



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

A qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio para o abastecimento humano no município de Iporá (GO)

Guilherme Eduardo Santos Bueno¹
Isaac de Matos Ponciano²
Kathynne Carvalho Freitas Ferri³
Cácia Régia de Paula⁴
Raul Henrique Oliveira Pinheiro⁵
Fernando Pessuti⁶
Bruno Bordin Pelazza⁷
Lucila Pessuti Ferri⁸

RESUMO: Este trabalho aborda o tema qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio, a fim de avaliar a qualidade da água bruta do ribeirão no município de Iporá (GO) no ponto de captação pela empresa de Saneamento de Goiás – S/A (SANEAGO) responsável pela coleta, tratamento e distribuição no estado de Goiás. Com isto, o estudo avaliou a presença de metais pesados e parâmetros químicos da água da microbacia, no 1º semestre de 2015, 2016 e 2017 e no 2º semestre de 2015 e 2016. As análises foram cedidas pela empresa estatal por parceria entre o pesquisador e a empresa, com o objetivo de verificar se houve alterações dos elementos metálicos e dos parâmetros a respeito da resolução CONAMA nº 357/2005 e da portaria do ministério da saúde nº 2.914/2011. Com os resultados verificou-se que o elemento metálico ferro dissolvido apresentou alterações em sua concentração em 100% das análises feitas nos respectivos anos, e que este, se associasse com o escoamento superficial e com o tipo de solo da região, pois a grande predominância de argissolos e latossolos, originários de minerais compostos por óxidos de ferro. O alumínio apresentou alterações em sua composição apenas no 1º semestre de 2015 e 2016

¹ Engenheiro ambiental. Graduado pela Universidade de Rio Verde (UniRV) Campus Caiapônia-GO, Brasil. E-mail: guilhermeipora8@gmail.com

² Engenheiro agrícola e ambiental pela UFRPE. Mestre em Irrigação e Drenagem pela USP, Piracicaba-SP. Doutorado em engenharia de sistemas agrícolas pela USP, Piracicaba-SP. E-mail: ponciano.i.m@gmail.com

³ Química (licenciatura) pela Universidade Federal de Goiás (UFG)-Campus Jataí. Mestre em educação para ciências e matemática pelo IFG, Jataí, Brasil. Email: kathynne_carvalho@hotmail.com

⁴ Enfermeira. Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal de Goiás (UFG). Docente da UFG-Regional Jataí-GO, Brasil. E-mail: caciaregia@gmail.com

⁵ Enfermeiro. Mestre em Ciências da saúde pela Universidade de São Paulo (USP). Docente no departamento de enfermagem na Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (Unicentro). Email: rpinho@unicentro.br

⁶ Médico pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói/RJ. Residente em oncologia clínica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) Campinas/SP. Email: fernandopessuti@id.uff.br

⁷ Enfermeiro. Doutor em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Docente do Departamento de Enfermagem na Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). Email: bordizim@hotmail.com

⁸ Enfermeira, Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal de Goiás (UFG). Docente da UFG-Regional Jataí-GO, Brasil. E-mail: cilafetri@gmail.com



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

e também associou com o escoamento superficial e com os solos típicos da região, que são ricos em alumínio naturalmente. Os parâmetros químicos não excederam as recomendações da legislação, mas alguns desses não apresentaram limites recomendados pela legislação vigente, já outros, seus resultados nada foi detectado. Contudo a preservação e conservação da cobertura vegetal na bacia, assim como as matas ciliares, ajuda a proteger o solo contra as ações da chuva e retendo a energia do escoamento superficial, evitando que solos compostos por estes elementos sejam lixiviados para os cursos hídricos da microbacia.

Palavras-chave: Impactos. Legislação. Parâmetros. Solo.

The quality of water in the hydrographic microbacy of creek Santo Antônio for human supply in the municipality of Iporá (GO)

ABSTRACT: This paper discusses the water quality in the watershed of the Santo Antônio river, in order to evaluate the quality of the fresh water of the river in Iporá (GO) at the collected point by Saneamento company of Goiás - S/A (SANEAGO). The study evaluated the presence of heavy metals and chemical parameters of the waters of the watershed in the first semester of 2015, 2016 and 2017 and in the second semester of 2015 and 2016. Analyzes were provided by the state company through the researchers and company partnership, with the objective of verifying if there were alterations of the metallic elements and the parameters regarding the CONAMA resolution n ° 357/2005 and the ordinance of the ministry of health n ° 2,914 / 2011. Thus, the dissolved iron element presented changes in its concentration in 100% of the analyzes made in the respective years, and that this was associated with the surface runoff and soil type of the region, since the great predominance of Argisols and Latosols, originating from minerals composed of iron oxides. Aluminum presented changes in its composition only in the first half of 2015 and 2016 and associated with the surface runoff and the typical soils of the region, which are rich in aluminum. The chemical parameters did not exceed the recommendations of the legislation, but some of them do not present limits recommended by the current legislation, while others in their results nothing was detected. However, the preservation and conservation of the vegetation cover in the basin, as well as the riparian forests, helps to protect the soil against rainfall and to retain the energy of the surface runoff, thus avoiding that soils composed of these elements are leached to the water courses of the microbasin.

Keywords: Impacts. Legislation. Parameters. Soil.



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

INTRODUÇÃO

As Bacias hidrográficas são unidades essenciais para estudos qualitativos e quantitativos da água, como também na gestão dos recursos hídricos compreendendo toda a área de captação natural da água da chuva que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários (LIMA, 2008).

As bacias hidrográficas são divididas através de divisores de água formando assim sua área, por sua vez os divisores de água são determinados pela topografia do local. A área da bacia hidrográfica tem influência sobre a quantidade de água produzida como deflúvio, a forma e o relevo, no entanto, atuam sobre a taxa ou sobre o regime dessa produção de água, assim como a taxa de sedimentação”. (OLIVEIRA *et. al.*, 2013).

No contexto rural essas bacias sofrem com diversos impactos, muitos destes movidos pela busca do poder econômico que provoca ao uso inadequado do solo, uso crescente de fertilizantes, herbicidas, inseticidas e de outros compostos, utilizados em atividades agricultura e industrial (OLIVEIRA, 2003). O uso inadequado e excessivo destes compostos compromete diretamente a qualidade e quantidade da água, bem como toda biodiversidade presente na bacia, contudo as bacias rurais sofrem mais, devido à grande expansão do setor agropecuário brasileiro (VEIGA, *et. al.*, 2017).

Conforme Gonçalves e Rocha (2016) a qualidade da água em mananciais é influenciada diretamente pelos padrões de uso das terras nas bacias hidrográficas e nas áreas ripárias. Segundo os mesmos autores, conforme o manejo inadequado do solo a qualidade da água irá sofrer alterações podendo se tornar muitas vezes imprópria para o abastecimento humano, devido a retirada das áreas de preservação permanente (APPs), plantio morro abaixo, uso intensivo de defensivos agrícolas, práticas mais comuns em bacias de áreas rurais.

Bacias localizadas dentro do espaço urbano também sofrem com o mau uso e ocupação do solo gerando uma série de impactos que somados a retirada da cobertura vegetal e a impermeabilização do solo agravam o problema. As



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

consequências originadas pela impermeabilização do solo são citadas por Oliveira e Rodrigues (2009):

“As bacias hidrográficas, tanto nas áreas urbanas quanto nas áreas rurais sofrem grandes alterações principalmente pela impermeabilização excessiva do solo, que gera mudanças na vazão dos cursos de água, redução das áreas de infiltração das águas pluviais, escoamento superficial mais rápida, aumento na frequência de enchentes, que acabam por sua vez, prejudicando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos e conseqüentemente, as condições de vida da população.”

De fato estas consequências têm contribuições da falta da vegetação ciliar, pois elas atuam como barreiras físicas, exercendo a mesma função que os cílios aos nossos olhos garantindo a qualidade da água dos mananciais conforme citado por Kageyama *et. al.*, (2002) vegetação ciliar reduz o impacto de fontes de poluição de áreas a montante, através de mecanismos de filtragem (retenção de sedimentos), barreira física e processos químicos; minimiza processos de assoreamento dos corpos d'água e a contaminação por lixiviação ou escoamento superficial de defensivos agrícolas e fertilizantes.

Uma bacia preservada, obedecendo às faixas marginais das matas ciliares previstas pelo Novo Código Florestal Brasileiro, lei 12.651, de 25 de maio de 2012, poderá então se ter boa qualidade da água, pois esta poderá estar sofrendo influência da infiltração de produtos químicos no solo, utilizados em lavouras ou por despejos inadequados feitos pelas indústrias; ocasionando contaminação das águas subterrâneas e posteriormente poderão alimentar um manancial ou até mesmo vir a aflorar na superfície

A qualidade e a quantidade das águas nas bacias hidrográficas sofrem alterações em seus parâmetros necessariamente causadas pelas ações humanas exercidas na área, como também por fenômenos naturais. De acordo com Gloria, Horn e Hilgemann (2017) as influências antrópicas sobre a qualidade da água estão fortemente associadas ao crescimento da urbanização, da expansão das atividades agropecuárias e industriais.



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

A interferência do homem é uma das maiores causas de alteração da qualidade da água, seja por meio de uma forma concentrada, com a geração de efluentes domésticos ou industriais, ou de uma forma dispersa, com aplicação de insumos agrícola e manejo inadequado do solo, contribuindo para a incorporação de compostos orgânicos e inorgânicos nos cursos de água e alterando diretamente sua qualidade (CORADI, FIA, PEREIRA-RAMIREZ, 2009).

Mas, não apenas as ações exercidas pelo homem é um fator determinante para alterações da qualidade da água nas bacias hidrográficas, pois as condições geológicas, geomorfológicas e da vegetação na bacia de drenagem, e o desempenho dos ecossistemas terrestres e aquáticos podem alterar a qualidade da água (GLORIA; HORN; HILGEMANN, 2017).

A qualidade da água do recurso hídrico de uma determinada bacia é resultado das diversas características desta unidade e das interações que nela ocorrem, inclusive às interações antrópicas e o impacto decorrentes destas (GARCIA, 2013; CONNOLLY, et. al., 2015).

O setor agropecuário é apontado como o principal contribuinte para as sucessíveis degradações nas bacias hidrográficas de áreas rurais, necessariamente aos corpos hídricos. Isto se evidencia devido ao manejo feito de forma inadequada, e muitas vezes isto é resultado da falta de conhecimento ou apoio técnico. O manejo inadequado da agropecuária interfere diretamente nos corpos hídricos, pois o uso intensivo de agrotóxicos, pesticidas e fertilizantes interfere na qualidade da água, modificando seus parâmetros e a tornando imprópria para o abastecimento humano ou até mesmo aos outros usos múltiplos da água.

Com a contaminação dos mananciais por agrotóxicos, os parâmetros de qualidade da água sofreram interferências, alterando assim parâmetros como o nitrogênio, fósforo, potássio, DBO (Demanda Bioquímica do Oxigênio), a DQO (Demanda Química do Oxigênio), OD (Oxigênio Dissolvido), nitrito, nitrato e possivelmente haverá presença de metais pesados. A efeito disto, o abastecimento público será afetado, pois as Estações de Tratamento da Água (ETA) com sistemas convencionais de tratamento, previsto na resolução CONAMA 357/05 para águas



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

de classe 2, não serão eficientes em seu tratamento. Continuamente Veiga (2017) confirma que esse tratamento tem baixa eficiência de remoção dos agrotóxicos da água, dessa forma, em alguns casos são associados outros tipos de tratamento, os quais apresentam vantagens e desvantagens sendo efetivos para algumas substâncias e não para outras. Entre os mais utilizados, estão: adição de polímeros, pré-oxidação, inter-oxidação, adsorção em carvão ativado pulverizado e carvão ativado granular.

Contudo a qualidade das águas nas bacias rurais está diretamente ligada ao setor agropecuário, que é o principal influenciador e degradador dos corpos hídricos, contribuindo com produtos químicos, desmatamento, processos erosivos, entre outros (VEIGA, 2017). Não necessariamente a agropecuária deve ser vista como a grande vilã das bacias hidrográficas, pois esta é a grande responsável pela economia brasileira.

Este estudo traz uma abordagem sobre a qualidade da água na microbacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, para o abastecimento humano no município de Iporá-GO. A microbacia vem sofrendo com o manejo inadequado do solo, uso intensivo de defensivos agrícolas, desmatamento, e o superpastoreio. Contudo é apresentada a proposta de monitoramento da água bruta, referente aos seus parâmetros de qualidade, na microbacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio.

Desse modo a problemática refere-se ao que está interferindo na qualidade da água na microbacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, a montante do sistema de captação do município de Iporá (GO).

A microbacia é utilizada para o abastecimento humano do município de Iporá (GO), sendo a empresa de saneamento de Goiás S/A (SANEAGO), responsável pelo tratamento desde da captação d'água até a distribuição dessa para toda população. A qualidade da água é um fator primordial para estudos em bacias hidrográficas, pois por meio dela é possível detectar se as bacias estão sofrendo impactos oriundos das ações humanas ou se está sendo preservada e conservada.

Assim, este estudo apresentou as seguintes hipóteses: a) o uso e a ocupação do solo na microbacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio interfere no aspecto



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

qualitativo da água; b) a ação antrópica na microbacia modifica os fluxos d'água atuando diretamente na quantidade de água vertida no ponto de captação; e c) o reflorestamento bem como a recomposição da mata ciliar podem minimizar os danos causados pela ocupação do solo e pela ação antrópica na qualidade da água na microbacia do ribeirão Santo Antônio.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água bruta na microbacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio no município de Iporá – Goiás, no ponto de captação de água da empresa responsável pela distribuição e tratamento de água de Goiás (SANEAGO).

Objetivos específicos

- Identificar os possíveis impactos ambientais que possam interferir na qualidade da água.
- Determinar quais tipos de solo influenciam sobre a qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio.
- Indicar os possíveis impactos na saúde humana oriundo das alterações da qualidade da água.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na microbacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio que se localiza no município de Iporá (GO) como visualizada na figura 1, cuja área corresponde a 12.850.759,93 hectares (Ha). O município de Iporá possui 31.274 habitantes de acordo com o último censo demográfico, além de apresentar uma densidade demográfica de 30,47 hab/Km², e um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,743% (IBGE, 2010). O município possui uma área territorial de aproximadamente 1.026,384 Km² e a sua principal atividade econômica é a



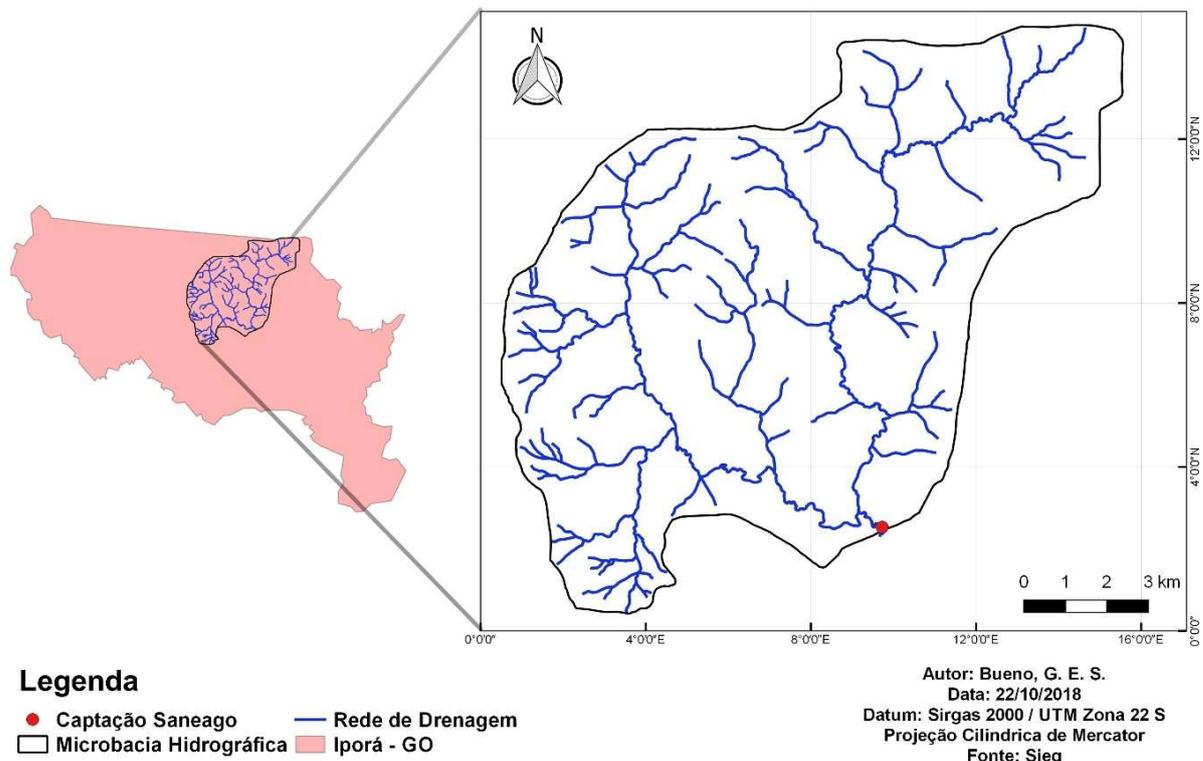
EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

agropecuária (IBGE, 2016).

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) o balanço hídrico climatológico do município de Iporá para os meses de janeiro a abril possui excedente hídrico, especialmente no mês de janeiro que possui precipitação média acima de 100 milímetros, e nos meses de fevereiro e março a precipitação pluviométrica beira os 100 milímetros. A seca no município de Iporá se dá especialmente nos meses de maio a setembro, quando ocorre o déficit hídrico do município, e no mês de outubro ocorre a chamada reposição, quando se começa as primeiras chuvas na região, retornando assim aos demais meses restantes o excedente hídrico.

A microbacia do ribeirão Santo Antônio está localizada no oeste goiano é incluída dentro da bacia do rio Caiapó que é um afluente da bacia do Araguaia-Tocantins. A microbacia é responsável pelo abastecimento da população do município de Iporá.

Figura 1 - Mapa da microbacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio



Fonte: Elaboração do pesquisador, 2018.



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

O monitoramento da qualidade da água se deu até no ponto de captação de água bruta da SANEAGO englobando assim toda microbacia a montante, e o estudo foi desenvolvido apenas com a água bruta. Os resultados das análises da água foram fornecidos pela SANEAGO através de uma parceria entre pesquisador e empresa. Os dados disponibilizados foram do 1º semestre de 2015, 2016 e 2017, coletas feitas no mês de fevereiro, e no 2º semestre de 2015 e 2016, as coletas foram feitas no mês de agosto. Os dados referentes ao 2º semestre de 2017 não foram disponibilizados pela empresa, devido ao término de parceria de pesquisador e empresa.

As amostras para as análises dos parâmetros de qualidade da água foram coletados no período de excedente hídrico, especialmente no 1º semestre de 2015, 2016 e 2017, como também no período de déficit hídrico, especialmente no 2º semestre de 2015 e 2016. Os parâmetros avaliados foram metais pesados e parâmetros químicos.

Os metais pesados analisados foram: o alumínio dissolvido; antimônio; arsênio total; bário total; berílio total; boro total; cádmio total; chumbo total; cobalto total; cobre dissolvido; cromo total; ferro dissolvido; fósforo total (lótico); lítio total; manganês total; mercúrio total; níquel total; prata total; selênio total; urânio total; vanádio total e zinco total.

Dentre os parâmetros químicos foram avaliados o nitrogênio amoniacal; bromato; cálcio; magnésio; sulfato; brometo; P-fosfato; potássio; cloreto; nitrato; nitrito e clorito. Em ambas as análises dos parâmetros, feitas pela SANEAGO, seguiu-se as recomendações do Standard Methods For The Examination Of Water And Wasterwater (SMEWW) e United States Environmental Protection Agency (USEPA). Ambos parâmetros analisados foram correlacionados com a legislação pertinente, sendo esta a resolução CONAMA n°357/2005⁴ e a portaria n°2.914/2011⁵ do Ministério da Saúde.

Para as análises dos dados referente aos metais pesados utilizou-se o *software* Excel para a confecção de gráficos de barra, dividindo-os em semestres. Os gráficos também apresentaram o valor máximo permitido (VMP) estabelecido para cada



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

elemento metálico sob as recomendações da legislação nacional vigente. Os dados referente as análises dos parâmetros químicos se apresentaram em forma de tabela.

A pesquisa também contou com o uso de geoprocessamento, o qual contribuiu com as análise de dados espaciais e na confecção de mapas temáticos para as análises da microbacia do ribeirão Santo Antônio. Os softwares utilizados nesta pesquisa para confecção dos mapas foram: o GPS TrackMaker foi utilizado para as extrações das coordenadas demarcadas pelo GPS a campo, o Google Earth Pro para melhor visualização da área e o QGIS para confecção dos referidos mapas.

Para a confecção dos mapas foram utilizados arquivos Raster do tipo *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), obtidos eletronicamente no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), também foram utilizados arquivos do tipo Vetor, a aquisição igualmente é de fácil acesso com download disponível no site do Sistema de Informação de Geoinformação (SIEG), arquivos estes no formato tipo *Shapefile*.

Na delimitação da microbacia utilizou-se imagens do tipo SRTM para a geração de curvas de nível do terreno com uma equidistância de 3 metros, *shapefiles* do município de Iporá

– GO, da rede de drenagem e do estado de Goiás. Posteriormente criou-se também *shapefiles*

do tipo ponto e polígono, para a demarcação do ponto de captação de água da empresa estatal do estado de Goiás e na demarcação da área da microbacia.

Para a elaboração do mapa do tipo de solo da microbacia necessitou-se do *shapefile* de solo do estado de Goiás na escala de 1:250.000 disponibilizado pelo SIEG, e do *shapefile* da microbacia. Visto isso, utilizou-se a ferramenta *Recorte* para a extração de um novo *shapefile* de solo sob a área da microbacia. Ambos os dados foram trabalhados manualmente utilizando o *software* Qgis 2.18.17 utilizando o sistema de referência de coordenadas Datum Sirgas 2000

/ UTM zona 22 S. Apresentou-se também uma tabela referente a cada tipo de solo presente na microbacia, com suas respectivas área em hectares.



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

RESULTADOS E DISCUSSÃO

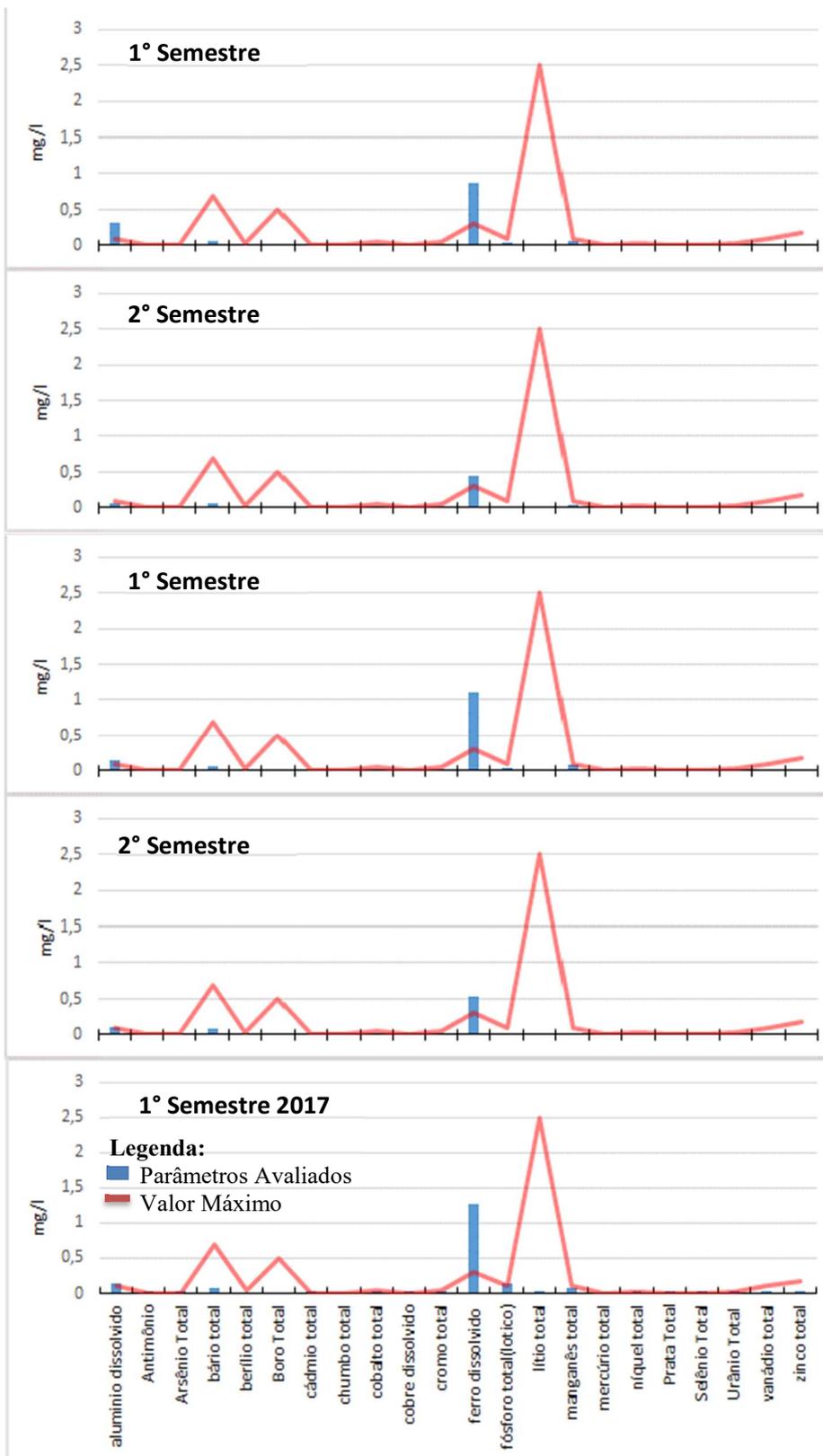
A partir dos dados fornecidos pela SANEAGO, foi possível a elaboração dos resultados expressos pela figura 2. Observa-se que os resultados das análises de metais pesados na microbacia, seguindo os limites presentes na resolução CONAMA n° 357/2005 e na portaria do Ministério da Saúde n° 2.914/2011, no 1° semestre de 2015 os metais que excederam os limites impostos pela legislação vigente foram o alumínio dissolvido o qual se apresentou com 0,3 mg/l, sendo que para esse a CONAMA 357/05 recomenda-se um limite de 0,1 mg/l; e o ferro dissolvido se apresentou com 0,8 mg/l, excedendo assim o limite de 0,3 mg/l imposto pela legislação. No 2° semestre de 2015 apenas o ferro dissolvido apresentou teores mais elevados, com um resultado de 0,4 mg/l.

No 1° semestre de 2016 o alumínio e o ferro dissolvido também apresentaram alterações em relação às recomendações da legislação, quando o alumínio dissolvido apresentou 0,2 mg/l, já o ferro dissolvido 1,1 mg/l. No 2° semestre de 2016 o alumínio dissolvido apresentou igualdade em seu resultado em relação à legislação, portanto apenas o ferro dissolvido ultrapassou os limites com um resultado de 0,5 mg/l. Já no 1° semestre de 2017 dois metais mantiveram igualdade com a legislação, o alumínio dissolvido e o fósforo total em ambientes lóticos, e um elemento apresentou um resultado superior em relação a legislação, o ferro dissolvido, expressando 1,2 mg/l, sendo este o elemento metálico que em 100% das análises esteve acima das recomendações da resolução CONAMA n° 357/05 e da portaria n° 2.914/2011. Os outros elementos metálicos não excederam os limites impostos pela legislação vigente.

Figura 2 – Gráficos de análises de metais pesados de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 e a Portaria do Ministério da Saúde n° 2.914/2011



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE





REVISTA ELETRÔNICA
GRADUAÇÃO/PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO
UFG/REJ

ITINERARIUS
REFLECONIS

V.15, N.3, 2019
ISSN. 1807-9342

EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

Fonte: Elaboração do pesquisador, 2018.



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

Os valores obtidos nas análises apontam que o ferro apresentou concentrações elevadas em relação à legislação nacional, em todos os semestres analisados, especialmente no 1º semestre de 2016 e 2017. Libânio (2010) relata que o ferro em concentrações superiores ao VMP pela legislação não causa transtornos sanitários, mas econômicos, por produzir manchas em roupas e aparelhos sanitários, e em concentrações mais elevadas pode interferir na qualidade da água, pois confere sabor a ela. Além disso, o referido autor corrobora que o ferro após sofrer oxidação atingindo a forma insolúvel pode alterar a coloração da água, deixando-a marrom ou avermelhada.

Os teores elevados de ferro referente ao 2º semestre de 2015 e 2016 nos cursos hídricos podem ser explicados, em parte, devido aos níveis baixos de vazão, porquanto, mananciais com baixa vazão apresentam tendência maior em concentrar certos componentes devido à baixa movimentação das águas; dificultando sua dispersão, e isto ocorre necessariamente em períodos secos (OLIVEIRA *et al.*, 2010). As análises apresentou teores de 0,4 mg/l no 2º semestre de 2015 e 0,5 mg/l em 2016 ultrapassando os limites da legislação, mas apresentando resultados inferiores em relação ao 1º semestre de 2015, 2016 e 2017.

Outra origem do ferro dissolvido em água pode ser parcialmente explicada como oriunda do solo, pois como vislumbrado na tabela 1, os solos que obtiveram maior predominância na microbacia foram o Argissolo e os Latossolos. Ferreira, Fernandes e Curi (1999, p. 508) afirmam que a “[...] goethita e hematita, em diferentes proporções, são os principais minerais da fração argila dos Latossolos brasileiros”, minerais estes que se apresentam como óxidos de ferro. Outrossim, Almeida (2012, p. 7) confirma que “os óxidos e hidróxidos de ferro aparecem principalmente sob a forma de goethita [...]”, respondendo assim pela coloração amarelada e amarronzada dos solos. Ainda o referido autor relata que a hematita também apresenta óxidos de ferro, mesmo sendo em menores proporções em relação à goethita, que acabam proporcionando uma coloração avermelhada ao solo.

Tabela 1 – Área em Hectares dos diferentes tipos de solos na microbacia do



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

ribeirão Santo Antônio

Tipos de Solo	Área (Ha)
Argissolo Vermelho – Amarelo Eutrófico	9.028.772,96
Latossolo Vermelho Distrófico Férrico	1.736.593,86
Latossolo Vermelho Distrófico	1.195.286,96
Nitossolo Vermelho Eutrófico Férrico	416.378,67
Cambissolo Háplico Eutrófico	366.118,10
Neossolo Litólico Distrófico	107.608,36

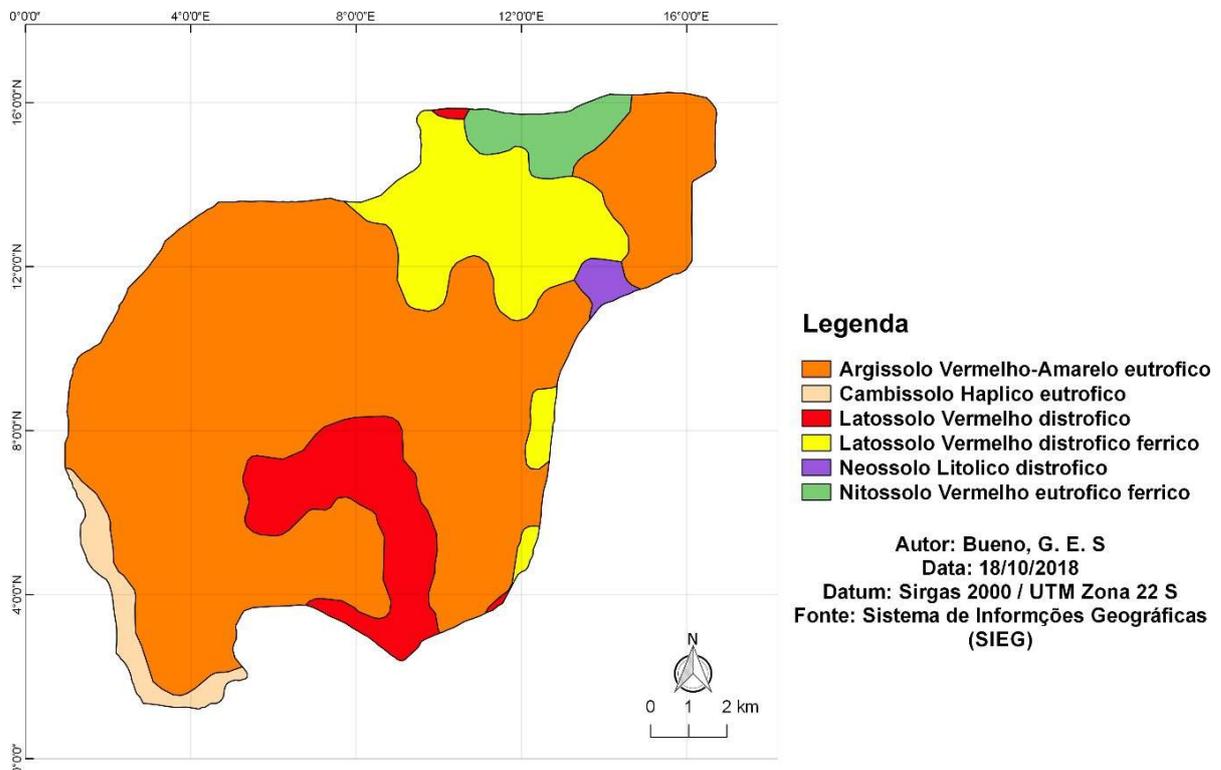
Fonte: Elaboração do pesquisador, 2018.

Contudo nota-se que os resultados que obtiveram maiores concentrações de ferro ocorreram no 1º semestre dos respectivos anos analisados, necessariamente nos altos índices pluviométricos na região. Visto isto, correlaciona-se os resultados obtidos com o escoamento superficial na microbacia e o tipo de solo (Figura 3), pois ela tem predominância de solos compostos por minerais que apresentam em sua composição óxidos de ferro, os quais foram lixiviados para os cursos hídricos, onde acometeram-se as alterações da qualidade da água do ribeirão Santo Antônio.

Figura 3 – Mapa dos tipos de solo na microbacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE



Fonte: Elaboração do pesquisador, 2018.

O alumínio dissolvido em grandes concentrações, isto ao longo período de tempo analisado, pode resultar complicações para a saúde humana, uma vez que há diversas formas de exposição a este referido metal como: através de alimentos, certos tipos de medicamentos, do ar e da água.

Cleto (2008) relaciona que a exposição e a ingestão de alumínio ao longo do tempo pode provocar certas doenças à saúde humana como: demência, dano ao sistema nervoso central, perda de memória, fortes tremores, dores musculares, cólicas, fraqueza e surdez. Seguindo na mesma ideologia, a referida autora aponta que o alumínio pode estar relacionado com a doença de Alzheimer, mesmo sendo apenas uma hipótese sem confirmação alguma.

Cleto afirma ainda que o alumínio é o elemento metálico mais abundante da terra, estando presente na água, solo e ar, de forma natural, e este pode ser movido através de ações antropogênicas ou naturais. Além disso, a autora corrobora que nas



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

águas superficiais ou subterrâneas os teores de alumínio variam em relação com a geologia da área.

De certa forma o solo do bioma cerrado apresenta altos teores de alumínio em sua composição, isto naturalmente, relacionando com as concentrações excedentes de alumínio em relação à legislação nacional nos resultados obtidos das análises da água bruta, pois os teores excedentes ocorreram especificamente no 1º semestre de 2015 e 2016, justamente no período chuvoso do município de Iporá – GO, correlacionando-se com o escoamento superficial acometido na microbacia, o que estaria lixiviando estes solos compostos por alumínio para os cursos hídricos, elevando assim o teor de alumínio presente na água.

Os parâmetros químicos analisados não apresentaram resultados que excedessem as recomendações feitas pela resolução CONAMA nº 357/05 e da portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011, como o cloreto, o nitrogênio amoniacal, o nitrato, o nitrito e o sulfato, já outros, a legislação não recomenda um VMP. Nas análises, nos semestres de 2015, 2016 e 2017 alguns parâmetros não apresentaram resultados detectados, isto consta que nos respectivos períodos estes parâmetros não foram encontrados nos corpos hídricos da microbacia, como verificado na tabela 2.



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

Tabela 2 – Resultados das Análises dos parâmetros químicos presente na água bruta na microbacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio

Resultados das Análises

Parâmetros	1° Semestre/ 15	2° Semestre/ re/15	1° Semestre/ re/16	2° Semestre/ 16	1° Semestre/ re/17	Valor Máximo Permitido (mg/l)
Cloretos	ND	0,4898	0,0165	ND	0,0139	250
Nitrogênio	0,026	0,0484	ND	ND	ND	3,7
Nitrato	ND	0,1437	ND	ND	ND	10,0
Nitrito	ND	0,006	ND	0,0349	ND	1,0
Cálcio	3,6552	4,8394	5,1041	5,958	ND	NR
Magnésio	4,402	4,1886	5,5561	5,3689	ND	NR
Sulfato	0,0267	0,1838	ND	0,1537	ND	250
Brometo	0,0017	ND	0,6833	ND	ND	NR
Bromato	ND	ND	0,0579	ND	ND	NR
P - Fosfato	0,0773	0,0038	ND	ND	ND	NR
Potássio	2,217	2,796	1,8644	3,1765	ND	NR

Fonte: Elaboração do pesquisador, 2018.

CONCLUSÃO

A microbacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio apresentou alterações da qualidade da água sob as análises de metais pesados feitas pela SANEAGO, predominantemente com os elementos metálicos ferro dissolvido e o alumínio dissolvido, ultrapassando assim o valor máximo estabelecido pela resolução CONAMA n° 357/2005 e pela portaria do ministério da saúde n° 2.914/2011.

O ferro dissolvido em 100% das análises excedeu a legislação nacional, especialmente nos 1° semestres de 2015, 2016 e 2017 e com isto, verifica-se que as alterações sob a qualidade da água possivelmente pode estar correlacionadas com



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

os tipos de solos na microbacia, pois estes apresentam minerais com composição de óxidos de ferro, especialmente os Latossolos, e com a ação do escoamento superficial estes solos estariam sendo lixiviados para os leitos dos cursos hídricos.

O alumínio dissolvido excedeu os limites impostos pela legislação apenas no 1º semestre de 2015 e 2016, período caracterizado pela alta pluviometria na região. O excesso de alumínio presente na água também associa-se ao escoamento superficial juntamente com os solos da região, pois solos do bioma cerrado tem forte presença do elemento alumínio em sua composição, isto naturalmente.

Alguns parâmetros químicos avaliados não excederam o VMP imposto pela legislação vigente, já outros não são recomendados pela resolução CONAMA n° 357/2005 e pela portaria do ministério da saúde n° 2.914/2011, e outros parâmetros não foram detectados pelas análises feitas pela SANEAGO nos semestres avaliados.

Conclui-se que apenas dois elementos metálicos excederam o VMP impostos pela legislação, e apenas um se apresentou em 100% das análises realizadas, deixando assim a correlação destas alterações com o tipo de solo da microbacia e com o escoamento superficial originado pela pluviometria na região, pois estes apresentaram resultados mais expressivos nos 1º semestres de 2015, 2016 e 2017. E com isto nota-se a importância da preservação da cobertura vegetal e das matas ciliares, pois estas protegem o solo contra processos erosivos e atuam como barreiras físicas para a proteção dos cursos hídricos sob a ação do escoamento superficial, evitando assim que solos ricos destes elementos cheguem aos mananciais evitando a alteração da qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. D. S. Espacialização e Quantificação de Sesquióxidos de Ferro (Goethita e Hematita) em Solos Tropicais por Meio de Sensoriamento Remoto Hiperespectral. 2012. 82f. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

CLETO, C. I. T. P. O alumínio na água de consumo humano. 2012. 87 f. Dissertação



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

(Mestrado em Química Industrial) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2008.

CORADI, P. C.; FIA, R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas – RS, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009. Doi: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.85>. Acesso em: 25 ago. 2018.

EPA. U.S. Environmental Protection Agency. Disponível em: <<https://www.epa.gov/>>. Acesso em: 14 out. 2018.

FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURTI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de Latossolos da região Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:507-514, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v23n3/03.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2018.

GARCIA, J. A qualidade da água, o processo de autodepuração e a proposição de cenários para gerenciamento sustentável do rio Sorocamirim (SP). 2013. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

GONÇALVES, D. R. P.; ROCHA, C. H. Indicadores de qualidade da água e padrões de uso da terra em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasília, v.51, n.9, p.1172-1183, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900017>. Acesso em: 25 ago. 2018.

GLORIA, L. P.; HORN, B. C.; HILGEMANN, M. Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do índice de qualidade da água – IQA. *Revista Caderno Pedagógico*, Lajeado, v. 14, n. 1, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-0882.v14i1a2017.1421>. Acesso em: 25 ago. 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/ipora/panorama>>. Acesso em: 25 set. 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Área territorial do município de Iporá. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/ipora/panorama>>. Acesso em: 25 set. 2018.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Balanço Hídrico Climático. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?ragrometeorologia/balancoHidricoClimatico>>. Acesso em: 25 set. 2018.

KAGEYAMA, P. Y. *et al.* Restauração da mata ciliar – manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias. Rio de Janeiro, p. 104, 2002.



EDUCAÇÃO E SAÚDE – DOSSIÊ DO MEIO AMBIENTE

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3. ed. Campinas: Átomos, 2010.

LIMA, W. P. Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas. 2. ed. Piracicaba, SP. Universidade de São Paulo. 2008. 253 p.

OLIVEIRA, L. F. C. *et al.* Potencial do uso dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v.8, n.1, p.222-238, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.914>. Acesso em: 27 ago. 2018.

OLIVEIRA, S. R. Avaliação da qualidade da água e da carga de nutrientes do córrego do cançã, município de São Carlos – S.P. 2003. 141 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

OLIVEIRA, C. N. de; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. *Química Nova*, v. 33, n. 5, p. 1059-1066, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000500010>. Acesso em: 28 ago. 2018.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia – MG. *Revista Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 305-314, 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/issue/view/547>. Acesso em: 28 ago. 2018.

SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater. Disponível em: <https://www.standardmethods.org/>. Acesso em: 14 out. 2018.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 14 out. 2018.

TOPODATA. Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 14 out. 2018.

VEIGA, D. P. B. O impacto do uso do solo na contaminação por agrotóxicos das águas superficiais de abastecimento público. 2017. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.