

REVISTA DE GEOGRAFIA



PPGEO

Programa de Pós-Graduação
em Geografia ufjf

CAPACIDADE DE SUPORTE E RESILIÊNCIA DE UM MANANCIAL PERIURBANO EM JUIZ DE FORA (MG), BRASIL

CAPACITY OF SUPPORT AND RESILIENCE OF A PERIURBAN MANANCIAL IN JUIZ DE FORA (MG), BRAZIL

César Henrique Barra Rocha

Universidade Federal de Juiz de Fora, PPGEO, PROAC, PGECOL, NAGEA
Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Juiz de Fora, MG, Brasil, CEP 36036-900
E-mail: barra.rocha@gmail.com

Márcio de Oliveira

Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica
Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Juiz de Fora, MG, Brasil, CEP 36036-900
E-mail: marcioli@engenharia.ufjf.br

Raissa da Cruz Ferreira

Universidade Federal de Juiz de Fora, Graduanda em Engenharia Civil
Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Juiz de Fora, MG, Brasil, CEP 36036-900
E-mail: raissa.cruz@engenharia.ufjf.br

Guilherme William Marcelino

Universidade Federal de Juiz de Fora, Graduando em Estatística
Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Juiz de Fora, MG, Brasil, CEP 36036-900
E-mail: guilherme1marcelino@gmail.com

Marina Alonso Leite

Universidade Federal de Juiz de Fora, Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária
Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Juiz de Fora, MG, Brasil, CEP 36036-900
E-mail: marina.alonso@engenharia.ufjf.br

Resumo

Esse artigo propôs o monitoramento dos impactos na Bacia de contribuição da Represa de São Pedro (BCRSP) situada em Juiz de Fora (MG) através do ICE aplicado na série histórica de dados limnológicos da CESAMA entre 2006 e 2017. O Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) foi proposto pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME). Ele é baseado na excedência a padrões de qualidade da água e visa determinar a “distância” que as variáveis se encontram do que é desejado. Foi possível perceber que os parâmetros Fósforo Total, Ferro, $DBO_{5,20}$, Oxigênio Consumido, Alumínio e Oxigênio Dissolvido foram os que apresentaram maior percentual de não conformidade nesse período. Esses parâmetros refletem a geração de carga orgânica e transporte de sedimentos nessa Bacia oriundos de esgotos domésticos, revolvimento de terras e erosão. Destaque para duplicação da BR-040; a execução da BR-440 e loteamentos como o Condomínio Alphaville; e a maior seca dos últimos anos que geraram os piores resultados de ICE em 2007, 2010 a 2012, e 2014, respectivamente. A capacidade de recuperação e resiliência dessa Represa nos anos em que cessaram ou reduziram essas interferências com melhoria do ICE, mostram também a sensibilidade desse Índice. A Represa de São Pedro mostrou uma tendência de melhoria da sua água nos últimos anos, chamando a atenção da sociedade e do poder público que precisam se mobilizar no sentido de mantê-la como um manancial estratégico de abastecimento público.

Palavras-chave: Índice de Conformidade ao Enquadramento; qualidade da água; monitoramento; uso da terra; impactos.

Abstract

This article proposed the monitoring of the impacts in the São Pedro Dam Basin located in Juiz de Fora (MG) through the CCI applied in the historical series of limnological data of CESAMA between 2006 and 2017. The Classification Conformity Index (CCI) has been proposed by the Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). It is based on exceeding water quality standards and aims to determine the "distance" that the variables meet from what is desired. It was possible to notice that the parameters Total Phosphorus, Iron, $BOD_{5,20}$, Consumed Oxygen, Aluminum and Dissolved Oxygen were the ones that presented the highest percentage of non-compliance in this period. These parameters reflect the generation of organic load and transport of sediments in this Basin from domestic sewage, earthmoving and erosion. Highlight for duplication of the BR-040; the execution of the BR-440 and allotments such as the Condominium Alphaville; and the biggest drought in recent years that generated the worst CCI results in 2007, 2010 to 2012, and 2014, respectively. The ability of this dam to recover and resilience in the years in which it ceased or reduced these interferences with CCI improvement also show the sensitivity of this Index. The São Pedro dam has shown a tendency to improve its water in recent years, drawing the attention of society and public power that need to be mobilized in order to maintain it as a strategic source of public supply.

Keywords: Classification Conformity Index; water quality; monitoring; land use; impacts.

1. Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos, através da promulgação da Lei Federal nº 9.433 de 1997, estabeleceu instrumentos para a gestão de recursos hídricos que abordem tanto o aspecto quantitativo quanto qualitativo da água. A bacia hidrográfica deve ser utilizada como unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos e um dos instrumentos que podem ser utilizados é o enquadramento dos corpos d'água em classes, que visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes (BRASIL, 1997).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2012), o estabelecimento de um parâmetro que indique a qualidade das águas é uma ferramenta importante para nortear ações de planejamento e gestão. Todo sistema de gestão depende de informações, neste caso, de um monitoramento contínuo e detalhado da qualidade da água. Para isso foram criados "índices de qualidade da água" que têm como principais vantagens a facilidade de comunicação com a população e o fato de combinar variáveis com unidades de medidas diferentes em uma única escala. Como principal desvantagem, pode-se citar a perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas (BUZELLI, CUNHA-SANTINO, 2013; FRANCO *et al.*, 2012; GÓMEZ *et al.*, 2011; ORTEGA, CARVALHO, 2013; SILVA, AURELIANO, LUCENA, 2012; VIANA *et al.*, 2013).

De todos esses índices utilizados, o índice de qualidade da água desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (IQA Cetesb) foi criticado por pesquisadores ao ser aplicado em outras regiões do Brasil (BARROS *et al.*, 2012; SILVA, AURELIANO, LUCENA, 2012). Moretto *et al.* (2012) e Cunha *et al.* (2013) também questionaram os resultados dos IQAs à luz da Resolução CONAMA nº 357/2005 e a necessidade de readequação desses índices. A definição de limites máximos para os parâmetros de qualidade foi baseada nessa Resolução que estabelece a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento (BRASIL, 2005).

Os dados dos parâmetros obtidos sobre a qualidade da água utilizados nesta pesquisa foram fornecidos pela Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora, a Cesama, que faz a coleta e análise mensal das amostras de água no ponto de captação da Represa de São Pedro.

A Bacia de Contribuição da Represa de São Pedro (BCRSP) está localizada na cidade de Juiz de Fora, da Zona da Mata mineira, onde o relevo de elevada topografia exhibe aspecto serrano e grandes amplitudes topográficas, por vezes superiores a 200 metros

(MACHADO, 1998). O córrego São Pedro deságua no rio Paraibuna, que pertence à Bacia do Rio Paraíba do Sul. Esta última pode ser considerada uma das mais importantes bacias do país, dispondo de cerca de 55.500 km² de área (ANA, 2013). A Represa de São Pedro, construída na década de 1960, ocupa 13 km² e seus principais afluentes são os córregos São Pedro e o Grotá do Pinto. A barragem tem 200 metros de comprimento e 5 metros de altura e atualmente a Estação de Tratamento de Água (ETA), instalada a sua jusante, fornece água para os bairros da parte alta da cidade, que representam 8% do abastecimento público da cidade de Juiz de Fora (CESAMA, 2017).

Segundo a Deliberação Normativa Copam nº 16, de 24 de setembro de 1996, que dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna (MINAS GERAIS, 1996), o córrego São Pedro, principal tributário da represa, é enquadrado na classe 1.

Na Figura 1 tem-se o mapa de localização da BCRSP no ponto de captação para abastecimento público cujas coordenadas são referentes ao Datum SIRGAS – 2000 UTM 23 Sul.

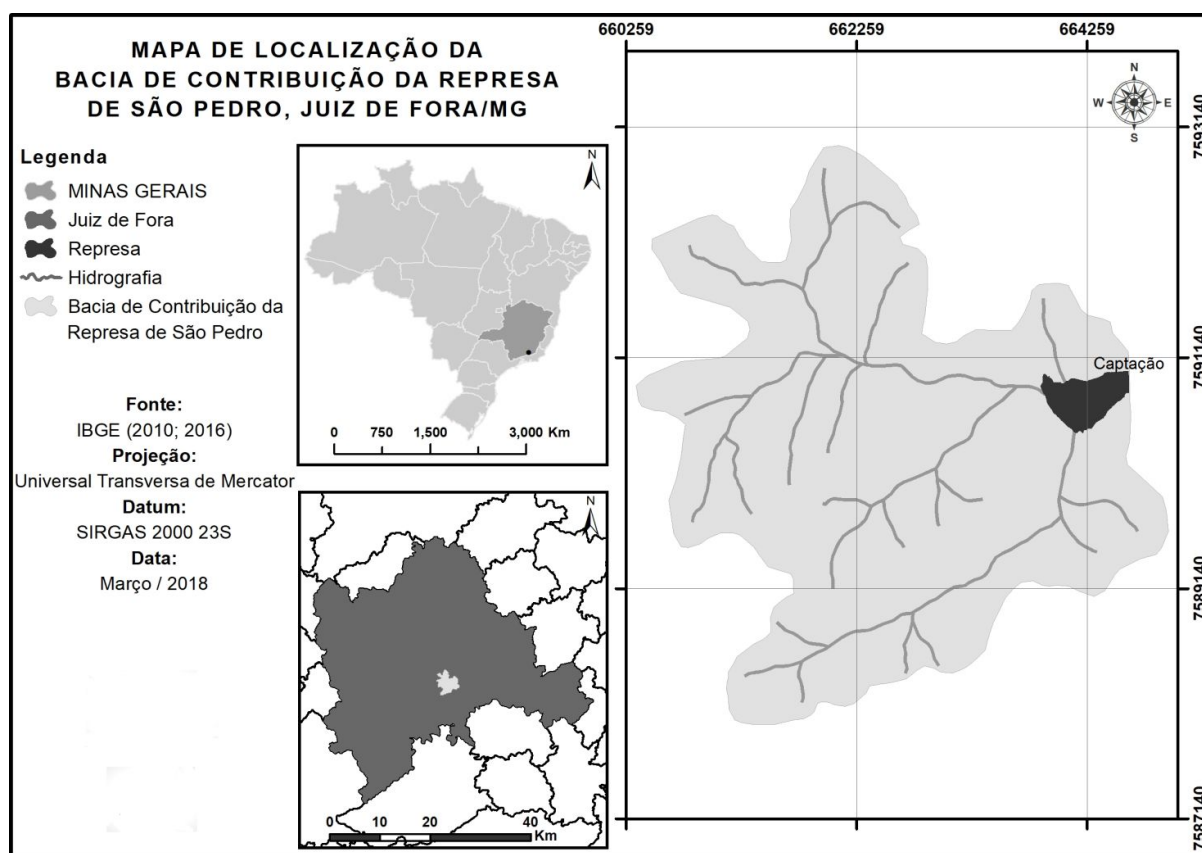


FIGURA 1: Mapa de Localização da BCRSP no ponto de captação da Represa.

A BCRSP alimenta esse manancial, também conhecido como Represa dos Ingleses. Esse corpo hídrico, o qual é um dos principais mananciais da cidade mineira de Juiz de Fora, entretanto, enfrenta problemas de incompatibilidade do uso e cobertura da terra perante o fim que lhe é atribuído, o abastecimento público. Rocha e Costa (2015) destacam que a proximidade do corpo d'água com a rodovia BR 040, do Centro de Convenções Expominas, granjeamentos, loteamentos e do Condomínio Alphaville contribuem para supressão da vegetação ciliar, o assoreamento, e a emissão in natura de esgotos domésticos, prejudicando a qualidade da água para abastecimento público da região.

Nesse contexto, no sentido de cooperar com o planejamento e gestão dos recursos hídricos, bem como estabelecer um critério de avaliação da qualidade da água através do Índice de Conformidade ao Enquadramento, esse artigo propôs o monitoramento dos impactos na BCRSP através do ICE aplicado na série histórica de dados limnológicos da CESAMA na captação entre 2006 e 2017.

2. Materiais e métodos

O Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) foi desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment*, o *CCME Water Quality Index 1.0* (CCME, 2001a; CCME, 2001b), referenciado no Brasil pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2012). Esse índice informa de modo claro e objetivo a situação atual do corpo hídrico em relação ao seu enquadramento, o qual no Brasil foi regulamentado pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº357/2005 e definido a partir de metas de qualidade da água inicialmente propostas de acordo com os usos preponderantes pretendidos (BRASIL, 2005).

O ICE é baseado na excedência a esses padrões de qualidade da água e incorpora três elementos: abrangência - o número de parâmetros que não cumprem os objetivos de qualidade da água pelo menos uma vez; frequência - o número de vezes que o parâmetro não atendeu aos padrões de qualidade; e amplitude – a diferença entre o valor medido e o limite definido para o enquadramento (ANA, 2012; CCME, 2001b). Estes fatores visam determinar a “distância” que as variáveis monitoradas se encontram do que é desejado para determinado corpo hídrico, representando as desconformidades quando se encontram fora do estabelecido ou as conformidades, quando está dentro do recomendado como padrão (CCME, 2001a).

Segundo o CCME (2001a), o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), é calculado da seguinte maneira:

$$ICE = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right) \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

F_1 = porcentagem das variáveis de qualidade da água que violaram os limites desejáveis pelo enquadramento ao menos 1 vez no período de observação, ou seja, representa a abrangência das variáveis em desconformidade sendo determinado por:

$$F_1 = \left(\frac{\text{Número de variáveis que falharam}}{\text{Número total de variáveis}} \right) * 100 \quad \text{equação (2)}$$

F_2 = frequência representada pela porcentagem de vezes que as variáveis de qualidade da água estiveram em desconformidade em relação ao número de testes para comparar o valor observado com o padrão estabelecido, definido como:

$$F_2 = \left(\frac{\text{Número de testes que falharam}}{\text{Número total de testes}} \right) * 100 \quad \text{equação (3)}$$

F_3 = representa a diferença entre o valor observado e o desejado de acordo com o enquadramento do corpo d'água, ou seja, analisa a amplitude entre os valores desejados e os obtidos nos corpos d'água. Este fator é determinado em 3 etapas:

Para os casos em que o enquadramento exige que determinada variável seja maior ou igual a um limite, utiliza-se a equação 4 abaixo:

$$\Delta V = \left(\frac{\text{Valor testado fora do enquadramento}}{\text{Limite para enquadramento}} \right) - 1 \quad \text{equação (4)}$$

Quando o valor encontrado não deve ser inferior a um determinado padrão é utilizada a equação 5:

$$\Delta V = \left(\frac{\text{Limite para enquadramento}}{\text{Valor testado fora do enquadramento}} \right) - 1 \quad \text{equação (5)}$$

Após esta primeira etapa, determina-se a soma normalizada das variações (snv), somando todas as variações que não atenderam aos limites do enquadramento e dividindo pelo número total de testes, logo:

$$snv = \frac{\sum_{i=0}^n \Delta V_i}{\text{Número total de testes}} \quad \text{equação (6)}$$

E por fim, calcula-se F_3 usando a fórmula a seguir:

$$F_3 = \left(\frac{snv}{0,01 * snv + 0,01} \right) \quad \text{equação (7)}$$

A aplicação do Índice de Conformidade ao Enquadramento demanda algumas regras que devem ser levadas em consideração, conforme proposto por CCME (2001a):

- Comparações do índice só devem ser feitas quando os objetivos forem os mesmos, ou seja, não é recomendado aplicar o índice quando o objetivo for comparar um ICE que deve atender aos limites definidos no enquadramento para classe 1 com outro cujo objetivo foi a classe 2.
- Não é recomendado comparar índices de diferentes lugares calculados com parâmetros diferentes, por exemplo, se em um lugar o índice é calculado utilizando parâmetros de pesticidas, tal valor não deve ser equiparado com outro local onde o índice é obtido com a utilização de metais.
- Deve-se ter cuidado com a utilização de dados mais antigos, pois métodos mais modernos podem apresentar metodologias e limites de detecção distintos daqueles utilizados para os dados mais antigos, alterando o valor final do índice, gerando conclusões errôneas.
- O índice deve ser aplicado utilizando parâmetros relevantes para o corpo d'água que está sendo estudado.
- O ICE não deve ser aplicado com menos de quatro parâmetros e quatro amostras por ano. A Tabela 1 apresenta a classificação do ICE conforme os valores encontrados e seu significado, importante para a interpretação dos gestores.

TABELA 1

Classificação e significado de cada classe do ICE

Valor do ICE	Classes	Significado
$95 \leq \text{ICE} \leq 100$	Ótimo	A qualidade de água está protegida com virtual ausência de impactos. A qualidade da água está muito próxima da condição natural.
$80 \leq \text{ICE} < 95$	Bom	A qualidade de água está protegida, apresentando apenas um pequeno grau de impacto. A qualidade da água raramente se desvia da condição natural ou dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
$65 \leq \text{ICE} < 80$	Regular	A qualidade da água está protegida, mas ocasionalmente ocorrem impactos. A qualidade da água se desvia dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
$45 \leq \text{ICE} < 65$	Ruim	A qualidade da água é frequentemente afetada. Com frequência os parâmetros de qualidade de água não atendem os padrões estabelecidos pelo enquadramento.
$\text{ICE} < 45$	Péssimo	A qualidade da água quase sempre está alterada. Os parâmetros de qualidade frequentemente não atendem os padrões estabelecidos pelo enquadramento.

Fonte: CCME (2001a); ANA (2012).

Todos os cálculos do ICE foram baseados na série histórica de dados entre 2006 e 2017 no ponto de captação da barragem. Nesta pesquisa o conjunto dos parâmetros utilizados para o cálculo do ICE variou de 10 a 12, o que apresenta uma boa base para os cálculos do ICE em termos de volume de dados.

Ao todo foram selecionados os seguintes parâmetros: Turbidez (TUR), Oxigênio Consumido (OC), Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio ($\text{DBO}_{5,20}$), Cloretos (Cl), Ferro (Fe), Fósforo Total (FT), *Escherichia coli* (*E. coli*), Dureza (Dur), Condutividade Elétrica (CE), Oxigênio Dissolvido (OD) e Alumínio (Al).

A Tabela 2 apresenta os parâmetros de qualidade da água da Represa de São Pedro fornecidos pela CESAMA entre os anos de 2006 e 2017, bem como as unidades de medida. Como não houve regularidade nas análises dos parâmetros, a Tabela 2 apresenta também o nº de observações. Foram utilizados como limites, quando aplicável, os definidos pela Resolução Conama nº 357/05 para águas de classe 1. Para o parâmetro Dureza, o qual não tem limite definido na mesma Resolução, foi utilizada a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) que estabelece para este parâmetro o limite máximo de 500 mg.L^{-1} de CaCO_3 (para água potável). Para o Nitrogênio Total foi utilizado como limite o valor da soma dos padrões para nitrito (NO^{-2}), nitrato (NO^{-3}) e nitrogênio amoniacal definidos na Resolução Conama nº 357/05.

TABELA 2

Parâmetros de qualidade da água da Represa de São Pedro e seus limites máximos estabelecidos para classe 1.

PARÂMETROS:	Unidade	Nº obs	Limites
pH	pH	142	≥6 e ≤9
Turbidez	UNT	142	≤40
Ferro	mg.L ⁻¹	135	≤0,3
Alumínio	mg.L ⁻¹	69	≤0,1
Cloretos	mg.L ⁻¹	139	≤250
Dureza	mg.L ⁻¹	124	≤500
Oxigênio Consumido	mg.L ⁻¹	129	≥5
Oxigênio Dissolvido	mg.L ⁻¹	81	≤6
Condutividade elétrica	µS.cm ⁻¹	138	≤100
DBO _{5,20}	mg.L ⁻¹	120	≤3
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹	86	≤7,2
Fosforo Total	mg.L ⁻¹	101	≤0,02
<i>Escherichia coli</i>	NMP.100ml ⁻¹	107	≤200

Fonte: CESAMA, 2018

3. Resultados e Discussões

Os resultados dos cálculos do ICE para o ponto de captação da Represa de São Pedro para a série histórica de 2006 a 2017 estão representados no gráfico da Figura 2. Observa-se que o ICE permaneceu péssimo nos anos 2006, 2007, 2008, 2010 e 2011, sendo 2011 o pior valor.

Como se vê na Figura 3, houve, em 2007, obra de duplicação da BR-040 (Figura 3A); entre 2010 e 2011 a construção da BR-440 (Figura 3B) e terraplenagem de loteamentos, destacando o Condomínio Ahphaville.

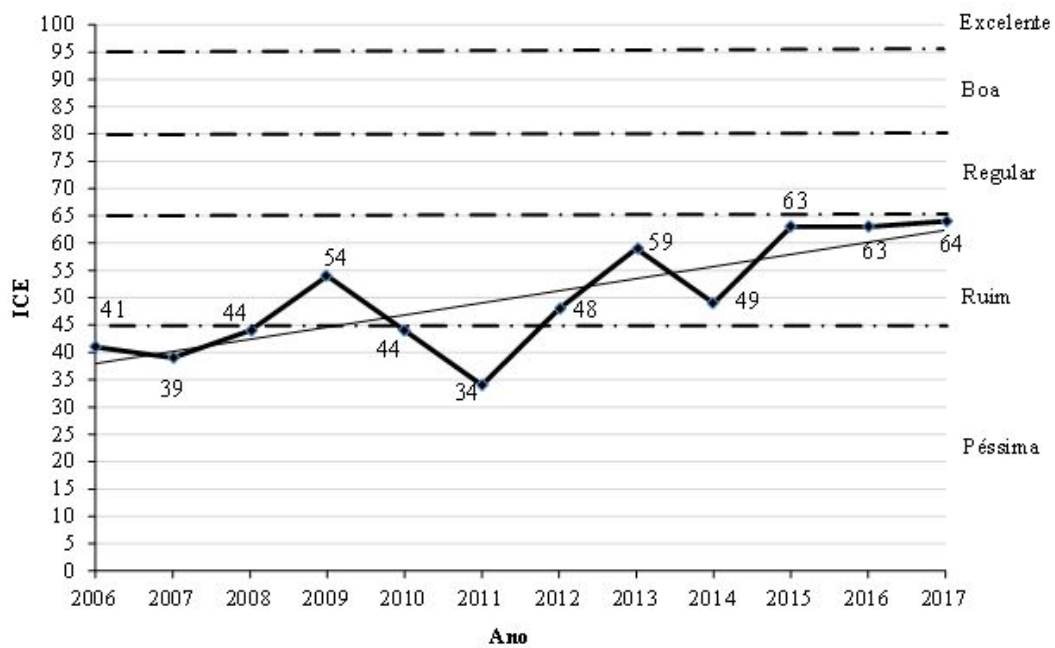


FIGURA 2: Resultados do ICE para a captação da represa de São Pedro entre 2006 – 2017.

Os outros anos se enquadraram como “ruim” no que diz respeito à classificação do ICE, decrescendo em 2014 devido a maior seca dessa série de dados (Figura 3C). Isso indica que a qualidade da água quase sempre está alterada e que os parâmetros de qualidade frequentemente não atendem os padrões da classe 1.

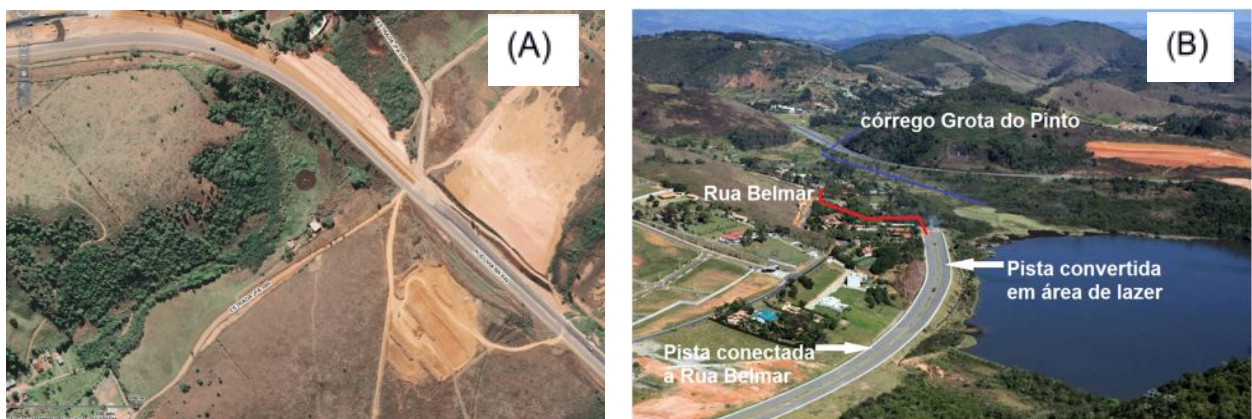




FIGURA 3: Principais interferências antrópicas e seca na Bacia da Represa de São Pedro. Fonte: Costa (2016)

A percentagem de resultados não conformes é apresentada na Figura 4. Pode-se perceber, de acordo com o gráfico, que os parâmetros FT, Fe, $DBO_{5,20}$, OC, Al e OD foram os que apresentaram maior percentual de não conformidade no período analisado. O Alumínio e o Ferro estão relacionados ao escoamento superficial devido ao revolvimento da terra e processos erosivos. Os demais parâmetros estão relacionados ao aumento de matéria orgânica na bacia decorrente do despejo de efluentes domésticos e do manejo das pastagens.

Outro parâmetro que pode corroborar com essa hipótese é o Nitrogênio Total que também pode ter origem antropogênica através de despejos doméstico e industriais e também pode provocar a redução de oxigênio dissolvido (OD) em virtude do processo oxidativo de nitrificação realizado por microrganismos aeróbios bem como a lixiviação de áreas agrícolas da bacia de drenagem (VON SPERLING, 2005).

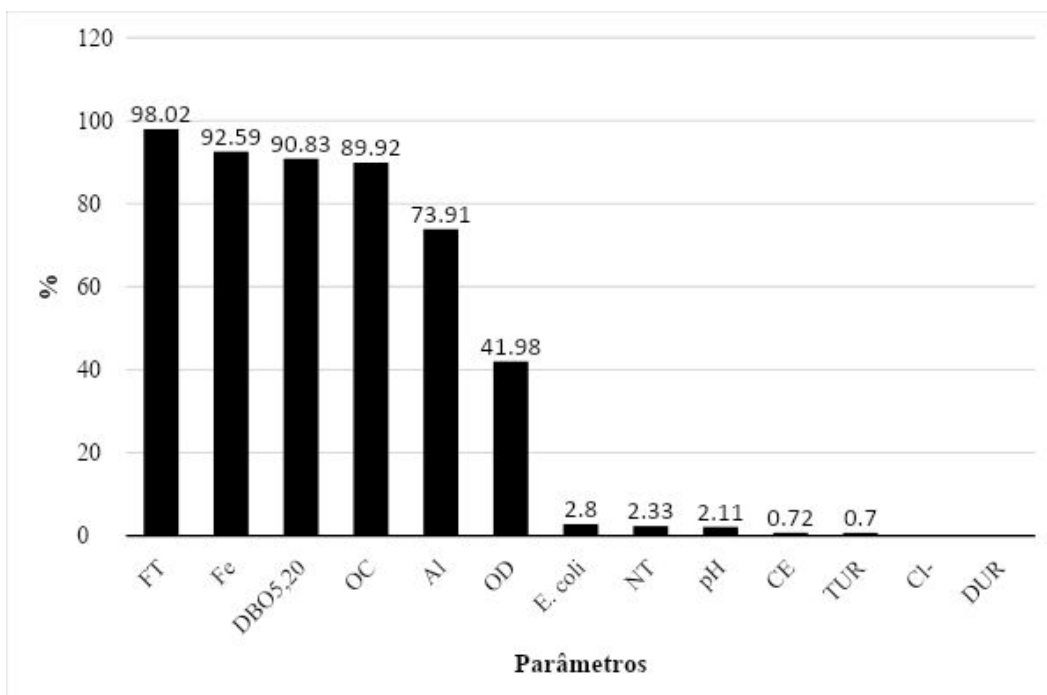


FIGURA 4: Percentual de resultados não conformes na captação da Represa de São Pedro.

Conforme a Figura 5, a BCRSP em 2017 era composta por 49% de pastagem e 9% de pasto sujo, totalizando 58% dessas classes. A área urbanizada com 15% dá destaque ao Condomínio Alphaville na porção norte; corpo hídrico 2%; várzea 2%; e solo exposto 1%. Apenas 22% de Mata confirma que a paisagem dessa Bacia não corresponde aos usos desejáveis. A supressão da vegetação nas Áreas de Preservação Permanente (topos de morros e margens de corpos d'água) para dar lugar às estradas, loteamentos, edificações e demais obras completa esse cenário não apropriado para uma bacia de manancial de abastecimento.

Ainda vale destacar na Figura 5 que a proximidade de rodovias, loteamentos, condomínios, edificações e pastagens formam um mosaico nada interessante para a qualidade da água.

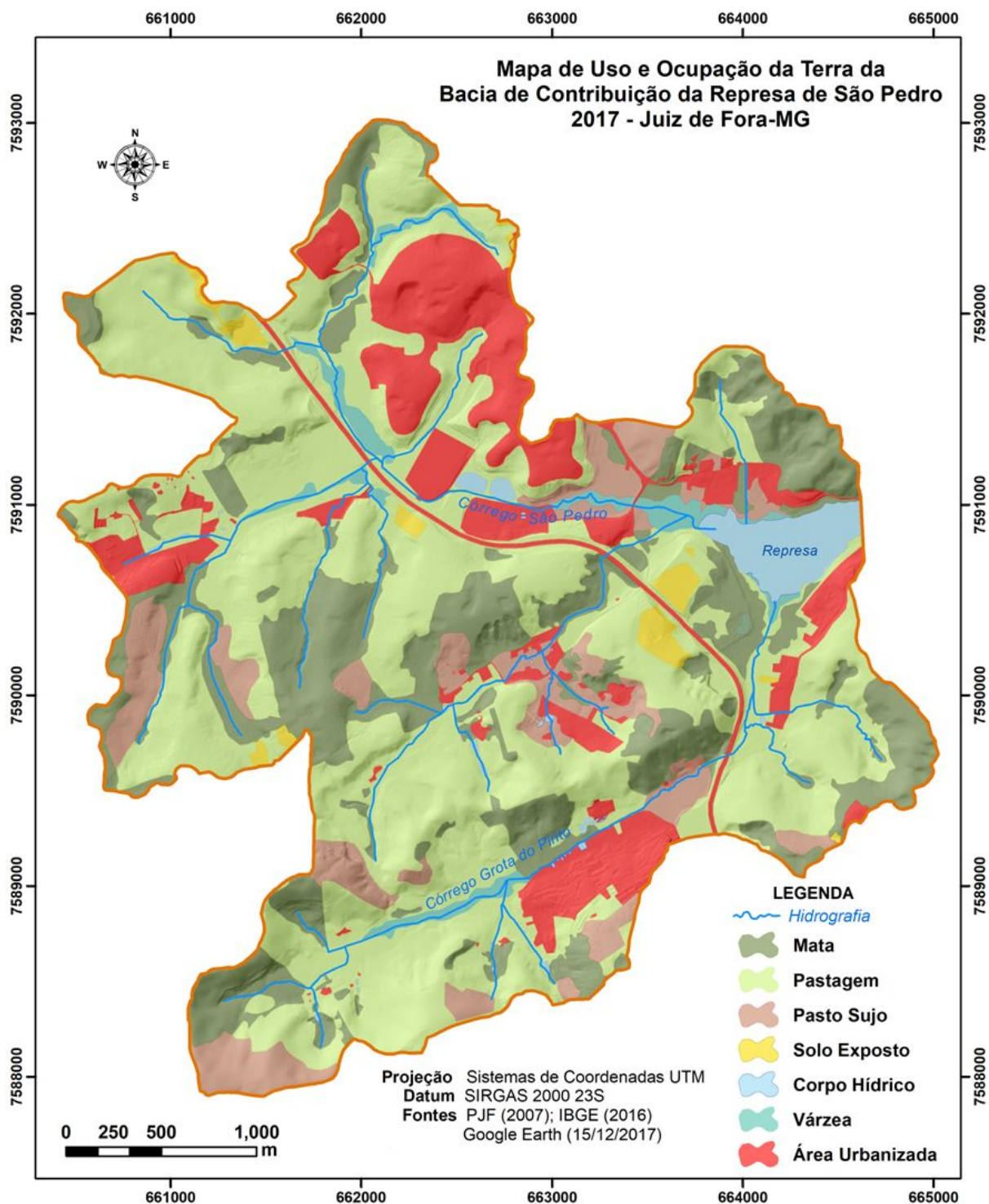


FIGURA 5: Carta de uso e cobertura da terra da BCRSP em 2017.

Esses dados apenas ratificam a questão da carga orgânica que é resultante, em grande parte, da área de pastagem da bacia que contribui fortemente com excrementos de animais, assim como a área de edificações, responsável pelo despejo de esgoto, também

contendo detergente, esse último estando diretamente relacionado ao parâmetro FT. Em períodos chuvosos o carreamento de sedimentos para o corpo hídrico também pode evidenciar, de acordo com Rocha e Costa (2015) e Rocha et al. (2015) a precipitação como importante fator regulador da qualidade da água dos corpos d'água.

O parâmetro Ferro teve uma porcentagem alta de não conformidade, e sua alta concentração nas águas superficiais pode ser aumentada pelo carreamento do solo, devido aos processos erosivos, sendo importante parâmetro para a detecção de impactos das atividades humanas nos corpos hídricos. A movimentação de terra e consequente exposição do solo, associado ao carreamento pelas águas pluviais, acabam por provocar o assoreamento dos corpos d'água. O preparo da terra para construção de estradas e loteamentos próximos à represa conforme a Figura 5, passa pela supressão da vegetação para dar lugar às edificações e demais obras estruturais, o que consequentemente gera não só o assoreamento deste reservatório, mas também uma grande redução do volume d'água a ser armazenado pelo mesmo (FREITAS, 2015; COSTA, 2016).

Metais como o Ferro, mesmo em pequenas concentrações, são suficientes para alterar a capacidade de autodepuração do corpo receptor, devido ao seu poder de inibir os microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (ASSIS, 2014). Assim, mesmo não se constituindo como elemento tóxico, o ferro interfere na qualidade dos corpos d'água atribuindo cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários e propiciando o desenvolvimento de depósitos e de ferro bactérias em canalizações, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (REALI, 1999; CETESB, 2009).

O alumínio na água pode ocorrer em diferentes formas e é influenciado pelo pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes, cuja solubilidade é baixa com pH entre 5,5 e 6,0; as concentrações de alumínio dissolvido em águas com pH neutro variam de 0,001 a 0,05 mg L⁻¹, entretanto, aumentam para 0,5 a valores acima de 1 mg L⁻¹ em águas mais ácidas ou ricas em matéria orgânica (CETESB, 2009). Verificou-se que a solubilidade do alumínio foi próxima de 1,4 mg L⁻¹ em dezembro de 2006 e 2007, período chuvoso, possivelmente representando tal concentração por conta do tipo de solo da região, no caso o Latossolo vermelho-amarelo, por serem solos ácidos (EMBRAPA, 2015).

4. Conclusões e Recomendações

A qualidade das águas da Bacia de contribuição da Represa de São Pedro sofre influência dos despejos domésticos e terraplenagem resultantes do processo de urbanização, destacando a duplicação da BR-040 em 2007, a execução da BR-440 e loteamentos (Condomínio Alphaville) entre 2010 e 2012 e a pior seca em 2014. Mesmo com a autodepuração proporcionada pelas represas, esses impactos foram percebidos através do ICE, visto que os piores resultados foram nessas intervenções e evento, respectivamente. Portanto, a qualidade das águas no ponto de captação da BCRSP, enquadrado na classe 1, não esteve em conformidade com os padrões legais estabelecidos.

Destaque para a capacidade de suporte e resiliência dessa Represa que mostrou melhoria da qualidade da água sempre que tais intervenções cessaram ou reduziram, revelando que as águas da Represa de São Pedro ainda podem se recuperar, caso tais intervenções deixem de acontecer e/ou sejam minimamente mitigadas. A linha de tendência do ICE ao longo do tempo é ascendente com ênfase nos últimos três anos que tiveram os melhores índices desses 12 anos aproximando ao valor “Regular”. Nesse sentido, as ações preventivas e de controle de poluição, principalmente relacionadas ao esgotamento sanitário e revolvimento da terra, devem ser priorizadas.

Ademais, esse manancial é estratégico por vários motivos:

- localiza-se em cota alta atendendo vários bairros por gravidade com economia de energia;
- suas redes são mais curtas devido à proximidade entre a represa, a ETA e os domicílios atendidos, reduzindo vazamentos e custos de manutenção;
- as vazões medianas que chegam pelos dois principais tributários na ordem de 350litros/segundo (NAGEA, 2016) são três vezes maiores que o volume tratado na ETA de 120l/s, ou seja, existe espaço para ampliação dessa Estação que poderia, pelo menos, dobrar a sua capacidade de atendimento, mantendo a vazão ecológica a jusante;
- após o reforço adequado na barragem, a dragagem desse corpo d’água aumentaria sua capacidade de armazenamento, diminuindo os riscos de desabastecimento na época da seca e evitando as enchentes e inundações que estão acontecendo com grande frequência nas ruas que ficaram abaixo da Via São Pedro (BR-440) na Cidade Alta;
- uma gestão por bacia deveria priorizar a retenção da água na parte mais alta para evitar problemas à jusante nos bairros Vale do Ipê, Democrata e Mariano Procópio. Nesse

caso, a Represa de São Pedro também faria o papel de amortecimento de cheias, funcionando como um piscinão.

Finalmente, essa região da Represa de São Pedro vem sendo utilizada espontaneamente pela população como área de lazer e existem inúmeros projetos de parques com lagoas artificiais, equipamentos de ginástica, pistas de caminhada, corrida e ciclovias, algo que deveria ser efetivado pelo poder público numa cidade que carece desse tipo de oferta. A ligação da BR-440 a BR-040 e a desativação dessa Represa vão na contramão do desejo de manter essa área como de uso coletivo e conservada, algo a ser enfrentado por toda a sociedade juizdeforana.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), à PROPP (Pró -Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa) pelas bolsas de Iniciação Científica e à Cesama pela parceria.

Referências

ANA, Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2018.

ASSIS, L. R., 2014. **Avaliação do impacto em corpos d'água devido ao lançamento de resíduos de uma estação de tratamento de água de Juiz de Fora – MG**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Juiz de Fora.

BARROS, J. C.; BARRETO, F. M. S.; LIMA, M. V. **Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA-CETESB) no açude Gavião para determinação futura do Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP)**. In: *VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação*, Palma/Tocantins, 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 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. Brasília, 2005.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 2.914, de 12 de Dezembro de 2011**. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2011.

BUZELLI, G.M.; CUNHA-SANTINO, M.B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água**, v.8, n.1, 2013, p.186-205.

CCME – Canadian Council of Ministers of the Environment. **Water Quality Index: Technical Report**. In: *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. 2001a. Disponível em: <[http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20Technical%20Report%20\(en\).pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20Technical%20Report%20(en).pdf)>. Acesso em 02 abril 2015.

_____. **Water Quality Index: User's Manual**. In: *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. 2001b. Disponível em: <[http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20\(en\).pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20(en).pdf)>. Acesso em 02 abril 2015.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2008**. São Paulo, 2009.

CESAMA, Companhia de Saneamento Municipal. **Represa de São Pedro**. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/pdf/Represa-Sao-Pedro.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

_____. **Parâmetros de qualidade da água da Represa dos Ingleses**. Planilha eletrônica. Juiz de Fora, 2018.

COSTA, H. F. **Monitoramento da qualidade da água e do uso e cobertura da terra na bacia de contribuição da represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG) no período de 2005 a 2015**. UFJF, Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (Monografia), 2016, 72p.

CUNHA, R. W.; GARCIA JÚNIOR, M. D. N.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 7, p.770-779, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Latossolos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html>. Acesso em 13 mar. 2015.

FRANCO, G. B.; BETIM, L. S.; MARQUES, E. A. G.; GOMES, R. L.; CHAGAS, C. da SILVA. Relação qualidade da água e fragilidade ambiental da Bacia do Rio Almada, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v.42, n.1, 2012, p.114-127.

FREITAS, F. A., 2015. **Qualidade da água e uso da terra na bacia de contribuição da Represa de São Pedro, Juiz de Fora - MG**. Dissertação. Universidade Federal de Juiz de Fora.

GÓMEZ, L. S.C.; PERIGÓ, E.; PIÑERO, R.; SOMOZA, R. D. Pollution in the estuary of the Baracoa river, La Habana, Cuba. **Revista Ambiente & Água**, v.6, n.1, 2011, p.54-64.

MACHADO, P. J. O. **Uma proposta de zoneamento ambiental para a bacia hidrográfica da Represa de São Pedro – Juiz de Fora/MG**. Dissertação de mestrado em Geografia da Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente: 1998.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 016, de 24 de setembro de 1996**. Dispõe sobre enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna. Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais – Copam. Belo Horizonte, 1996.

MORETTO, D. L.; PANTA, R. E.; COSTA, A. B.; LOBO, E. A. Calibration of water quality index (WQI) based on Resolution nº 357/2005 of the Environment National Council (CONAMA). **Acta Limnológica Brasiliensia**, v.24, n.1, p.29-42, 2012.

NAGEA. Núcleo de Análise Geo Ambiental. **Dos impactos na Represa de São Pedro**. Relatório apresentado ao Ministério Público de Minas Gerais. Juiz de Fora, 2016, 10p.

ORTEGA, D. J. P.; CARVALHO, S. L. Avaliação dos efeitos das atividades antropópicas nos recursos hídricos na sub-bacia hidrográfica do Córrego de Ipê – SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.18, n.3, 2013, p.97-108.

REALI, M. A. P. (coord). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999, 240 p. Projeto PROSAB.

ROCHA, C. H. B.; COSTA, H. F. Variação temporal de parâmetros limnológicos em manancial de abastecimento em Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 2, abril/junho 2015, p. 543 - 550.

ROCHA, C. H. B.; COSTA, H. F.; CASQUIN, A. P.; PEREIRA, B. H. C.; OLIVEIRA, M.; SILVA, A. F. R.; SILVA, R. R.; PEREIRA, A. M.; PAULA, I. F. M.; ALMEIDA NETO, J. O. **Dinâmica de parâmetros limnológicos e uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas das represas Dr. João Penido e São Pedro, Juiz de Fora/MG**. XXI Seminário de Iniciação Científica da UFJF: 2015.

SILVA, G. L.; AURELIANO, J. T.; LUCENA, S. V. de O. Proposição de um índice de qualidade de água bruta para abastecimento público. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v.9, n.1, 2012, p.17-24.

VIANA, L. G.; DIAS, D. F. dos S.; OLIVEIRA, V. de P. S.; OLIVEIRA, M. M. Qualidade das águas da Lagoa do Taí, em São João da Barra, RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v.7, n.1, 2013, p.139-151.

VON SPERLING, M. (2005). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ed. Belo Horizonte - MG, UFMG, 452 p.