

IMPACTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREA DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, MUNICÍPIO DE BARRA MANSA (RJ)

Giordano Akira Takayama Colli¹

Renata Lopes Duarte²

Cristiane da Silva³

Renata de Oliveira Pereira⁴

Leonardo Duarte Batista da Silva⁵

Jonathas Batista Gonçalves Silva⁶

RESUMO: A horticultura possui papel relevante na economia brasileira. No entanto, a mesma produz passivos ambientais, notadamente quando mal manejada. Desta forma, o estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água superficial da bacia hidrográfica do córrego Água Comprida, Barra Mansa (RJ), em função do uso e ocupação do solo. Para tal, foram determinados o Índice de Qualidade da Água (IQA), o Índice de Estado Trófico (IET) e a qualidade da água para irrigação, além da caracterização química do solo da região. Realizaram-se duas campanhas para coleta de dados, em novembro de 2016 e em abril de 2017, onde foram selecionados 6 pontos de amostragem, distribuídos ao longo da bacia, para determinação de 20 parâmetros de qualidade da água. De forma geral, a região apresentou solo fértil. O IQA variou de 17 a 58 durante a estação de seca e de 72 a 80 na estação chuvosa. Para o período de estiagem hídrica, os pontos inseridos na malha urbana apresentaram os piores resultados de IET, classificando-os como eutrófico e hipereutrófico. A água apresentou risco para utilização na irrigação das hortaliças, devido principalmente aos elevados teores de ferro e *E. coli*.

PALAVRAS-CHAVE: Horticultura; Irrigação; Qualidade da água.

¹ Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil.

² Mestranda em Geografia - Dinâmicas socioambientais - pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).
Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil.
E-mail: reduarte2006@hotmail.com

³ Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Brasil.

⁴ Doutora em Ciências pela Escola de Engenharia de São Carlos. Docente adjunto 3 da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil.

⁵ Doutor em Agronomia pela Universidade de São Paulo (USP). Docente do Departamento de Engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Brasil.

⁶ Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Docente da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil.

IMPACTS ON SOIL USE AND OCCUPATION IN THE PRODUCTION AREA WITH VEGETABLES IN BARRA MANSA, BRAZIL

ABSTRACT: Vegetables have a relevant role in Brazilian economy, although they produce environmental deficits, especially when badly managed. Current analysis evaluates the quality of surface water of the hydrographic basin of the stream Água Comprida, Barra Mansa RJ, Brazil, with regard to soil use and occupation. Water Quality Index (WQI), Trophic State Index (TSI) and water quality for irrigation, and the chemical characterization of the region's soil were determined. Data were collected in November 2016 and in April 2017 from six sampling sites, distributed along the basin, to determine 20 water quality parameters. The region had fertile soil, with WQI ranging between 17 and 58 during the dry season and between 72 and 80 during the rainy one. During water scarcity, sites within the town had the worst TSI rates, classified as eutrophic and hypertrophic. Water represented risks for the irrigation of vegetables due to high iron and *E. coli* rates.

KEY WORDS: Vegetable growth; Irrigation; Water quality.

INTRODUÇÃO

O agronegócio é um setor econômico que atua de forma significativa no desenvolvimento do país. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), somente em 2017 o agronegócio brasileiro foi responsável por 44,1% das exportações e 9,4% das importações do país (MAPA, 2018). De acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o Produto Interno Bruto (PIB) gerado pelo setor representou 23,5% do PIB nacional, sendo o único segmento da economia a apresentar saldo positivo quanto à geração de empregos, nos últimos 5 anos (CNA, 2018).

Neste contexto, pode-se destacar a horticultura como forte contribuinte para o sucesso do setor. De acordo com o MAPA, o cultivo de hortaliças gera mais lucro por hectare do que outras culturas como grãos, por exemplo (MAPA, 2016). Esta atividade pode ser realizada por micro, pequenas, médias e grandes propriedades, localizadas tanto no interior quanto nas proximidades de grandes centros urbanos (SEBRAE NACIONAL, 2016). Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM), a cadeia produtiva de hortaliças no Brasil movimenta cerca de R\$ 55 bilhões por ano e ocupa uma área aproximada de

820 mil hectares, produtora de 20 milhões de toneladas de 18 hortaliças diferentes (ABCSEM, 2016). Por ser extremamente dependente de mão de obra, desde sua semeadura até comercialização, a cultura de hortaliças gera por ano um grande número de empregos. Estima-se que cada hectare de hortaliças produza, em média, entre 3 a 6 empregos diretos e um número idêntico de empregos indiretos (SEBRAE, 2016).

No entanto, apesar da atividade de horticultura ter papel relevante na economia brasileira, a mesma produz passivos ambientais, notadamente quando mal manejada, principalmente devido ao uso de fertilizantes e agrotóxicos. O emprego destes produtos químicos na agricultura irrigada gera um passivo, visto que, por meio do escoamento superficial e subterrâneo, a água incorpora tais elementos, tendo como destino final os rios e aquíferos (SILVA, 2016). Além disso, a forma de uso e ocupação do solo pela atividade agrícola é outro exemplo de geração de passivos ambientais, uma vez que pode causar erosão nas margens dos rios e assoreamento do curso d'água, evidenciados nas alterações de parâmetros de qualidade da água (MAIA *et al.*, 2015).

Fica destacada a importância do monitoramento da qualidade da água, acompanhando as alterações nas características físicas, químicas e biológicas desta, decorrentes da horticultura. Sendo assim, o trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água superficial, em função do uso e ocupação do solo, na microbacia do córrego Água Comprida, localizado no distrito de Santa Rita de Cássia, Barra Mansa (RJ), região conhecida pela produção de hortaliças. Também se avaliou a qualidade da água utilizada para a irrigação de tais hortaliças, visto que esta é retirada do córrego em estudo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

A área de estudo compreende a microbacia hidrográfica do córrego Água Comprida, afluente do rio Paraíba do Sul, na região do distrito de Santa Rita de Cássia (SRC), Barra Mansa (RJ), com coordenadas 22°29'32,05" Sul e 44°09'55,88" Oeste. A microbacia possui área total de 407 hectares e altitude média de 452 m, obtidos

a partir de dados determinados através do *software* Arcgis, versão 10.0. Além disso, apresenta relevo fortemente ondulado, com declividade média de 27%. O período chuvoso ocorre entre os meses de outubro a março, com precipitação média mensal de 187,5 mm, e o período seco entre os meses de abril e setembro, com precipitação média mensal de 42,6 mm, com base nas médias das normais climatológicas de cidades próximas ao distrito de SRC, como Pinheiral, Piraí, Resende e Vassouras (INMET, 2017).

A principal atividade desenvolvida no distrito de SRC é o cultivo de hortaliças. Santa Rita de Cássia conta com 250 produtores rurais, que têm como base da renda familiar o agronegócio, responsáveis pela produção mensal, no período de safra, de 600 toneladas de 22 tipos de folhosas (SEMAGRO, 2017). A forma de adubação mais utilizada na região é a cama de frango, fonte de nutrientes, sobretudo nitrogênio, fósforo e potássio (GUIMARÃES *et al.*, 2016).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

Foram realizadas duas campanhas de amostragem, uma após o fim do período de estiagem hídrica (novembro de 2016) e a segunda ao término da estação chuvosa (abril de 2017). Conforme observações realizadas no local, a coleta de novembro de 2016 apresentou baixa vazão (característico de estiagem hídrica) e a coleta de abril de 2017, ocorrência de chuvas. Condições consideradas distintas da normal climatológica da região (COLLI, 2017).

Selecionaram-se seis pontos amostrais para coleta de água superficial, segundo as recomendações previstas na NBR 9.898 (ABNT, 1987), sendo que próximo a quatro deles foram coletadas também amostras de solo.

O ponto mais a montante, indicado pela notação A1, refere-se a um açude utilizado para irrigação de hortaliças em uma casa de vegetação, representando o ponto com menor interferência antrópica. Os pontos C1, C2, C3, C4 e C5 representam os locais de coletas no córrego Água Comprida, distribuídos ao longo da extensão da bacia hidrográfica, de montante para jusante, conforme Figura 1A. O ponto C1 drena a água de uma área predominantemente agrícola e de menor densidade demográfica. O ponto C2 está localizado no interior de uma horta e os

pontos C3, C4 e C5 estão inseridos na mancha urbana, tendo também, nestes casos, a contribuição de efluentes domésticos (Figura 1B).

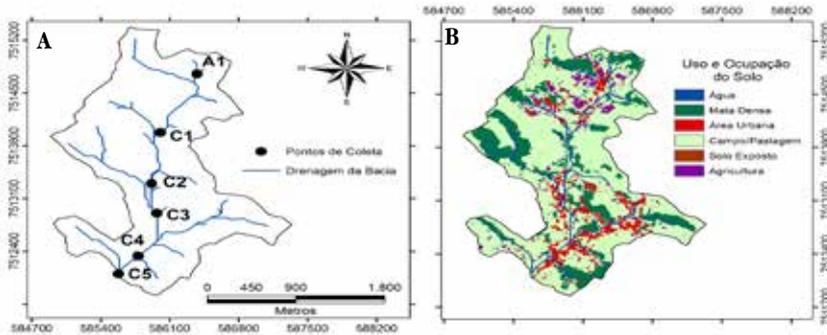


Figura 1A: Carta da microbacia hidrográfica do córrego Água Comprida e sua drenagem, bem como a localização dos pontos de amostragem. **Figura 1B:** Uso e ocupação do solo na microbacia do córrego Água Comprida.

Fonte: Os autores.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

A caracterização química do solo da região foi realizada através da análise de amostras coletadas próximo aos pontos A1, C2, C3 e C5, na camada do solo com profundidade de até 20 cm. As análises seguiram a metodologia descrita em EMBRAPA (2017) e os parâmetros utilizados para tal foram: pH em água, acidez trocável e potencial, matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica efetiva (CTC_e) e potencial (CTC_p), soma de bases (SB), saturação por alumínio (m), por bases (V) e sódio (ISNA), teores trocáveis de cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg) e sódio (Na), disponível de fósforo (P), metais: cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe), além de boro (B) e enxofre (S).

2.4 QUALIDADE DA ÁGUA

Os parâmetros de qualidade da água analisados foram: cloretos (APHA: n° 4500 B - Cl), cor aparente e verdadeira (APHA: n° 2120 C), demanda bioquímica de oxigênio - $DBO_{5,20}$ (APHA: n° 5210 B), *Escherichia coli* (APHA: n° 9222 B), fósforo

total (APHA: n° 4500 P E), nitrogênio amoniacal (APHA: n° 4500C - NH₃), sólidos totais - ST (APHA: n° 2540 B) e turbidez (APHA: n° 2130 B), segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). Foram analisados ainda os parâmetros ferro dissolvido (HACH 8112), nitrato (HACH 8039) e nitrito (HACH 8153), segundo as especificações do fabricante (HACH, 2017), além da condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), pH, sólidos dissolvidos totais (SDT) e temperatura, utilizando sondas multiparamétricas, modelos *Hanna HI9828* e *Hach HQ40d*. Adicionalmente, apenas na primeira coleta, foi analisada a concentração do defensivo agrícola glifosato nos pontos A1, C1, C3 e C5. O método utilizado foi o de número 1060, cujo limite de quantificação (LQ) é de 60 µg/L (APHA, 2012).

Com o intuito de analisar a alteração da qualidade da água ao longo do trecho em estudo, calculou-se o Índice de Qualidade da Água (IQA), através da metodologia adotada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2013). Para tal utilizaram-se os parâmetros *Escherichia coli* (*E.coli*), em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes (IGAM, 2013) e fósforo total, em substituição ao parâmetro fosfato. Ainda, determinou-se o Índice de Estado Trófico (IET), segundo a metodologia utilizada pela Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (CETESB, 2016), através do parâmetro fósforo total (IET [PT]), para ambientes lóticos e lênticos, a fim de avaliar o potencial de eutrofização do corpo hídrico.

Ressalta-se que, devido a possíveis erros relacionados ao método de determinação das análises microbiológicas de *Escherichia coli*, não foi possível calcular o IQA dos pontos C1, C2 e C3 para o período de estiagem hídrica.

No que diz respeito à qualidade da água para irrigação das hortaliças foram utilizados os parâmetros salinidade, CE, ferro dissolvido, cloretos, pH, sólidos suspensos totais (SST) e *E. coli*. Os resultados foram comparados com as diretrizes de qualidade da água para irrigação, estabelecidas por Ayers e Westcot (1999).

Os resultados obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005 (BRASIL, 2005), para corpos d'água enquadrados como classe 2, classe de enquadramento do trecho do Rio Paraíba do Sul que compreende a área em estudo (PORTARIA MINTER, 1981).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Na Tabela 1 está apresentada a caracterização física e química das amostras de solo coletadas.

Tabela 1. Caracterização química das amostras de solo coletadas ao longo da microbacia

Parâmetros	A1	C2	C3	C5
pH	6,67	6,49	6,41	5,96
P (mg.dm ⁻³)	34,8	449,4	36,7	31,3
K (mg.dm ⁻³)	122	251	30	179
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	2,1	6,97	6,9	3,95
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	0,68	1,73	0,98	2,33
Al (cmol _c .dm ⁻³)	0	0	0	0
H + Al (cmol _c .dm ⁻³)	1,5	3,5	3	2,8
SB (cmol _c .dm ⁻³)	3,09	9,34	7,96	12,25
t (cmol _c .dm ⁻³)	3,09	9,34	7,96	12,25
T (cmol _c .dm ⁻³)	4,59	10,96	10,96	15,05
V (%)	67,3	72,7	72,6	81,4
m (%)	0	0	0	0
MO (dag.kg ⁻¹)	1,04	2,87	2,87	1,7
S (mg.dm ⁻³)	14,3	9,7	3,6	0
B (mg.dm ⁻³)	0,42	0,83	0,35	0,96
Parâmetros	A1	C2	C3	C5
Cu (mg.dm ⁻³)	2,26	9,92	5,36	7,48
Mn (mg.dm ⁻³)	27,5	45,2	80,3	89
Fe (mg.dm ⁻³)	73,3	262,6	438,6	100,6
Zn (mg.dm ⁻³)	3,92	35,6	11,44	48,8

Nota: H + Al - Acidez potencial; SB - Soma de bases; t - Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica potencial; V - Índice de saturação por bases; m - Índice de saturação por alumínio; MO - Matéria orgânica.

De modo geral, o solo da área é fértil, apresentando elevados teores de macronutrientes (Ca > 2,41 cmolc.dm³; Mg > 0,91 cmolc.dm³; K > 71 mg.dm³; e P > 12 mg.dm³) e alto índice de saturação por bases (V > 50%) (ALVAREZ *et al.*, 1999). Este comportamento é explicado pelo fato de ser uma área de cultivo agrícola, a qual constantemente recebe o aporte de nutrientes por meio de adubação orgânica e inorgânica e corretivos agrícolas.

Ressalta-se que nas lavouras do distrito de Santa Rita de Cássia, a cama de frango é o adubo mais empregado e que o mesmo é rico em nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, dentre outros (FUKAYMA, 2008). No entanto, alguns resultados observados podem revelar possíveis efeitos deletérios ao cultivo agrícola, por apresentarem teores superiores aos níveis críticos tolerados pelas culturas. Dentre estes níveis críticos, se destacam o ferro (> 31 mg.dm³), o manganês (> 9 mg.dm³), o cobre (> 1,3 mg.dm³) e o zinco (> 1,6 mg.dm³) (ALVAREZ *et al.*, 1999). A elevada concentração destes metais pode ser justificada pela ocorrência natural em solos do Sudeste brasileiro ou ainda pela incorporação da cama de frango, que possui em sua composição elevado teor destes compostos (FUKAYMA, 2008).

3.2 QUALIDADE DA ÁGUA

Na Tabela 2 está apresentado o resultado das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de água superficial.

Tabela 2. Resultado das análises de qualidade da água e os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Parâmetros	Pontos						(Continua)
	A1	C1	C2	C3	C4	C5	Resolução CONAMA 357/2005 (Classe 2)
Cloretos (mg/L)	< LD	1,5	< LD	< LD	< LD	11,9	≤ 250
	1,2	3,0	0,3	1,2	4,0	5,9	

(Continua)

Parâmetros	Pontos						Resolução CONAMA 357/2005 (Classe 2)
	A1	C1	C2	C3	C4	C5	
Condutividade Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	30	82	74	128	338	256	--
	96	144	146	149	214	222	
Cor Aparente (uC)	153,0	59,1	74,1	133,0	256,5	206,5	--
	292,0	49,1	50,5	64,2	70,3	67,2	
Cor Verdadeira (uC)	6,1	7,0	8,3	13,3	25,2	9,5	≤ 75
	32,4	19,5	24,6	25,4	26,0	33,0	
DBO _{5,20} (mg/L)	2	1	< LD	6	32	9	≤ 5
	3	3	1	2	4	3	
<i>E.coli</i> (UFC/100 mL)	< LD	-	-	-	2,3x10 ⁵	6,0x10 ³	$\leq 1,0 \times 10^3$
	< LD	3,5x10 ¹	3,3x10 ²	9,0x10 ¹	6,5x10 ¹	< LD	
Ferro Dissolvido (mg/L)	5,20	1,72	1,63	1,60	7,21	8,47	$\leq 0,30$
	7,16	0,54	0,84	0,93	1,17	1,18	
Fósforo Total (mg/L P)	0,015	0,017	0,064	0,252	0,91	0,201	$\leq 0,030$ ou $\leq 0,050$ *
	0,017	0,029	0,023	0,053	0,016	0,015	
Nitrito (mg/L N-NO ₂)	0	0	0	0	0	0	≤ 1
	0	0	0	0	0	0	
Nitrato (mg/L N-NO ₃)	0	0	0	0	0	0	≤ 10
	0	0	0	0	0	0	
Nitrogênio Amoniacal (mg/L N-NH ₃)	< LD	< LD	< LD	0,35	< LD	< LD	$\leq 3,7$ ou $\leq 2,0$ ou $\leq 1,0$ ou $\leq 0,5$ **
	< LD	< LD	< LD	0,10	0,43	0,43	
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,14	4,78	8,42	5,03	1,54	1,91	≥ 5
	5,52	5,41	6,53	4,59	4,58	4,28	
pH	5,96	7,06	7,42	7,14	7,51	7,62	6 a 9
	6,48	6,89	7,69	7,21	7,23	7,07	
Salinidade (PSU)	0,01	0,04	0,03	0,06	0,16	0,12	--
	0,05	0,07	0,07	0,07	0,1	0,1	

(Conclusão)

Parâmetros	Pontos						Resolução CONAMA 357/2005 (Classe 2)
	A1	C1	C2	C3	C4	C5	
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	15	41	36	64	169	128	≤ 500
	46	72	76	74	107	110	
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	70	54	19	116	251	92	--
	54	16	6	22	30	29	
Sólidos Totais (mg/L)	85	95	55	180	420	220	--
	100	88	82	96	137	139	
Turbidez (uT)	50,4	10,0	10,0	59,7	98,9	83,6	≤ 100
	80,1	11,6	8,8	12,5	17,5	10,2	

Nota: * Para ambientes lênticos ou lóticos, respectivamente. ** Para $\text{pH} \leq 7,5$; $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ ou $\text{pH} > 8,5$, respectivamente. (-) Não foram realizadas análises para estes pontos. (--) Não consta na legislação. < LD Inferior ao limite de detecção do método. uC - Unidade de Cor. UFC - Unidade Formadora de Colônia. PSU - *Practical Salinity Units* (Unidades Práticas de Salinidade). ppm - Partes por Milhão. uT - Unidades de Turbidez.

Legenda:  Coleta 1 (Novembro/2016).  Coleta 2 (Abril/2017).

É possível constatar que os seguintes parâmetros atenderam às exigências da Resolução CONAMA nº 357/2005, para classe 2: cloretos (≤ 250 mg/L), cor verdadeira (≤ 75 uC), nitrato (≤ 10 mg/L), nitrito (≤ 1 mg/L), nitrogênio amoniacal (≤ 2 mg/L), SDT (≤ 500 mg/L) e turbidez (≤ 100 UNT).

A concentração de $\text{DBO}_{5,20}$ apresentou-se acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de classe 2 (5 mg/L) a partir do ponto C3, durante o período de estiagem hídrica, atingindo seu valor máximo (32 mg/L) no trecho a montante do ponto C4, principalmente devido ao intenso lançamento de efluentes, associado à urbanização (Figura 1B). Este resultado mostra-se análogo ao observado por Buzelli e Cunha-Santino (2013), no qual as elevadas concentrações de $\text{DBO}_{5,20}$ no período de estiagem foram influenciadas pelo despejo de esgoto doméstico não tratado. Ainda foi possível observar uma queda acentuada na concentração da $\text{DBO}_{5,20}$ no trecho compreendido entre os pontos C4 e C5 (de 32 para 9 mg/L), devido à contribuição de dois afluentes, conforme Figura 1A, indicando assim a diluição dos efluentes.

Para o trecho em que existe principalmente o cultivo de hortaliças (de A1 a C2), a concentração da $DBO_{5,20}$ permanece dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, para os dois períodos do ano hidrológico. É possível observar, porém, que a concentração deste parâmetro, durante o período chuvoso, mostra-se levemente superior ao período de estiagem, no trecho em questão, provavelmente devido à contaminação proveniente do escoamento e da drenagem pluvial, carreando resíduos da atividade agrícola para as águas superficiais da bacia (MENEZES *et al.*, 2012).

Durante o trecho em que não ocorre o lançamento de esgoto doméstico (A1 a C2), o OD exibiu uma tendência de aumento em sua concentração, possivelmente resultado da confluência de outros córregos entre esses pontos. No trecho em questão simulou-se a reaeração, segundo von Sperling (2005), e verificou-se que o processo de reaeração não possuiu grande influência, uma vez que a distância percorrida (aproximadamente 1.540 m) não resultou em ganhos significativos de oxigênio na água. Para o segundo trecho, a partir do ponto C3, este parâmetro apresentou uma redução em sua concentração, atribuída ao consumo de oxigênio pelos microrganismos para estabilizar a matéria orgânica introduzida, devido ao lançamento de efluentes domésticos. Durante o período chuvoso, no qual existe a diluição do corpo hídrico, as baixas concentrações de $DBO_{5,20}$ passaram a exercer menor influência no consumo do OD presente no meio.

Foi possível observar um aumento na concentração de ST nas amostras de água coletadas no trecho da malha urbana (trechos entre os pontos C3, C4 e C5) sendo que o aumento foi mais expressivo durante a coleta 1 (estação seca), com valores de 180 mg/L, 420 mg/L e 220 mg/L respectivamente. Tais resultados assemelham-se aos verificados no estudo de Alves *et al.* (2012), nos quais as maiores concentrações de ST foram observadas nos períodos menos chuvosos.

Devido à alta concentração de sólidos na 1ª coleta, observou-se também os maiores valores de turbidez (59,7 uT; 98,9 uT; e 83,6 uT), conforme constatado pelos mesmos autores. No período chuvoso, a fração de SDT passou a ter maior influência sobre o resultado de ST, resultado da diluição do corpo hídrico e/ou do aumento na taxa de escoamento superficial. Consequentemente, maiores valores obtidos para cor verdadeira foram observados para esta coleta em relação à anterior.

Observa-se ainda que, em algumas bacias hidrográficas, há o aumento da turbidez e da cor nos períodos chuvosos (ROCHA; COSTA, 2015). Contudo, devido às características da região estudada, a cor verdadeira se encontra maior quando comparada à turbidez, para o período chuvoso.

O nitrogênio amoniacal apresentou baixas concentrações, com valores inferiores ao limite de detecção do método empregado para os pontos A1, C1 e C2. Acredita-se que os resultados obtidos para este parâmetro estejam associados aos seguintes fatores: a amônia pode ter sofrido volatilização ao se realizar o manejo inadequado dos insumos agrícolas; foi absorvida pelas raízes das plantas; e/ou foi convertida para outras formas de nitrogênio através da nitrificação.

Ressalta-se ainda que, em virtude do uso e ocupação do solo pela atividade agrícola e pelo lançamento de efluentes sem tratamento, notadamente a partir do ponto C3, esperava-se maiores concentrações dos compostos de nitrogênio. Isto porque a cama de frango constitui adubo rico em nitrogênio (6,00 g/100 g), sendo que sua principal forma presente nas excretas de aviário é a amônia (FUKAYAMA, 2008). Nesse cenário, o nitrogênio também pode ser encontrado na forma orgânica, representando cerca de 42% deste composto em efluentes domésticos (MOTA; VON SPERLING, 2009).

No que diz respeito ao defensivo agrícola glifosato, sua quantificação não ocorreu em nenhuma das quatro amostras de água superficial analisadas, uma vez que apresentou concentração abaixo do LQ do método empregado, resultado análogo ao observado por Junio *et al.* (2018) em seus estudos. Como o glifosato é facilmente adsorvido nos coloides do solo e, uma vez adsorvido, tende a permanecer durante vários anos em seu perfil, sendo mais comumente encontrado em águas subterrâneas, através de processos de lixiviação, a principal causa da contaminação das águas superficiais por glifosato resulta da ação das águas de chuva e de processos de irrigação, que drenam os pesticidas presentes nas plantações e no solo para o curso d'água (OLIVEIRA; PINHEIRO; VEIGA, 2014). Assim, como as coletas de água para fins da detecção do pesticida foram realizadas ao fim do período de severa estiagem hídrica, é possível associar sua não detecção à escassez de processos favoráveis ao escoamento superficial.

3.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

A Figura 2 ilustra a variação da qualidade da água, segundo o IQA, ao longo do trecho estudado da microbacia do córrego Água Comprida.

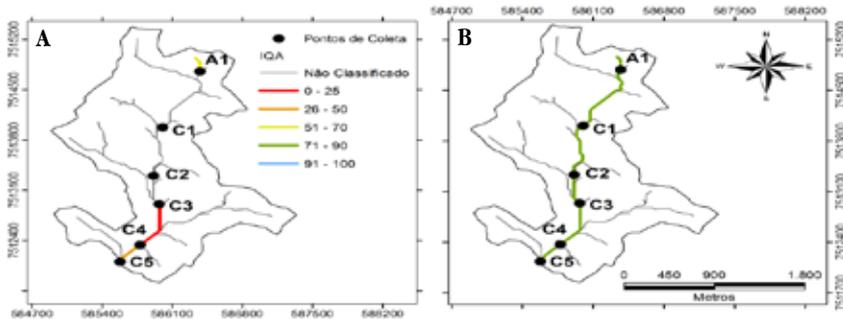


Figura 2. Variação do IQA ao longo do córrego Água Comprida, para os períodos de estiagem hídrica (A) e chuvoso (B).

Legenda: ----Muito Ruim; ---- Ruim; ---- Médio; ---- Bom; ---- Excelente.

Fonte: Os autores.

Verifica-se que houve uma melhora, para todos os trechos analisados, do período de estiagem para o período chuvoso (Figura 2). Tal fato pode ser atribuído à diluição do corpo receptor devido às chuvas.

Apesar de caracterizado como o de menor interferência antrópica, alguns fatores contribuíram para a deterioração das águas no trecho a montante do ponto A1, que foi classificado como IQA médio (IQA = 58) para o período de estiagem. A partir de observações realizadas em campo, verificou-se que o entorno do açude era caracterizado pela ausência de mata ciliar e pelo cultivo de hortaliças, no interior de casas de vegetação. Além disso, o açude se localizava em um rebaixamento do terreno, sendo possivelmente o ponto de drenagem para o escoamento superficial das águas de irrigação e chuva. Pode-se então associar os resultados negativos obtidos, para este trecho, ao uso inadequado do solo, ao processo natural de erosão e à falta de uma vegetação ciliar capaz de reter parte desta carga (POLETO *et al.*, 2010). Os parâmetros que afetaram negativamente a avaliação do IQA no ponto A1, durante a estação seca, foram OD (2,1 mg/L), pH (5,96) e a turbidez (50,4 uT).

O IQA apresentou seu valor mais baixo no trecho compreendido entre C3 e C4 (IQA = 17), durante a estação seca, sendo classificado como muito ruim (Figura 2A), devido principalmente ao local ser caracterizado pelo lançamento de efluentes domésticos. Resultados similares foram encontrados no estudo de Pontes *et al.* (2012), onde menores valores de IQA ocorreram em áreas afetadas pelo lançamento de efluentes domésticos. Desta forma, os parâmetros que mais influenciaram neste resultado foram a *E. coli* ($2,3 \times 10^5$ UFC/100mL), OD (1,5 mg/L), DBO_{5,20} (32 mg/L) e turbidez (98,9 uT). A variação dos dois primeiros parâmetros possuiu maior influência no resultado do IQA, uma vez que estes apresentam os maiores pesos, conforme a metodologia empregada pelo IGAM (2013).

Na segunda campanha houve maior uniformidade nos resultados do IQA (IQA entre 72 e 80), quando comparados com a primeira, classificando todos os trechos estudados como de boa qualidade. Este resultado pode ser explicado pela diluição dos poluentes e conseqüente melhoria nos parâmetros de qualidade, resultante do aumento de vazão associado ao período de chuvas.

Em ambos os casos, constatou-se uma melhoria na qualidade da água entre os dois últimos pontos de coleta, provavelmente relacionado ao incremento de vazão resultante da confluência de outros dois córregos tributários, localizados a montante de C5.

3.4 ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)

A Figura 3 ilustra a variação do IET ao longo do trecho estudado da microbacia do córrego Água Comprida.

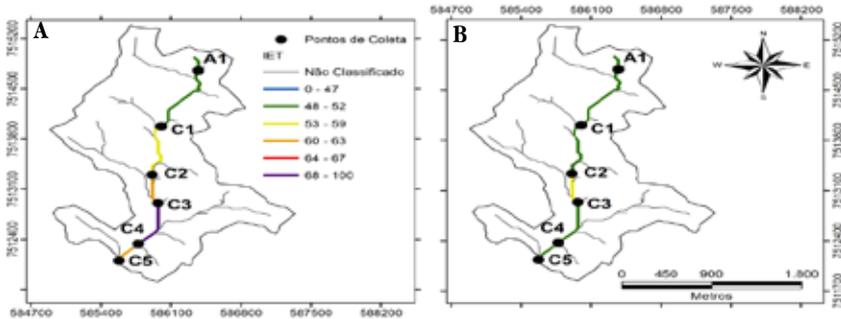


Figura 3. Variação do IET ao longo do córrego Água Comprida, para os períodos de estiagem hídrica (A) e chuvoso (B).

Legenda: ---- Ultraoligotrófico; ---- Oligotrófico; ---- Mesotrófico; ---- Eutrófico; ---- Supereutrófico; ---- Hipereutrófico.

As maiores concentrações do fósforo foram observadas na coleta realizada em período de seca (coleta 1) sendo superiores aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, de 0,050 mg/L para ambientes lóticos, do ponto C2 até o ponto C5 (0,064 mg/L até 0,910 mg/L). No caso do açude A1 (ambiente lêntico) o limite de 0,030 mg/L foi respeitado.

O carregamento do fósforo via escoamento superficial ocorre principalmente com o manejo inadequado do cultivo e da forma de irrigação. Como esse elemento é fortemente adsorvido pelo solo, o transporte do mineral para o corpo hídrico é resultado de processos erosivos (CUNHA; CALIJURI; LAMPARELLI, 2013). Assim, um fator interveniente ao processo de erosão é o relevo da área, uma vez que o aumento da declividade é proporcional à probabilidade de formação do escoamento superficial. A microbacia do córrego Água Comprida apresenta relevo fortemente ondulado (declividade média de 27%), e em alguns pontos este valor atinge 82%, o que corrobora a hipótese apresentada.

Para o IET observou-se o maior valor no trecho a montante do ponto C4 na coleta 1, classificado como hipereutrófico (IET = 69), ou seja, podendo haver comprometimento nos seus usos, implicando na mortandade de peixes e podendo constituir meio susceptível ao desenvolvimento e floração de algas (BAUMGARTEN;

PAIXÃO, 2013). Os pontos C3 e C5, da mesma coleta, também atingiram elevados valores, de 63 e 61 (eutróficos), respectivamente.

Estudos realizados por Queiroz *et al.* (2017) apontam para uma maior produtividade de nutrientes em trechos com áreas ocupadas por agricultura, urbanização e maior densidade demográfica, corroborando com o tipo de uso e ocupação do solo nos pontos C3 e C5 deste estudo, em que ocorrem lançamentos domésticos e desenvolvimento de atividades agrícolas.

Observa-se novamente que houve uma redução dos valores do IET no período de seca para todos os trechos calculados, inclusive com mudança no estado trófico, evidenciando o impacto da sazonalidade na qualidade da água desta microbacia. Desta forma, é possível inferir que os efeitos de diluição do efluente, característicos dos períodos chuvosos, sobrepueram-se aos efeitos do arraste das partículas, via escoamento superficial.

3.5 QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Os elevados valores do parâmetro ferro dissolvido (entre 0,54 e 8,47 mg/L), além da ocorrência natural, podem estar associados ao uso da cama de aviário como adubo, tendo em vista que esta é rica neste elemento. Fukayama (2008) constatou teores de ferro similares na cama de frango, com um valor médio de 1546,80 mg/kg. Outro fator interveniente são as características do solo da região, o qual é rico em metais.

A precipitação química do ferro, ao oxidar-se, é responsável pela obstrução de emissores, principalmente no sistema de irrigação localizada, via gotejadores (BATISTA *et al.*, 2013). Além disso, as concentrações de ferro associadas com elevadas temperaturas (20 °C a 30 °C) e pH (6,5 a 7,5) representam condições ótimas para o desenvolvimento de microrganismos, como as ferrobactérias (RESENDE, 2001). A atividade biológica destas bactérias resulta na formação de hidróxido férrico, a partir da oxidação da forma ferrosa para a forma férrica, o qual é bastante insolúvel em água. O acúmulo destes microrganismos pode, ainda, resultar em um entupimento de origem biológica (RIBEIRO; PATERNIANI, 2013).

Portanto, nessas concentrações o ferro configura-se como um problema relacionado ao uso desta água para irrigação. Segundo Ayers e Westcot (1999) esta água é classificada como de risco severo em todos os pontos da coleta 1, possuindo valores superiores a 1,5 mg/L de ferro dissolvido; e como de risco moderado em grande parte dos pontos da coleta 2, com valores entre 0,2 e 1,5 mg/L. Com relação ao enquadramento, as amostras possuem valores superiores ao da Resolução CONAMA 357/2005, de 0,30 mg/L, estando em desacordo com os usos pretendidos para a mesma.

A salinidade da água de irrigação, expressa neste trabalho em termos da condutividade elétrica, é um fator de extrema relevância sobre as culturas irrigadas, afetando-as sobre dois aspectos: o potencial osmótico do solo e o estresse salino da planta. A água utilizada na região para irrigação não apresentou restrição ao uso, com todos os valores de CE inferiores a 380,7 dS/m (AYERS; WESTCOT, 1999).

As concentrações de cloreto na água, com valor máximo de 0,34 mmol/L no trecho a montante do ponto C4, não representam nenhuma restrição ao seu uso na irrigação das horticulturas (AYERS; WESTCOT, 1999). Estes baixos valores estão provavelmente atribuídos à dissolução de minerais que compõem a geologia da região (SILVA *et al.*, 2011).

Apenas o trecho a montante do ponto A1 na coleta 1 se apresenta fora da amplitude normal de pH, de 6,5 a 8,4 (AYERS; WESTCOT, 1999), de modo que não é esperado observar problemas relacionados ao entupimento de emissores devido ao pH nos sistemas de irrigação. Segundo Conte e Leopoldo (2001) uma possível explicação para essa acidez pode estar associada à dissolução de rochas e processos de intemperismo.

No que diz respeito aos SST, segundo Gilbert e Ford (1986 apud BERNARDO, 2005), a água utilizada para irrigação foi classificada como de baixo risco (em relação ao entupimento de emissores) na maior parte dos pontos durante a segunda coleta, excetuando-se o trecho a montante do ponto A1. Na estação seca, as águas coletadas entre os pontos A1, C1 e C5 foram classificadas como de risco moderado, com valores entre 50 e 100 mg/L. As amostras a montante dos pontos C3 e C4, do mesmo período, apresentam concentrações superiores a 100 mg/L, sendo atribuído

risco severo quanto ao uso dessa água. O valor máximo atingido foi de 250 mg/L a montante do ponto C4.

A *Escherichia coli* e a *Salmonella* estão entre os microrganismos presentes na alta carga de bactérias existentes nos excretas de aves (HIDASI, 2013). Com base na premissa apresentada, sugere-se que as concentrações de *E. coli* encontradas nas águas a montante dos pontos C1 e C2, da estação chuvosa, estejam relacionadas com o escoamento superficial da cama de frango para o meio aquático. No trecho mais a jusante, representado pelos pontos C3, C4 e C5, em que o córrego principal adentra a malha urbana, passa a existir em paralelo a contribuição de esgoto bruto no recurso hídrico. O valor máximo observado para *E. coli* foi de $2,3 \times 10^5$ UFC/100mL no trecho a montante do ponto C4 (estação seca).

Verificou-se também neste caso a diluição proporcionada pela confluência de dois córregos a montante do último ponto, levando a considerável redução no número de microrganismos identificados. A *Escherichia coli* é a bactéria do grupo coliforme que funciona como o mais importante indicador de contaminação fecal (MORAIS *et al.*, 2016). A elevada concentração obtida nos resultados de concentração de *E. coli*, durante a estação de seca, revelou condições preocupantes nas quais a água é utilizada na irrigação das horticulturas, principalmente nas áreas a jusante da malha urbana.

Como o cultivo predominante na microbacia é de hortaliças, como a alface e a couve - comumente ingeridos crus, a presença deste microrganismo na água de irrigação pode representar um risco para a saúde dos produtores rurais e demais consumidores, principalmente se a irrigação for realizada utilizando a aspersão.

Apesar de não ter sido possível obter resultados para as análises de *E. coli* nos pontos C1, C2 e C3 (coleta 1), estima-se que estes valores tenham sido superiores aos observados durante a estação chuvosa, uma vez que o curso d'água apresentava menores vazões e se encontrava menos diluído, em relação às condições observadas na segunda coleta.

4 CONCLUSÃO

O manejo inadequado dos insumos agrícolas, notadamente da cama de frango, associado ao lançamento de efluentes domésticos, são os principais responsáveis pelas alterações da qualidade da água do córrego Água Comprida, sobretudo em relação à concentração de $DBO_{5,20}$, OD, *E. coli* e turbidez.

De modo geral, a diluição da água na bacia hidrográfica, provocada pela estação chuvosa, promoveu uma melhora na qualidade da água. No período de seca, são observados os piores valores de IQA, sobretudo no trecho em que ocorre o despejo de esgoto bruto, notadamente pela elevada concentração de *E. coli* na água. O IET sofreu as maiores variações com a sazonalidade na malha urbana, chegando a atingir grau de hipertrofia.

A água utilizada apresenta risco para irrigação das hortaliças, devido principalmente às altas concentrações de ferro e *E. coli*, os quais podem promover a obstrução dos sistemas de irrigação e ainda provocar a contaminação das culturas e dos trabalhadores.

5 AGRADECIMENTO

Agradecemos à Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), pelo financiamento desta pesquisa; à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (PROPP -UFJF), pela bolsa de Iniciação Científica concedida; à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER - RJ) e à UFJF e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo apoio.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. V. H. *et al.* Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

ALVES, I. C. C. *et al.* Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). *ACTA Amazônica*, v. 42(1) 2012: 115-124.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS (ABCSEM). Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/>. Acesso em: ago. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 1987.

APHA, AWWA, WEF - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22th ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2012.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A Qualidade da Água na Agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba - UFPB, 1999.

BATISTA, R. O. *et al.* Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v. 17, n. 7, p. 698-705, 2013.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; PAIXÃO, B. E. G. Uso do Índice do Estado Trófico para Avaliar a Qualidade das Águas do Estuário da Lagoa dos Patos (RS). *Atlântica*, Rio Grande, 35(1) 5-22, 2013.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 7ª edição atualizada e ampliada. Viçosa: Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2005.

BRASIL. Ministério 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 seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 de março de 2005. Seção 1, p. 58-63.

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 - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 8, n. 1, 2013.

COLLI, G. A. T. **Diagnóstico ambiental do meio físico em área de produção agrícola de hortaliças na microbacia do córrego Água Comprida, Barra Mansa - RJ**. Trabalho Final de Curso - Universidade Federal de Juiz de Fora, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Juiz de Fora, 2017.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo**. Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas, 2016. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>. Acesso em: dez. 2016.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/>. Acesso em: mar. 2018.

CONTE, M. L.; LEOPOLDO, P. R. **Avaliação dos recursos hídricos**: Rio Pardo, um exemplo. São Paulo: UNESP, 2001.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C.; LAMPARELLI, M. C. A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (TSItsr). **Ecological Engineering**, v. 60, p. 126-134, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª edição revista e ampliada. Brasília, 2017. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171907/1/Manual-de-Metodos-de-Analise-de-Solo-2017.pdf>.

FUKAYAMA, E. H. **Características Quantitativas e Qualitativas da Cama de Frango sob Diferentes Reutilizações**: Efeitos na Produção de Biogás e Biofertilizante. 2008. 99f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2008.

GUIMARÃES, G. *et al.* Produção de cana de açúcar adubada com cama de frango. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.** Salvador, v. 17, n. 4, p. 617-625, out./dez., 2016.

HACH. Disponível em: <https://www.hach.com/>. Acesso em: mar. 2017.

HIDASI, H. W. **Detecção de Salmonella Sp., Mycoplasma Spp. e Escherichia Coli de Aves Sinantrópicas da Região Metropolitana de Goiânia - Goiás**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2013.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013**. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte: IGAM, 2013. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade_aguas/2014/resumo-executivo-2013.pdf.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil - Precipitação Acumulada (mm)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: set. 2017.

JUNIO, B. S. G. *et al.* Variáveis-Chave para Determinação da Qualidade da Água em Microbacias com Plantios de Eucalipto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 127-140, jan./mar., 2018.

MAIA, S. A. *et al.* Os impactos da agricultura urbana na qualidade da água na nascente do Igarapé do Mindu - comunidade Nova Esperança (Manaus - AM). **Boletim Amazônico de Geografia** (ISSN: 2358-7040 - online), Belém, v. 02, n. 04, p. 01-09. jul./dez. 2015.

MENEZES, J. *et al.* Qualidade da água superficial em área rural. **Caderno de Estudos Geoambientais - CADEGEO**. v. 03, n. 01, p. 32-43, 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: ago. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Estatísticas do Agronegócio. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/relacoes-internacionais/documentos/estatisticas-do-agronegocio>. Acesso em: abr. 2018.

MORAIS, W. A. *et al.* Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Cad. Saúde Colet.**, Rio de Janeiro, 2016.

MOTA, F. S. B.; VON SPERLING, M. **Nutrientes de Esgoto Sanitário: Utilização e Remoção**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_2.pdf. Acesso em: nov. 2017.

OLIVEIRA, D. A.; PINHEIRO, A.; VEIGA, M. Effects of Pig Slurry Application on Soil Physical and Chemical Properties and Glyphosate Mobility. **R. Bras. Ci. Solo**, 38: 1421-1431, 2014.

POLETO, C. *et al.* Avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP). **HOLOS Environment**, v. 10, n. 1, 2010, p. 96.

PONTES, P. P. *et al.* Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na microbacia do córrego Banguelo - Contagem. **Revista Ambiente e Água**, v. 7, n. 3, p. 183-194. Universidade de Taubaté, 2012.

PORTARIA MINTER nº 86, de 04 de junho de 1981. Enquadra os cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/PortariaMinter.pdf>. Acesso em: ago. 2016.

QUEIROZ, L. G. *et al.* Caracterização estacional das variáveis físicas, químicas, biológicas e ecotoxicológicas em um trecho do Rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. **Ver. Ambient. Água**, Taubaté, v. 12, n. 2. Mar./Abr., 2017.

RESENDE, R. S. *et al.* Ocorrência de entupimento de origem biológica em sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, p. 156-160, 2001.

RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S. Comparação de Elementos Filtrantes no Grau de Obstrução em Irrigação por Gotejamento. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 488-500, maio/jun. 2013.

ROCHA, C. H. B.; COSTA, H. F.; Variação temporal de parâmetros limnológicos em manancial de abastecimento em Juiz de Fora, MG. **Rev. Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, abr./jun. 2015, p. 543-550.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE).

Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae>. Acesso em: ago. 2016.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE NACIONAL). Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/instituicoesintegrantes/sebrae-nacional>. Acesso em: ago. 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR (SEMAGRO). **Agricultores vencem seca e crise salvando nascentes**. Disponível em: <http://www.semagro.ms.gov.br/agricultores-vencem-seca-e-crise-salvando-nascentes/>. Acesso em: set. 2017.

SILVA, A. F. S. Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas. **Revista Ambient. Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, Apr./Jun. 2016.

SILVA, I. N. *et al.* Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Maracajá, v. 7, n. 3, p. 1-15, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1, 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

Recebido em: 06/06/2018

Aceito em: 07/03/2019