

AValiação Integrada Como Ferramenta Diagnóstica Ambiental

**CASO DE ESTUDO DE UMA ÁREA SITUADA NA BACIA HIDROGRÁFICA
RIBEIRÃO SÃO BENTO DA RESSACA**

Pedro Gomes Peixoto
Universidade Paulista "Julio de
Mesquita Filho" – UNESP, Campus
Jaboticabal, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.
peixotopg@hotmail.com)

Heytor Lemos Martins
Universidade Paulista "Julio de
Mesquita Filho" – UNESP, Campus
Jaboticabal, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

Pablo Pereira Quaresma
Universidade do Estado de Minas
Gerais – UEMG, Unidade Frutal

Cristina Veloso de Castro
Universidade do Estado de Minas
Gerais – UEMG, Unidade Frutal

Allynson Takehiro Fujita
Universidade do Estado de Minas
Gerais – UEMG, Unidade Frutal

RESUMO

O uso de ferramentas de avaliação ambiental geralmente são utilizados individualmente, porém, diversos estudos apontam para o amplo uso de técnicas integradas para um correto diagnóstico ambiental. Assim, o estudo teve como objetivo avaliar uma área a partir de técnicas reconhecidas de monitoramento ambiental de recursos hídricos, para verificar a qualidade ambiental destes recursos utilizados na dessedentação animal e irrigação de hortaliças. O estudo foi conduzido em uma área central de uma bacia hidrográfica localizada no município de Frutal, Minas Gerais. Os parâmetros avaliados foram condutividade, sólidos totais dissolvidos, pH, potencial de oxirredução, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, fosforo total, nitrato, nitrito e amônia, além destes verificamos possíveis contribuições da paisagem sobre o sistema hídrico através da quantificação de sistemas de uso da terra. A partir dos dados observados foi verificado que todo o sistema se apresenta em conformidade com os parâmetros legais estipulados, bem como pouca influência regional e da paisagem da bacia sobre os parâmetros locais.

Palavras-chave: Impactos ambientais; Recursos hídricos; Qualidade hídrica.

ABSTRACT

The individual use of environmental assessment tools is current; however, several studies reported the wide use of integrated techniques for a correct environmental diagnosis. Thus, this study aimed evaluate an area from recognized techniques of environmental monitoring of water resources to verify the environmental quality of these resources used for animal watering and vegetable irrigation. The study was conducted in a central area of a hydrographic basin located in the city of Frutal, Minas Gerais. The parameters assessed were as follows: conductivity, total dissolved solids, pH, oxidoreduction potential, dissolved oxygen, temperature, turbidity, total phosphorus, nitrate, nitrite, and ammonia. We also verified possible contributions of the landscape to the water system through the quantitation of land-use systems. From the observed data, it was verified that the entire system complies with legal parameters, and it was possible to observe a minimal regional and landscape influence of the basin on the local parameters.

Keywords: Environmental impacts; Water resources; Water quality.

Recebido: 01/06/2022 **Aprovado:** 18/07/2022

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à vida, sendo essencial à produção de alimentos, desenvolvimento econômico e social. De acordo com Kaselani (2017), a água com má qualidade pode trazer riscos à saúde, servindo de meio e veículo para vários agentes biológicos e químicos que afetam a saúde pública. No meio rural, o solo e as águas são utilizados para a produção agrícola e agropecuária, o que pode favorecer sua contaminação. A falta de saneamento e cuidados com o ambiente, a presença de resíduos de materiais orgânicos e inorgânicos e as atividades diárias da atividade rural, são alguns dos fatores que podem afetar a sua qualidade (Kaselani, 2017).

As atividades antropogênicas de áreas rurais, urbanas e industriais produzem descarga de águas residuais, entretanto essas águas geralmente não possuem tratamento adequado, ocasionando a poluição e a contaminação dos rios, impactando não somente o meio, mas também a saúde humana (Wen et al., 2017).

Para conseguir fontes de abastecimentos de água, muitas das propriedades rurais utilizam-se de poços, nascentes, e/ou canalização de cursos de água superficial, sendo que muitas dessas fontes podem estar suscetíveis à contaminação (Silva et al., 2014). Essas adaptações para uso da água podem ser para diversos fins dentro da propriedade rural, irrigação da produção agrícola, dessedentação humana e animal, piscicultura e dentre outros fins.

As atividades agrícolas demandam um grande consumo de recursos hídricos, sendo que a maior parte advém da agropecuária que também é uma grande influenciadora na geração de resíduos. Assim, se a propriedade não possui condições básicas de saneamento, coleta e tratamento de esgoto, a realidade é que isso seja levado diretamente para o curso hídrico mais próximo à propriedade, causando alterações ambientais e preocupação em nível de saúde pública (Bertoncini, 2008).

Há diversos meios de contaminação de água no meio rural, podendo ser no ponto de origem, durante a sua distribuição e, principalmente, após seu uso (Leal, 2012). Por isso, existe uma grande relevância em monitorar e verificar as condições da qualidade de água das propriedades rurais para auxiliar os proprietários, que muitas das vezes não possuem conhecimento sobre as condições da água de consumo. A ideia central é veicular informações sobre possíveis doenças oriundas da ingestão de alimentos e de água contaminada pelo esgoto doméstico e por excrementos de animais domésticos, como as principais fontes de doenças, entre as quais se destacam a febre tifóide, disenteria, cólera, diarreia, hepatite, leptospirose e giardíase (Silva et al., 2014). Adicionalmente, ainda há uma grande preocupação com a transmissão de SARS-CoV-1, já confirmada para as águas de abastecimento e SARS-CoV-2 por gotículas de água e aerossóis, ou seja, há riscos de disseminação dos tipos de coronavírus em recursos hídricos, assim como SARS-CoV-2 (Tran et al., 2020).

Assim, visando a aplicação de técnicas de monitoramento ambiental qualitativas e quantitativas dos recursos hídricos, o que permite sua avaliação bem como análise de viabilidade de

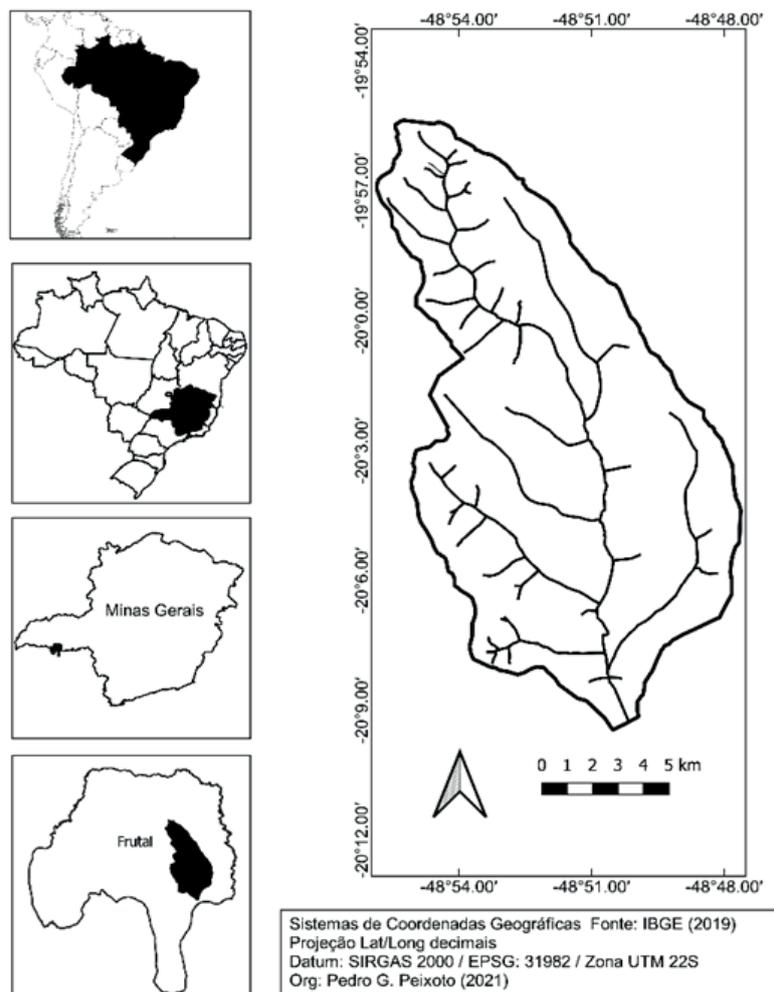
uso, categorização segundo instrumentos normativos e indicações de correções, este estudo tem como objetivo realizar um monitoramento ambiental em uma propriedade agroecológica e verificar sua influência na qualidade de água.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido no município de Frutal, Minas Gerais, região localizada no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A área é uma propriedade rural com produção agroecológica. Nesta propriedade há um sistema artificial de canalização e desvio de água para utilização na irrigação do plantio agroecológico, desvio esse que passa por dentro da propriedade e desagua no Ribeirão São Bento da Ressaca (RSBR) (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo, no município de Frutal, Minas Gerais.



Fonte: Os Autores, 2021.

O clima da região foi definido como Aw segundo a classificação Köppen-Geiger, tropical com a estação seca e fria ocorrendo no inverno, e o verão apresentando a estação com maiores índices pluviométricos, com temperatura média anual de 23,8 °C (média máxima anual: 31,3 °C e mínima 18,4 °C) e precipitação média de 1626,9 mm (Alvares et al., 2014).

Essa área está localizada na sub-bacia do Ribeirão São Bento da Ressaca, localizada bem na parte central dela. Na propriedade essa água é utilizada para dessedentação animal de um galinheiro, onde há a criação de patos e gansos, desaguando também no Ribeirão São Bento da Ressaca, sendo que a água atravessa a propriedade e é utilizada na irrigação dos cultivos convencionais e cultivos agroecológicos.

Coleta de dados

As coletas de água ocorreram mensalmente nos meses de novembro/2018 a abril/2019, pretendendo estudar especialmente o período de maiores índices de pluviosidade. As coletas foram realizadas em cinco pontos amostrais, três destes pontos estão localizados ao longo do Ribeirão São Bento da Ressaca, os demais em um afluente margem esquerda.

Os pontos de coleta foram: P1 - local de entrada de água dentro da propriedade, advindo de um rio canalizado para utilização na mesma; P2 - Ribeirão São Bento da Ressaca onde acontece o primeiro contato com a propriedade; P3 - ponto central entre os dois pontos amostrais no canal principal, apresentando uma distância de 50 m entre os outros; P4 - encontro da água do Ribeirão com a água advinda da propriedade, parte final do contato com a propriedade e P5 - rio canalizado após contato com a propriedade (produção agroecológica e criação de animais).

A caracterização da área foi realizada por meio de levantamento da sub-bacia, através da interpretação de imagens satélites de alta resolução, disponíveis pelo site do USGS – Serviço Geológico dos Estados Unidos, por meio dos softwares QGIS, Google Earth-Pro e cartas topográficas. Também serão efetuadas visitas a campo para melhor descrever aspectos físicos do local, curso d'água, APP's e levantamento de possíveis fontes interferentes na qualidade da água deste corpo hídrico.

Variáveis físicas e químicas

Temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido, Sólidos Totais Dissolvidos, Turbidez, Potencial de Oxirredução foram aferidos com sonda multiparamétrica HORIBA U-50, in loco. A amostragem de água para determinação de nutrientes ocorreu em frascos de polietileno previamente limpos com capacidade de armazenamento de 500 mL. Fósforo total, nitrato, nitrito e amônia foram determinados por espectrofotometria UV/Vis de acordo com Golterman e colaboradores (1978) e Koroleff (1976). As amostras para a quantificação dos nutrientes foram

congeladas imediatamente após as coletas e foram processadas simultaneamente.

Coliformes termotolerantes

Frascos de vidro previamente esterilizados foram utilizados para amostragem de água para determinação dos coliformes termotolerantes. A quantificação ocorreu pela técnica dos tubos múltiplos, que consistiu em diluições decimais das amostras com posterior incubação em 5 tubos de ensaio contendo meio de cultura A1, os quais foram incubados por 3 horas em estufa a 35 °C e posteriormente em banho maria a 44,5 °C por 21 horas. Os resultados foram verificados através da leitura dos tubos positivos na tabela de NMP/100 mL (APHA, 1995).

Análise morfométrica da bacia do rio São Bento da Ressaca

A morfometria da bacia hidrográfica foi determinada com a utilização de medidas obtidas por meio de imagens de satélite do aplicativo Google Earth® e no QGIS®, no ano de 2019, com a possibilidade de se obter os parâmetros: perímetro da bacia, área da bacia, comprimento do rio principal, comprimento de canais, amplitude altimétrica e número de tributários. Os parâmetros compostos foram determinados de acordo com Christofolletti (1980) (Tabela 1):

Tabela 1 – Parâmetros morfométricos para quantificação da bacia, dos componentes de rede hidrográfica e parâmetros combinados.

Ítem	Equação	Definição
Densidade hidrográfica (Rr)	$D_h = \frac{n}{A}$	n - número de canais A - área total da bacia
Relação de relevo (Rr)	$R_r = \frac{\Delta alt}{L}$	Δalt - amplitude altimétrica L - Comprimento do canal principal
Densidade de drenagem (Dd)	$D_d = \frac{C}{A}$	C - Comprimento total dos canais A - área total da bacia
Coefficiente de manutenção (Cm)	$C_m = \frac{1}{D_d} 1000$	Dd - Densidade de drenagem L - Comprimento do canal principal
Índice de Sinuosidade (Is)	$I_s = \frac{L}{dv}$	dv - distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal
Índice de circularidade (Ic)	$I_c = \frac{A}{P^2}$	P - Perímetro da bacia A - área total da bacia
Índice de Torrencialidade (Ct)	$C_t = D_h \cdot D_d$	Dh - Densidade hídrica Dd - Densidade de drenagem
Índice entre comprimento e área da bacia (Ico)	$I_s = \frac{P}{\sqrt{A}}$	P - Perímetro da bacia A - Área total da bacia
Coefficiente de Capacidade (Kc)	$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	P - Perímetro da bacia A - Área total da bacia

A ordem do sistema hídrico foi identificada de acordo com a metodologia de Strahler (1952), ou seja, os canais sem presença de tributários são considerados como primeira ordem, o que são originados na confluência de canais de primeira ordem foram considerados como segunda ordem, os canais de terceira ordem foram considerados a partir da confluência de dois canais de segunda ordem, considerando a confluência de dois canais de terceira ordem consideramos um rio de quarta ordem e assim sucessivamente. Sendo assim, quanto maior a ordem existente na bacia, maior a sua capacidade de drenagem.

Análise estatística dos dados

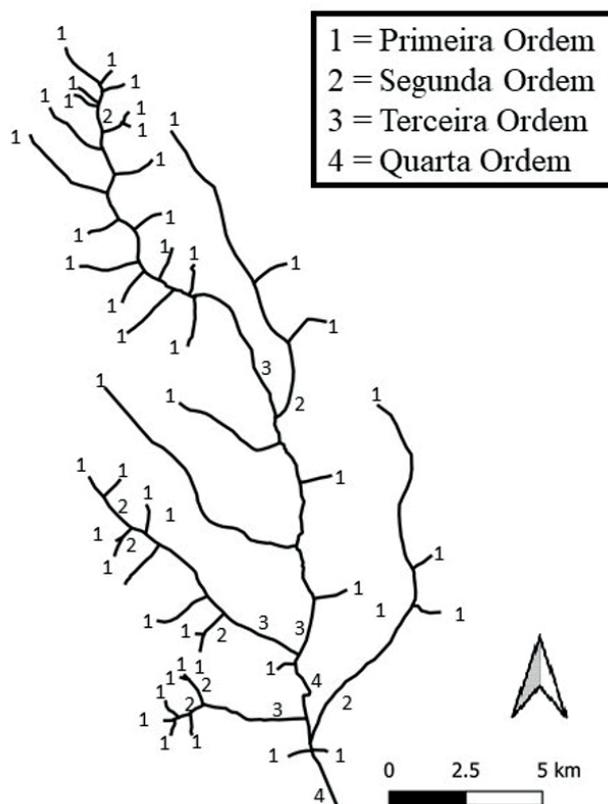
Para verificar a diferença estatística entre os pontos amostrais de coleta de água utilizou-se os testes de Lilliefors e Bartlett e análise de resíduos para verificação da normalidade e homogeneidade das variâncias, ao nível de significância $\alpha = 0,05$ dos dados físicos, químicos e biológicos. Os dados não paramétricos foram avaliados segundo teste Kruskal-Wallis. A variável nitrito não foi considerada na análise, pois não houve concentração, não sendo possível análise estatística.

Os dados espaciais da localidade foram registrados com GPS e foram processados no software QGIS 3.18 (QGIS Development Team, 2020). A classificação da cobertura do uso da terra foi realizada por meio do banco de dados do Projeto Anual de Uso e Mapeamento do Solo Brasileiro MapBiomias - Coleção 5, com coleção em escala 1:250.000 e a legenda RGB padronizada (MapBiomias, 2021). A plataforma utilizada como base satélites foi a Landsat (5-TM, 7-ETM + e 8-OLI). Ao todo foram utilizadas 41 classes de uso da terra (MapBiomias, 2021), porém detectadas apenas 13 sendo as principais as formações florestais, savânicas, campestres, outra formação natural não florestal, pastagem, cultura anual ou perene, cultura semi-perene, mosaico de agricultura e pastagem, infraestrutura urbana, mineração e corpos hídricos. Foi realizada análise dos componentes principais (PCA), a partir de correlações entre as variáveis determinadas pelo coeficiente de correlação de Pearson. Tais testes foram realizados com o auxílio do pacote estatístico Statistic 8.0. A variável TDS foi retirada do modelo devido à alta correlação com a variável condutividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bento da Ressaca (BHRSBR) é caracterizada como endorréica apresentando rios com padrão dendrítica de drenagem. A hierarquia fluvial foi classificada como sistema de drenagem de 4^ª ordem (Figura 2).

Figura 2 - Classificação dos corpos hídricos que compõem a bacia do Ribeirão São Bento da Ressaca, no município de Frutal, Minas Gerais.



Fonte: Os Autores, 2021.

O canal principal sendo caracterizado pelo Ribeirão São Bento da Ressaca o qual possui 29,62 km de comprimento, com a bacia apresentando um perímetro de 62,12 km, área total de 209,25 km², 45 tributários (Tabela 2). Segundo Tonello e colaboradores (2006), quanto maior a ramificação da rede dos canais, maior será a eficiência do sistema de drenagem.

Tabela 2 – Sumarização de dados obtidos para bacia do Ribeirão São Bento da Ressaca, no município de Frutal, Minas Gerais.

PARÂMETROS	VALORES OBTIDOS
Área da bacia	210 km ²
Perímetro	69,02 km
Comprimento do canal principal	29,62 km
Comprimento de todos os canais	78,79 km
Número de tributários	45
Ordem da bacia	4
Altitude da foz	443 m
Altitude da cabeceira	638 m
Amplitude Altimétrica	195 m
Distância vetorial do canal principal	26,2 km

Fonte: Os Autores, 2021.

A BHRSBR apresenta uma amplitude altimétrica de 195 m, sendo a altitude da cabeceira de 638 m e da foz de 443 m. A distância vetorial encontrada foi de 26,2 km. Desse modo, é possível observar que a bacia apresenta um total de 60 canais pertencentes a sua rede de drenagem. A Tabela 3 mostra a hierarquia fluvial da bacia estudada, a qual é composta da seguinte forma: 46 canais de primeira ordem foram encontrados, que juntos somam 64,90 km, representando 76,67% da área da bacia; 10 canais que representam o seguimento de segunda ordem, totalizando 19 km e abrangendo 16,67% da área da bacia; para o seguimento de terceira ordem foram encontrados apenas três canais que correspondem a 5% da área da bacia tendo uma distância de 31,42 km e para quarta ordem o canal principal do ribeirão que corresponde a 5,57 km de extensão representando 1,66% da área na bacia.

Tabela 3 – Composição da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bento da Ressaca no município de Frutal, Minas Gerais.

Ordem dos Canais	Nº de Segmentos	Comprimento dos Canais (km)	Comprimento Médio dos Canais (km)	% Segmentos
1ª	46	64.90	1.41	76.67
2ª	10	19.00	1.90	16.67
3ª	3	31.42	10.47	5.00
4ª	1	5.57	5.57	1.66
Total	60	120,89	-	100

Fonte: Os Autores, 2021.

A densidade de drenagem ($0,38 \text{ km/km}^2$) foi considerada baixa, pois o valor encontrado foi menor que $1,5 \text{ km/km}^2$ (Antoneli e Thomaz, 2007), indicando uma bacia hidrográfica com grau de dissecação geral de relevo baixo e baixo potencial para gerar novos canais (Tabela 5). A densidade de drenagem (Dd) é um dos índices mais importantes, pois indica a geologia, topografia do solo e da vegetação da bacia hidrográfica. Essa variável está diretamente relacionada com os processos climáticos na área de estudo, pela estrutura pedológica e geológica, o que influencia na formação de canais, aumentando a densidade de drenagem (Santos et al., 2012).

Os valores de drenagem hidrográfica mostram que a velocidade em que a água corre na bacia é baixa, ou seja, possui uma baixa eficiência na sua drenagem, possibilitando a correlação com o valor de Dd, sendo observada a mesma situação. Dados encontrados no estudo de Guariz (2008) corroboram com este estudo.

Tabela 4 – Resultados dos parâmetros calculados para bacia do Ribeirão São Bento da Ressaca.

Parâmetros	Valores Obtidos
Índice de circularidade	0,68
Coefficiente de capacidade	1,34
Densidade de drenagem	0,38 km/km ²
Densidade hídrica	0,21 canais/km
Coefficiente de Manutenção	2665,3128 m ² /m
Índice de Sinuosidade	1,13
Relação de Relevo	6,60
Índice entre comprimento e área da BH	1,52

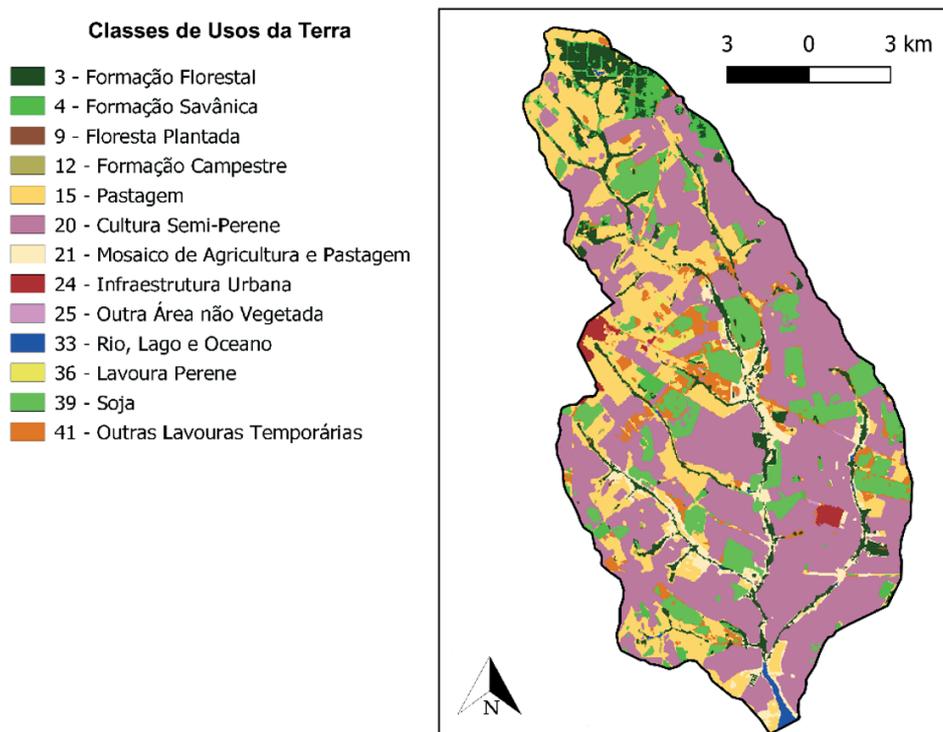
Fonte: Os Autores, 2021.

De acordo com os resultados, podemos inferir que a bacia hidrográfica do Ribeirão São Bento da Ressaca é suscetível a enchentes em condições normais de precipitação de acordo com o valor encontrado para o coeficiente de capacidade (1,20). De acordo com Villela & Mattos (1975) valores de Kc entre 1 e 1,25 representa bacias com capacidade a alta propensão de enchentes. Esse valor encontrado pode ser explicado quando visualizado junto ao valor de Ic (0,68) que indica que a bacia tende ao formato circular (Tabela 4), sendo que este formato tende a possuir um maior escoamento para o canal principal (Tonello, 2005). Dados como esse são observados por Martins e colaboradores (2019).

O índice de sinuosidade (Is) relaciona-se com a condição de curvaturas existentes no canal principal da bacia hidrográfica, sendo que, quanto mais próximo de 1, mais retilíneo será o canal principal da bacia (Alves & Castro, 2003). O Is da sub-bacia analisada teve como resultado 1,13 apresentando forma retilínea (Tabela 4). Conforme um estudo realizado por Soares e colaboradores (2020) obteve o valor de 1,20 para o Ic da bacia do Boqueirão e Lagoa, inferindo uma transição no formato dos canais.

Quanto ao uso e ocupação do solo diversos a área apresenta ampla presença da cultura da cana-de-açúcar, correspondendo a 48.92% da área total da bacia, seguida por pastagem (17.78%) e áreas de vegetação nativas (Formação Florestal e Savânica somam (11.62%) (Figura 3 e Tabela 5).

Figura 3 - Mapa de uso da terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bento da Ressaca, em Frutal, Minas Gerais, Brasil.



Fonte: Os Autores, 2021.

Tabela 5 - Identificação de área absoluta e porcentagem das classes de Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bento da Ressaca, em Frutal, Minas Gerais, Brasil.

Classe de Uso da Terra	Área Absoluta (km ²)	%
Formação Florestal	1752,15	8,32
Formação Savânica	694,83	3,30
Floresta Plantada	6,51	0,03
Formação Campestre	112,92	0,54
Pastagem	3744,73	17,78
Cana	10306,62	48,92
Mosaico de Agricultura e Pastagem	1334,09	6,33
Infraestrutura Urbana	288,92	1,37
Outras Áreas não vegetadas	23,17	0,11
Rio, Lago e Oceano	89,50	0,42
Lavoura Perene	86,63	0,41
Soja	1597,28	7,58
Outras Lavouras Temporárias	1029,24	4,89
Total	21066,61	100,00

Fonte: Os Autores, 2021.

O amplo uso da terra na região para as atividades agrícolas, avaliado através do mapa de uso da terra, indica expansão da área agrícola na bacia. Segundo Santos & Oliveira (2013) a área apresentava, em mapeamento realizado em 2011, cerca de 12% da área utilizada para

fins de produção de gado, sendo que as análises indicaram cerca de 17.78% de área destinada a este uso, tratando-se de um padrão observado globalmente, havendo substituição de áreas nativas para outros usos de interesses socioeconômicos (Dassoller et al., 2014). Os dados podem apresentar variação em virtude das metodologias de mapeamento utilizadas, porém são mais sutis, o que reforça que esse incremento de áreas destinadas a produção agrícola é real.

Segundo Machado e colaboradores (2003) ao simularem diferentes parâmetros físico-químicos de corpos hídricos sob alteração do uso da terra, há indicação de um inerente impacto, isto é, culturas como a cana-de-açúcar que causam compactação do solo, revolvimento, aplicação de insumos agrícolas, podem impactar diretamente sobre o corpo hídrico mais próximo da bacia, e esta ser transportada ao longo de canais. Como por exemplo, o incremento de áreas destinadas a produção agrícola pode impactar diretamente na mensuração do oxigênio ao longo de diferentes sistemas de uso da terra, como reportado por Reis-Oliveira e colaboradores (2019).

Os parâmetros físico-químicos avaliados nesta pesquisa não apresentaram diferença significativa entre os pontos amostrados. Os valores de oxigênio apresentaram valores menores nos dois primeiros pontos, porém os valores de OD estão de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005), sendo necessário apresentar no mínimo 5,0 mg L⁻¹. A média variou entre 5,2 e 10,6 mg L⁻¹ (Figura 1). Um importante fator preditivo para a decomposição de matéria orgânica em águas é o OD (APHA, 2012), este apresentou-se acima dos índices aceitáveis. Os valores de condutividade elétrica não se apresentaram de acordo com o padrão exigido pela Resolução Conama n° 357 de 2005, possuindo valores superiores a indicação de 10 μS.cm⁻¹ (Figura 1). O parâmetro TDS se apresentou fortemente correlacionado com o parâmetro de condutividade elétrica, e neste sentido as mesmas considerações podem ser utilizadas.

Estes parâmetros estão relacionados aos sais dissolvidos na água como carbonatos, cloretos, fosfatos e sulfetos a partir de rochas calcárias, carbonáticas, férricas, magnésicas (Anda et al., 2019) e a uma baixa decomposição de matéria orgânica (Figura 2). O aporte de matéria orgânica de origem vegetal (folhas e demais detritos lenhosos) tem importante papel em rios. Estes possibilitam a formação de micro habitats para diversos micro e macro invertebrados, além de sua decomposição ser mais lenta devido a compostos químicos de origem vegetal como a lignina (Oliveira et al., 2019).

A decomposição e a depuração de corpos hídricos é parte importante do ciclo de nutrientes nos ambientes aquáticos, a origem desses compostos na propriedade deve ser principalmente de origem vegetal, uma vez que os nutrientes se mantiveram baixos ao longo de todos os pontos amostrais (Figura 2). A lignina é um importante composto vegetal de cobertura e proteção contra a dissecação, limitando a ação da decomposição; este composto possui uma meia vida de 100 dias em condições experimentais.

Os dados de parâmetros físico-químicos, químicos e microbiológicos indicaram que os

pontos amostrais não apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 5), porém houve a identificação de pontos correlacionados a variáveis mensuradas (Figura 4).

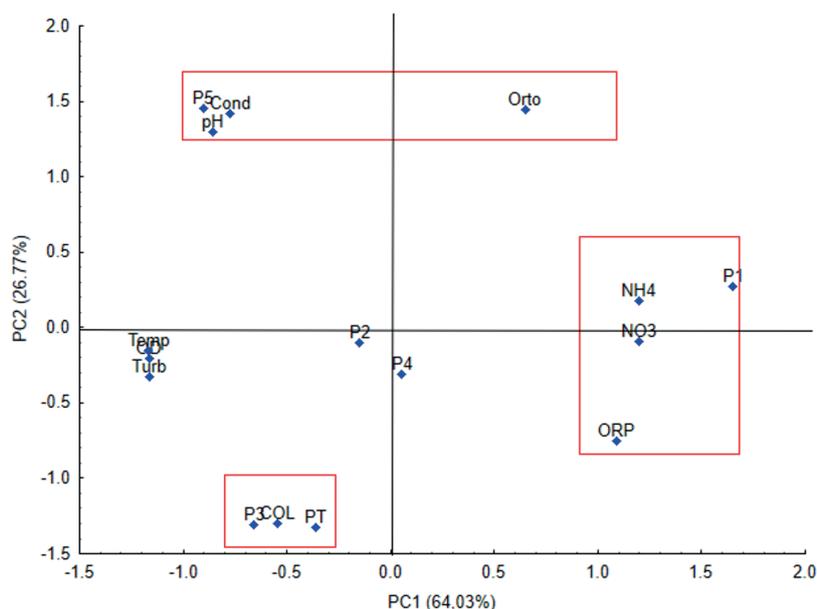
Dados dos parâmetros avaliados em média dos valores dos pontos amostrais de coleta com análise Kruskal- Wallis para verificação de diferença entre os pontos amostrais.

OD = Oxigênio Dissolvido; Cond = Condutividade; Turb = Turbidez; ORP = Potencial de Oxirredução; Temp = Temperatura e TDS = Sólidos Totais Dissolvidos; NO3 = Nitrato; NAT = Nitrogênio Amoniacal Total; P.T. = Fósforo Total; Orto = Ortofosfato; C.T. = Coliformes Termotolerantes; Var. = Variáveis.

Var.	P1	P2	P3	P4	P5
OD	6,9	7,0	8,2	7,5	8,0
pH	6,0	6,0	6,2	6,3	6,8
Cond	28,8	27,0	27,3	28,3	32,2
Turb	13,5	20,7	20,6	18,8	20,8
Temp	24,2	24,1	24,6	24,4	24,6
ORP	264,8	244,2	232,5	230,0	199,2
NO3	0,2	0,1	0	0,1	0
NAT	2,6	2,5	0	0,7	0
P.T.	0,6	0,8	1,0	0,4	0,5
Orto	0,1	0,1	0	0	0,1
C.T.	484,7	778,3	910,0	986,7	581,5

Fonte: Os Autores, 2021.

Figura 4 – Análise de Componentes Principais dos parâmetros da qualidade de água e pontos avaliados.



Fonte: Os Autores, 2021.

O pH também apresenta importante fator por ser considerado um condicionante para diversos processos biológicos e químicos, a vida aquática é altamente influenciada por este

com valores entre 6,5 e 8,2 apresentam-se ótimos para macro e micro-organismos (Matta et al., 2017). Neste estudo o pH se manteve com teores mais ácidos (<7) ao longo de todos os pontos amostrais, apenas o ponto 5 possuiu um valor de pH próximo à neutralidade (=7), sendo este correlacionado a este ponto através da análise estatística (Figura 4). Além deste, a condutividade se apresentou correlacionado a este ponto, este parâmetro diz respeito a íons dissolvidos na água e a decomposição de matéria nos corpos d'água (Blasi et al., 2013).

Quanto à análise microbiológica, os dados não se diferenciaram estatisticamente ao longo dos pontos amostrais, os valores estão de acordo aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (Brasil, 2005) que estipula valores de referência de 1000 NPM mL⁻¹ e em desacordo com os padrões de potabilidade. O ponto de coleta 3 está relacionado a estes organismos juntamente com o fósforo total, que é um importante fator de crescimento e de produtividade em ambientes aquáticos.

O grupo dos coliformes termotolerantes é um parâmetro utilizado para verificar a contaminação de origem fecal nas águas e também podem indicar a qualidade do tratamento de águas. A principal bactéria de interesse do grupo é a *Escherichia coli* que habita o trato gastrointestinal de animais homeotérmicos, amplamente encontrada em águas residuais e águas naturais sujeitas a contaminação de origem antrópica, de atividades agropecuárias e de animais selvagens (Bettega, 2006). Outras bactérias incluídas no grupo são *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* ambos os gêneros relacionados a contaminação microbiológica e vinculação de patologias (amebas, causadores de amebíase, de *Vibrio* spp. causador de cólera, de helmintos, causador de verminoses) e relacionada a água e alimentos (Bettega, 2006).

Além destes parâmetros a presença de cianobactérias ricas em ambientes eutrofizados apresentam-se como risco a saúde pública do ser humano e de seus animais (Cordeiro-Araújo et al., 2015). Segundo a Resolução CONAMA n° 357/2005 (Brasil, 2005) a densidade de cianobactérias voltadas para irrigação de olerícolas não pode ultrapassar 20.000 cel./mL, porém o uso direto da água canalizada desta e de qualquer outra propriedade pode apresentar uma rota significativa para contaminação (Araújo, 2016). Assim, há um potencial risco à saúde humana, a produtividade agroecológica, uma vez que já houve detecção de florações em rios de cianobactérias na região (Cardoso et al., 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados observados a bacia foi caracterizada como dendrítica, com um sistema de drenagem de 4^ª ordem possuindo um formato circular, apresentando uma densidade de drenagem e hidrográfica baixa, com tendência a alagamento na região do canal circular, a partir de fatores externos como chuvas torrenciais.

O uso e ocupação da bacia indicaram elevada utilização da área para agricultura e pecuária, sendo que as principais formações vegetais florestais estão resguardadas nas áreas de preservação permanentes, indicando a necessidade desse tipo de área e política para manutenção da biodiversidade.

Os parâmetros físico-químicos apresentaram-se em conformidade com os parâmetros legalmente estipulados pelo CONAMA para águas de classe II utilizada para dessedentação animal e irrigação de hortaliças. Além disso, não houve contribuições significativas da paisagem nos parâmetros avaliados, indicando algum grau de estabilidade local e da bacia.

REFERÊNCIAS

- Alves, J. M. DE P.; Castro, P. T. A. (2003). Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do Rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. *Revista Brasileira de Geociências*, v.33, n.2, p.117-124.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., Sparovek, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728.
- Anda, J., Gradilla-Hernández, M. S., Díaz-Torres, O., De Jesús Díaz-Torres, J., & De La Torre-Castro, L. M. (2019). Assessment of heavy metals in the surface sediments and sediment-water interface of Lake Cajititlán, Mexico. *Environmental monitoring and assessment*, v. 191, n. 6, p. 1-13.
- Antoneli, V.; Thomaz, E. L. (2007). Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. *Rv. Caminhos da Geografia*, v.8, n.21, p.46-58.
- APHA, 2012. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.
- Araujo, E. B. G., Sá, F. V. D. S., Oliveira, F. A. D., Souto, L. S., Paiva, E. P. D., Silva, M. K. D. N., Mesquita, E. F.; Brito, M. E. B. (2016). Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 2, p. 462-471.
- Bertoncini, E. I. (2008). Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*. v.1, n.1, p.152-169.
- Bettega, J. M. P. R., Machado, M. R., Presibella, M., Baniski, G., & Barbosa, C. D. A. (2006). Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 5, p. 950-954.
- Blasi, J. I. P.; Torres, J. M.; Nieto, P. J. N.; Fernández, J. R. A.; Muniz, C. D.; Taboada, J. (2013). Analysis and detection of outliers in water quality parameters from different automated monitoring stations in the Miño river basin (NW Spain). *Ecological Engineering*, v. 60, p. 60-66.
- Brasil. Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.
- CARDOSO, A. C. R.; PEIXOTO, P. G.; MILLAN, R. N. (2018). Qualidade hídrica para uso em cultivo agroecológico de olerícolas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 13, n. 3, p. 348-355.
- Cordeiro-Araújo, M. K.; Chia, M. A.; Hereman, T. C.; Sasaki, F. F.; Bittencourt-Oliveira, M. C. (2015). Selective membrane permeability and peroxidase activity response of lettuce and arugula irrigated with cyanobacterial contaminated water. *Environmental Earth Sciences*, v. 74, p. 1547-1553.
- Christofolletti, A. *Geomorfologia*. 2. Ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980.
- Dassoller, T. F.; Neves, S. M. A. S.; Neves, R. J.; Paiva, S. L. P. (2014). Identificação de conflito da terra em Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica córrego Padre Inácio, Mato Grosso. In: *Simpósio DE Geotecnologias no Pantanal*, 5., Campo Grande, MS.

- Golterman, H. L.; Clymo, R. S.; Ohnstad, M. A. M. *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978. 213 p.
- Guariz, H. R. *Morfometria e atributos físicos do solo da microbacia do Córrego Jaqueira-Alegre, ES*. Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, 2008. 275p. Dissertação Mestrado.
- Kaselani, K. *Qualidade da água no meio rural*. Veterinária Notícias, v. 23, p. 80-112, 2017.
- Koroleff, F. *Determination of nutrients*. In: Grashof, E. & Kremling E. (eds). *Methods of seawater analysis*. New York: Verlag Chemie Weinheim, p. 117-181, 1976.
- Leal, J. T. C. P. *Água para consumo na propriedade rural*. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2012. 18 p.
- Martins, M.; Cruz, A.; Gomes, A.; Roye, D.; Dinis, P. (2019). *Eventos hidrometeorológicos graves e inundações urbanas na cidade do Lubango: desafios para o OT*. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, v. 11, p. 157-161.
- Machado, R. E.; Vettorazzi, C. A.; Xavier, A. C. (2003). *Simulação de Cenários Alternativos de Uso da Terra em uma Microbacia Utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento*. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 27, n. 4, p. 727-733.
- Matta, G., Srivastava, S., Pandey, R. R., & Saini, K. K. (2017). *Assessment of physicochemical characteristics of Ganga Canal water quality in Uttarakhand*. Environment, development and sustainability, v. 19, n. 2, p. 419-431.
- QGIS Development Team (2020). *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.
- Reis-Oliveira, P. C., Van Der Geest, H. G., Kraak, M. H. S.; Verdonchot, P. F. M. (2019). *Land use affects lowland stream ecosystems through dissolved oxygen regimes*. Scientific Reports, v. 9, 19685, 2019.
- Santos, A. M.; Targa, M. S.; Batista, G. T.; Dias, N. W. (2012) *Análise morfométrica das subbacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil*. Ambiente e Água, v. 7, n. 3, p. 195-211.
- Silva, D. F.; Morejon, C. F. M.; Less, F. R. (2014). *Prospecção do panorama do saneamento rural e urbano no Brasil*. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. Especial, p. 245-257.
- Strahler, A. N. (1952). *Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography*. Geological Society of America Bulletin, v. 3, n. 11, p. 1117-1142.
- Soares, J. A. B.; Camargo, G.; Giongo, P. R.; Gomes, L. F.; Costa, A. R.; Silva, P. C. (2020). *Estudo hidrológico das bacias hidrográficas em Santa Helena De Goiás*. Brazilian Journal Of Development, v. 6, n. 6, p. 35629-35647.
- Tonello, K. C. *Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas*. Guanhães, MG. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005. 85p. Dissertação (Mestrado).
- Tran, H. N.; Le, G. T.; Nguyen, D. T.; Juang, R-S.; Rinklebe, J.; Bhatnagar, A.; Lima, E. C.; Iqbal, H. M. N.; Sarmah, A. K.; Chao, H-P. (2020). *SARS-CoV-2 coronavirus in water and wastewater: A critical review about presence and concern*. Environmental Research, v. 193, 110265.
- Villela, S. M.; Mattos, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.
- Wen, Y.; Schoups, G.; Giesen, N. V. (2017). *Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change*. Scientific Report, v. 7, n. 43289.