0,08	5,11	0,02	-	-	-	-
Corpo hídrico	1.049	1,60	752,96	1,14	713,87	2,52	205,35	0,73	388,51	3,21	266,72	2,20
Fragmentos Florestais	19.761	30,06	18.654	28,25	14.104	49,83	12.885	45,52	4.534	37,45	5.501	45,44
Mineração	888,19	1,35	945,19	1,43	292,17	1,03	449,57	1,59	35,76	0,30	66,52	0,55
Queimada	0	0	203,68	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
Silvicultura	11,98	0,02	433,02	0,66	0	0	97,45	0,34	-	-	-	-
Solo exposto	114,12	0,17	285,53	0,43	395,28	1,40	169,63	0,60	88,60	0,73	443,70	3,66
Total	65.738	100	65.738	100	28.308	100	28.308	100	12.108	100	12.108	100

Para o Sistema Rio Manso, pode-se observar o incremento da atividade minerária, das áreas urbanizadas, da silvicultura e dos solos expostos. Os dados demonstram que a expansão dessas atividades ocorreu sobre os fragmentos florestais e campos rupestres. A classe de uso “área de inundação” refere-se à área do reservatório sem preenchimento pelo espelho d’água. No Sistema Serra Azul, nota-se a predominância de usos agropecuários e de fragmentos florestais. Entretanto, é percebida a diminuição da vegetação nativa, como os campos rupestres que reduziram suas áreas a um quarto no período analisado e os fragmentos florestais, cuja diminuição equivale a mil hectares. Quanto às atividades produtivas, houve um aumento da área ocupada pela mineração e o aparecimento da silvicultura, não observada no ano de 1999. Já para o Sistema Vargem das Flores, nota-se a predominância da classe fragmentos florestais em relação às demais classes e, ainda, incremento desta classe, no período de análise. É a única área de manancial dos sistemas integrantes do Sistema Paraopeba que houve incremento de cobertura vegetal. Em contrapartida, pode-se observar o avanço das classes “área urbanizada” e “solo exposto”, em virtude das atividades de parcelamento de solo, visto que a região está inserida num contexto de expansão urbana.

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

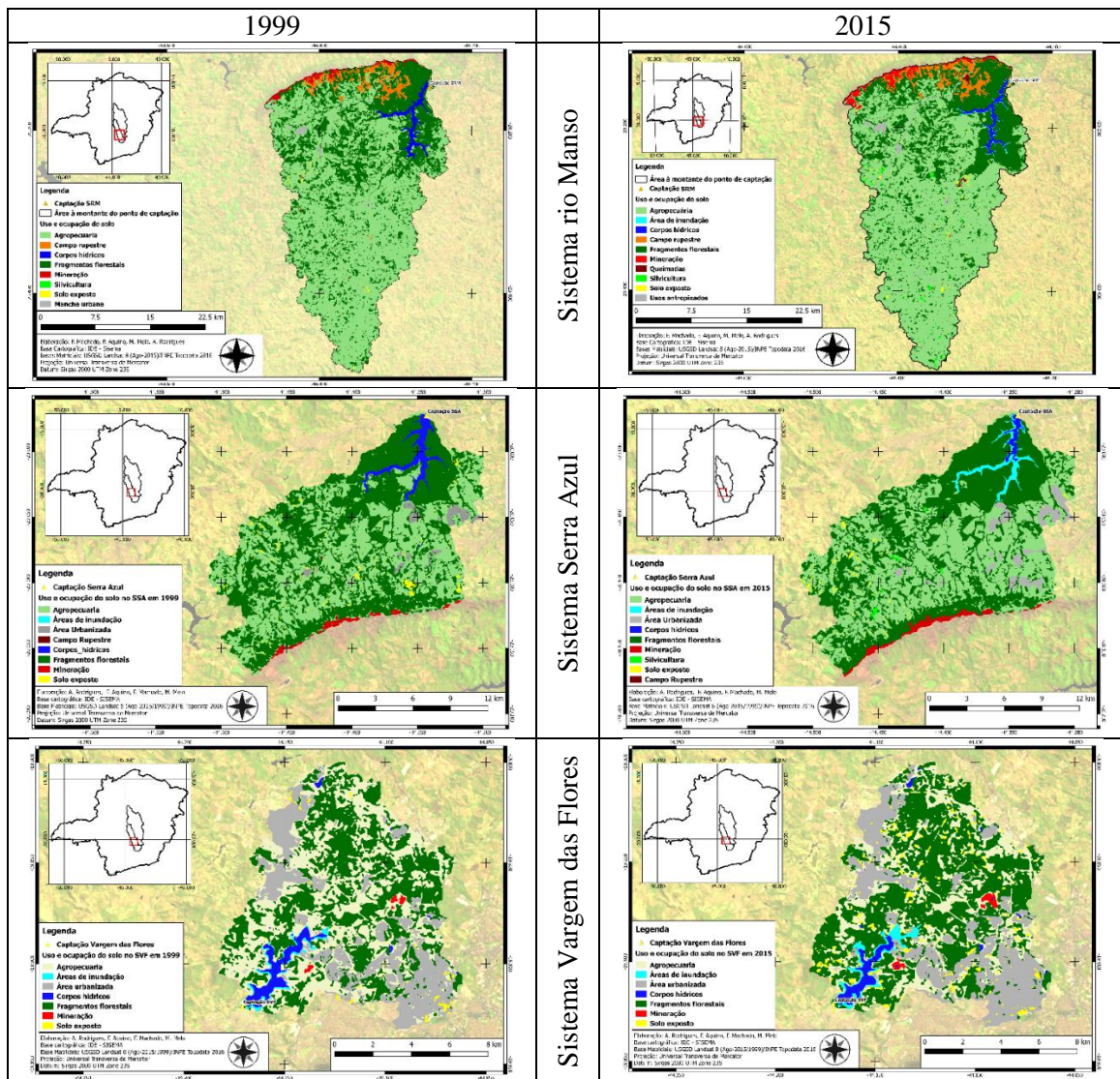


Figura 2 - Mapa de uso e ocupação do solo nos mananciais do Sistema Paraopeba

Pressão sobre a quantidade da água

A avaliação da disponibilidade e demanda hídrica foi realizada considerando os usuários a montante dos reservatórios para que a análise abrangesse quais outros usos concorrem com o abastecimento público nas respectivas bacias. Para o cálculo das vazões de referência, foi utilizada a estação fluviométrica Ponte Nova do Paraopeba, dados de Jan/1938 a Jan/2016, para os sistemas rio Manso e Vargem das Flores. A estação fluviométrica selecionada para avaliar as vazões do Sistema Serra Azul foi a Jardim, com série histórica de Jan/1979 a Jan/2016. No balanço hídrico não foi utilizado a vazão outorgada para as captações nos respectivos



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

reservatórios, uma vez que não se avalia, neste estudo, a capacidade de regularização dos mesmos (Tabela 2).

Tabela 2 – Balanço hídrico no ponto de captação dos SRM, SSA e SVF - usos outorgados

Ponto de Captação	Área de Drenagem (Km ²)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	30% Q _{7,10} (m ³ /s)
Sist. Rio Manso	617	3,48	4,13	1,96	0,59
Vazão outorgada à montante (m ³ /s)		0,24	0,24	0,24	0,24
Disponibilidade Hídrica (m ³ /s)		3,24	3,89	1,72	0,35
Percentual da vazão comprometida		7%	6%	12%	41%
Sist. Vargem das Flores	121	0,65	0,77	0,36	0,11
Vazão outorgada à montante (m ³ /s)		0,017	0,017	0,017	0,017
Disponibilidade Hídrica (m ³ /s)		0,63	0,75	0,34	0,09
Percentual da vazão comprometida		3%	2%	5%	16%
Sist. Serra Azul	281	0,94	1,21	0,50	0,15
Vazão outorgada à montante (m ³ /s)		0,011	0,011	0,011	0,011
Disponibilidade Hídrica (m ³ /s)		0,93	0,93	0,93	0,93
Percentual da vazão comprometida		1%	1%	2%	7%

Fonte: ANA, 2016; COPASA-MG, 2016; IGAM, 2016

Pode-se observar que a soma das vazões outorgadas nos três sistemas está abaixo do limite estabelecido no critério de outorga em Minas Gerias, 30% da Q_{7,10} (IGAM, 2010), sendo que a maior demanda de usuários a montante está na bacia do rio Manso. Nesta bacia os usos são preponderantemente para fins agrícolas, seguido do uso para mineração. A mesma tendência é observada na bacia do Serra Azul, com atividades agrícolas e usos industriais. Já na bacia de contribuição do reservatório Vargem das Flores, prevalece uso para consumo humano e irrigação.

Pressão sobre a qualidade das águas

A avaliação da qualidade da água fundamentou-se na série histórica dos resultados de monitoramento da COPASA-MG, de jan/2005 a dez/2015. As coletas foram realizadas no corpo hídrico principal e em alguns afluentes dos três reservatórios do Sistema Paraopeba: Vargem das Flores (VF) – 8 pontos de amostragem, Serra Azul (SA) – 11 pontos e Rio Manso (RM) – 9 pontos. Nas amostras de água foram analisados 54 parâmetros físico-químicos, biológicos e orgânicos tóxicos. Os resultados obtidos foram confrontados com os limites estabelecidos na Deliberação Normativa - DN COPAM/CERH N° 01/2008 para os limites de Classe 1, conforme DN COPAM n° 14/1995 de enquadramento da Bacia do Rio Paraopeba.

Os parâmetros que mais violaram os limites legais em cada reservatório foram: OD e nitrogênio amoniacal total, manganês total e sólidos dissolvidos no reservatório Vargem das Flores; OD, nitrogênio amoniacal total, Escherichia coli e manganês total no reservatório Serra Azul; e DBO, nitrogênio amoniacal total, Escherichia coli, manganês total e ferro no reservatório Rio Manso. Portanto, há sugestão de poluição advinda do mau uso do solo, bem como de contaminação orgânica, nos três reservatórios.

O reservatório Vargem das Flores foi aquele que mais apresentou violações (421 em 2.681 análises, 15,7%), seguido dos reservatórios Rio Manso (322 em 2.683 análises, 12,0%) e Serra Azul (275 em 2.543 análises, 10,8%).

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

Eventos hidrológicos extremos

As estações fluviométricas são aquelas utilizadas no cálculo das vazões de referência. As Figuras 3 a 5 apresentam uma análise comparativa entre a média histórica mensal e as descargas médias mensais nos anos de 2013, 2014 e 2015.

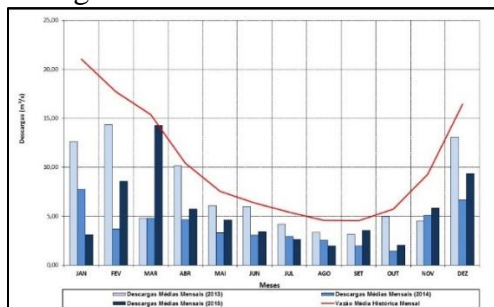


Figura 3 - Descargas Médias - Rio Manso

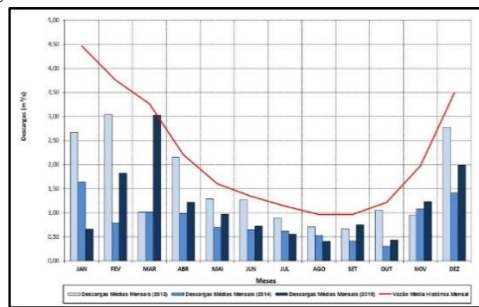


Figura 4 - Descargas Médias - Vagem das Flores

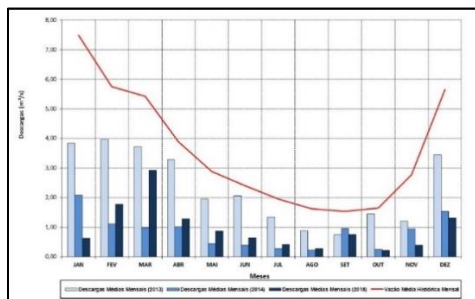


Figura 5 - Descargas Médias - Ribeirão Serra Azul

Os resultados demonstram que os anos de 2013 a 2015 apresentaram um comportamento atípico em relação à média histórica. O cenário de estiagem colocou em risco o abastecimento público da RMBH, cujos volumes dos reservatórios Rio Manso, Serra Azul e Vagem das Flores alcançaram o mínimo de 28,7%, 5,7% e 20,4% respectivamente em 2015 (COPASA, 2017).

CONCLUSÕES

A avaliação dos estressores nos reservatórios do Sistema Paraopeba permite ressaltar impacto na qualidade da água bruta especialmente no reservatório de Vagem das Flores, cujos parâmetros que violaram indicam o mau uso do solo na bacia de contribuição. Este resultado é corroborado pelo aumento da área urbanizada na bacia e das áreas com solo exposto, na comparação entre 1999 e 2015.

O reservatório de Serra Azul foi o mais comprometido no período de escassez hídrica observado nos anos 2013 a 2015. Deve-se ressaltar que este é o sistema com menor demanda de água regularizada a montante e a maior cobertura vegetal na bacia de contribuição, aproximadamente 46%. Já o sistema rio Manso tem o menor percentual de fragmento florestais em sua área de contribuição e a maior demanda pelo uso da água a montante.

O cenário exposto indica a necessidade de maior controle do uso alternativo do solo nas três bacias de contribuição, bem como aprimoramento dos sistemas sanitários dos municípios das mesmas.



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

REFERÊNCIAS

- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. (2016). *Sistema de Informações Hidrológicas*. Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/redehidro.aspx>. Acesso em 15/05/2017.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. (2015). *Portaria nº 149, de 26 de março de 2015; "Lista de Termos para o Thesaurus de Recursos Hídricos"*; Disponível em http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300_Portaria_149-2015.pdf. Acesso em 15/05/2017.
- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (2013). *Resolução n 153, 17 de dezembro de 2013. Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território Brasileiro*. Disponível em http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14. Acesso em 15/05/2017.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. (2016). *Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas*. Disponível em <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/abastecimento-de-agua/qualidade>. Acesso em: 15/05/2017.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. (2017). *Nível dos Reservatórios*. Disponível em <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/abastecimento-de-agua/nivel-dos-reservatorios>. Acesso em 15/05/2017.
- DUNN, G.; COOK, C; BAKKER, K. (2012). *Water Security Guidance Document*. Londres, University of British Columbia.
- HOPE, R.; ROUSE, M. (2013). *Risks and responses to universal drinking water security*. Phil Trans R Soc., v. A p371.
- IGAM. INSTITUTO MINEIRO DAS ÁGUAS. (2016). *Estratégias para a Segurança Hídrica em Minas Gerais: relatório final*. Disponível em http://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/SDI/2016/Item-6-Estrategias-para-Seguran-a-H-drica-em-MG_rel-final-2-.pdf. Acesso em 15/05/2017.
- IGAM. INSTITUTO MINEIRO DAS ÁGUAS. (2010). *Portaria Administrativa No 49 de 1 de julho de 2010. Estabelece os procedimentos para regularização do uso de recursos hídricos do domínio do estado de Minas Gerais*. Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13970> Acesso em 24/08/2017
- MELO, M.C. (2016). *Segurança Hídrica para Abastecimento Urbano: Proposta de Modelo Analítico e Aplicação na Bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais*. Tese (Doutorado em Engenharia) Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE.
- MINAS GERAIS. (2008). *Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº1, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento*. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/DeliberaNormativaConjuntaCOPAM-CERHno01-2008.pdf>. Acesso em 15/05/2017.
- MINAS GERAIS. (1995). *Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995. Dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba*. Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=112>. Acesso em 15/05/2017
- PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO. (2014). *Estabelece diretrizes para o saneamento básico municipal*. Disponível em <http://site.sanepar.com.br/prefeituras/plano-municipal-de-saneamento-basico>. Acesso em 15/07/2017.
- ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. (2013). *Reforça tema da água na agenda do Conselho de Segurança*. Disponível em <http://www.ebc.com.br/noticias/meio-ambiente/2013/03/onu-reforca-tema-da-agua-na-agenda-do-conselho-de-seguranca>. Acesso em 15/07/2017.
- WANG, J. et al. (2016). *Optimal Allocation of Water Resources Based on Water Supply Security*. Water, v. 8, n. 237.