



Qualidade da água e uso/ocupação da terra do Córrego do Sapo na zona urbana de Rio Verde - GO

Márcia Franco de Assis

Mestre, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Brasil
marciafrancoassis@gmail.com

Édio Damásio da Silva Júnior

Professor Doutor, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Brasil
edio.damasio@ifgoiano.edu.br

Carlos Henrique Maia

Mestre, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Brasil
chmaia@gmail.com

RESUMO

A modificação da paisagem pelas atividades humanas vem alterando a qualidade da água e comprometendo os usos dos recursos hídricos. Este estudo tem como objetivo principal avaliar a qualidade da água e o uso e ocupação da terra no trecho urbano do Córrego do Sapo, localizado no município de Rio Verde - GO. A metodologia dessa pesquisa envolveu o monitoramento da bacia hidrográfica do Córrego do Sapo, considerando suas microbacias, durante o período de nove meses. Foram realizadas análises laboratoriais de qualidade da água e utilizadas técnicas de geoprocessamento para a determinação do uso e ocupação da terra na região. Realizou-se a classificação de qualidade da água do corpo hídrico principal e de seus afluentes, com base na Resolução nº 357/2005 do CONAMA. Os resultados apontaram que os Córregos São Tomás de Baixo e Buriti foram classificados como classe 4, onde ambos apresentaram elevados níveis de poluição pontual e difusa, comprometendo a segurança hídrica dos usos mais exigentes. Já o Córrego Barrinha apresentou a melhor qualidade da água, possuindo alta capacidade de reaeração hídrica e reduzidas fontes de poluição.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição hídrica; Recursos hídricos; Atividades poluidoras.

1 INTRODUÇÃO

Os corpos hídricos localizados em zonas urbanas desempenham importante papel dentro dessas áreas. Eles são úteis na drenagem de águas pluviais, na harmonia paisagística, nas atividades de lazer, na balneabilidade, nas atividades de irrigação e pesca, na diluição e afastamento de águas residuárias, no abastecimento humano e animal (ARAÚJO *et al.*, 2017; HOEKSTRA; BUURMAN; VAN GINKEL, 2018).

Em Rio Verde, Goiás, na bacia hidrográfica do Córrego do Sapo destaca-se o uso associado à função de macrodrenagem urbana, irrigação de hortaliças, atividades de pesca, dessedentação de animais e diluição de efluentes líquidos tratados ou não (SANTOS *et al.*, 2019). Salienta-se que o Córrego do Sapo é um dos afluentes do Rio São Tomás, principal corpo hídrico responsável pelo abastecimento humano da cidade de Santa Helena de Goiás (PEREIRA *et al.*, 2020).

Enfatiza-se que os diversos usos dos recursos hídricos nas zonas urbanas podem ser comprometidos pela redução dos parâmetros de qualidade da água. A própria legislação brasileira, através da resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA restringe os usos da água conforme a classe em que ela se encontra.

As formas como são feitas o uso e ocupação da terra podem impactar a qualidade de corpos hídricos (LIU; SHEN; CHEN, 2018). Em decorrência da elevação de contaminantes produzidos pelas ações humanas e do lançamento de efluentes líquidos gerados nas cidades tem-se a degradação dos parâmetros de qualidade da água (NAZEMI; MADANI, 2018; SOARES, 2018). A poluição hídrica, seja ela pontual ou difusa, pode ser originada de atividades industriais, agrícolas e urbanas (SILVA *et al.*, 2021).

A identificação das atividades que afetem os parâmetros de qualidade da água na região de uma bacia hidrográfica se torna uma ferramenta indispensável para os responsáveis pelas tomadas de decisão no gerenciamento hídrico (LIMA; MAMEDE; LIMA NETO, 2018). Desse modo, conhecer as atividades desenvolvidas e a qualidade da água na bacia hidrográfica do Córrego do Sapo constitui importante ferramenta de gestão ambiental e de recursos hídricos, auxiliando a tomada de decisão por órgãos gestores do município quanto ao planejamento urbano e territorial.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água e o uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Córrego do Sapo, no trecho urbano da cidade de Rio Verde, identificando possíveis fontes e locais de poluição.

3 METODOLOGIA

3.1 Delimitação da bacia hidrográfica e uso / ocupação da terra

Inicialmente, realizou-se a delimitação da bacia hidrográfica do Córrego do Sapo e suas respectivas microbacias hidrográficas. O arquivo utilizado nesse processo foi o Modelo Digital de Elevação (MDE), disponibilizado pelo projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com resolução de 30 m.

Para a realização da delimitação da bacia hidrográfica e suas microbacias, utilizou-se o *plugin GRASS* disponível dentro da plataforma gratuita *QGIS*, versão 3.16.6. A rede de drenagem foi nomeada de acordo com a base de dados disponibilizada para *download* no *site* do Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG).

O processo de identificação do uso e ocupação da terra na região se iniciou com a aquisição das imagens do satélite CBERS04-A, obtidas pela Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), com resolução espacial de 2 m. Tais imagens foram coletadas pelo *site* do INPE.

As imagens escolhidas foram aquelas que além de abrangerem toda a área de estudo, também apresentaram boa visibilidade e baixa interferência de nuvens no período avaliado. Elas corresponderam aos meses de setembro de 2020 e março de 2021. Ressalta-se que a escolha das datas para captura de imagens de satélite foi baseada nos períodos de seca e de chuva da região de estudo, buscando-se obter imagens representativas das duas estações.

Salienta-se que de acordo com a classificação Köppen- Geiger, em Rio Verde há a predominância de duas estações, uma chuvosa e outra seca, características do clima tropical (CASTRO; SANTOS, 2021). O período de seca geralmente ocorre nos meses de maio a outubro, sendo mais crítico no inverno, enquanto a maior incidência de chuvas ocorre, normalmente, entre novembro e abril, especialmente no verão (PARREIRA et al., 2019; SANTOS et al., 2019; BRITO; SANTOS; RODRIGUES, 2020; LOPES SOBRINHO et al., 2020; CASTRO; SANTOS, 2021).

Após a definição e aquisição das imagens, realizou-se, no *software* livre *QGIS*, a composição RGB (sistema de cores) com as bandas espectrais. Posteriormente, efetuou-se a fusão da composição criada com o conjunto de dados pancromáticos, gerando as imagens com 2 m de resolução em cada pixel.

No processo de classificação supervisionada das imagens dentro do ambiente SIG utilizou-se o *plugin SCP (Semi-Automatic Classification Plugin)*, complemento do *QGIS*. Para identificação do uso e ocupação da terra, adotou-se três classes de estudo: vegetação (nativa e introduzida), solo exposto e solo impermeável (área urbana), sendo coletadas 40 (quarenta) amostras de pixels representativos de cada classe.

A análise de significância dos valores apresentados por cada classe de uso e ocupação da terra foi feita no *software* estatístico *Jamovi*, versão 1.6.23. Utilizou-se o teste t de Student,

bicaudal, para avaliar se havia ou não diferenças significativas entre as amostras independentes dos dois períodos estudados. Considerou-se o nível de significância (α) de 5% na pesquisa.

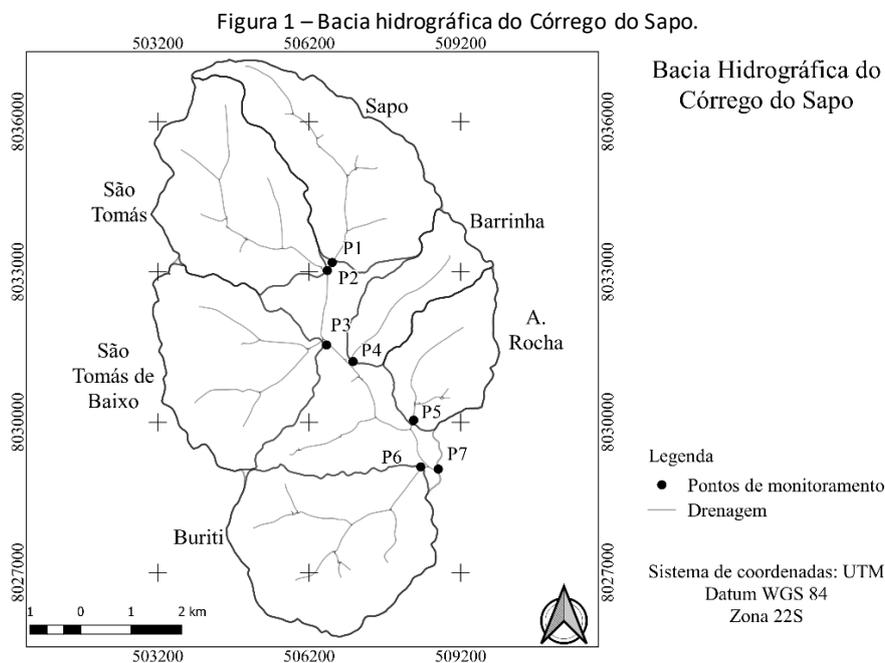
Após a caracterização da área de estudo por imagens de satélite ocorreu a avaliação de possíveis fontes de cargas poluidoras pontuais, capazes de alterar a qualidade da água dos corpos hídricos. Nesta etapa, considerou-se locais que pudessem realizar o lançamento de águas residuárias ou que possuíssem barramentos com retenção de água, alterando o fluxo natural dos corpos hídricos.

Para realizar a identificação dos pontos críticos, utilizou-se primeiramente o banco de dados cadastrado no *software Google Earth Pro*. Posteriormente, realizou-se vistorias em campo, além de consulta ao órgão de gestão ambiental do município de Rio Verde. Adicionalmente, consultou-se os dados disponibilizados pela companhia de esgotamento sanitário do município.

3.2 Qualidade da água

O monitoramento hídrico do Córrego do Sapo teve a duração de nove meses, sendo realizado periodicamente com intervalos de catorze dias entre os meses de agosto de 2020 e abril de 2021, totalizando dezoito campanhas.

No total foram escolhidos sete pontos de monitoramento de qualidade da água, distribuídos ao longo do trecho selecionado, como mostra a Figura 1, sendo cinco pontos localizados em afluentes do Córrego do Sapo (P2, P3, P4, P5, P6) e dois pontos situados no próprio corpo hídrico (P1, P7).



Fonte: do Autor (2022).

Foram trabalhadas seis microbacias hidrográficas na região de estudo, sendo elas: Sapo (P1), São Tomás (P2), São Tomás de Baixo (P3), Barrinha (P4), A. Rocha (P5) e Buriti (P6). O ponto P7 correspondeu ao exutório de toda bacia hidrográfica do Córrego do Sapo.

A Tabela 1 apresenta as principais informações dos pontos de monitoramento.

Tabela 1 – Caracterização dos pontos de monitoramento.

Ponto	Latitude	Longitude	Trecho	Distância do trecho (km)	Microbacia hidrográfica	Área (km ²)
P1	17°47'19.35"S	50°56'13.92"O	-	-	Sapo	9,23
P2	17°47'24.56"S	50°56'17.23"O	1-2	0,194	São Tomás	9,36
P3	17°48'12.91"S	50°56'17.71"O	2-3	1,599	São Tomás de Baixo	9,13
P4	17°48'23.63"S	50°55'59.88"O	3-4	0,618	Barrinha	3,68
P5	17°49'1.72"S	50°55'19.03"O	4-5	2,485	A. Rocha	4,59
P6	17°49'32.06"S	50°55'14.31"O	5-6	1,004	Buriti	10,70
P7	17°49'33.47"S	50°55'2.49"O	6-7	0,200	Sapo	54,54

Fonte: do Autor (2021).

Evidencia-se que a distância entre os dois pontos mais extremos, P1 e P7, correspondeu a 6,1 km.

3.2.1 Medição de vazão e precipitação

Foram coletados os dados de precipitação acumulada no município de Rio Verde, considerando os cinco dias anteriores a cada data de monitoramento de qualidade da água, no período de realização da pesquisa. Tais informações foram retiradas do *site* do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e foram recolhidas com referência na estação meteorológica 83470.

Durante o período de monitoramento no Córrego do Sapo realizou-se a medição da vazão em cada ponto estabelecido, por meio da adaptação de um fluxímetro da marca *Lounchen ZM*, fabricado para medição do fluxo de água em condutos fechados.

Para a calibração do fluxímetro inseriu-se um vertedor retangular sem contração lateral dentro do canal de escoamento da bancada e calculou-se a velocidade de escoamento da água nessa situação. Determinou-se a vazão de escoamento por meio da fórmula de Francis, posteriormente, determinou-se a velocidade do fluxo na bancada e no fluxímetro através da equação da continuidade.

Através dos dados de velocidade obtidos na bancada hidráulica e no fluxímetro, obteve-se uma curva de calibração com coeficiente de determinação (R-quadrado) igual a 0,9278. Deste modo, utilizou-se a curva de calibração do fluxímetro para a correção de todos os valores de velocidade de escoamento dos corpos hídricos analisados.

3.2.2 Variáveis analisadas

Foram estudadas a vazão específica, a demanda bioquímica de oxigênio em cinco dias à temperatura de 20°C (DBO_{5,20}), a demanda química de oxigênio (DQO), o oxigênio dissolvido (OD) e os sólidos suspensos (SS). Os valores de vazão e OD foram medidos em campo, enquanto os valores de DBO_{5,20}, DQO e SS foram obtidos em laboratório por meio de ensaios.

Os ensaios laboratoriais foram realizados de acordo com o *Standard Methods for examination of water and wastewater* (2017), sendo empregado a seção 5210 B para a DBO_{5,20}, a seção 5220 D para a DQO, a seção 4500-O G para o OD, e as seções 2540 D e E para os SS. Salienta-se que na determinação dos parâmetros de DBO_{5,20} e DQO foram realizados

experimentos em triplicata, enquanto para os ensaios de OD e SS utilizou-se a forma de duplicata.

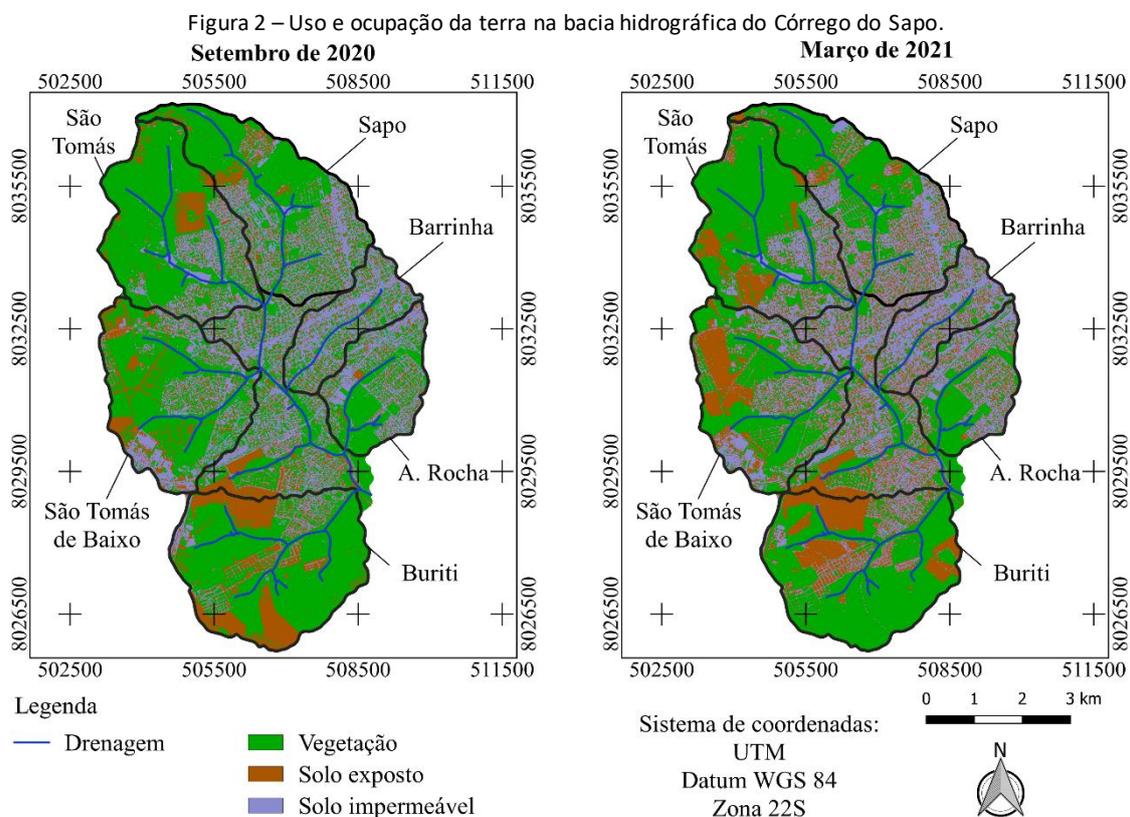
3.2.3 Classificação da qualidade da água

Após a obtenção dos resultados de $DBO_{5,20}$ e OD das amostras dos corpos hídricos estudados, foi realizada a classificação da qualidade da água da bacia hidrográfica do Córrego do Sapo, de acordo com os critérios estabelecidos pela resolução nº 357 do CONAMA de 2005, priorizando parâmetro mais restritivo. Para a realização do processo de classificação dos trechos considerou-se a classe predominante (maior tempo de permanência) em cada corpo hídrico, através dos resultados obtidos para os pontos de monitoramento.

4 RESULTADOS

4.1 Uso e ocupação da terra

A partir do processo de identificação do uso e ocupação da terra realizado com as imagens de setembro de 2020 e março de 2021, referentes à Bacia hidrográfica do Córrego do Sapo, obteve-se a classificação exposta pela Figura 2.



Fonte: do Autor (2021).

Além da representação visual do uso e ocupação da terra, exibida pela Figura 2, as porcentagens das áreas das classes de vegetação, solo exposto e solo impermeável, nos meses

de setembro de 2020 e março de 2021, de cada microbacia hidrográfica são mostradas pela Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização dos pontos de monitoramento.

Classificação	Mês	Sapo (P1)	São Tomás (P2)	São Tomás de Baixo (P3)	Barrinha (P4)	A. Rocha (P5)	Buriti (P6)	Total
Vegetação (%)	set/20	56,65	69,45	57,91	27,84	48,97	66,95	56,09
	mar/21	50,37	62,90	46,68	17,16	43,22	64,23	49,03
Solo exposto (%)	set/20	15,19	13,18	18,85	17,21	13,55	25,69	18,62
	mar/21	18,34	18,40	26,73	22,69	18,52	26,03	23,29
Solo impermeável (%)	set/20	28,16	17,37	23,24	54,95	37,47	7,36	25,29
	mar/21	31,29	18,71	26,59	60,15	38,25	9,74	27,68

Fonte: do Autor (2021).

Avaliando-se, por meio do teste t de Student, cada classe de uso e ocupação da terra, entre os dois períodos estudados, obteve-se que valor-p em todos os casos foi superior ao nível de significância (α) de 5%. Portanto, a análise apontou que não houve diferença significativa entre os períodos de setembro de 2020 e março de 2021. Contudo, as diferenças observadas podem ser resultantes dos erros inerentes do próprio processo de classificação do uso e ocupação da terra.

A microbacia hidrográfica do ponto P2 apresentou o maior percentual de área vegetada em setembro de 2020, enquanto em março de 2021, o maior valor foi verificado na microbacia hidrográfica do ponto P6, ambas regiões apresentaram as menores áreas de solo impermeável, quando comparadas com as outras microbacias hidrográficas. No que se refere ao solo impermeável, a área em que está situado o ponto P4 foi a que exibiu maior percentagem nos dois períodos avaliados, sendo a mesma a exibir os menores valores de vegetação, refletindo a sua alta urbanização.

Com relação ao solo exposto, as microbacias hidrográficas do ponto P6 e P3 exibiram os maiores valores percentuais dessa classe, estando ambas as áreas sujeitas às oscilações decorridas do calendário agrícola, além da instalação de novos loteamentos.

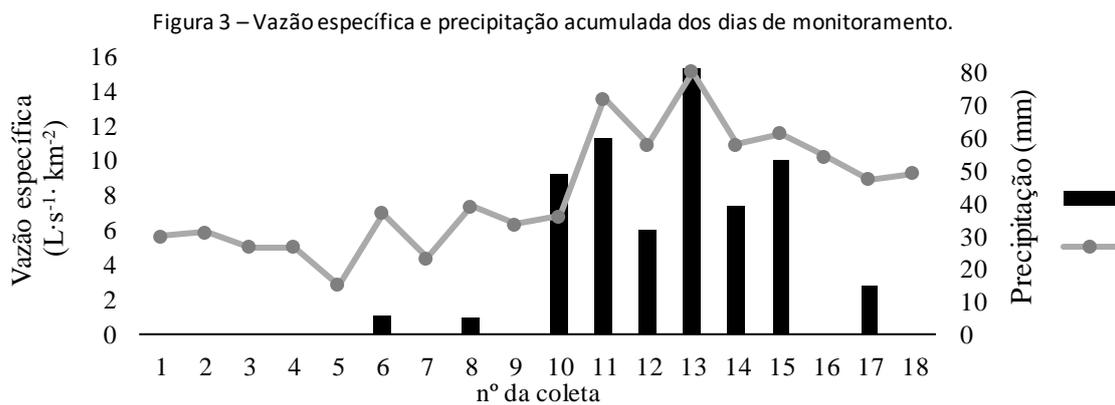
Analisando toda a região da bacia hidrográfica, imagina-se que como o plantio da segunda safra de milho se estendeu até meados de março, tal fator possa ter influenciado a elevação da porcentagem envolvendo o solo exposto e a diminuição do percentual de vegetação em março de 2021. Enquanto em setembro de 2020, como o plantio da soja na região ainda não havia começado, o solo ainda se encontrava com cobertura vegetal oriundo da palhagem, técnica comumente utilizada no período de entressafra (CREMONEZ, 2018; NASCENTE; STONE, 2018; SOARES *et al.*, 2021).

Com relação aos usos pontuais do solo, identificou-se a presença de três barramentos com retenção de água na região da bacia hidrográfica, localizados nas microbacias hidrográficas dos pontos P1, P2 e P3. Na microbacia do ponto P3, além do barramento nas proximidades da confluência com Córrego do Sapo. Ainda se identificou a presença de uma indústria de grãos, a qual realizava lançamento de seus efluentes líquidos no corpo hídrico após a etapa de tratamento. Já na microbacia do ponto P6 observou-se a presença de uma estação elevatória de

esgoto (EEE) da companhia de saneamento e a existência de um laticínio que também realizava o despejo de seus efluentes líquidos tratados no corpo d’água.

4.2 Vazão específica e precipitação

A Figura 3 mostra a variação da vazão específica no exutório, ponto P7, da bacia hidrográfica do Córrego do Sapo, e apresenta os valores de precipitação acumulada no município de Rio Verde, considerando os cinco dias anteriores a cada data de monitoramento.



Fonte: do Autor (2021).

Observa-se que o P7 apresentou seus maiores valores de vazão específica nas coletas de número 13 ($15,06 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$), 11 ($13,57 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$) e 15 ($11,52 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$), coincidentes com as três maiores precipitações acumuladas, todas do ano de 2021.

Considerando os dados de precipitação acumulada identificou-se que os menores volumes de chuva foram encontrados entre agosto e início de dezembro 2020, enquanto as maiores precipitações acumuladas ocorreram entre meados de dezembro 2020 a abril de 2021.

4.3 Parâmetros de qualidade da água

Os resultados dos parâmetros de qualidade da água avaliados durante as datas de monitoramento são exibidos através do Quadro 1.

Os maiores valores de $\text{DBO}_{5,20}$ foram aqueles apresentados pelo ponto P6. No referido ponto a concentração máxima de $\text{DBO}_{5,20}$, foi de $173,70 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. O segundo ponto com valores mais elevados de $\text{DBO}_{5,20}$ foi o P7, apresentando concentração máxima de $68,37 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, salientando-se que tal ponto se encontrava a cerca de 200 metros do ponto P6.

O terceiro local com maior concentração de $\text{DBO}_{5,20}$ foi o P3, exibindo máximo de $29,31 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Com relação aos outros pontos, P1, P2, P4 e P5, juntos estes apresentaram concentração média $6,06 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de $\text{DBO}_{5,20}$.

Com relação ao OD, o ponto P6 obteve os menores valores, a sua concentração mediana foi de $2,00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, apresentando ainda 75% dos dados inferiores à $2,70 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Os pontos P1, P2 e P3 agrupados obtiveram a média geral de $4,63 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Quadro 1 – Caracterização dos pontos de monitoramento.

Ponto	DBO _{5,20} (mg·L ⁻¹)					OD (mg·L ⁻¹)				
	Valor	Percentil			Valor	Valor	Percentil			Valor
	Mín.	25%	50%	75%	Máx.	Mín.	25%	50%	75%	Máx.
P1	1,10	1,43	2,82	6,21	8,81	3,20	4,30	5,05	5,60	5,90
P2	1,05	1,20	1,35	6,65	7,47	3,50	3,90	4,70	5,20	5,70
P3	1,83	2,44	3,45	15,25	29,31	2,60	3,70	4,50	4,80	5,70
P4	1,10	2,11	3,89	7,87	12,94	5,40	6,30	7,05	8,70	11,90
P5	2,05	3,00	4,96	8,66	8,66	4,50	5,10	5,55	6,00	6,60
P6	13,07	32,85	46,24	94,07	173,70	1,30	1,80	2,00	2,70	3,40
P7	4,42	6,96	13,31	32,09	68,37	2,20	3,90	4,40	5,40	6,90
Ponto	DQO/DBO					SS (mg·L ⁻¹)				
	Valor	Percentil			Valor	Valor	Percentil			Valor
	Mín.	25%	50%	75%	Máx.	Mín.	25%	50%	75%	Máx.
P1	5,91	23,14	32,86	71,82	86,76	3,00	7,00	8,00	13,00	20,00
P2	14,67	46,38	63,19	82,72	95,61	1,50	3,00	6,00	10,00	19,00
P3	4,97	10,55	39,91	55,48	81,60	11,00	17,00	30,00	47,00	76,00
P4	7,21	13,27	30,78	47,89	70,19	1,00	3,00	8,00	24,00	25,00
P5	3,71	4,39	33,47	41,14	54,97	2,00	7,00	13,00	22,00	40,00
P6	1,43	1,99	3,85	8,56	9,35	23,00	40,00	64,50	100,00	166,00
P7	2,25	4,96	10,58	20,02	27,68	9,00	16,00	19,00	30,00	34,00

Fonte: do Autor (2022).

Com relação aos maiores valores de OD, estes estiveram presentes nos pontos P4 (11,90 mg·L⁻¹), P7 (6,90 mg·L⁻¹) e P5 (6,60 mg·L⁻¹), respectivamente. No entanto, mesmo P7 sendo o segundo ponto a exibir maior valor de OD, este também foi o segundo a apresentar a menor concentração do mesmo parâmetro (2,20 mg·L⁻¹). O valor crítico ocorreu na coleta de número 7, dia em que foi flagrado, através de visita em campo, o lançamento de efluente sanitário bruto no corpo hídrico por meio de uma estação elevatória de esgoto (EEE), localizada a montante do ponto P7.

Visando analisar o grau de biodegradabilidade do corpo hídrico estudado, foi utilizada a relação DQO/DBO. Segundo Von Sperling (2011), tem-se que: DQO/DBO menor que 2,5 representa uma fração biodegradável elevada; DQO/DBO entre 2,5 e 3,5 representa uma fração biodegradável não elevada; e DQO/DBO maior que 3,5 e 4,0 representa uma fração não biodegradável (inerte) elevada.

Conforme, nota-se no Quadro 1, os pontos P1, P2, P3, P4, P5 e P7 apresentaram valores da relação DQO/DBO acima de 4 em mais de 75% das análises, indicando que possuíam fração inerte elevada. Somente P6 exibiu valores que o caracterizaram como possuidor de uma fração biodegradável elevada, com mais de 25% dos dados inferiores a 2,5, indicativo de poluição de esgoto doméstico bruto (VON SPERLING, 2011).

Avaliando o comportamento de SS para cada ponto, percebe-se que os valores mais elevados do parâmetro foram exibidos pelo ponto P6. O valor máximo de SS do ponto foi 166,00 mg·L⁻¹. Adicionalmente, deve-se frisar a microbacia hidrográfica do ponto P6 apresentou os

maiores valores percentuais de solo exposto em setembro de 2020, e o segundo maior em março de 2021. Tal fato também pode estar relacionado com a alta quantidade de sólidos suspensos obtida no ponto P6, favorecendo o processo de assoreamento de corpos hídricos na região (SANTOS *et al.*, 2019).

Outra situação importante verificada durante as coletas em campo foram as obras de modificação do leito e dos taludes próximas do ponto P6, as quais provavelmente contribuíram para a elevação da quantidade de SS em suas águas.

O segundo ponto a apresentar maiores concentrações de SS foi o P3, máximo de 76,00 mg·L⁻¹, seguido do P5, máximo de 40,00 mg·L⁻¹. Os menores valores de SS foram exibidos pelos pontos P4, mínimo de 1,00 mg·L⁻¹, e P2, mínimo de 1,50 mg·L⁻¹.

Cinco pontos estudados (P1, P2, P3, P4, P5) obtiveram suas maiores concentrações de SS nas duas campanhas de monitoramento de maior precipitação acumulada nos cinco dias anteriores, coletas número 13 e 11. Os únicos pontos que não tiveram seus valores de pico de SS coincidentes com os dias supracitados foram P6 e P7, locais que tiveram a qualidade da água também influenciada por prováveis fontes de poluições pontuais.

4.4 Classificação da qualidade da água da bacia hidrográfica do Córrego do Sapo

A Tabela 3 exibe as porcentagens do tempo de permanência, apresentadas pelos pontos, para cada classe de qualidade da água.

Tabela 3 – Percentual do tempo de permanência na classe de qualidade da água.

Pontos	Classe 1 (%)	Classe 2 (%)	Classe 3 (%)	Classe 4 (%)
P1	-	38,9	50,0	11,1
P2	-	44,4	27,8	27,8
P3	5,6	16,7	22,2	55,6
P4	38,9	27,8	22,2	11,1
P5	12,5	43,8	25,0	18,8
P6	-	-	-	100,0
P7	5,6	5,6	22,2	66,7

Fonte: do Autor (2022).

Perante a classificação realizada da bacia hidrográfica estudada, percebe-se que apenas o afluente do ponto P4 esteve, na maior parte do tempo, dentro dos parâmetros estabelecidos para a classe 1. Os corpos hídricos a montante dos pontos P2 e P5 foram classificados como classe 2. O Córrego do Sapo, no ponto P1 foi classificado como classe 3, enquanto os córregos afluentes dos pontos P3, P6 e exutório do Córrego do Sapo, P7, foram classificados como classe 4.

Salienta-se que os locais com piores classes de qualidade da água foram aqueles situados a jusante de barramentos (ponto P3), próximos de bairros em que não há o completo fornecimento da rede de esgoto e de áreas em que são exercidas atividades de cunho industrial (pontos P6 e P7).

4.5 Análise da qualidade da água na bacia hidrográfica

Analisando os parâmetros de qualidade da água, constatou-se que o ponto P6 foi o que se mostrou com pior desempenho. O referido corpo hídrico exibiu os mais elevados valores de $DBO_{5,20}$, os mais baixos teores de OD, as maiores concentrações de SS. Durante o monitoramento, o córrego apresentava cor turva, cheiro forte. Uma das fontes de poluição desta microbacia hidrográfica é advinda do lançamento de esgoto sanitário bruto pela companhia de saneamento (o esgoto coletado pela rede é lançado sem tratamento no córrego). Além disso, há o lançamento de efluentes líquidos tratados (de forma insuficiente), por um laticínio neste corpo hídrico.

Em decorrência da proximidade entre os pontos P6 e P7, acredita-se que os valores dos parâmetros de qualidade da água do ponto P7 tenham sido influenciados pelo lançamento do afluente do ponto P6.

Outro corpo hídrico que se destacou negativamente foi o afluente do ponto P3, sendo o terceiro a exibir concentrações mais elevadas de $DBO_{5,20}$, e o terceiro a apresentar as menores concentrações de OD. O local foi o segundo a exibir as maiores concentrações de SS.

Destacando que durante a realização da pesquisa encontrou-se a presença de algas no leito do curso da água pertencente ao P3, indicativo do processo de eutrofização no córrego (MOLINARI, 2015; VON SPERLING, 2011), fator que pode contribuir para os valores inferiores de OD e elevados de $DBO_{5,20}$. A existência de algas no córrego pode estar relacionada com a elevação dos nutrientes (BLAAS; KROEZE, 2016), pelos lançamentos de efluentes da indústria de grãos e também em razão da presença do barramento de água a montante do ponto de monitoramento.

Ademais, as microbacias hidrográficas dos pontos P6 e P3 foram as que obtiveram os maiores valores percentuais de solo exposto, o que provavelmente colaborou no carreamento de sedimentos para o leito dos córregos, sendo o escoamento de águas pluviais uma das principais vias para que ocorra a elevação dos nutrientes no ambiente aquático (MEDEIROS, 2020; PEREIRA *et al.*, 2020).

Com melhor desempenho em termos de qualidade no que se refere ao OD e a $DBO_{5,20}$, o ponto P4 registrou os maiores valores de OD; exibiu valores baixos de $DBO_{5,20}$, registrou baixa fração biodegradável, visto que todas as suas relações entre DQO/DBO foram superiores a 4; e foi o único corpo hídrico classificado como classe 1. Ressalta-se que o ponto P4 apresentava pequena lâmina d'água, continha escadas hidráulicas, o que favorecia sua capacidade de reaeração e depuração de poluentes biodegradáveis.

Quanto aos usos da água, nota-se que as indicações mais restritivas estão presentes nos afluentes dos pontos P3, P6 e P7, classificados como classe 4, de acordo com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA. Destaca-se que na região do P3 foi observado a presença de pesca, de recreação de contato primário, e harmonia paisagística, enquanto nas áreas do P6 e P7 foram verificados a utilização da água para dessedentação de animais e paisagismo.

Comparando-se o uso da água realizado com o recomendado pela normativa federal (Resolução nº 357/2005), notou-se que nos trechos classificados como classe 4, as principais atividades exercidas não deveriam ocorrer, haja vista que nesses locais as únicas destinações deveriam ser aquelas que envolvessem a navegação e a harmonia paisagística.

5 CONCLUSÃO

Constatou-se que a microbacia hidrográfica do Córrego Barrinha (P4), com maior percentual de solo impermeável, foi a que obteve os melhores aspectos de qualidade da água. Credita-se esse comportamento positivo ao fato de o corpo hídrico possuir escadas hidráulicas (favorece o processo de reaeração da água) e também à baixa presença de atividades industriais, boa cobertura da rede de coleta e afastamento de esgoto e aos baixos níveis de solo exposto.

Já as microbacias hidrográficas com piores níveis de qualidade da água foram os Córregos São Tomás de Baixo (P3) e Buriti (P6). A principal causa da poluição destes corpos hídricos é o lançamento indevido de esgoto sanitário e água residuária industrial. No Córrego São Tomás de Baixo a existência de um barramento também conduz o manancial hídrico ao processo de eutrofização.

Ademais, verificou-se que algumas atividades estão contrariando os usos dos recursos hídricos indicados pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, podendo gerar prejuízos à saúde humana e animal. Os córregos em que se conferiu tal situação foram o São Tomás de Baixo e o Buriti, sendo estes classificados como classe 4.

6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ARAÚJO, D. C. de; DA SILVA, P. O. da; CURTI, W. F.; CABRAL, J. J. da S. P. Multicriteria analysis applied to the management of urban pluvial waters. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 22, 2017.

BLAAS, H.; KROEZE, C. Excessive nitrogen and phosphorus in European rivers: 2000-2050. **Ecological Indicators**, v. 67, p. 328–337, 2016.

BRITO, N.; SANTOS, G. O.; RODRIGUES, G. A. Sistema de reuso de água da chuva para residências pequenas (70 m²) no município de Rio Verde, Goiás, centro-oeste, Brasil. **Ciência & Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 56–66, 2020.

CASTRO, P. A. L.; SANTOS, G. O. Condições climáticas como ferramenta de planejamento agrícola e urbano, o caso do município de Rio Verde, Goiás. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR), v. 14, n. 3, 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Brasil: Diário Oficial da União, 2005.

CREMONEZ, F. E. **Uso de plantas de cobertura na entressafra de milho e soja**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Marechal Cândido Rondon, Paraná, 2018.

HOEKSTRA, A. Y.; BUURMAN, J.; VAN GINKEL, K. C. H. Urban water security: A review. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 5, 2018.

LIMA, B. P.; MAMEDE, G. L.; LIMA NETO, I. E. Monitoring and modeling of water quality in a semi-arid watershed. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 125–135, 2018.

LIU, J.; SHEN, Z.; CHEN, L. Assessing how spatial variations of land use pattern affect water quality across a typical urbanized watershed in Beijing, China. **Landscape and Urban Planning**, v. 176, p. 51–63, ago. 2018.

LOPES SOBRINHO, O. P.; SANTOS, L. N. S.; SANTOS, G. O.; CUNHA, F. N.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B. Balanço hídrico climatológico mensal e classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, p. 19–33, 2020.

MEDEIROS, D. L. R. de. **Análise da qualidade da água do Riacho das Piabas para o reúso agrícola**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Campina Grande, 2020.

MOLINARI, B. S. **Modelagem espacial da qualidade de água na bacia do Rio Piabanha/RJ**. 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2015.

NASCENTE, A. S.; STONE, L. F. Cover Crops as Affecting Soil Chemical and Physical Properties and Development of Upland Rice and Soybean Cultivated in Rotation. **Rice Science**, v. 25, n. 6, p. 340–349, 1 nov. 2018.

NAZEMI, A.; MADANI, K. Urban water security: Emerging discussion and remaining challenges. **Sustainable Cities and Society**, v. 41, p. 925–928, ago. 2018.

PARREIRA, A. G. B.; MARASCA, I.; SOLINO, A. J. da S.; SANTOS, G. O. Balanço Hídrico Climatológico Para O Município De Rio Verde, Goiás. **Científic@ - Multidisciplinary Journal**, v. 6, n. 1, p. 26–33, 2019.

PEREIRA, M. A. B.; ALVES, W. dos S.; OLIVEIRA, L. D.; MORAIS, W. A.; LIMA, L. O.; NUNES, N. da C. Qualidade Hídrica da Cachoeira do Rio São Tomás, no Município de Rio Verde, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 01, p. 377–390, 2020.

RODGER B. BAIRD, CHAIR EUGENE W. RICE, A. D. E. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23. ed. Washington: Water Environment Federation, American Public Health Association, American Water Works Association, 2017.

SANTOS, G. O.; RIBEIRO, R. de L.; PARREIRA, T. P.; SILVA, D. F.; SILVA, K. A.; AZEREDO, C. F. Monitoramento da água em bacia hidrográfica com diferentes usos do solo no município de Rio Verde (GO). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR), v. 12, n. 1, p. 249–271, 2019.

SILVA, M. I.; GONÇALVES, A. M. L.; LOPES, W. A.; LIMA, M. T. V.; COSTA, C. T. F.; PARIS, M.; FIRMINO, P. R. A.; DE PAULA FILHO, F. J. Assessment of groundwater quality in a Brazilian semiarid basin using an integration of GIS, water quality index and multivariate statistical techniques. **Journal of Hydrology**, v. 598, jul. 2021.

SOARES, M. B.; TAVANTI, R. F. R.; RIGOTTI, A. R.; LIMA, J. P. de; FREDDI, O. da S.; PETTER, F. A. Use of cover crops in the southern Amazon region: What is the impact on soil physical quality? **Geoderma**, v. 384, p. 114796, 15 fev. 2021.

SOARES, S. S. **Modelagem da qualidade da água em um trecho do Rio dos Bois, Goiás**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Goiânia, 2018.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4a ed. Belo Horizonte: UFMG, 2011.