

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DO RIBEIRÃO DAS ABÓBORAS EM RIO VERDE (GO) E IMPACTOS NA QUALIDADE HÍDRICA

The physicochemical aspects of the water of ribeirão das Abóboras in Rio Verde (GO) and impacts on water quality

Wellmo dos Santos Alves*

Iraci Scopel**

Alécio Perini Martins**

Wilker Alves Moraes*

Rhayane Carvalho Roque*

***Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - IFGoiano / Rio Verde, Goiás**
wellmo.alves@ifgoiano.edu.br

****Universidade Federal de Goiás - UFG / Jataí, Goiás**
iraciscopel@gmail.com

****Universidade Federal de Goiás - UFG / Jataí, Goiás**
alecioperini@yahoo.com.br

***Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - IFGoiano / Rio Verde, Goiás**
wilker.alves.moraes@gmail.com

***Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - IFGoiano / Rio Verde, Goiás**
rhayane.xd@hotmail.com

RESUMO

O desenvolvimento de uma região depende de disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade adequadas para atender sua demanda. Entretanto, as bacias hidrográficas vêm passando por transformações em sua paisagem em decorrência de ações antrópicas. Rio Verde (GO) é o principal município da microrregião Sudoeste de Goiás, com destaque na produção de soja, milho, aves e suínos, além de apresentar diversas empresas instaladas. Esse desenvolvimento econômico, sem planejamento ambiental adequado, tem causado danos às fontes de água. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar aspectos físico-químicos da água do ribeirão das Abóboras, principal fonte fornecedora de água para a população urbana rio-verdense e de outros usos no município. Foram analisadas as variáveis temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato e fósforo total. Resultados da demanda bioquímica de oxigênio e de fósforo total não atenderam aos limites estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce classe 2. Níveis de condutividade elétrica inferem que a água está impactada. Este trabalho pode subsidiar o planejamento e a gestão das bacias hidrográficas do município e de outras regiões, melhorando a qualidade ambiental.

Palavras-chave: Bacias Hidrográficas. Gestão Ambiental. Variáveis Físico-químicas.

ABSTRACT

The development of a region depends on the water availability in proper amount and quality to attend its demand. However, the river basins have been passing through transformations in their landscape due to anthropic actions. Rio Verde (GO) is the main municipality in the microregion of the South-west of Goiás state, with emphasis on the production

of soy, corn, poultry and swine, besides presenting several companies installed. This economic development, without a proper environmental planning, has been causing damages to water sources. In this context, the objective of this study was to analyze physicochemical aspects of the water in Abóboras stream, the main water supplying source for the urban population of Rio Verde and for other uses in the municipality. Analysis were accomplished in variables such as temperature, pH, dissolved oxygen, electric conductivity, total dissolved solids, turbidity, oxygen biochemical demand, nitrate and total phosphorus. The results of the oxygen biochemical demand and total phosphorus didn't meet the limits established by the CONAMA 357/05 Resolution for fresh water class 2. Levels of electric conductivity infer that the water is impacted. This paper can subsidize the planning and management of river basins in the municipality and other regions, improving the environmental quality.

Keywords: River Basins. Environmental Management. Physicochemical Variables.

1 INTRODUÇÃO

Rio Verde (GO) é o principal município da microrregião Sudoeste de Goiás, sendo destaque regional e nacional na produção agropecuária, especialmente na produção de soja, milho, aves e suínos. Esse sucesso é em decorrência do nível elevado de tecnologias empregadas, uso intensivo dos solos, relevo favorável, proximidade dos grandes centros, via de acesso, políticas públicas e outros, na maioria das vezes sem planejamento ambiental adequado, causando impactos negativos no solo e na água.

O ribeirão das Abóboras é a principal fonte fornecedora de água para a população urbana do município de Rio Verde (GO), onde, conforme dados do IBGE (2017), reside uma população estimada em 212.237 habitantes, sendo a quarta maior do estado de Goiás. Esse ribeirão também é a fonte de água para o processo produtivo da unidade da BRF (antiga Perdigão S. A.) em Rio Verde (GO), além de ser fonte de água para irrigação, residências rurais, dessedentação de animais domésticos e silvestres entre outros usos.

A BRF é uma das maiores companhias de alimentos do mundo, que gera milhares de empregos diretos e indiretos, fornece produtos para a alimentação local e exporta para todo o Brasil e diversos outros países, dentre estes, para os Estados Unidos da América, o Japão e a Alemanha.

A BRF e as principais granjas que fornecem matérias primas para os processos produtivos desta empresa estão instaladas na bacia do ribeirão das Abóboras-unidade de estudo e gestão.

A paisagem da bacia do ribeirão das Abóboras apresenta mudanças relevantes nas últimas décadas em virtude de ações antrópicas em prol do desenvolvimento econômico do município de Rio Verde (GO), como expansão da agropecuária, industrialização e urbanização.

A caracterização dos aspectos físicos naturais (dentre os quais, geologia, geomorfologia e pedologia) e antrópicos (como uso da terra e cobertura vegetal) são importantes para analisar se estes aspectos estão provocando alterações na qualidade da água. Também é importante analisar se a água de fontes superficiais de usos múltiplos, principalmente quando é usada para o abastecimento público e processo de produção de alimentos, apresenta variáveis de qualidade dentro de limites estabelecidos para a classe na qual o corpo hídrico está enquadrado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

A Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, alterada pela Resolução 410/2009 e pela Resolução 430/2011, 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. Esta resolução estabelece no seu artigo 42 que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. Conforme esta resolução, o ribeirão das Abóboras, no município de Rio Verde (GO), está enquadrado como água doce classe 2 (BRASIL, 2005).

Assim, devido a importância da bacia do ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO), o objetivo deste estudo foi investigar aspectos físico-químicos da água desse curso hídrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

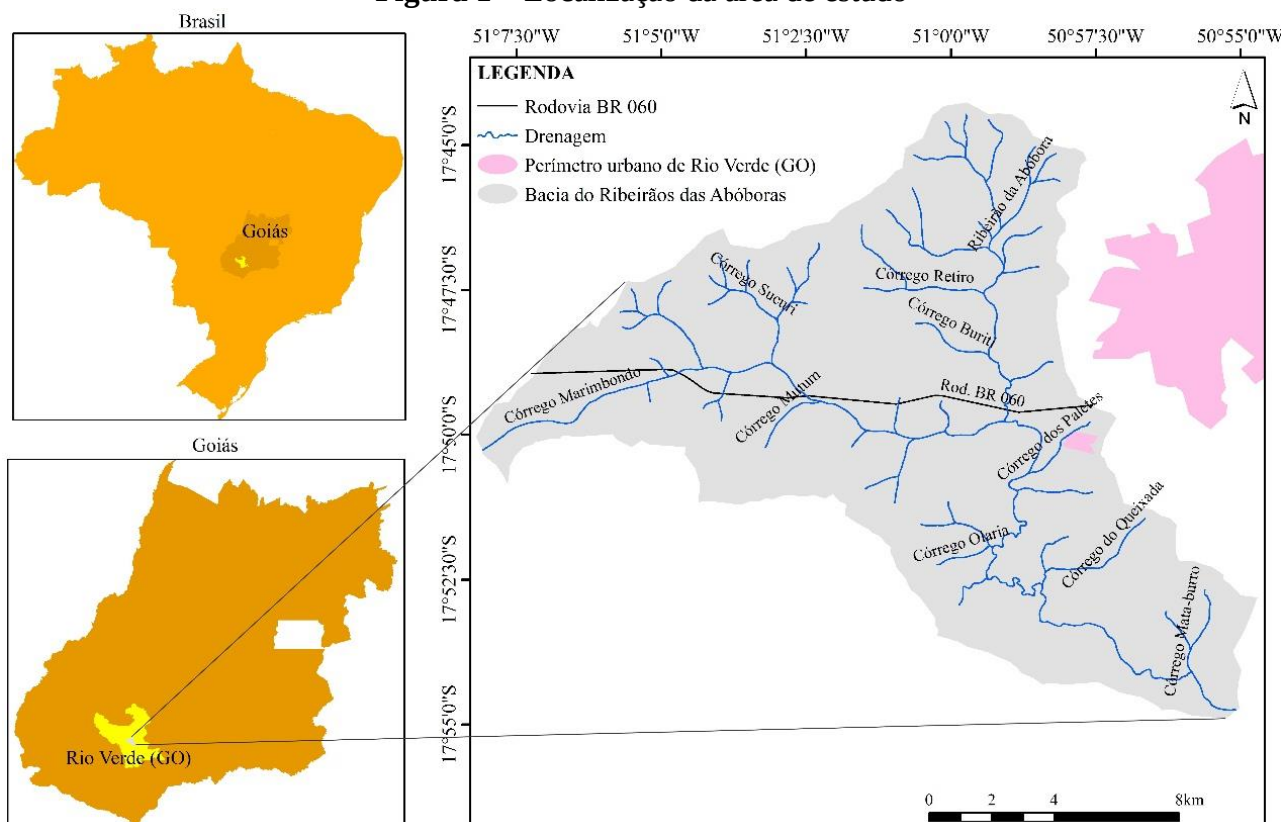
Para melhor caracterizar a área de estudo, foram elaborados mapa de localização (Figura 1), mapa geológico (Figura 2 A), mapa geomorfológico (Figura 2 b), mapa pedológico (Figura 2 C), a partir de bases de dados geográficos disponibilizados pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG). O Mapa de uso da terra e cobertura vegetal foi elaborado a partir de imagem de 2015 do Sensor OLI acoplado ao Satélite Landsat 8, com resolução espacial de 30 m x 30 m, gerada pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e disponibilizada pelo *United States Geological Survey* (USGS), conforme Alves et. al., 2016.

Os mapas foram elaborados nas coordenadas geográficas, Datum Sirgas 2000, no ArcGIS 10.1®, com licença de uso para o laboratório de Geoinformação da Universidade Federal de Goiás (UFG)/Regional Jataí.

O ribeirão das Abóboras localiza-se no centro do município de Rio Verde (GO), sendo seus principais afluentes: córrego Retiro, córrego Buriti, córrego Marimbondo, córrego Sucuri, córrego Mutum, córrego dos Paletes, córrego Olaria, córrego Queixada e córrego Mata-burro (Figura 1).

A bacia do ribeirão das Abóboras apresenta extensão de 199,10 km² e compõe as bacias hidrográficas dentro do Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná.

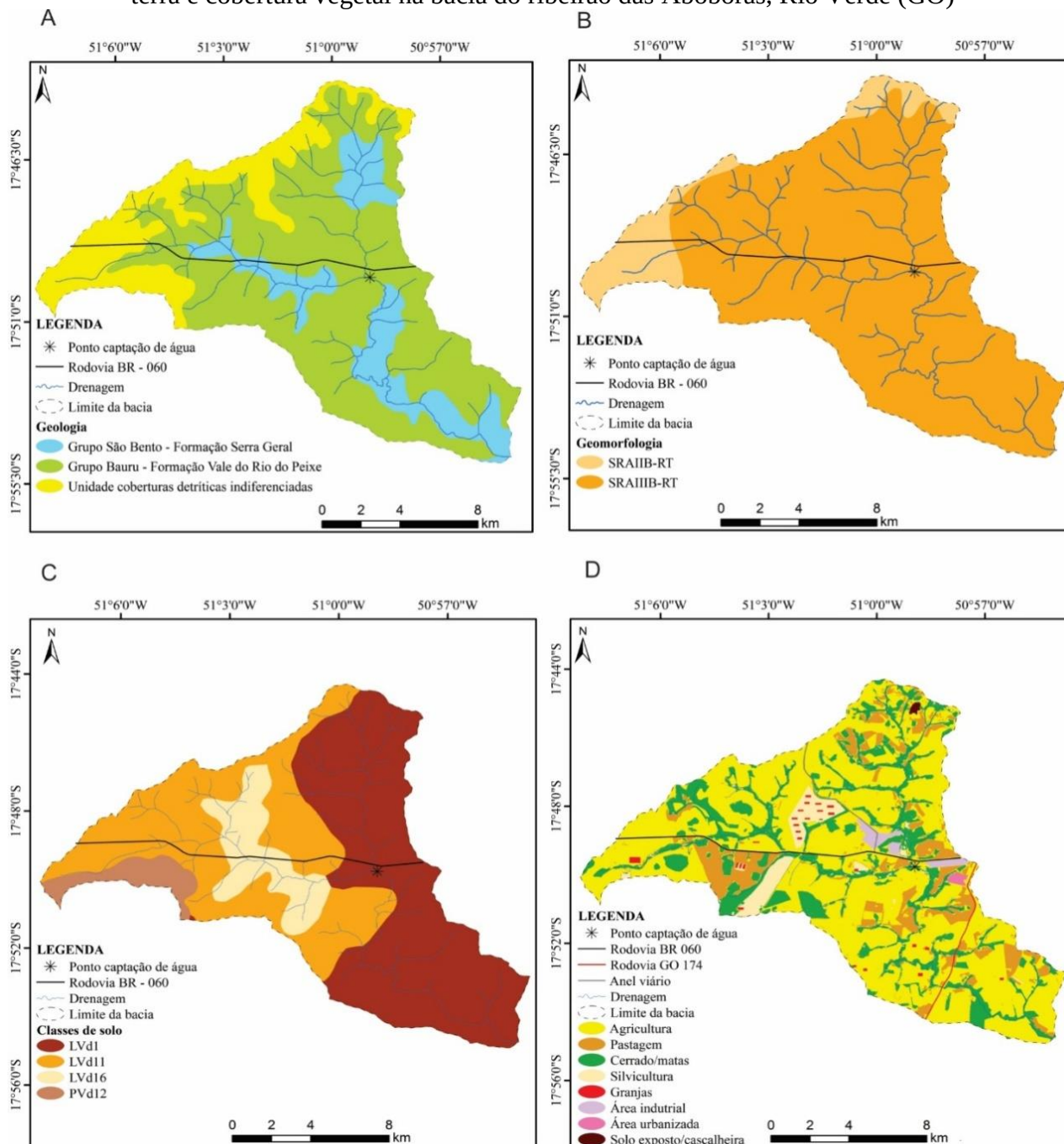
Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de bases de dados disponibilizadas pelo SIEG (GO).

As rochas apresentam idades que oscilam entre o Cretáceo e o Neogeno, formadas por: Grupo Bauru - Formação Vale do Rio do Peixe, composta por arenito e argilito arenoso (62,74%); coberturas detriticas indiferenciadas, composta por depósitos de areia, cascalho e de argila (19,89%); e Grupo São Bento - Formação Serra Geral, constituída por basalto, basalto-andesito (17,37%). Estes dados foram extraídos do Mapa Geológico do Estado de Goiás e Distrito Federal, na escala 1:500.000, adquirido no site do SIEG (2016), ver Figura 2 A.

Figura 2 – A) Mapa geológico, B) mapa geomorfológico, C) mapa pedológico e D) mapa do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)



Fonte: A, B e C elaborados pelos autores a partir de bases de dados disponibilizadas pelo SIEG (2016); e D adaptado de Alves et al. (2016).

A área de contribuição do ribeirão das Abóboras (Figura 2 B) apresenta superfície regional de aplainamento IIIB com cotas entre 650 e 750 m, com dissecação média e associada a relevos

tabulares (SRAIIB-RT), predominante (89,62%); e superfície regional de aplainamento IIB com cotas entre 800 e 1000 m, com dissecação média e associada a relevos tabulares (SRAIIB-RT), com pouca representatividade (10,38%), segundo o Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás e Distrito Federal, na escala 1:500.000, disponibilizado pelo SIEG (2016).

Na bacia do ribeirão são observadas as seguintes associações de solos (Figura 2 C), conforme EMBRAPA (2013) e Mapa de Solos do Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba, na escala 1:250.000, disponibilizado pelo SIEG (2016):

- ✓ Latossolo Vermelho Distrófico, horizonte A moderado ou proeminente, textura muito argilosa ou argilosa, simbologia (LVd1), corresponde a 48,39% da área total da bacia hidrográfica;
- ✓ Latossolo Vermelho + Latossolo Vermelho-amarelo, ambos textura argilosa + Latossolo Vermelho textura média, todos Distróficos, horizonte A moderado, simbologia (LVd11), percentual de 36,21% da área de estudo;
- ✓ Latossolo Vermelho + Latossolo Vermelho-amarelo, ambos textura média + Neossolo Quartzarênico, todos Distróficos e horizonte A moderado, simbologia (LVd16), equivalente a 10,80% da área total; e
- ✓ Argissolos Vermelhos Distróficos + Argissolos Vermelhos Eutróficos + Latossolos Vermelhos Distroférricos, simbologia (PVD12), menor área, 4,60% do total.

Observa-se na bacia hidrográfica do ribeirão das Abóboras que a área de agricultura ocupa a maior porção, com um total de 123,45 km² (62,00%). A segunda maior porção é ocupada por Matas (galeria e ciliar) e Cerrado, 39,03 km² (19,60%), seguida de área de pastagem, 23,77 km² (11,93%), e eucalipto, 7,90 km² (3,97%). Com menor representatividade, tem-se a área industrial, 2,33 km² (1,17%), rodovias pavimentadas, 1,02 km² (0,51%), instalações de granjas, 0,85 km² (0,43%), área urbana, 0,50 km² (0,25%), e solo exposto, 0,25 km² (0,13%). Esses usos da terra e cobertura vegetal, com predominância de áreas destinadas a produção agropecuária (Figura 2 D), se não atenderem aos requisitos de sustentabilidade, podem afetar a qualidade da água dessa unidade de estudo e gestão (ALVES et al., 2016).

A bacia do ribeirão das Abóboras está inserida em uma região com duas estações bem definidas: uma seca (de maio a outubro) e outra chuvosa (novembro a abril), caracterizada como mesotérmico úmido, com temperatura média anual entre 20 °C e 25 °C. Conforme BDMEP (2016), os meses mais chuvosos em Rio Verde (GO) são de janeiro a abril e de outubro a dezembro, sendo de junho a agosto o período com menor ocorrência de precipitação.

2.2 Pontos amostrais

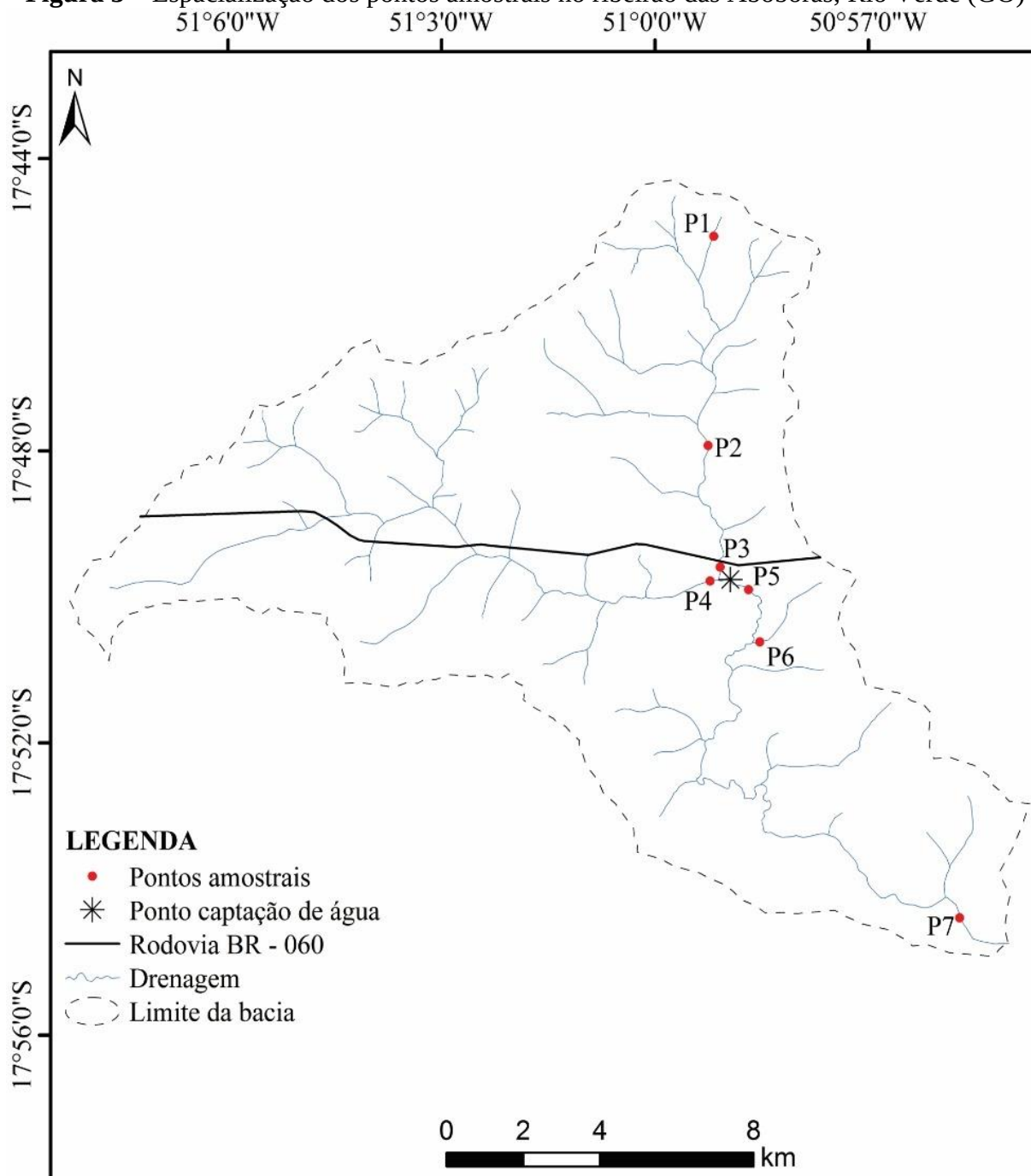
As coordenadas dos pontos amostrais (Figura 3), levantadas com um GPS modelo Garmin GPSMAP 62sc, Datum Sirgas 2000, são apresentadas no Quadro 1.

Quatro pontos amostrais (P1, P2, P3 e P4) foram definidos a montante do ponto de captação de água para abastecimento da população de Rio Verde (GO) e três pontos amostrais (P5, P6 e P7) definidos a jusante do referido ponto de captação de água (Figura 3), conforme NBR 9897 (ABNT, 1987):

- ✓ Ponto amostral 1 (P1), localizado a 0,54 km da nascente principal do ribeirão das Abóboras;
- ✓ Ponto amostral 2 (P2), situado a 6,59 km da nascente principal do ribeirão das Abóboras e a montante do setor industrial;
- ✓ Ponto amostral 3 (P3), localizado a 9,90 km da nascente principal do ribeirão das Abóboras e a jusante do setor industrial, antes da foz do córrego Marimbondo, principal afluente do ribeirão das Abóboras, e a 0,44 km acima do ponto de captação de água para abastecimento público;

- ✓ Ponto amostral 4 (P4), no córrego Marimbondo, no local com distância de 16,87 km da nascente principal desse córrego, e 20 m antes de sua foz e 0,15 km a montante do ponto de captação de água para abastecimento público.
- ✓ Ponto amostral 5 (P5), definido a 11,25 km da nascente principal e a jusante 0,11 km de onde é lançado o efluente tratado da BRF-Brasil Foods (antiga Perdigão S. A.) e a montante da área urbanizada;
- ✓ Ponto amostral 6 (P6), no córrego dos Paletes, afluente do ribeirão da Abóboras, curso hídrico da microbacia na qual a área urbanizada está inserida, definido a 2,42 km de sua nascente, a jusante da área urbanizada e próximo de sua foz; e
- ✓ Ponto amostral 7 (P7), localizado a 27,66 km da nascente principal e próximo à foz do Ribeirão.

Figura 3 – Espacialização dos pontos amostrais no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de bases de dados disponibilizadas pelo SIEG (GO).

Quadro 1 – Coordenadas dos pontos amostrais no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Ponto amostral	Latitude	Longitude
P1	17°44'57,61"S	50°59'8,35"O
P2	17°47'50,16"S	50°59'13,55"O
P3	17°49'36,55"S	50°59'0,90"O
P4	17°49'45,27"S	50°59'5,44"O
P5	17°49'46,05"S	50°58'54,17"O
P6	17°50'38,51"S	50°58'30,76"O
P7	17°54'14,28"S	50°55'45,84"O

2.3 Medição de vazão

Para entender a influência do volume da água nos níveis das variáveis físico-químicas analisadas, foram realizadas medições de vazão.

As vazões foram determinadas em todas as campanhas nas seções transversais definidas nos sete pontos amostrais, obtidas conforme o método do flutuador descrito pela Embrapa Suínos e Aves, em seu Comunicado Técnico nº 455, para corpos d'água de pequeno volume (EMBRAPA, 2007).

Foram realizadas 6 repetições de medição de velocidade da água para melhor representar a vazão em cada seção planejada. O cálculo da vazão foi com o uso da Equação 1 (E1):

$$Q = (A * L * C) / t \quad (E1)$$

Na qual: Q é o resultado do cálculo da vazão, em m³; A, a média da área da seção transversal do ribeirão, distância entre as margens multiplicada pela profundidade média do ribeirão, em m²; L, o comprimento da área de medição, ou seja, percorrido pelo flutuador, sendo neste estudo, de 6 m; C, o coeficiente ou fator de correção, sendo 0,8 para cursos hídricos com fundo pedregoso ou 0,9 para cursos hídricos com fundo barrento; e t, o tempo, em segundo (s), que o flutuador leva para deslocar-se no comprimento definido.

Somente a seção do P1 apresentou fundo pedregoso, onde as vazões foram determinadas com o uso do C de 0,8. Nas demais seções, usou-se o C de 0,9 para o cálculo das vazões.

2.4 Coleta e preservação das amostras

As coletas e a preservação das amostras foram realizadas conforme a Resolução 724/2011 da Agência Nacional de Água (ANA), que estabelece procedimentos padronizados (BRASIL, 2011).

As amostragens foram realizadas no período chuvoso, nos dias 24 de novembro (Campanha 1: C1) e 16 de dezembro (Campanha 2: C2) de 2015, 30 de janeiro (Campanha 3: C3) e 28 de fevereiro (Campanha 4: C4) de 2016; e no período de estiagem, nos dias 24 de junho (Campanha 5: C5), 27 de julho (Campanha 6: C6), 29 de agosto (Campanha 7: C7) e 30 de setembro (Campanha 8: C8) de 2016.

As amostragens do P1 ao P4 foram feitas sempre no período das 8 às 12 horas, e do P5 ao P7, no intervalo das 13 às 18 horas.

As amostras foram acondicionadas em caixa térmica com gelo e levadas diretamente para o Laboratório de Águas e Efluentes do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde (GO).

2.5 Análise em campo e laboratório

Em cada ambiente de coleta de amostras, foram realizadas análises das variáveis temperatura (T), potencial hidrogeniônico (pH) e oxigênio dissolvido (OD) com uma sonda portátil, multiparamétrica, modelo ORION STAR A326, de condutividade elétrica (CE) e sólidos totais dissolvidos (STD) com um aparelho condutivímetro, modelo Sension5.

Em laboratório foram analisados: turbidez, pelo método de relação entre o sinal nefelométrico (90°) da luz dispersada e a luz transmitida; demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pelo método de incubação (20°C, 5 dias); nitrato, pelo método do dimetilfenol; e fósforo total (FT), pelo método do ácido persulfato.

A turbidez foi medida em um aparelho modelo 2100P. As amostras preparadas para análise de DBO foram incubadas em uma incubadora BOD, modelo LT 320 TFP II. As amostras para análise de FT foram digeridas em um digestor, modelo DRB 200, e, juntamente com as amostras para quantificação do teor de nitrato, tiveram seus índices obtidos em um espectrofotômetro, modelo DR 5000.

Todas as amostras foram divididas em três subamostras e analisadas conforme metodologia descrita no *Standart Methods For Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

2.6 Análise dos dados

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA), sendo usado como fonte de variação os meses (8 meses), os pontos amostrais (7 pontos) e as repetições (3 repetições), ou seja, o esquema fatorial foi (8 x 7) x 3. Foi realizado o teste de média de Tukey a 5% de probabilidade para comparar se houve diferença entre as médias de cada variável físico-química no período de análises e pontos amostrais. As análises estatísticas foram realizadas no programa SISVAR (FERREIRA, 1998). As médias foram comparadas com limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce classe 2.

3 Resultados e discussão

3.1 Vazão

Os resultados obtidos de vazão em cada campanha e ponto amostral são apresentados na Tabela 1, onde pode ser observado que o volume de água do ribeirão das Abóboras aumentou consideravelmente nas duas últimas campanhas do período chuvoso (janeiro e fevereiro), passando de 3 m³.s⁻¹ (primeira campanha) para 6,46 m³.s⁻¹ (quarta campanha), reflexo das maiores precipitações observadas nesses meses no município de Rio Verde (GO). Observa-se, ainda na Tabela 1, diminuição gradativa do volume de água do ribeirão a partir da 5ª campanha, isso devido às menores precipitações na área de estudo nesse período.

Tabela 1 – Vazão (m³.s⁻¹) obtida para cada campanha no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Período	Campanha	Ponto e respectiva vazão (m ³ .s ⁻¹)						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Chuvoso	1	0,04	0,75	0,77	1,12	1,88	0,06	3,00
	2	0,03	0,87	1,02	1,75	2,78	0,06	3,73
	3	0,05	1,37	1,48	1,64	3,12	0,09	6,16
	4	0,06	1,47	1,57	1,95	3,52	0,11	6,46
Média		0,045	1,115	1,210	1,615	2,825	0,080	4,838
Estiagem	5	0,02	0,42	0,67	0,96	1,62	0,03	2,69
	6	0,02	0,40	0,57	0,95	1,51	0,03	2,56
	7	0,02	0,39	0,55	0,84	1,38	0,03	2,10
	8	0,01	0,34	0,52	0,79	1,31	0,02	1,71
Média		0,0175	0,388	0,578	0,885	1,455	0,028	2,265

As médias da soma dos resultados do período chuvoso e dos resultados do período de estiagem para cada ponto amostral (Tabela 1), foram, como esperado, maiores para o período chuvoso e menores para o de estiagem.

Os menores volumes e pequenas alterações no P1 e P6 são em decorrência da menor área de contribuição dos cursos de água onde estes pontos foram definidos.

3.2 Variáveis de qualidade da água

3.2.1 Temperatura

Não há limite de (T) estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005). Contudo, Zumach (2003) afirma que esta é uma variável que desempenha um papel importante de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Segundo Sperling (2005), elevações da T podem ocasionar o aumento na taxa das reações físicas, químicas e biológicas, podendo ser responsável pela diminuição da solubilidade dos gases, como por exemplo, do oxigênio dissolvido, aumentando também a taxa de transferência de gases, podendo gerar mau cheiro, no caso de liberação de gases com odores desagradáveis. Tundisi et al., (2008) afirma que a temperatura da água estabelece padrões de comportamento fisiológico (respiração, por exemplo), limita ou acelera o crescimento de organismos e interfere nos processos reprodutivos.

Na Tabela 2 observam-se menores valores de temperatura obtidos nos pontos em que as amostragens foram realizadas no período da manhã (P1; P2; P3; P4), e os maiores valores, nas amostragens realizadas no período da tarde (P5; P6; P7).

Considerando as médias das campanhas do período chuvoso e de estiagem para cada ponto, observam-se menores médias de T para o período de estiagem (junho a setembro).

As diferenças de T são em função do horário das amostragens, do tamanho da superfície de contato da água com a radiação solar, da cobertura vegetal ao longo do ribeirão e da sazonalidade. No período da manhã há menor incidência de energia solar no corpo hídrico e, consequentemente, menor temperatura da água. No período da tarde, a incidência de energia solar no ribeirão das Abóboras é maior e, por isso, maior a temperatura da água. À medida que os pontos amostrais vão se distanciando da nascente, aumenta a largura dos cursos hídricos e estes passam a ter maior área de superfície, e, dessa forma, recebem maior radiação solar, condição favorável ao aumento de temperatura da água.

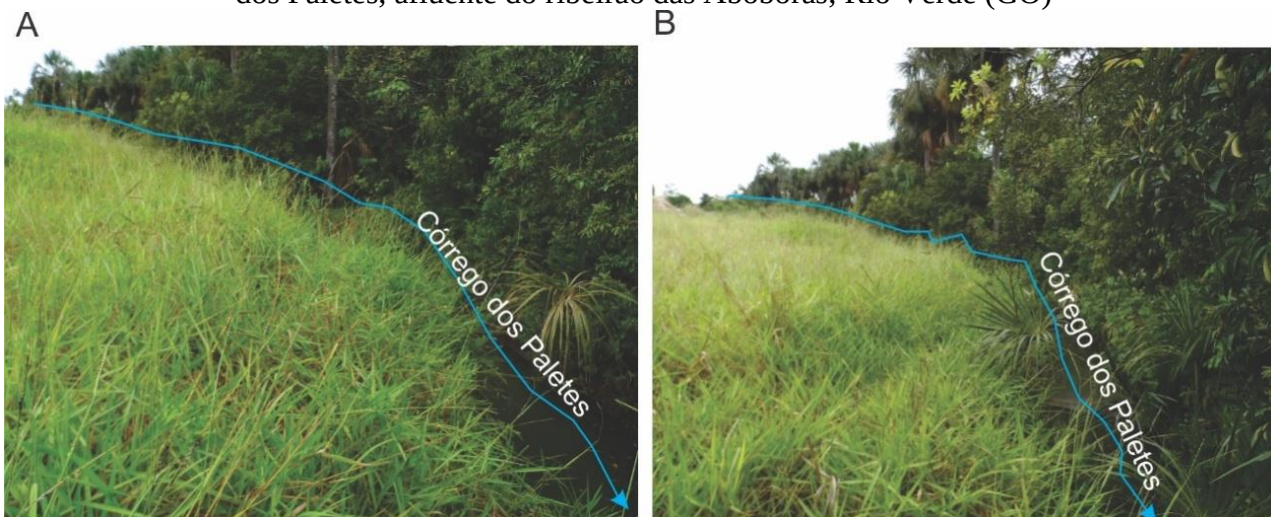
Tabela 2 – Valores de temperatura no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Temperatura (°C)					
Período chuvoso	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Média
Ponto 1	23,03 aD	22,30 bE	22,80 abD	22,70 abE	22,71
Ponto 2	23,40 aCD	22,97 aD	23,20 aCD	23,00 aE	23,14
Ponto 3	23,60 aC	23,37 aD	23,33 aC	23,30 aCD	23,40
Ponto 4	23,87 abC	24,37 aC	23,53 bC	23,50 bC	23,84
Ponto 5	25,50 aA	25,47 aB	24,33 bB	24,63 bB	24,98
Ponto 6	25,60 bcA	26,60 aA	25,30 cdA	25,97 bA	25,87
Ponto 7	24,60 dB	25,83 aB	25,13 bcA	25,53 abA	25,27
Período de estiagem	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
Ponto 1	18,23 abD	18,13 dD	20,2 cD	19,76 cC	19,08
Ponto 2	19,07 cC	18,00 dD	20,00 bD	19,80 bC	19,22
Ponto 3	18,17 cD	18,33 cD	20,33 bD	20,03 bC	19,22
Ponto 4	19,40 dC	19,37 dC	20,83 cC	21,30 cB	20,23
Ponto 5	21,23 cA	22,00 bA	22,07 bB	24,17 bA	22,37
Ponto 6	21,60 fA	21,77 fA	25,00 dA	24,27 eAA	23,16
Ponto 7	20,57 fB	20,63 fB	25,00 cdA	23,97 eA	22,54

Letras iguais minúsculas para os meses e maiúsculas para os pontos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Próximo ao P6, localizado no córrego dos Paletes, há extensa área em sua margem direita ocupada por pastagem, favorecendo o aquecimento da água por raios solares (Figura 4), corroborando com os resultados obtidos por Plamondona et al. (1991). Este autor, no estudo em regiões de Oxapampa, no Peru, constatou um significativo aumento na temperatura da água em locais onde ocorreu remoção de floresta.

Figura 4 – Área de preservação permanente ocupada por pastagem na margem direita do córrego dos Paletes, afluente do ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)



Setas mostram o curso hídrico e seu fluxo.

A temperatura da água é fortemente influenciada pela radiação solar, ventos, temperatura do ar e precipitação, conforme Tundisi et al., (2008). Este autor ressalta que o principal processo que gera o aquecimento térmico é a radiação solar que atinge a superfície da água. Maier (1987) afirma que a temperatura da água é determinada pelo aquecimento por raios solares que é diretamente proporcional à área de superfície.

As menores T nas campanhas do período de estiagem (junho a setembro) são em decorrência das menores T nessa época do ano.

3.2.2 Potencial hidrogeniônico

Devido às características da área de contribuição do P4 ao P7, esperava-se valores de potencial hidrogeniônico (pH) baixos nestes pontos, contudo todos os resultados estão em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05 (Tabela 3), considerando os limites para água doce classe 2, sendo estes no mínimo 6 e no máximo 9.

Os valores de pH estão próximos da neutralidade (Tabela 3), sendo que para as águas naturais do Cerrado, caracterizam como um aspecto positivo à qualidade da água (PAULA, 2011).

Conforme apresentado, a área de estudo apresenta características pedológicas favoráveis às alterações do pH da água, uma vez que 95% dos Latossolos, predominantes na bacia hidrográfica, são de tipo Distróficos e ácidos, com pH entre 4,0 e 5,5 (EMBRAPA, 2016).

Observam-se os menores valores de pH no P1 em todas as campanhas (Tabela 3). Isso pode ser explicado pela presença de currais para atividades pecuárias (por exemplo: ordenhas de vacas leiteiras) e criação de suínos caipiras em chiqueiros. Essas atividades geram resíduos orgânicos que, se não tratados e/ou dado destino correto, escoam diretamente e/ou são carreados pelas águas da chuva para o corpo hídrico. Esses resíduos associados ao menor volume de vazão (Tabela 1), podem diminuir o pH da água.

Esteves (2011) afirma que os organismos que consomem matéria orgânica, derivada da biota, interferem na concentração de CO₂ no meio e, conseqüentemente, no seu pH. Em geral, ressalta

este autor, a atividade heterotrófica tende a diminuir o pH, através da produção de CO₂ via respiração. A decomposição da matéria orgânica também pode diminuir o pH pelo mesmo motivo.

Tabela 3 – Valores de pH obtidos no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Potencial hidrogeniônico (unidade de pH)					
Período chuvoso	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Média
Ponto 1	6,42 aD	6,58 aC	6,38 aC	6,37 aC	6,44
Ponto 2	7,34 aAB	7,22 aA	7,14 aA	7,15 aA	7,21
Ponto 3	7,36 aA	7,24 aA	7,17 aA	7,17 aA	7,24
Ponto 4	7,02 abBC	6,84 bBC	6,80 bB	6,80 bB	6,87
Ponto 5	7,26 abcAB	7,01 cdAB	7,03 cdAB	6,74 dB	7,01
Ponto 6	7,16 aABC	7,04 aAB	7,04 aAB	6,91 aAB	7,04
Ponto 7	6,88 aC	7,03 aAB	6,89 aAB	6,79 aB	6,90
Período de estiagem	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
Ponto 1	6,30 aD	6,30 aC	6,32 aB	6,31 aD	6,31
Ponto 2	6,39 bD	7,37 aA	7,33 aA	7,40 aAB	7,12
Ponto 3	6,73 bC	7,34 aA	7,37 aA	7,41 aAB	7,22
Ponto 4	6,82 bBC	7,12 abAB	7,12 abA	7,27 aABC	7,08
Ponto 5	7,39 abA	7,07 bcdB	7,30 abcA	7,45 aA	7,30
Ponto 6	7,13 aAB	7,11 aAB	7,04 aA	7,09 aBC	7,10
Ponto 7	6,86 aBC	6,88 aB	7,04 aA	7,02 aC	6,95

Letras iguais minúsculas para os meses e maiúsculas para os pontos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Branquinho (2016), ao analisar a qualidade da água do Rio São Tomás, no qual o ribeirão das Abóboras deságua, de janeiro a julho de 2016, observou pH variando de 3,95 a 8,92, sendo que os valores da nascente foram de 4,29 a 6,53. Destaca que no mês de fevereiro, o pH apresentou os resultados mais baixos em todos os pontos, sendo as causas as práticas agrícolas dentro da bacia.

3.2.3 Oxigênio dissolvido

Na Tabela 4 notam-se todos os índices de oxigênio dissolvido (OD) dentro do limite mínimo, que é de 5 mg.L⁻¹, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce classe 2.

Tabela 4 – Valores de oxigênio dissolvido obtidos no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹)					
Período chuvoso	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Média
Ponto 1	8,01 bA	6,88 dAB	6,88 dA	7,02 dA	7,20
Ponto 2	7,99 bA	6,87 cAB	6,82 cAB	6,88 cAB	7,14
Ponto 3	8,17 bA	6,98 cA	6,97 cA	7,00 cA	7,28
Ponto 4	7,66 bBC	6,65 cC	6,66 cBC	6,74 cBC	6,93
Ponto 5	7,51 bcC	6,41 eD	6,56 deCD	6,66 dCD	6,79
Ponto 6	7,59 aBC	6,17 dE	6,37 cdD	6,48 cDE	6,65
Ponto 7	7,78 aB	6,69 cBC	6,65 cBC	6,38 dE	6,88
Período de estiagem	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
Ponto 1	8,32 aBC	8,15 abB	7,73 cCD	7,72 cC	7,98
Ponto 2	8,49 aAB	8,40 aA	7,97 bAB	8,01 bAB	8,22
Ponto 3	8,62 aA	8,45 aA	8,07 bA	8,12 bA	8,32
Ponto 4	8,24 aC	8,12 aB	7,84 bBC	7,81 bBC	8,00
Ponto 5	7,93 aD	7,70 bC	7,69 bCD	7,47 cD	7,70
Ponto 6	7,70 aE	7,62 aC	7,54 aDE	7,03 bE	7,47
Ponto 7	7,64 aE	7,62 aC	7,35 bE	6,52 cdF	7,28

Letras iguais minúsculas para os meses e maiúsculas para os pontos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ainda na Tabela 4, observam-se as maiores médias de OD no P1, P2 e P3, onde também foram obtidas as menores médias de T, e as menores médias no P4, P5, P6 e P7. Nestes pontos os índices de T foram maiores (Tabela 2). Pode ser constatado que o OD apresentou maior valor médio da soma das campanhas no período de estiagem (menor temperatura na região) em cada ponto amostral.

Conforme Esteves (2011), com a elevação da T, ocorre redução da solubilidade do oxigênio na água. Este mesmo autor também afirma que com o aumento da pressão, aumenta a solubilidade de OD na água.

Observa-se que os pontos com maior oxigenação da água estão em maior altitude (próximos à nascente) e, conseqüentemente, sob menor pressão atmosférica, e que os pontos amostrais com menor oxigenação da água estão em menor altitude, mais próximos da foz, e, conseqüentemente, sob maior pressão. Embora nos pontos amostrais com menor OD as amostragens tenham sido realizadas no período do dia com maior temperatura da água, esses pontos estão em situação favorável à oxigenação da água, sob maior pressão em relação aos pontos próximos à nascente.

Ao analisar a média geral de cada ponto amostral no período chuvoso e de estiagem, observam-se as menores médias de OD nos P5, P6 e P7.

O aporte de matéria orgânica das atividades agrícolas, como resíduos das granjas de avicultura e suinocultura, com disposição inadequada observados na área de contribuição do P4, P5 e P7 (Figura 5), e o lançamento de efluentes tratados, a montante do P5 (Figura 6), oriundos das atividades agroindustriais da BRF, e a urbanização na área de contribuição do P6 (Figura 2 D; Figura 3) também podem ter influenciado na menor concentração de OD na água nesses pontos amostrais.

Figura 5 – A) e B) Resíduos oriundos de granjas com disposição inadequada na margem direita do córrego Marimbondo, principal afluente do ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

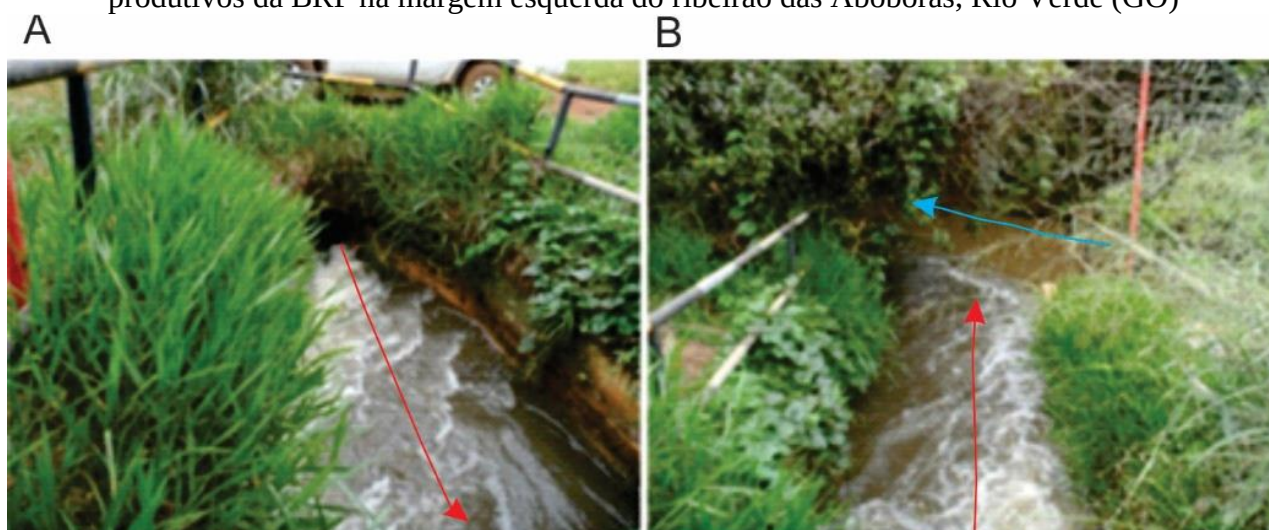


As setas mostram onde estão localizados o curso hídrico e a direção do fluxo deste.

De acordo com Esteves (2011), a oxidação da matéria orgânica, resultado da atividade de microrganismos, a perda para a atmosfera, a respiração de organismos aquáticos e a oxidação de íons metálicos (por exemplo: ferro e manganês) contribuem para a redução da concentração do oxigênio na água.

Ao contrário destes resultados, nas análises de variáveis de qualidade da água do Rio São Tomás, situado no município de Rio Verde e Santa Helena de Goiás, na microrregião Sudoeste de Goiás, Branquinho (2016) observou os menores valores de OD na nascente principal, onde a variação foi de 3,25 a 5,03 mg.L⁻¹, e ao longo do rio, nos demais pontos amostrais, variou de 6,65 a 8,50 mg.L⁻¹. Esta autora afirma que o índice baixo observado nesta nascente é devido à vazão da água ser muito baixa, proporcionando menor oxigenação da mesma.

Figura 6 – A) Saída da tubulação e B) lançamento dos efluentes tratados oriundos dos processos produtivos da BRF na margem esquerda do ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)



As setas vermelhas ilustram o fluxo dos efluentes, e a azul, o fluxo do ribeirão.

Esteves (2011) afirma que dentre as variáveis limnológicas que apresentam maiores variações diárias, destaca-se o oxigênio dissolvido. Afirma, ainda, que as grandes variações diárias de oxigênio ocorrem devido este gás estar diretamente envolvido com o processo de fotossíntese e respiração e/ou decomposição, que por sua vez estão diretamente relacionados com o fotoperíodo, a intensidade luminosa e a temperatura.

3.2.4 Condutividade elétrica

O P1 apresentou os menores valores de condutividade elétrica (CE), e o P5 e P7, os maiores valores. Pode ser observado que à medida que os pontos amostrais se afastam da nascente, aumenta a CE (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores de condutividade elétrica obtidos no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Condutividade elétrica ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$)					
Período chuvoso	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Média
Ponto 1	11,29 aD	10,96 aD	11,37 aF	6,66 aD	10,07
Ponto 2	52,80 aC	48,97 aB	19,97 cEF	47,40 aB	42,28
Ponto 3	50,17 aC	49,03 aB	44,87 aBC	45,90 aB	47,49
Ponto 4	17,05 abCD	26,20 abC	26,50 aDE	24,44 abcC	23,55
Ponto 5	242,67 aA	124,33 dA	69,20 eA	51,00 fB	121,80
Ponto 6	19,35 cdD	45,20 abB	56,10 aAB	43,90 abB	41,14
Ponto 7	139,10 aB	111,27 bA	39,57 dCD	95,63 cA	96,39
Período de estiagem	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
Ponto 1	7,00 aC	8,51 aE	4,13 aC	3,96 aD	5,90
Ponto 2	16,35 cC	29,20 bcCD	17,28 cBC	40,23 abC	25,77
Ponto 3	17,31 bC	16,59 bDE	16,43 bBC	37,10 aC	21,86
Ponto 4	10,12 cC	25,63 abCD	10,94 bcBC	10,73 bcD	14,36
Ponto 5	62,17 efA	193,30 bA	157,80 cA	180,30 bA	148,39
Ponto 6	33,57 bcB	32,80 bcC	14,88 dBC	15,65 dD	24,23
Ponto 7	45,80 dB	51,20 dB	19,61 eB	120,03 bB	59,16

Letras iguais minúsculas para os meses e maiúsculas para os pontos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores valores, com diferenças significativas, observados no P5 e P7, podem ser em decorrência do aporte de matéria orgânica oriunda das granjas (Figura 5), lançamento de efluentes pela BRF (Figura 6) e carreamento pela água da chuva de partículas de solos e resíduos de áreas agrícolas (Figura 2 D; Figura 3) para o ribeirão das Abóboras.

Não há limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para CE, entretanto, conforme Couto et al. (2006), nos ambientes aquáticos, a CE com valor de até $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ reflete as condições de águas de boa qualidade, e acima desse valor, são águas caracterizadas como inadequadas ao consumo humano.

Bacias hidrográficas altamente exploradas pelo uso do solo apresentam maior CE em decorrência do escoamento superficial, sendo essas unidades territoriais com predomínio de vegetação nativa possuem tendências opostas, afirmam Hesslerová et al. (2012).

Conforme Esteves (2011), em regiões tropicais, os valores de CE nos ambientes aquáticos estão mais relacionados com as características geoquímicas da região onde se localizam e com as condições climáticas (estação seca e de chuva), mas podem ser influenciados também pelo estado trófico, principalmente em ambientes sob influência antrópica.

3.2.5 Sólidos totais dissolvidos

A variável “sólidos totais dissolvidos” (STD) apresentou todos os índices abaixo do limite máximo exigido pela Resolução CONAMA 357/05, que é de $500 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, por tanto, em conformidade. Os menores valores foram observados no P1, e as maiores médias, no P5 e P7 (Tabela 6).

Os baixos valores de STD no P1 eram esperados por ser o ponto localizado próximo à nascente, ou seja, por apresentar menor área de contribuição, favorecendo menor carreamento de partículas de solos, matéria orgânica, resíduos agroquímicos oriundos da agricultura e outros, situação favorável ao índice baixo para esta variável.

Tabela 6 – Valores de sólidos totais dissolvidos obtidos no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Sólidos totais dissolvidos ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)					
Período chuvoso	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Média
Ponto 1	4,87 aD	4,80 aC	4,90 aE	2,20 aE	4,19
Ponto 2	24,77 aC	22,90 aB	9,03 cE	22,20 aBC	19,73
Ponto 3	23,50 aC	23,10 aB	20,87 aBC	15,47 abCD	20,73
Ponto 4	6,83 aD	12,13 aC	12,20 aDE	11,17 aD	10,58
Ponto 5	116,23 aA	59,10 dA	32,77 eA	24,03 fB	58,03
Ponto 6	8,93 cdD	21,07 abB	26,67 aAB	20,50 abBC	19,29
Ponto 7	66,00 aB	52,83 bcA	18,27 dCD	45,40 cA	45,63
Período de estiagem	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
Ponto 1	2,83 aD	3,53 aD	1,50 aB	1,33 aD	2,30
Ponto 2	7,30 cD	13,57 bcC	7,80 cB	18,77 abC	11,86
Ponto 3	8,67 bCD	7,46 bCD	7,30 bB	17,27 aC	10,17
Ponto 4	4,60 aD	11,70 aC	4,70 aB	4,60 aD	6,40
Ponto 5	29,37 efA	90,97 bA	75,70 cA	85,23 bA	70,32
Ponto 6	15,57 bcBC	15,10 bcC	6,60 dB	6,77 dD	11,01
Ponto 7	21,40 dAB	24,20 dB	8,80 eB	57,83 abB	28,06

Letras iguais minúsculas para os meses e maiúsculas para os pontos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores resultados que se diferenciam significativamente dos demais, especialmente no P5 e P7, podem ser devido à maior área de contribuição, atividades agropecuárias intensivas, com destaque para as práticas de manejos voltados para a cultura da soja e milho, além das fontes pontuais citadas (Figura 5; Figura 6), favorecendo o maior carreamento, pelas águas das chuvas, de partículas

de solos, matéria orgânica e outros materiais para o ribeirão das Abóboras, aumentando as partículas suspensas e os sólidos dissolvidos e, conseqüentemente, os sólidos totais dissolvidos.

Conforme Branquinho (2016), na nascente do Rio São Tomás foram observados os menores valores de STD (2,10 a 3,35 mg.L⁻¹), o que era esperado, ressalta a autora, devido ao menor volume e à menor agitação da água no local, sendo nos demais pontos amostrais (ponto 2 ao ponto 5) obtidos valores de 14,0 a 37,7 mg.L⁻¹.

3.2.6 Turbidez

Todos os valores de turbidez estão em conformidade com o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce classe 2 (Tabela 7), que corresponde a 100 UNT.

Tabela 7 – Valores de turbidez obtidos no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Turbidez (UNT*)					
Período chuvoso	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Média
Ponto 1	13,37 aB	9,34 cE	10,56 bcE	13,57 aE	11,71
Ponto 2	12,13 cB	17,80 bD	10,29 cdE	24,83 aB	16,26
Ponto 3	13,53 bcB	15,93 bD	9,99 deE	28,67 aA	17,03
Ponto 4	19,60 bA	28,53 aB	17,90 bC	19,30 bD	21,33
Ponto 5	18,17 cA	26,33 aB	22,87 bB	22,10 bC	22,37
Ponto 6	11,33 cB	20,90 aC	14,30 bD	15,37 bE	15,48
Ponto 7	20,13 dA	34,03 bA	33,87 bA	26,43 cAB	28,62
Período de estiagem	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
Ponto 1	8,06 cD	10,15 bcB	12,37 abBC	8,39 cB	9,74
Ponto 2	10,58 cdCD	11,35 cAB	10,19 cdC	8,08 dB	10,05
Ponto 3	12,70 cdBC	12,27 cdAB	11,20 cdC	7,93 eB	11,03
Ponto 4	12,40 cBC	12,23 cAB	11,97 cBC	11,17 cA	11,94
Ponto 5	17,90 cA	13,97 dA	14,33 d B	12,33 dA	14,63
Ponto 6	9,44 cdD	11,23 cB	10,53 cC	7,51 dB	9,68
Ponto 7	13,33 eB	10,83 efB	38,43 aA	8,12 fB	17,68

Letras iguais minúsculas para os meses e maiúsculas para os pontos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observam-se os maiores valores de turbidez no período chuvoso, o que era esperado, uma vez que as intensas chuvas associadas às práticas agrícolas (por exemplo: aeração, gradagem e plantio), que ocorrem principalmente nesse período do ano, favorecem o carreamento de partículas de solos, matéria orgânica e outros resíduos para o ribeirão, elevando essa variável. Observam-se, ao comparar os pontos amostrais, os maiores valores no P5 e P7, isso devido à grande carga de matéria orgânica lançadas a montante destes pontos, conforme comentado (Figura 2 D; Figura 5; Figura 6).

Segundo Tofoli (2010), a turbidez pode alterar o sabor e o odor da água devido à presença da matéria orgânica.

Esteves (2011) destaca que os principais fatores responsáveis pela turbidez da água, bem como pela dispersão da radiação, são as partículas suspensas (por exemplo: bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos) e, em menor proporção, os compostos dissolvidos. Assim, os maiores índices de turbidez no P5 e P7 reforçam as afirmações quanto à efetividade da ação antrópica na alteração da qualidade da água.

Vasconcelos (2009) afirma que, em razão do uso inadequado dos solos nas bacias hidrográficas, sobretudo do desmatamento, a turbidez é um dos problemas mais sérios que afetam rios, lagos e represas.

O aumento da turbidez pode causar redução da produção primária fitoplanctônica e da capacidade do fluxo, além de danos à pesca, às turbinas e à tubulação em represas, e também alterações na linha térmica de rios e represas (VASCONCELOS, 2009).

Conforme Vasco et al. (2011), foram verificados na sub-bacia do rio Poxim, no estado de Sergipe, valores de turbidez superiores aos limites estabelecidos pelo CONAMA para água doce classe 2, sendo atribuídos aos sólidos em suspensão, provenientes dos processos erosivos, e aos desmatamentos.

Pimenta et al. (2009) encontraram índices de turbidez acima de 100 NTU na bacia do rio São Tomás, do qual o ribeirão das Abóboras é afluente, ou seja, fora do nível máximo estabelecido para água doce classe 2.

3.2.7 Demanda bioquímica de oxigênio

Na Tabela 8 pode ser observado que os resultados de DBO das amostras coletadas em janeiro ($7,17 \text{ mg.L}^{-1}$) e setembro ($6,55 \text{ mg.L}^{-1}$) no P5, em fevereiro ($5,81 \text{ mg.L}^{-1}$), junho ($6,36 \text{ mg.L}^{-1}$), julho ($6,70 \text{ mg.L}^{-1}$), agosto ($7,06 \text{ mg.L}^{-1}$) e setembro ($5,44 \text{ mg.L}^{-1}$) no P7 foram superiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, com diferença significativa dos resultados dos demais pontos amostrais.

Ao analisar a média da soma das quatro campanhas no período chuvoso e das quatro campanhas no período de estiagem, notam-se os maiores valores nos P5, P6 e P7 (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores de demanda bioquímica de oxigênio obtidos no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Demanda bioquímica de oxigênio (mg.L^{-1})					
Período chuvoso	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Média
Ponto 1	1,87 aC	0,33 bB	0,58 bB	0,65 bC	0,86
Ponto 2	1,67 bC	0,15 cB	0,54 cB	0,61 cC	0,74
Ponto 3	2,00 aC	0,30 bB	0,52 bB	1,08 abC	0,97
Ponto 4	2,09 aC	0,29 cB	0,43 bcB	1,26 abC	1,02
Ponto 5	7,17 aA	2,31 cA	1,02 dB	4,69 bB	3,80
Ponto 6	2,06 abcC	0,45 eB	2,93 aA	1,08 deC	1,63
Ponto 7	4,86 dB	1,03 fB	2,02 eA	5,81 bcA	3,43
Período de estiagem	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
Ponto 1	0,43 bB	1,04 abC	0,22 bD	0,44 bD	0,53
Ponto 2	0,19 cB	2,77 aB	0,28 cD	0,27 cD	0,88
Ponto 3	0,27 bB	1,61 aC	0,48 bD	0,29 bD	0,66
Ponto 4	0,38 bcB	0,97 bcC	0,54 bcD	0,38 bcD	0,57
Ponto 5	0,91 dB	2,62 cB	3,21 cB	6,55 aA	3,32
Ponto 6	0,66 eB	2,68 abB	1,93 bcdC	1,36 cdeC	1,66
Ponto 7	6,36 abcA	6,70 abA	7,06 aA	5,44 cdB	6,39

Letras iguais minúsculas para os meses e maiúsculas para os pontos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores valores de DBO no P5 e P7 foram observados com a maior concentração de STD, reforçando que as atividades humanas podem estar incrementando os teores de matéria orgânica no ribeirão das Abóboras. Quanto maior a concentração de matéria orgânica na água, maior a proliferação de microrganismos que oxidam a mesma, demandando maior consumo de oxigênio.

Sperling (2005) destaca que a matéria orgânica pode ter origem natural (por exemplo: vegetal, animal e microrganismos) e antropogênica (por exemplo: despejos domésticos e industriais). Conforme este autor, a matéria orgânica presente nos corpos de água e nos esgotos, é uma característica de primordial importância, sendo a causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo do oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica.

Guedes et al. (2012) atribuíram aos índices altos de DBO obtidos no médio Rio Pomba, em uma bacia hidrográfica com uso diversificado, em Minas Gerais, a poluição difusa, causada por

fertilizantes orgânicos oriundos de áreas agrícolas, e, também, por nutrientes presentes no esgoto doméstico.

3.2.8 Nitrato

Quanto aos resultados de nitrato, todos estão abaixo do limite máximo de 10 mg.L⁻¹ estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce classe 2 (Tabela 9).

Na Tabela 9 também pode ser observado que o maior índice de nitrato (4 mg.L⁻¹) foi obtido no P3 na segunda campanha. Observa-se, ainda, que o P7 apresentou a maior média da soma das campanhas de cada ponto no período chuvoso (11,79 mg.L⁻¹) e do período de estiagem (1,72 mg.L⁻¹).

Tabela 9 – Valores de nitrato obtidos no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Nitrato (mg.L⁻¹)					
Período chuvoso	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Média
Ponto 1	0,07 aB	0,13 aC	0,20 aB	0,20 aB	0,15
Ponto 2	0,20 aB	0,20 aC	0,20 aB	0,20 aB	0,20
Ponto 3	0,20 bB	4,00 aA	0,20 bB	0,20 bB	1,15
Ponto 4	0,20 aB	0,20 aC	0,20 aB	0,20 aB	0,20
Ponto 5	0,20 aB	0,32 aC	0,20 aB	0,20 aB	0,23
Ponto 6	0,20 abB	0,20 abC	0,76 abB	1,01 aAB	0,54
Ponto 7	2,42 aA	1,25 cB	1,73 abcA	1,76 abcA	1,79
Período de estiagem	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
Ponto 1	0,14 aB	0,21 aB	0,04 aB	0,03 aB	0,10
Ponto 2	0,16 aB	0,12 aB	0,04 aB	0,03 aB	0,09
Ponto 3	0,17 bB	0,15 bB	0,05 bB	0,03 bB	0,10
Ponto 4	0,19 aB	0,46 aB	0,04 aB	0,07 aB	0,19
Ponto 5	0,20 aB	0,81 aAB	0,07 aB	0,28 aB	0,34
Ponto 6	0,18 abB	0,11 bB	0,09 bB	0,26 abB	0,16
Ponto 7	2,19 abA	1,36 bcA	1,11 cA	2,21 abA	1,72

Letras iguais minúsculas para os meses e maiúsculas para os pontos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Há diversas fontes que contribuem para o aporte de nitrogênio nas águas naturais, sendo que os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico, devido à presença de proteínas, e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da ureia na água (CETESB, 2015).

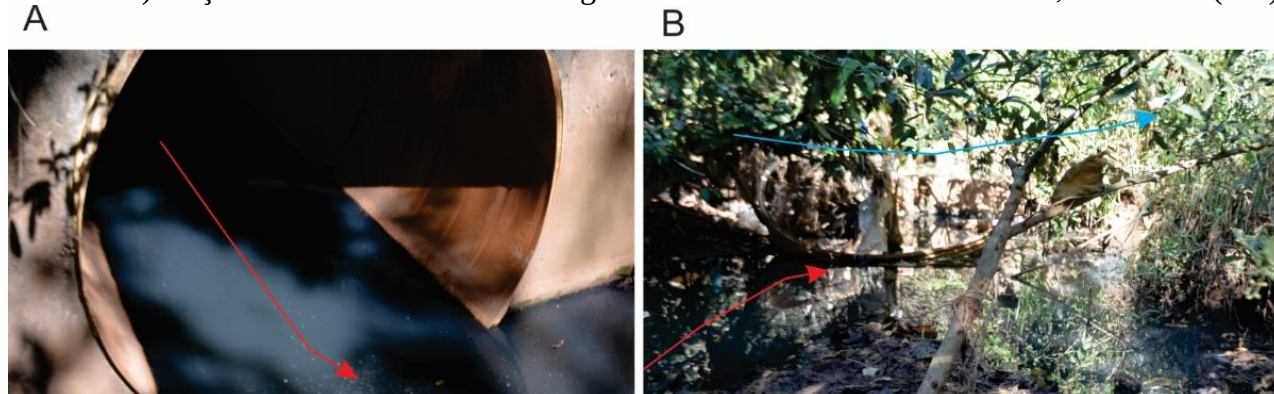
A atmosfera é outra fonte importante, devido a diversos mecanismos como a biofixação desempenhada por bactérias e algas presentes nos corpos hídricos, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas; a fixação química, reação que depende da presença de luz, também acarreta a presença de amônia e nitratos nas águas, pois a chuva transporta tais substâncias, bem como as partículas contendo nitrogênio orgânico para os corpos hídricos (CETESB, 2015).

Outras fontes que contribuem para o aporte de nitrogênio orgânico e amoniacal na água, conforme CETESB (2015), são frigoríficos, escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados, drenagem das águas pluviais urbanas associada às deficiências do sistema de limpeza pública, sendo essas fontes difusas de difícil caracterização.

Logo, há múltiplas fontes de nitrogênio, favorecendo o aporte desse nutriente nos cursos hídricos de difícil controle e, em certos casos, incontroláveis, como a fixação por bactérias e algas.

O índice de nitrato com destaque significativo dos demais observado no P3, na campanha de dezembro, pode ser devido este ponto amostral ficar localizado logo após a área industrial (Figura 2 D), onde se observou lançamentos de efluentes no ribeirão das Abóboras sem tratamento (Figura 7).

Figura 7 – A) Saída de efluentes sem tratamento de tubulação que deveria drenar somente águas da chuva e B) lançamento dos efluentes na margem direita do ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)



Setas vermelhas mostra o fluxo dos efluentes, e azul, a proximidade e o fluxo do ribeirão das Abóboras.

As maiores concentrações de nitrato obtidas no P7 podem ser em decorrência deste ponto amostral estar localizado próximo à foz do ribeirão, distância que favorece a passagem do nitrogênio da forma orgânica, que atinge o curso hídrico na alta e média bacia, conforme citado, para a forma oxidada, como o nitrato.

Conforme CETESB (2015), o nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato, sendo que nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas. Ou seja, ressalta, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises apresentarem resultados com predominância das formas reduzidas, significa que a fonte de poluição se encontra próxima; se prevalecerem o nitrito e o nitrato, denota que as descargas de esgotos se encontram distantes.

É importante ressaltar que o nitrato é tóxico, conforme CETESB (2015), a ingestão excessiva dessa forma do nitrogênio causa uma doença letal nas crianças, a meta-hemoglobinemia: o nitrato é reduzido a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul.

Por este motivo, o nitrato é padrão de potabilidade com limite máximo de 10 mg.L^{-1} (nitrato como N), exigido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

3.2.9 Fósforo total

Muitos índices de fósforo total (FT) obtidos não atenderam ao limite máximo ($0,1 \text{ mg.L}^{-1}$) determinado pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce classe 2 em ambiente lótico (Tabela 10). Considerando a média da soma dos resultados obtidos em cada ponto no período chuvoso e de estiagem, todas estão acima do limite máximo determinado para o referido enquadramento do curso hídrico.

O alto índice de FT com diferença significativa observado no P3 ($4,43 \text{ mg.L}^{-1}$), na campanha do mês de junho (Tabela 10), pode ter relação com as mesmas condições favoráveis ao maior índice de nitrato observado neste ponto, como foi citado, ou seja, lançamento de efluentes sem tratamento, apresentado na Figura 7. Também pode ter relação com a vazão baixa neste período (Tabela 1), favorecendo a concentração desse nutriente na água.

Os maiores níveis de FT no P4, P5 e P7 são explicados pelo aporte de matéria orgânica no curso hídrico, resíduos das granjas, lançamento de efluentes, carreamento pelas águas da chuva de resíduos agroquímicos de área agrícolas, e, em menor escala, fontes naturais, conforme citado.

Tabela 10 – Valores de fósforo total obtidos no ribeirão das Abóboras, Rio Verde (GO)

Fósforo total (mg.L⁻¹)					
Período chuvoso	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Média
Ponto 1	0,22 aA	0,30 aA	0,05 aA	0,05 aA	0,15
Ponto 2	0,43 aA	0,27 aA	0,05 aA	0,05 aA	0,20
Ponto 3	0,43 bA	0,18 bA	0,29 bA	0,05 bA	0,24
Ponto 4	0,32 aA	0,19 aA	0,05 aA	0,05 aA	0,15
Ponto 5	1,83 aA	0,91 aA	0,42 aA	0,35 aA	0,88
Ponto 6	0,17 aA	0,12 aA	0,34 aA	0,19 aA	0,20
Ponto 7	0,54 aA	0,55 aA	0,42 aA	0,44 aA	0,49
Período de estiagem	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
Ponto 1	0,18 aB	0,05 aA	0,05 aA	0,71 aA	0,25
Ponto 2	0,14 aB	0,05 aA	0,10 aA	0,84 aA	0,29
Ponto 3	4,43 aA	0,05 bA	0,19 bA	0,80 bA	1,37
Ponto 4	0,15 aB	0,05 aA	0,18 aA	1,37 aA	0,44
Ponto 5	1,11 aB	0,05 aA	0,88 aA	0,08 aA	0,53
Ponto 6	0,12 aB	0,05 aA	1,10 aA	0,05 aA	0,33
Ponto 7	0,48 aB	0,05 aA	0,45 aA	2,25 aA	0,81

Letras iguais minúsculas para os meses e maiúsculas para os pontos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observam-se, na 6ª campanha, os resultados de FT baixos em relação aos demais (Tabela 10), possivelmente devido ao menor lançamento ou tratamento adequado de efluentes de origem das atividades pecuárias (por exemplo: granjas de avicultura e suinocultura, ordenhas de vacas leiteiras), agroindustriais, e menor carreamento de resíduos das áreas agrícolas pelas águas das chuvas para o ribeirão das Abóboras, uma vez que o mês de julho é um dos meses com baixas precipitações pluviométricas.

A explicação para os valores obtidos no P6, localizado no córrego dos Paletes, é a presença de urbanização na área de contribuição deste ponto amostral (Figura 2 D; Figura 3), além de avanços de atividades agropecuárias em área de preservação permanente nas margens deste curso de água, conforme mencionado (Figura 4).

Observa-se ainda que no P1 e P2 ocorreu mais frequência de menores valores de FT (Tabela 10), o que era esperado, uma vez que estão mais próximos da nascente principal, ou seja, apresentam área de contribuição menor, favorecendo menor carreamento de resíduos das atividades agropecuárias, apresentam granjas instaladas e estão a montante da área industrial (Figura 2 D; Figura 3).

Conforme citado na caracterização física da bacia do ribeirão das Abóboras, predomina na área de estudo, quanto à geologia, o Grupo Bauru – Formação Vale do Rio do Peixe (litotipo: arenito e argilito arenoso); e quanto aos tipos de solos, observa-se predominância de Latossolos Distróficos (Figura 2 A; Figura 2 C).

A presença de arenito na bacia hidrográfica pode contribuir no aporte natural de fósforo na água, mas em baixo percentual. Conforme Mason (1971), arenito apresenta em sua composição 0,08% de P₂O₅ (fosfato). Entretanto, é uma concentração considerada muito baixa quando comparada com outras rochas de maior teor de fósforo, como, por exemplo, aquelas ricas em apatita. Esta, segundo Roeder et al. (1987), apresenta teor de fósforo variando de 34,89%, nas rochas metamórficas, a 42,35%, nos veios hidrotermais. Sobre a Formação Serra Geral, há possibilidade da composição de basaltos (com fluoroapatita), brechas e vulcanoclásticas, também favorecer, de modo natural, a adição de fosfato na água, conforme destaca Licht (2015).

É importante ressaltar que a adição natural de fósforo à água é necessária para o equilíbrio do ecossistema aquático e que, conforme Pantano et al. (2016), um processo, conhecido como bomba de fósforo no ambiente aquático, que promove a circulação do fosfato entre a coluna de água e os sedimentos, controla perfeitamente a produtividade primária em ecossistemas não impactados.

Segundo EMBRAPA (2016), os Latossolos são muito intemperizados, com pequena reserva de nutrientes para as plantas, normalmente com baixa a média capacidade de troca de cátions. Destaca, ainda, que mais de 95% dos Latossolos são distróficos, situação observada na bacia hidrográfica em questão, e ácidos, com pH entre 4,0 e 5,5 e teores de fósforo disponível extremamente baixos, quase sempre inferiores a 1 mg.dm^{-3} , sendo, em geral, solos com grande deficiência de fertilidade química.

Com isso, nos Latossolos presentes na área de estudo há necessidade de aplicação de adubos fosfatados para a nutrição mineral de plantas cultivadas.

O fósforo aplicado em alta quantidade ao solo para a nutrição mineral das plantas na agricultura intensiva e predominante na bacia hidrográfica, conforme apresentado na Figura 2 D, pode ficar adsorvido às argilas e com elas ser carregado para o ribeirão pelas águas das chuvas.

Estes dados (caracterização geológica, pedológica, uso da terra, cobertura vegetal e os maiores índices observados no P3, P5 e P7, onde ocorreram maiores concentrações de matéria orgânica) permitem inferir que o aporte de fósforo no ribeirão das Abóboras tem origem natural, com menor influência, e antrópica, com maior influência. Essas afirmações são reforçadas por Esteves (2011). Este autor afirma que a liberação do fósforo, a partir da forma cristalina dos minerais primários da rocha, ocorre através da desagregação desta pelo intemperismo; sendo carregado pelas águas de escoamento superficial e pode alcançar os diferentes ecossistemas aquáticos sob duas formas principais: solúvel (menos provável) e adsorvido às argilas. Esta última, ressalta o autor, é sem dúvida a via mais importante de aporte de fosfato aos ecossistemas aquáticos tropicais, devido à frequência de solos argilosos nesta região.

Esteves (2011) destaca que as mais importantes fontes de fósforo artificiais são: esgoto domésticos e industriais. Sendo estas fontes presentes na área de estudo, conforme citado anteriormente.

Tundisi et al. (2008) afirmam que a aplicação de fertilizantes e pesticidas no solo aumenta a vulnerabilidade dos corpos de água a estes contaminantes e aumenta os custos do tratamento das águas.

Contribuem com estes resultados os obtidos por Branquinho (2016) no Rio São Tomás, onde a concentração de FT variou de 0 a $1,96 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo que a nascente é o ponto menos impactado, apresentando valores acima do permitido apenas nos meses de maior volume de precipitação, nos meses de janeiro, fevereiro e março. Esta autora atribuiu os altos índices de FT ao carregamento pela água da chuva de fontes de fósforo de áreas agrícolas para o corpo hídrico.

SILVA (2016), nos estudos da qualidade da água do Rio Verdinho, localizado em sua maior extensão no município de Rio Verde, com foz no Rio Verdão, em Santo Antônio da Barra (GO), observou valores de FT entre 0 e $0,928 \text{ mg.L}^{-1}$. Este autor afirma que a nascente é o ponto menos impactado, apresentando valores acima do permitido apenas nos meses de janeiro e março, que tiveram a ocorrência de grandes volumes de precipitação de água. Afirma, ainda, que todos os resultados para os outros cinco pontos distribuídos ao longo desse curso hídrico são superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para classe 2 em ambiente lótico ($0,1 \text{ mg.L}^{-1}$), e que a causa provável para os índices elevados é a carreação de fertilizantes quanto pelo despejo de esgotos clandestinos relacionados às áreas de pecuária.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa demonstrou que o ribeirão das Abóboras, em especial nos pontos amostrais 5, 6 e 7, apresenta sinais de perda de qualidade da água, principalmente, em virtude do descarte de efluentes urbanos, industriais e agropecuários (granjas e outras atividades), sem prévio tratamento ou com tratamento inadequado e, ainda, carregamento de insumos agrícolas pelas precipitações pluviométricas das áreas de plantio para o corpo hídrico, fato constatado pela associação entre as

categorias de uso da terra, cobertura vegetal e qualidade hídrica assinalada por meio das variáveis de qualidade da água analisadas.

Embora tenha sido observado não atendimento da concentração de fósforo total à Resolução 357/05 do CONAMA, o referido ribeirão demonstra possuir característica geológica que, mesmo estando em desacordo com o limite estabelecido pelo conselho supracitado, favorece, em baixa quantidade, a adição natural de fósforo à água.

Devido à importância econômica e estratégica desse ribeirão para o município de Rio Verde (GO) e para a preservação ambiental local, medidas de controle precisam ser empreendidas no intuito de melhorar a qualidade de suas águas e, desta forma, garantir às presentes e futuras gerações desse município o acesso a um recurso natural dotado de características físico-químicas e biológicas condizentes com os usos múltiplos a que este esteja ou venha a ser submetido.

Estes resultados irão subsidiar as tomadas de decisão em prol da conservação dos recursos hídricos local e de outras regiões.

REFERÊNCIAS

ALVES, W. S.; SCOPEL, I.; MARTINS, A. P.; MORAIS, W. A. Análise morfométrica da bacia do ribeirão das Abóboras – Rio Verde (GO). **Geociências**, v. 35, n. 4, p. 652-667, 2016.

APHA – American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington DC: APHA; AWWA; WEF, 2012.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9897**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. **Dados de precipitação de janeiro de 1996 a dezembro de 2015**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 3 mar. 2016.

BRANQUINHO, A. C. **Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Tomás no município de Rio Verde – Goiás**. 58 f. 2016. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde (GO), 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Água (ANA). Resolução nº 724. Estabelece procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 de out. 2011. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2011/724-2011.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 de mar. de 2005. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=58&data=18/03/200>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

CETESB – Companhia de tecnologia de saneamento ambiental de São Paulo. 2015. **Publicações e relatórios**. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

COUTO, T. C.; FARIA, D. C.; NAVAL, L. P. Análise das variáveis físico-químicas da água do rio Javaés, Ilha do Bananal, entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins Brasil. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Montevideo. **Anais eletrônicos...** Montevideo: 2006. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR08506_COUTO.pdf>. Acessos em: 20 jun. 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Bioma Cerrado. **Latossolos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html>. Acesso em: 13 de jun. 2016.

_____. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Editores Técnicos, Humberto Gonçalves dos Santos et al. Rio de Janeiro - RJ: Embrapa Solos, 2013, 353 p.

_____. **Comunicado Técnico, 455 -Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador**. 6 ed. Editores Técnicos, Julio Cesar Pascale et al., Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2007, 4p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 1998.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T.; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **AGRIAMBI**, v. 16, n. 5, p. 558–563, 2012.

HESSLEROVÁ, P.; POKORNÝ, C. J.; SULCOVÁ, J.; KROPFELOVÁ, L.; PECHAR, L. Surface temperature and hydrochemistry as indicators of land cover functions. **Ecological Engineering**, v.49, p. 146-152, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). **Censo Agropecuário. O que é?** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>>. Acessado em: 2016.

LICHT, O. A. B. A revised chemo-chrono-stratigraphic 4-D model for the extrusive rocks of the Paraná Igneous Province. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 355, p.32-54, 2016.

MASON, B. H. **Princípios de geoquímica**. São Paulo: Editora Polígono e EDUSP, 1971.

MAIER, M. H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55' – 48°55'W; 22°30' – 21°55'S – Brasil): qualidade da água do rio principal. **Ciência e Cultura**, v. 39, n. p. 164-185, 1987.

PANTANO G.; GROSSELI, G. M.; MOZETO, A. A.; FADINI, P. S. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Quim. Nova**, v. 39, n. 6, p. 732-740, 2016.

PAULA, M. M. **Análise da água e das condições ambientais da Bacia hidrográfica do ribeirão das Pedras**: Quirinópolis-GO. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí, Jataí (GO), 2011.

PIMENTA, S. M.; PEÑA, A. P.; GOMES, P. S. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da bacia do Rio São Tomás, município de Rio Verde – Goiás. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 3, p. 393-412, 2009.

PLAMONDONA, A. P.; RUIZB, R. A.; MORALESC, C. F.; GONZALEZD, M. C. Influence of protection forest on soil and water conservation (Oxapampa, Peru). **Elsevier Science Publishers B. V.**, v. 38, p. 227- 238, 1991.

ROEDER, P. L.; McARTHUR, D.; MA, X. P.; PALMER, G. R.; MARIANO, A. N. Cathodoluminescence and microprobe study of rare-earth elements in apatite. **American Mineralogist**, v. 72, p. 801-811, 1987.

SIEG - Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. **Dados para download**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 07 maio de 2016.

SILVA, F. C. B. **Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Verdinho localizado no município de Rio Verde - Goiás**. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO, 2016.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 4º ed. DESA – UFMG, 2005.

TOFOLI, L. A. **Monitoramento da qualidade da água em mananciais pertencentes à bacia hidrográfica do Tietê – Botucatu, SP**. Dissertações (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu (SP), 2010.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PARESCHI, D. C.; LUZIA, A. P.; VON HAEILING, P. H.; FROLLINI, E. H. A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 159–172, 2008.

VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO JÚNIOR, A. V.; GARCIA, C. A. B.; NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água**, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

VASCONCELOS, F. M.; TUNDISI, G. J.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Avaliação da qualidade de água**. 1ª ed., Sociedade Mineira de Engenheiros Agrônomos, 2009.

ZUMACH, R. **Enquadramento de curso de água: rio Itajaí-Açu e seus principais afluentes em Blumenau**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2003.

Data de submissão: 23.02.2017

Data de aceite: 19.06.2018

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.