



ISSN 1677-0609

REVISTA

Pantaneira

V. 22 - 2023

Campus de Aquidauana - UFMS/CPAQ

Qualidade das águas superficiais em pequenas bacias hidrográficas da Costa Leste do Estado do Mato Grosso do Sul

Ana Carolina Fontanetti Pinto

André Luiz Pinto

Víncler Fernandes Ribeiro de Oliveira

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade das águas superficiais de três bacias hidrográficas da costa leste do estado do Mato Grosso do Sul, assentadas predominantemente em arenitos do Grupo Bauru, recobertas por Argissolos e Latossolos, e qual a influência dessas formações geológicas nos parâmetros físico-químicos de suas águas superficiais. Foram efetuadas amostragens em vinte e três pontos, nas três bacias, no período seco de abril a setembro (outono e inverno) de 2019, utilizando-se do laboratório de química da empresa Eldorado Brasil, unidade de Três Lagoas/MS, para realizar as análises. Os dados obtidos foram comparados com as classes de limitações de usos da água, conforme valores máximos permitidos - vmp, estabelecidos pelas resoluções nº 357/2005 do CONAMA. Os resultados indicaram que as águas superficiais possuem boa qualidade, porém também apresentam elevadas concentrações de ferro e alumínio, que nas três bacias estiveram acima do vmp, conforme resolução nº 357/2005, tendo as águas da bacia do Ribeirão das Cruzes as maiores concentrações.

Palavras-chave: Qualidade das águas superficiais. Bacias Hidrográficas. Equadramento CONAMA.

SURFACE WATERS QUALITY ON SMALL HYDROGRAPHIC BASINS OF THE EAST COAST OF THE MATO GROSSO DO SUL STATE

ABSTRACT

The present work aims to analyze the surface waters quality of three hydrographic basins of the east coast of the Mato Grosso do Sul state, mostly located on sandstones of the Bauru Group, covered by Argisols and Latosols, and what is the influence on these geological formations on the physical-chemical parameters of their surface waters. Samples were collected on twenty three points, in the three basins, during the dry period from april to september (autumn and winter) of 2019, using the chemistry laboratory of the company Eldorado Brasil, unit of Três Lagoas/MS, to perform the analysis. The data obtained was compared to the water use limitations classes, according to the maximum values allowed, established by CONAMA, Resolution no. 357/2005. The results indicated that the surface waters have good quality, but they also have high concentrations of iron and aluminum, that in the three hydrographic basins were above the maximum value stipulated by Resolution no. 357/2005, with the waters of the Ribeirão das Cruzes basin showing the highest concentrations.

Keywords: Surface water quality. Watersheds. CONAMA framework.

Introdução

A bacia hidrográfica deve funcionar a partir de uma dinâmica equilibrada de energia e matéria e é influenciada e interdependente de todos os elementos que constituem os subsistemas naturais, construído, socioeconômico e produtivo (PINTO, 2010).

Deste modo, a água que percorre todo o sistema hidrográfico, guarda características dos componentes deste complexo maior, criando intrínsecas conexões mútuas, sendo também regida por entradas e saídas de matéria e energia de fora do sistema bacia hidrográfica.

Portanto, a água dentre os elementos do sistema natural, depende não apenas da sua quantidade e sim cada vez mais de sua qualidade, da sua composição física, química e biológica, e dos processos bioquímicos nela marcantes.

Recentemente, o ferro e o alumínio, um elemento químico que até poucos anos recebia pouca importância, vem chamando a atenção dos pesquisadores, não por sua toxicidade e sim, pelos processos associados a ele, que comprometem a qualidade da água na natureza, para consumo humano e para a economia (HU et al., 2018; PONSADAILAKSHMI et al., 2018). Muitas vezes comprometendo os valores máximos permitidos para a qualidade natural das águas e para a sua potabilidade, como é o caso da condutividade elétrica, pH, potencial redox, cor, turbidez, entre outros.

As condições ideais para o surgimento de ferro nas águas superficiais parecem estar basicamente associadas a regiões tropicais úmidas com relevo suave e intensa alteração química (CLAUDINO, 2009).

As maiores concentrações de ferro total nas águas superficiais, também, são derivadas do carreamento e da lavagem dos solos, com destaque, segundo Prado (1995), para os Argissolos, que em sua composição apresentam elevadas concentrações de óxidos de ferro.

O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente é encontrado nas águas superficiais e sua concentração aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e à ocorrência de processos de erosão (MACEDO, 2003).

Ainda segundo Macedo (2003), para a determinação de Fe^{+2} , basta se adicionar a ortofenantrolina ($1,10 C_{12}H_8O_2$) e acetato de amônio às amostras e às diluições da solução-padrão de ferro (geralmente se emprega o sulfato ferroso amoniacal como solução-padrão), lendo-se o valor da absorvância correspondente no comprimento de onda adotado. Ocorrem, neste método, interferências de cor e turbidez e da presença de agentes oxidantes.

Quando se deseja determinar a concentração de ferro total ou de ferro trivalente, há a necessidade de se proceder à redução do Fe^{+3} a Fe^{+2} , antes da determinação espectrofotométrica propriamente dita. Esta redução é feita adicionando-se hidroxilamina em meio ácido ($NH_2OH + HCl$) à amostra, sob aquecimento em chapa, controlando-se a reação pela quantidade de amostra evaporada.

Segundo Marmontel e Rodrigues (2015), a preservação das matas ciliares em torno de rios e, sobretudo, em nascentes, favorece a boa qualidade da água nesses ambientes, pois altas concentrações de ferro total e de sólidos totais em suspensão em nascentes e rios podem estar associadas ao fato desses corpos hídricos não possuírem mata ciliar preservada, o que facilita o carreamento dos metais do solo para as águas superficiais. Emmett et al. (1994), vai mais longe ao afirmar que a mata ciliar em uma bacia hidrográfica reduz a concentração de ferro total em até 54%.

O ferro, apesar de não se constituir em um elemento tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e da proliferação de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Porém Freitas et al. (2001) alerta que metais na água são

absorvidos pelo organismo humano através do trato gastrointestinal, podendo ser afetada pelo pH, pelas taxas de movimentação no trato digestivo e pela presença de outros materiais; combinações particulares desses fatores podem contribuir para fazer a absorção de metais ser muito alta ou muito baixa no homem.

As águas que contém altas quantidades de ferro caracterizam-se por apresentar cor elevada e baixa turbidez (COSTA e SOUSA, 2007). A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, como algas, bactérias e plâncton em geral, entre outros (CETESB, 2011). Por essa razão, a ANA (2009) aponta como a principal fonte de turbidez a erosão dos solos e enfatiza que na época das chuvas, as águas pluviais trazem uma elevada quantidade de materiais sólidos para os corpos d'água, dentre eles o ferro.

A presença de ferro, dependendo das concentrações, pode propiciar uma coloração amarelada e turva à água, acarretando, ainda, um sabor amargo e adstringente, podendo levar o consumidor a buscar fontes alternativas e não tão seguras para consumo, quando há presença demasiada desses metais.

Teores elevados deste elemento são também encontrados, com maior frequência, em águas superficiais com matéria orgânica, nas quais o ferro se apresenta ligado ou combinado a ela, geralmente em estado coloidal (RICHTER e NETO, 1991).

Os sais ferrosos, bastante solúveis em água, são facilmente oxidados e formam hidróxidos férricos que tendem a flocular e depositar. Menciona-se que águas com ferro na forma ferrosa, são formas solúveis, que se não removidos formam óxidos amarronzados, alterando, assim, as características organolépticas da água.

O ferro é um nutriente essencial em doses baixas. No entanto, a exposição em longo prazo em doses concentradas pode ser prejudicial. A presença excessiva deste elemento em águas para abastecimento humano pode resultar em implicações operacionais (depósitos, incrustações, aparecimento de bactérias ferruginosas nocivas nas redes de distribuição), estéticas (aparecimento de gosto, odor e coloração na água, como também manchas em roupas e aparelhos sanitários) e até danosas à saúde do homem (insuficiência cardíaca, diabetes, cirrose e tumores hepáticos) (CHO, 2005; CHATURVEDI e DAVE, 2012; YUCE e ALPTEKIN, 2013).

A legislação vigente por meio da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA N°. 357/2005 e da Portaria do Ministério da Saúde – MS N°. 888/4/09/2021, estabelece $0,3 \text{ mg/Fe.L}^{-1}$ como o Valor Máximo Permitido – vmp para o quantitativo de ferro na rede de abastecimento. Assim, o monitoramento da qualidade das águas superficiais pautado em legislação é um importante instrumento de controle e monitoramento dos corpos hídricos (GUIMARAES et al., 2016 e SOUZA et al. 2020). Além disso, de acordo com Rodrigues e Pissarra (2007); Guimarães et al. (2016) e Souza et al. (2020) o enquadramento promove e fortalece a relação entre a gestão dos próprios recursos hídricos e do meio ambiente.

A esse respeito Dalla Villa (2010) em estudo da qualidade da água realizado em córrego no noroeste do Paraná verificou teor de ferro acima do valor máximo permitido - vmp pela Resolução n° 357/2005 do CONAMA em todas as amostras realizadas, sendo que o teor de ferro aumentou nas estações chuvosas.

Souza et al. (2020) também estudaram uma pequena bacia hidrográfica no estado do Mato Grosso do Sul, a do córrego Moeda, com mais de 50% de área ocupada por plantio de silvicultura do eucalipto em 2011 e 2012 para a produção de celulose, e constataram elevadas concentrações de ferro e de alumínio em suas águas superficiais.

Dalla Villa (2010), constatou que os maiores valores de ferro foram observados na estação da primavera, com valores oscilando entre 4,07 mg/L e 3,51 mg/L. Na primavera, também foi obtida a maior média entre as quatro estações do ano, com 1,63 mg/L. Este fato

deve-se provavelmente ao início das chuvas após o inverno seco, sendo que a vegetação não retomou o seu vigor, tornando-se menos eficiente na proteção ao solo, acentuando o carreamento de sedimentos pelo escoamento superficial e subsuperficial, bem como pela lixiviação.

Em conjunto aos citados, outros trabalhos também têm buscado instituir metodologias de análise e enquadramento dos corpos hídricos utilizando a legislação vigente como em Calmon et al. (2016), Guimarães et al. (2016), Amorim et al. (2017) e Reis et al. (2017), evidenciando a importância deste procedimento para a boa gestão dos recursos hídricos.

Ciente das crescentes ameaças às quais as águas superficiais do Cerrado brasileiro estão sujeitas, e sendo o ferro e o alumínio, importantes desqualificadores de sua qualidade físico-química, elaborou-se o presente trabalho, que tem como objetivo avaliar a qualidade das águas superficiais de três pequenas bacias hidrográficas na costa leste do estado do Mato Grosso do Sul, nos municípios de Aparecida do Taboado, Selvíria e Três Lagoas, no período seco de 2019 (inverno) e úmido de 2020 (verão) e averiguar a importância do ferro e do alumínio, na sua qualidade. Bacias estas ocupadas pela pecuária extensiva de corte e sob a influência do crescimento da silvicultura, que pressionam áreas remanescentes de cerrado.

Materiais e Métodos

O presente trabalho decorre de pesquisa realizada em parceria com a empresa Eldorado Brasil, na costa leste do estado do Mato Grosso do Sul, abrangendo três pequenas bacias hidrográficas: as dos córregos Urutú, afluente do ribeirão Pântano, que deságua no rio Paraná, do Bebedouro, afluente direto do Paraná e do ribeirão das Cruzes, afluente do rio Sucuriú que, por sua vez, deságua no rio Paraná (Figura 1).

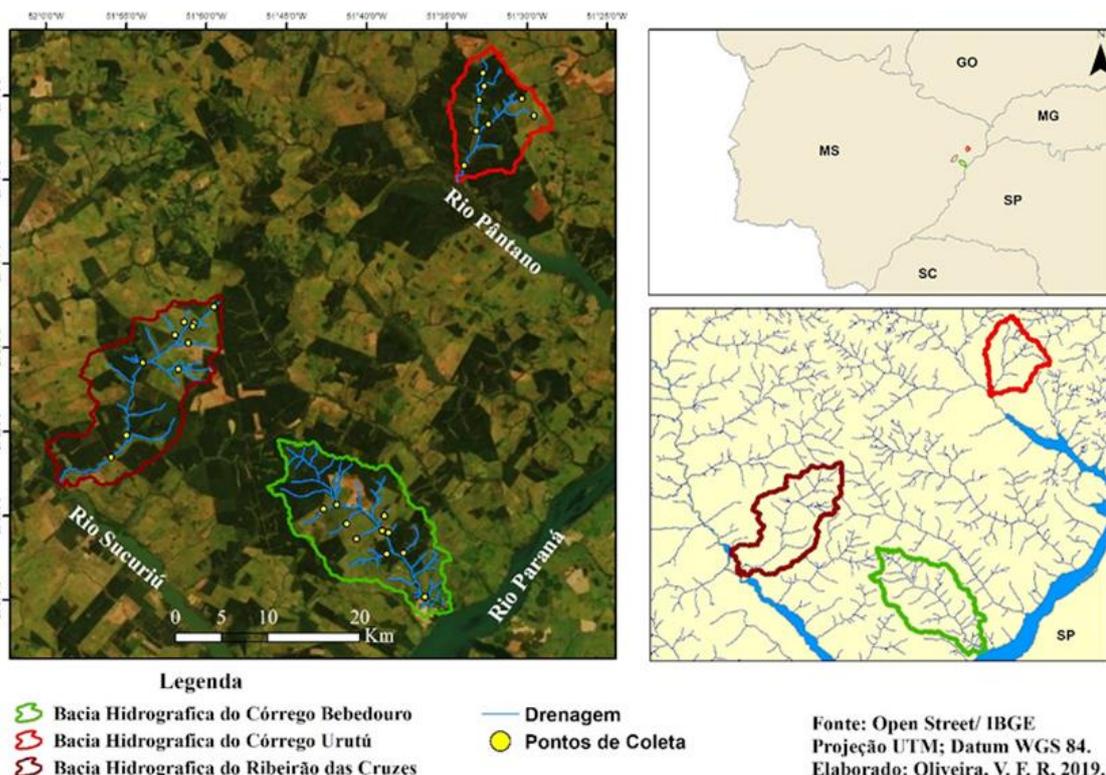


Figura 1. Localização das bacias hidrográficas dos córregos Bebedouro e Urutú, e do Ribeirão das Cruzes monitoradas no inverno de 2019 e verão de 2020/MS. **Fonte:** Os próprios autores.

A bacia hidrográfica do Córrego Bebedouro (BHCB) localiza-se entre as coordenadas geográficas de 20° 24' 57" S e 20° 36' 12" S e 51° 48' 55" O e 51° 32' 40" O, limitando-se entre os municípios de Selvíria e Três Lagoas, no Mato Grosso do Sul - MS, com área de 200,04 km².

A bacia hidrográfica do córrego Urutú (BHCU), posiciona-se entre os quadrantes 20° 02' 26" e 20° 10' 22" de latitude S e 51° 36' 86" e 51° 27' 24" O de longitude O, no município de Aparecida do Taboado /MS, com área de 99,45 km².

Já a bacia hidrográfica do Ribeirão das Cruzes (BHRC), situa-se entre as coordenadas 20°15' 36" e 20°30' 33" de latitude S e 52° 05' 05" e 51°45' 58" de longitude O, no município de Selvíria/MS, em área estimada de 208,63 km².

Foram efetuadas amostragens nas três bacias, totalizando trinta e oito pontos, sendo dez no córrego Bebedouro, oito no córrego Urutú e dez no ribeirão das Cruzes, utilizando-se os critérios de confluências, diversidade de uso, cobertura e manejo da terra e de alto, médio e baixo curso, bem como acesso a essas áreas (Figura 1). As mensurações em campo, dos parâmetros de pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, potencial redox, cor, turbidez, sólidos dissolvidos e sólidos totais, foram realizadas no inverno (setembro) de 2019 e no verão (fevereiro) de 2020, em algumas estações, vários pontos monitorados encontravam-se secos.

Quadro 1. Parâmetros, equipamentos e métodos utilizados para análise da qualidade das águas superficiais do ribeirão das Cruzes, córrego Bebedouro e córrego Urutú /MS.

Parâmetros	Unidade	Equipamento	Método
pH		Horiba U50	Eletrométrico
Oxigênio Dissolvido	mg/L		Espectrofotométrico
Condutividade Elétrica	µS/cm		Eletrométrico
Ferro total	ppm	DR 2800	Espectrofotométrico
ORP	mV	Horiba	Espectrofotométrico
Cor	Pt/Co	DR 2800	Espectrofotométrico
Alumínio	mg/L	DR 2800	Espectrofotométrico
Turbidez	NTU	Horiba U50	Espectrofotométrico
Sólidos Dissolvidos Totais - TDS	mg/L		Eletrométrico
Sólidos Suspensos Totais - TSS	mg/L	DR 2800	Gravímetro

Fonte: Os próprios autores.

Utilizou-se para o monitoramento, os métodos e equipamentos descritos no (Quadro 1) e para os ensaios foram realizados nos laboratórios de química analítica da empresa Eldorado Brasil, unidade de Três Lagoas/MS, para a realização dos ensaios complementares.

Para a avaliação da qualidade das águas doces superficiais das bacias hidrográficas, Ribeirão das Cruzes, Córrego Bebedouro e Córrego Urutú (BHCU), analisadas e seu enquadramento foram utilizadas as classes de limitações de usos da água, conforme valores máximos permitidos, estabelecidos pelas resoluções 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA e a Portaria do Ministério da Saúde do Brasil nº 888/2021 (Quadros 2 e 3), utilizando-se dos métodos e equipamentos sugeridos por Pinto et al. (2010) (Quadro 1).

Quadro 2. Classes de enquadramento da qualidade das águas superficiais das bacias monitoradas.

Parâmetros	Unidade	Classes do CONAMA					Portaria MS 888/2021
		Especial	1	2	3	4	
Alumínio	mg/L						0,2
Condutividade	µS/cm	Até 50,0	50,0 a 75,0	75,0 a 100,0	100,0 a 150,0	+150,0	----
Cor	Pt/Co	Cor natural do corpo de água	Cor natural do corpo de água	Até 75,0	75,0 a 100,0	+100,0	15,0
Ferro Total	mgFe.L ⁻¹	Até 0,3	Até 0,3	0,3 a 0,4	0,4 a 0,5	+0,5	0,3
Oxigênio Dissolvido	mg/L	+10,0	10,0 a 6,0	6,0 a 5,0	5,0 a 2,0	-2,0	
pH		6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Potencial Redox - ORP	mV	0,0 a 300,0	300 a 400	400 a 500	500 a 600	+600	----
Sólidos Dissolvidos Totais – TDS	mg/L	0,0 a 200,0	200 a 300	300 a 400	400 a 500	+500	500,0
Sólidos Suspensos Totais - TSS	mg/L	Até 500,0	+500,0	----	-----	----	500,0
Turbidez	NTU	Até 40,0	Até 40,0	40,0 a 70,0	70,0 a 100,0	+100,0	5,0

Fonte: Resoluções 357/05 do CONAMA e a Portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021.

Quadro 3. Classes de enquadramento das águas superficiais doces e suas recomendações de uso, segundo resolução CONAMA 357 de 2005.

Classes	Recomendações de uso das águas
Especial	Consumo humano com desinfecção; Preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I	Consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho) Resolução CONAMA nº. 274, de 2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
II	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Resolução CONAMA nº. 274, de 2000, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca.
III	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.
IV	Navegação e à harmonia paisagística

Fonte: Resolução nº. 357 do CONAMA de 17/03/2005.

Resultados e Discussão

Bacia hidrográfica do córrego Bebedouro - BHCB

Os parâmetros físico químicos da bacia hidrográfica do córrego Bebedouro - BHCB (Tabela 1), mostram que dos dez pontos amostrados no inverno de 2019, cinco foram acima do valor máximo permitido - vmp de ferro total, que é de 0,5 mg/L (CONAMA, resolução 357/05) (Figura 2 e Tabela 1). Por essa razão os pontos um, cinco, sete, oito e dez receberam o enquadramento da classe IV. Com exceção do ponto oito, todos os demais estão localizados em áreas ocupadas pela pastagem. O ponto cinco, registro a maior concentração de ferro total, com 2,48 mg/L, assentado sobre arenitos da Formação Santo Anastácio e argisolos, que são ricos em ferro, como salientam PRADO (1995) e SOUZA (2020).

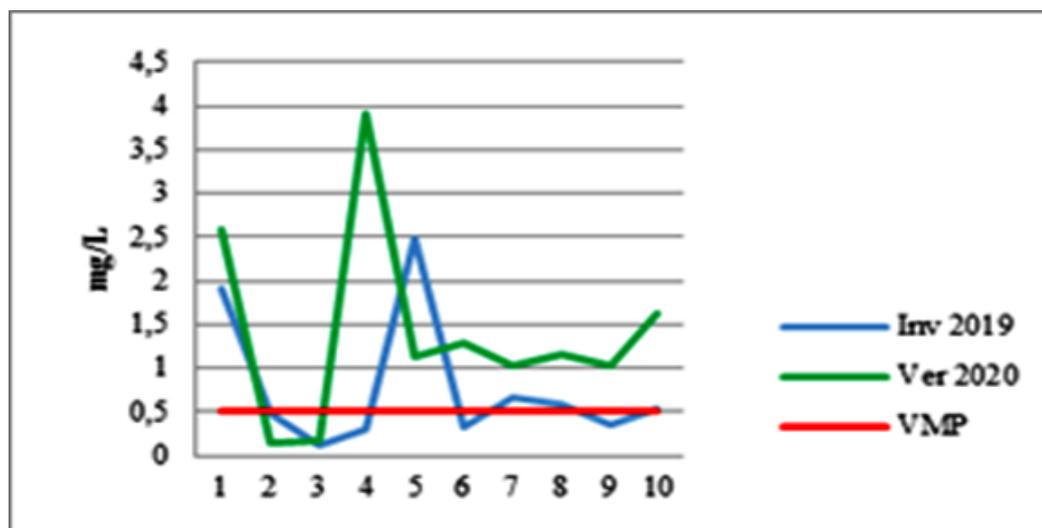


Figura 2. Concentrações de ferro total na BHCB, no inverno de 2019 e verão 2020. **Fonte:** Os próprios autores.

As concentrações de ferro total aumentaram em muito no verão de 2020 na BHCB, pois dos dez pontos analisados, oito eram acima do vmp (Figura 2). Tendo no ponto quatro a maior concentração, a maior mensurada na amostragem na bacia 3,9 mg/L, que também assenta-se sobre os arenitos do Santo Anastácio, recobertos por argisolos, porém possui a sua margem direita ocupada com silvicultura de eucalipto e sua margem esquerda, por pastagens (Figura 3).

A bacia possui 96,59% do seu substrato rochoso, da Formação Santo Anastácio e apenas 3,41% de basaltos da Formação Serra Geral (Figura 3).

O Grupo Bauru, no qual pertence o Santo Anastácio, se destaca por arenitos marrons avermelhados a arroxeados, com granulometria fina a média, recobertos por película limonítica, portanto rica em ferro (IPT, 1981).

Valones et al. (2018) salienta que elevados índices de Fe podem estar relacionados até mesmo com a presença de matéria orgânica e fragmentos geológicos (LI et al., 2016; VALONES, 2018).

As concentrações de ferro foram acompanhadas pela condutividade elétrica cor, e em menor proporção pelo alumínio. Lembrado que estes solos de cerrado são muito ricos em alumínio, que provocam a tortuosidade de sua vegetação. Silva Júnior et al. (1987) encontraram correlação positiva entre os teores de alumínio com altura, densidade, tortuosidade e área basal da vegetação de cerrado.

Apenas no inverno no ponto oito, que se verificou baixa concentração de OD, nos demais pontos ao longo dos dois períodos, as concentrações forma elevadas. No ponto oito, as

razões possíveis são as concentrações de ferro, a ocorrência de muita matéria orgânica e o crescimento dos processos de óxido redução (Tabela 1).

Tabela 1. Concentrações dos parâmetros físico-químicos da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bebedouro - BHCB, Três Lagoas e Selvíria/MS.

Período seco, Inverno de 2019										
Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	7,16	6,29	6,04	6,84	7,02	6,65	6,1	6,80	6,88	7,16
OD (mg/L)	7,02	9,14	8,52	9,85	8,01	12	6,29	4,2	13,78	7,01
CE (µS/cm)	74,4	24,5	16,66	29,6	16,7 5	10,24	9,88	22,3	22,9	26,9
Alumínio (mg/L)	1,4	1,25	1,08	0,14	1,99	0,11	0,44	0,62	1,41	0,71
Ferro Total (mgFe.L⁻¹)	1,90	0,48	0,11	0,31	2,48	0,33	0,67	0,58	0,34	0,53
ORP	384	391	400	389	377	454	398	423	34	332
Cor (Pt/Co)	100	22	12	23	104	26	61	47	51	49
Turbidez (NTU)	7,11	1,04	0,63	1,92	7,63	1,32	6,11	3,65	2,85	3,96
TDS (mg/L)	37,3	12,26	8,33	14,81	8,38	5,12	4,94	11,15	11,47	13,4 7
TSS (mg/100ml)	0	3	0	0	7	0	0	1	0	0
Período úmido, Verão de 2020										
Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	6,75	6,46	6,22	5,92	6,66	6,23	6,48	6,29	6,47	6,54
OD (mg/L)	10,9 8	10,23	10,98	9,05	10,7 2	8,66	9,76	8,76	10,11	9,90
CE (µS/cm)	150	1266	1544	194	189	204	192	203	192	188
Alumínio (mg/L)	6,94	0,51	0,49	3,87	0,69	0,38	0,59	0,58	0,99	1,53
Ferro total (mgFe.L⁻¹)	2,60	0,14	0,18	3,90	1,12	1,28	1,02	1,17	1,02	1,63
ORP	374	399	400	359	397	459	398	453	386	372
Cor (Pt/Co)	602	44	29	485	92	58	143	85	132	197
Turbidez (NTU)	30,9	20,7	5,0	27,4	7,3	2,2	8,6	8,2	4,90	11,2
TDS (mg/L)	18,7 5	9,43	6,71	7,1	22	4,01	8,57	4,54	6,97	11,7 9
TSS (mg/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solos	Latossolo			Argissolo						Latos- solo
Geologia	Santo Anastácio									

Fonte: Os próprios autores.

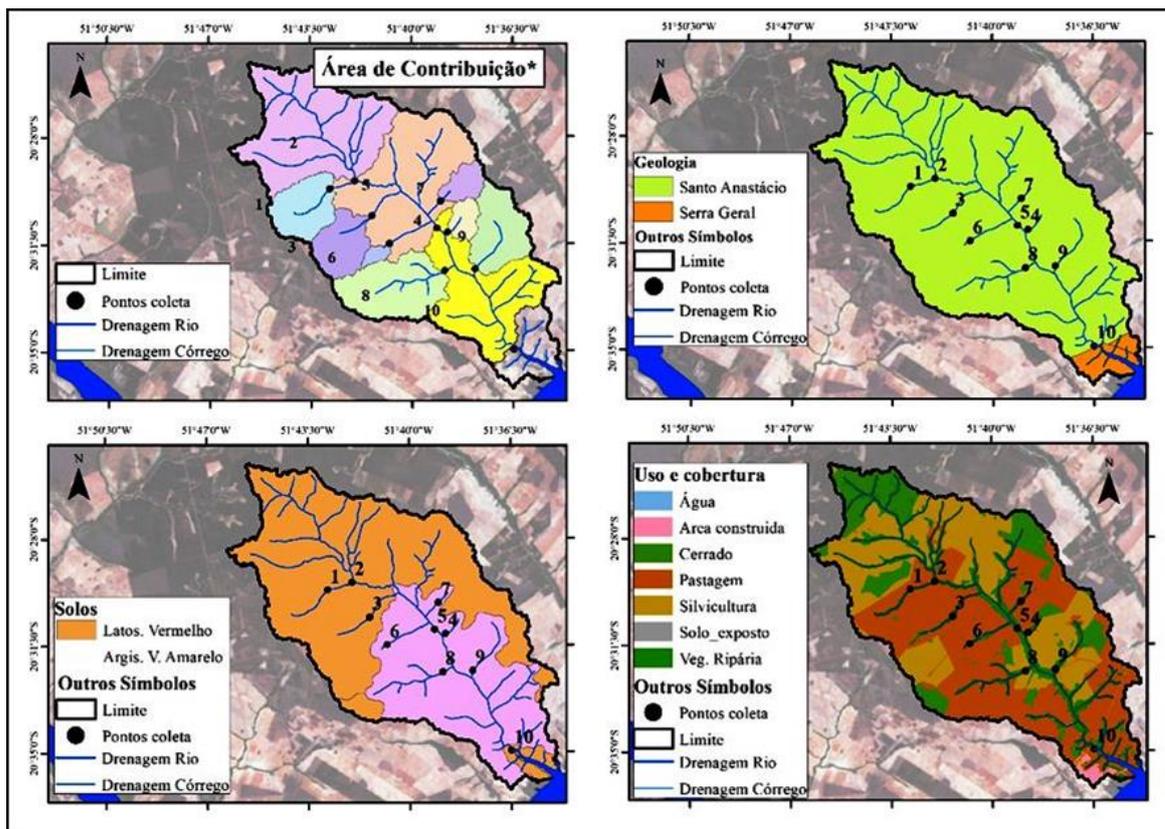


Figura 3. Mapa geológico, de solos e de uso e de cobertura da terra da bacia hidrográfica do córrego Bebedouro – BHCB, Três Lagoas e Selviria/MS, em 2020. **Fonte:** Os próprios autores.

Bacia hidrográfica do córrego Urutú - BHCU

Dos cinco pontos amostrados na BHCU, apenas os pontos quatro e seis apresentaram concentração acima do vmp, no inverno de 2019, com respectivamente 0,62 e 0,66 mg/L. Já no verão de 2020, todos os pontos ficaram acima, registrando-se o elevado valor de 11,65 mg/L no ponto seis, o maior até então mensurado na bacia (Figuras 4 e 5, e na Tabela 2).

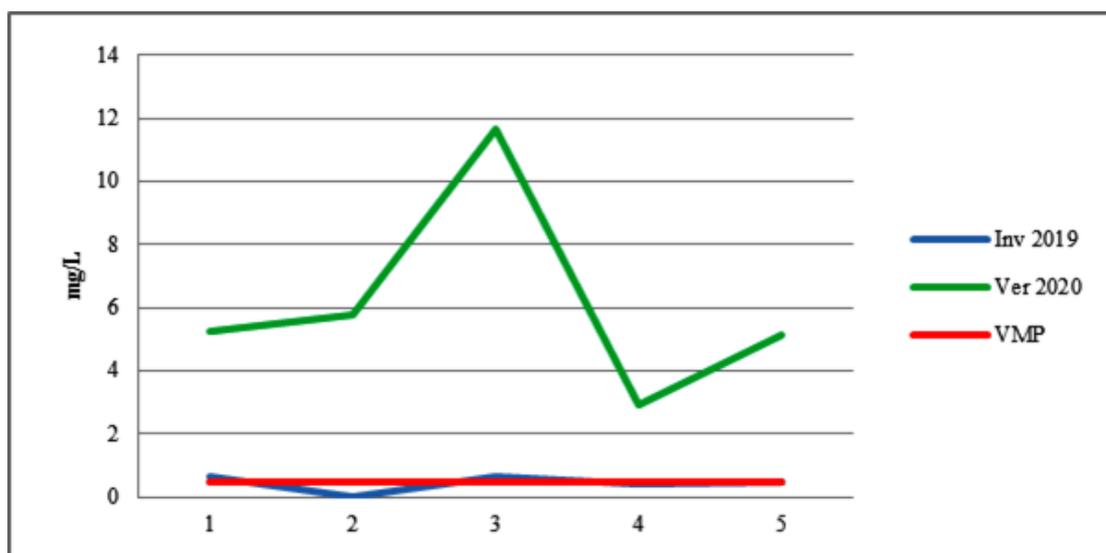


Figura 4. Concentrações de ferro total na BHCU, no inverno de 2019 e verão de 2020. **Fonte:** Os próprios autores.

Este ponto está localizado no médio curso da bacia, em um afluente da margem esquerda, em seu baixo curso, em área de silvicultura, em ambas as margens. Como no período antecedente a coleta não foi efetuada nenhum manejo nessa cultura, como também não ocorreu nenhuma precipitação, não encontrou-se explicação para tal alteração na concentração de ferro total.

Outro detalhe que chamou a atenção foi que nesta bacia não foi verificada correlação do ferro total, com o potencial redox, apenas com o alumínio no inverno e no verão com a cor. Permanecendo elevadas as concentrações de OD e baixas a de CE e turbidez, como apontou (COSTA e SOUSA, 2007) (Tabela 2).

Os solos Latossolo e Argissolo são derivados do substrato rochoso da formação Santo Anastácio (76,52%), assim como no Bebedouro, e do Vale do Rio do Peixe (23,06%), ambos originados do grupo Bauru (Figura 5). O ponto seis em ambas as estações e os pontos sete e oito no inverno tiveram elevadas concentrações de ferro, acima do vpm e assenta-se sobre latossolos, contrariando a constatação de Prado (1995). Porém Schwertmann e Herbillon (1992) e Franca (2019), salientam que nos latossolos a presença de óxido de ferro, também é presentes em sua fração argila.

Tabela 2. Concentrações dos parâmetros físico químicos da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Urutú - BHCU, Aparecida do Taboado/MS.

Período seco, Inverno de 2019								
Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	*	*	*	6,59	*	5,64	5,91	6,36
OD (mg/L)	*	*	*	9,62	*	10,5	10,54	10,43
CE (µS/cm)	*	*	*	18,97	*	22,4	17,6	22,6
Alumínio (mg/L)	*	*	*	2,13	*	2,31	1,43	1,53
Ferro total (mgFe.L ⁻¹)	*	*	*	0,62	*	0,66	0,42	0,47
ORP	*	*	*	236	*	72	226	175
Cor (Pt/Co)	*	*	*	192	*	45	43	43
Turbidez (NTU)	*	*	*	21,4	*	7,36	3,19	5,66
TDS (mg/L)	*	*	*	9,49	*	11,19	8,8	11,29
TSS (mg/100ml)	*	*	*	3	*	2	0	4
Período úmido, Verão de 2020								
Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	*	*	*	5,85	6,29	5,86	6,14	6,3
OD (mg/L)	*	*	*	10,26	10,3	10,58	9,97	9,93
CE (µS/cm)	*	*	*	11	39	51	22	22
Alumínio (mg/L)				0,18	0	0,18	0,04	0,47
Ferro Total (mgFe.L ⁻¹)	*	*	*	5,28	5,77	11,65	2,90	5,12
ORP	*	*	*	36	232	16	307	334
Cor (Pt/Co)	*	*	*	712	332	412	178	284
Turbidez (NTU)	*	*	*	8,5	10,4	10,5	9,3	36,5
TDS (mg/L)	*	*	*	19,75	24,7	12,65	10,75	11,15
TSS (mg/100ml)	*	*	*	45	16	0	0	1
Solos	Argissolo				Latossolo			Planossolo
Geologia	Santo Anastácio							

Legenda: * Seco. Fonte: Os próprios autores.

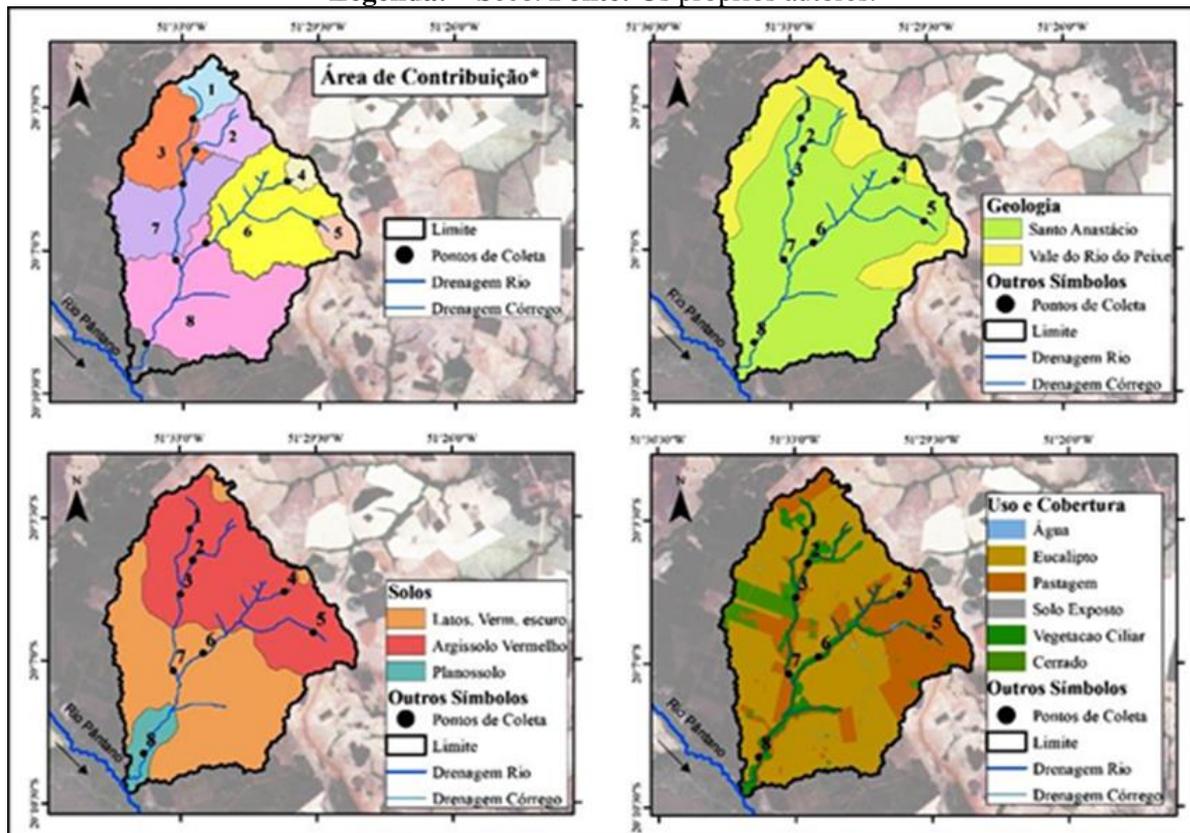


Figura 5. Mapa geológico, de solos e de uso e cobertura da terra da hidrográfica do córrego Urutú – BHCU, Aparecida do Taboado/MS, em 2020. **Fonte:** Os próprios autores.

Bacia hidrográfica do Ribeirão das Cruzes - BHRC

Os dados mensurados na bacia hidrográfica do Ribeirão das Cruzes – BHRC (Tabela 3 e Figura 6), apontam que dos sete pontos amostrados, apenas três apresentaram concentração de ferro acima do vmp em ambas as estações, porém em pontos diferentes (Figura 6). Sendo o ponto seis, o único acima do vmp no inverno de 2020 e com a maior concentração de ferro total, com 5,29 mg/L. Lembrando-se que os dados de verão, coletados nessa bacia foram só realizados no início de agosto de 2020.

A bacia também apresenta como unidade geológica predominante o grupo Bauru e suas formações, os arenitos do Santo Anastácio (79,93%) e do Vale do Rio do Peixe (20,07%) condição natural de concentração de ferro, sobretudo do Santo Anastácio (Figura 7).

Na BHRC ocorre o predomínio da silvicultura (57,22%), seguido pelas pastagens (28,01), contudo a silvicultura é cultivada e manejada, com grande controle de proteção do solo, acompanhada de forte certificação ambiental nacional e internacional. E suas estradas recebem práticas conservacionistas eficientes, como terraços, caixas de retenção e cascalha mento periódico, não se verificando feições erosivas causadas por ela. Fato este que não ocorre com as áreas ocupadas com a pecuária extensiva de corte na bacia, gerando degradações ambientais, como preconiza Macedo (1997 e 2001) e comprometimento dos mananciais hídricos (VANZELA et al. 2009).

Esta as concentrações de ferro, influenciaram pouco na cor, no OD e na CE, em ambas as estações. O ORP, o potencial redox foi mais expressivo no verão de 2020 e tiveram boa correlação com os pontos de elevada concentração de ferro total. O OD ficou mais baixo no

ponto três, no inverno de 2019, devido ao grande acúmulo de matéria orgânica, porém não influenciou no CE, pH e na cor (Tabela 3).

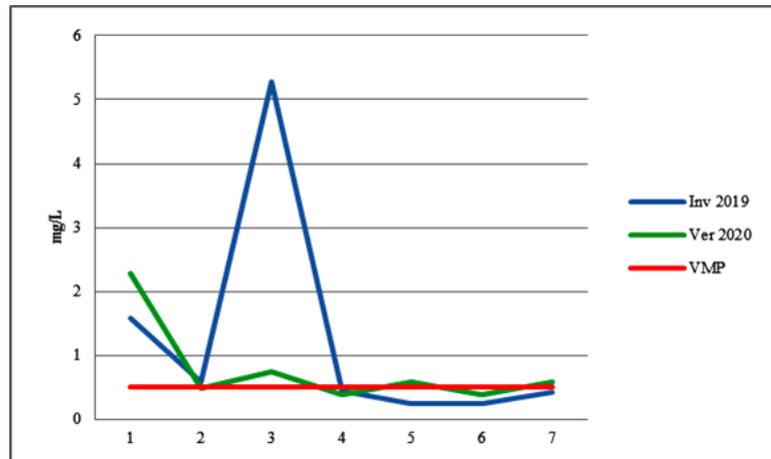


Figura 6. Concentrações de ferro total na BHRC, no inverno de 2019 e verão 2020. **Fonte:** Os próprios autores.

Tabela 3. Concentrações dos parâmetros físico químicos da qualidade das águas superficiais da bacia do Ribeirão das Cruzes - BHRC, Selviria/MS.

Período seco, Inverno de 2019											
Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
pH	*	*	6,96	*	6,05	6,84	6,75	6,76	6,92	6,96	
OD (mg/L)	*	*	3,87	*	8,89	7,09	9,34	8,21	8,08	9,67	
CE (µS/cm)	*	*	45,3	*	52,2	37,5	47,4	42,9	42,5	40,1	
Ferro Total (mgFe.L ⁻¹)	*	*	1,59	*	0,58	5,29	0,44	0,25	0,24	0,42	
ORP	*	*	425	*	425	486	431	424	332	382	
Cor (Pt/Co)	*	*	83	*	41	502	34	46	43	44	
Turbidez (NTU)	*	*	10,3	*	3,51	39	3,66	4,58	4,38	3,78	
TDS (mg/L)	*	*	12,8	*	17,8	12,0	20,1	22,4	23,7	2,43	
TSS (mg/100ml)	*	*	0	*	0	20	0	0	0	0	
Período úmido, Verão de 2020.											
Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
pH	*	*	6,82	*	6,72	*	6,48	6,53	6,67	6,71	
OD (mg/L)	*	*	9,88	*	10,3	*	9,99	10,0	10,45	10,01	
CE (µS/cm)	*	*	54,7	*	62,7	*	55,5	50,7	46,7	46,7	
Ferro Total (mgFe.L ⁻¹)	*	*	2,28	*	0,49	*	0,75	0,39	0,59	0,59	
ORP	*	*	160	*	232	*	270	195	241	240	
Cor (Pt/Co)	*	*	107	*	83,0	*	47	49	61	61	
Turbidez (NTU)	*	*	11,7	*	7,43	*	4,64	4,76	4,44	4,44	
TDS (mg/L)	*	*	24,5	*	23,4	*	25,4	27,8	27,3	31,4	
TSS (mg/100ml)	*	*	0	*	0	*	1	2	0	0	
Solos	latos-solo	argissolo				latos-solo	argis-solo	latossolo			
Geologia	Vale do Rio do Peixe					Santo Anastácio					

Legenda: * Seco. **Fonte:** Os próprios autores.

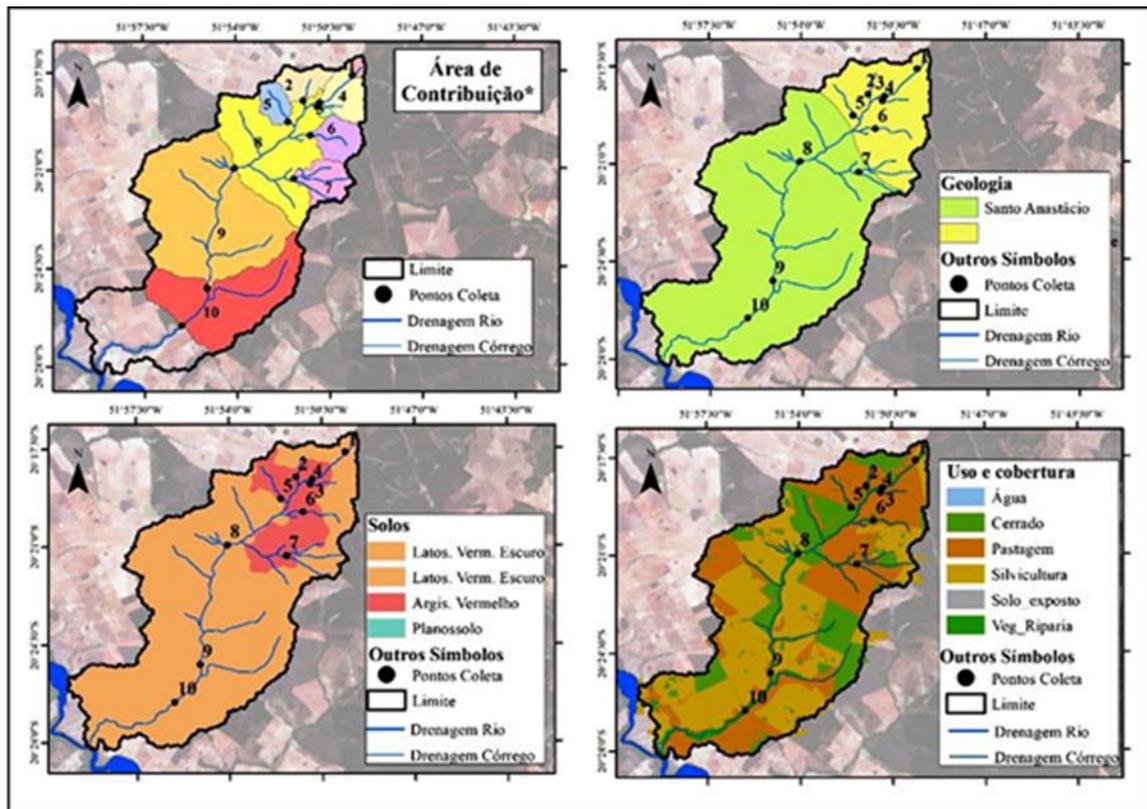


Figura 7. Mapa geológico, de solos e de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Ribeirão das Cruzes - BHRC, Selviria/MS, em 2020. **Fonte:** Os próprios autores.

A alegação de Prado (1995) de que os argissolos sempre apresentam elevadas concentrações de óxidos de ferro, não é válida para as bacias hidrográficas do córrego Bebedouro e do Ribeirão das Cruzes, apenas para a do Urutú. Os argissolos na área das três bacias caracterizam-se, segundo a Embrapa (2014), por possuírem profundidade variada, serem de fortemente a fracamente drenados e incremento de argila no horizonte para o horizonte B. O mapa geológico mostra que são derivados, das formações geológicas do grupo Bauru, com destaque para os arenitos da Formação Santo Anastácio.

Outra preocupação é apontada Pathak et al. (1994), ao salientar que a natureza geoquímica do solo é importante fator causal de poluição por metais, particularmente em fontes de águas subterrâneas. Metais pesados em água persistem por mais tempo que poluentes e percolam da superfície para a camada subterrânea. Ou seja, a constatação de altas concentrações em águas superficiais é um bom indicativo que as águas subterrâneas também estão sendo contaminadas e a origem é pedogeológica.

Interessante ressaltar que todos os pontos enquadrados na classe IV da resolução 357/2005 do CONAMA, pela concentração de ferro total, possuem outros fatores em comum, além de elevadas concentrações de alumínio e da cor, como o embasamento geológico, proximidade de extensas áreas de pastagens (Tabela 3 e Figura 7).

Segundo Freitas et al. (2001) existe um considerável debate entre pesquisadores médicos que apontam o alumínio como causa da maior incidência de Alzheimer, que é uma doença cerebral degenerativa de etiologia desconhecida caracterizada pela presença de um grande número de estruturas neurofibrilares e placas senis em certas regiões do cérebro (Perl, 1988). Além disso, o alumínio é um composto neurotóxico que, em longo prazo, pode causar encefalopatia grave em pacientes que sofrem diálise renal, podendo levar a distúrbios neurológicos.

Em virtude da presença de alumínio em água ser mais prontamente disponível para absorção biológica que outras fontes, constata-se que o alumínio em água potável teria um efeito desproporcional sobre o mal de Alzheimer (REIBER et al., 1995).

A quebra da normalidade das precipitações, que no período oscilaram de 188,4 mm em agosto de 2019, mês normalmente seco, a apenas 23,9 mm, em fevereiro de 2020, mês normalmente chuvoso, a maior contribuição das águas subterrâneas no verão de 2020, aliado a falta de manejo da terra das pastagens e a ausência ou rala vegetação riparia, contribuíram para o aceleração do escoamento superficial, da erosão e da lixiviação dos solos e seu carreamento para os corpos hídricos, no mês seco de agosto, contribuindo, sobretudo com o aumento dos metais pesado e da cor, nas águas superficiais das bacias.

Considerações Finais

Nota-se, portanto que nas três bacias analisadas, apesar de suas proximidades, similaridades climáticas e geológicas, têm-se a presença do ferro total e do alumínio, em concentrações elevadas, sobretudo na BHCU, acima do valor máximo permitido pela resolução 357/2005 do CONAMA e Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde.

A maior concentração de ferro total ocorreu no verão de 2020, no ponto seis, localizado no baixo curso do principal afluente pela margem esquerda, no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Urutú, com 11,65 mgFe.L⁻¹, em terrenos da formação Santo Anastácio, recoberto por latossolo, ocupados pela silvicultura de eucalipto para a produção de celulose.

Realmente como salienta Costa e Sousa (2007), as grandes concentrações de ferro influenciaram na qualidade da água, em especial na cor, condutividade elétrica, turbidez e nas de concentração de alumínio. Porém sem grandes alterações no OD, que é o clássico indicador de águas superficiais (PINTO et al., 2009; 2010) e na condutividade elétrica, gerados por reações que o ferro faz com os outros elementos químicos e físicos, que compõem as águas superficiais das bacias e propiciam processos, que podem influenciar sobremaneira na qualidade das águas, nos domínios dos cerrados brasileiros e lhe conferir limitações de uso múltiplo.

Referências bibliográficas

AMORIM, D. G.; CAVALCANTE, P. R. S.; SOARES, L. S.; AMORIM, P. E. C. Enquadramento e avaliação de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 251-259, Mar-Abr, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s141341522016131212>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/2016nahead/1809-4457-esa-S141341522016131212.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2021.

ARAUJO, M. C. de; OLIVEIRA, M. B. M. de. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 3, p. 247-257, 2013. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1192>.

BIAS, E. S.; BARBOSA, F. L. R.; BRITES, R. S. Emprego de imageamento passivo na análise da variabilidade espacial da turbidez no espelho d'água do Lago Paranoá, Distrito Federal. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 55-64, jan./mar. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/3wPQn63Lt6LG39bgKWszWGH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 de maio de 2021.

BRASIL Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Resolução 357/2005, de 13 de maio de 2011. Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais no Brasil. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU n 92, de 13 de maio de 2011, Seção 1, 89. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acesso em: 13 de março de 2020.

_____. Portaria da Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da

Pinto, Ana Carolina Fontanetti; Pinto, André Luiz; Olliveira, Víncler Fernandes Ribeiro de. *Qualidade das águas superficiais em pequenas bacias hidrográficas da Costa Leste do Estado do Mato Grosso do Sul*. Revista Pantaneira, V. 22, UFMS, Aquidauana-MS, 2023.

Saúde. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0002_03_10_2017.html. Acesso em 23 de março de 2020.

CALMON, A. P. S.; SOUZA, J. C.; REIS, J. A. T.; MENDONÇA, A. S. F. Uso combinado de curvas de permanência de qualidade e modelagem da autodepuração como ferramenta para o suporte ao processo de enquadramento de cursos d'água superficiais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p.118-133, Jan-Mar, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v21n1.p118-133>. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/188/8fc8d42036e1bccaff3687254d06851b_f16c6fd5e354adad65e01262ad2f4c34.pdf. Acesso em 15 de maio de 2021.

CLAUDINO, C. R. Avaliação da eficiência na remoção de ferro e manganês em estação de tratamento de água pelo método de flotação por ar disperso. Estudo de caso: ETA da comunidade Praia Paraíso. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

CHATURVEDI, S.; DAVE, P. N. Removal of iron for safe drinking water. **Desalination**, v. 303, n. 1, p. 1-11, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2012.07.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916412003633?via%3Dihub>. Disponível em: Acesso em 12 de março de 2021.

CHO, B. Iron removal using an aerated granular filter. **Process Biochemistry** v. 40, n.1, p. 3314-3320, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2005.03.031>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359511305001595?via%3Dihub>. Acesso em: 19 de julho de 2021.

COSTA, O. S.; SOUZA, A. R. **Análise da Água – Métodos Analíticos Físico-químicos e Biológicos**. Goiânia. GO. UFG. 2007.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Cerrados. **II Plano Diretor Embrapa Cerrados 2000-2003**. Planaltina: Embrapa Cerrados, v. 32, n. 1, 32p, 2002. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/562419>. Acesso em: 23 de agosto de 2020.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, Embrapa Solos 4ª edição, 374p., 2014.

EMMETT, B. A.; HUDSON, J. A.; COWAR, D. P. A.; Reynolds, B. The impact of a riparian wetland on stream water quality in a recently afforested upland catchment. **Journal of Hydrology**, v. 162, n. 3-4, p.171-181, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(94\)90235-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(94)90235-6). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/FLjzsqWFfts4TQ46hshcSCJ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 18 de setembro de 2021.

ESRI ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2018.

FRANCA, A. B. C. Assinatura magnética e espectral na estimativa de elementos potencialmente tóxicos em solos tropicais. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) Universidades Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, 2018, 78p. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/183569/fran%C3%A7a_abc_me_jabo.pdf?sequence=3. Acesso em 23 de abril de 2021.

FRANČIŠKOVIĆ-BILINSKI S.; CUCULIĆ V.; BILINSKI H.; HÄUSLER H.; STADLER Ph. Geochemical and stable isotopic variability within two rivers rising under the same mountain, but belonging to two distant watersheds. **Chemie der Erde-Geochemistry**, v. 73, p. 293-308, 2013.

FREITAS, M. B. de; OGENIS M. B.; LIZ M. de A. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 17(3):651-660, mai-jun, 2001.

GUIMARÃES, B.O.; REIS, J.A.T.; MENDONÇA, A.S.F.; AKABASSI. Análise probabilística de parâmetros de qualidade da água para suporte ao processo de enquadramento de cursos d'água. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 21, n.4, OUT-DEZ, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/s141341522016143190>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/QCgRBbb6VxNnBnmFh7KDvKv/?lang=pt>. Acesso em 20 de dezembro de 2021.

HU, J.; DONG, H; XU, Q.; LING, W.; QU, J.; QIANG, Z. Impacts of water quality on the corrosion of cast iron pipes for water distribution and proposed source water switch strategy. **Water Research** v.129, n. 1, p. 428-435, OUT, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.10.065>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29179122/>. Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

Pinto, Ana Carolina Fontanetti; Pinto, André Luiz; Olliveira, Víncler Fernandes Ribeiro de. *Qualidade das águas superficiais em pequenas bacias hidrográficas da Costa Leste do Estado do Mato Grosso do Sul*. Revista Pantaneira, V. 22, UFMS, Aquidauana-MS, 2023.

INMET Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/page&page=estacoesDoAno>. Acesso em: 20 abril de 2021.

IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, São Paulo: IPT, v.2, 260p., 1981. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/mapa-geologico-do-estado-de-sao-paulo-escala-1500-000/oclc/46749514>. Acesso em: 21 de novembro de 2021.

LI, M.; LIU, Z.; CHEN, Y.; HAI, Y. Characteristics of iron corrosion scales and water quality variations in drinking water distribution systems of different pipe materials. **Water Research** v. 106, n1, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.10.044>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330190655_Characteristics_of_pipe_corrosion_scales_in_untreated_water_distribution_system_and_effect_on_water_quality_in_Peshawar_Pakistan. Acesso 15 de setembro de 2021.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 2 ed. Belo Horizonte. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/Vqj5RpWGcSHJ5LFwVXPfXf/?lang=pt>. Acesso em 30 de julho de 2020.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. **Floresta e Ambiente**. v. 22, n.2, 171-181, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.082014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/FLjzsqWFfts4TQ46hshcSCJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso 23 de setembro de 2020.

MATO, A. P., 1996. Determinação de Nitratos, Nitritos e Prováveis Fontes de Contaminação em Águas de Poços e sua Influência na Metemoglobinemia Infantil. Dissertação de Mestrado, São Paulo: Universidade Mackenzie.

PATHAK, S. P.; KUMAR, S.; RAMTEKE, P. W.; MURTHY, R. C.; BHATTACHERJEE, J. W. & GOPAL, K.. Potability of water sources in relation to metal and bacterial contamination in some northern and northern-eastern districts of India. **Environmental Monitoring and Assessment**, 33: 151-160, 1994.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. In: **Anais do II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas Serviços Ambientais e Sustentabilidade**. IPABHi. Taubaté, Brasil, 2009: p. 553-560.

PINTO, A. L.; MEDEIROS, R. B.; OLIVEIRA, G. H.; SÃO MIGUEL, A. E.; SOUZA, L. O. Eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Moeda, Três Lagoas/MS, **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 39, n. 3, p. 354-355, 2014. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/10278/7390>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.

PONSADAILAKSHMI S.; SANKARI, S. G.; PRASANNA, S. M.; MADHURAMBAL, G. Evaluation of water quality suitability for drinking using drinking water quality index in Nagapattinam district, Tamil Nadu in Southern India. **Groundwater for Sustainable Development**, v. 6, p.43-49, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2017.10.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352801X16300388?via%3Dihub>. Acesso março de 2020.

PRADO, H. Manual de classificação de solos do Brasil. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP. REIBER, S.; KUKULL, W.; STANDISH-LEE, P. Drinking water aluminum and bioavailability. **Journal of the American Water Works Association**, v. 87, 86-99, 1995.

REIS, G. B.; ABREU, V. de O.; FRAGA, M. de S.; TOZI, T.; SILVA, D. D. da. Proposta de enquadramento de corpos hídricos em classes de uso na bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio (MG). **Nativa**, v. 7, p.189-196, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i2.6333>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/6333>. Acesso em: 28 de setembro de 2020.

SCHWERTMANN U.; HERBILLON A.J. Some aspects of fertility associated with the mineralogy of highly weathered tropical soils. In: Lal R, Sanchez P. Myths and science of soils of the tropics. Madison. **Soil Science Society America**, Special Publ. n.29, 1992. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub29.c4>. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaspecpub29.c4>. Acesso em 25 de agosto de 2021.

SILVA Jr, M. C. da; BARROS, M. F. de CÂNDIDO, J. F. Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. **Revista Brasileira de Botânica**. n. 10, 125-137, 1987.

Pinto, Ana Carolina Fontanetti; Pinto, André Luiz; Olliveira, Víncler Fernandes Ribeiro de. *Qualidade das águas superficiais em pequenas bacias hidrográficas da Costa Leste do Estado do Mato Grosso do Sul*. Revista Pantaneira, V. 22, UFMS, Aquidauana-MS, 2023.

SOUZA, D. F.; SILVA, L. O. S.; PINTO, A. L. Qualidade física, química e biológica sazonal das águas superficiais da bacia hidrográfica do córrego Moeda em Três Lagoas/MS. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 13, p. 196-210, 2020 DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p196-210>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340472535_Qualidade_fisica_quimica_e_biolologica_sazonal_das_aguas_superficiais_da_bacia_hidrografica_do_corrego_Moeda_em_Tres_LagoasMS. Acesso em: 13 de abril de 2021.

TOMAZONI, J. C.; MANTOVANI, L. E.; BITTENCOURT, A. V. L.; ROSA FILHO, E. F. da. Utilização de medidas de turbidez na quantificação da movimentação de sólidos por veiculação hídrica nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau – sudoeste do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, v.57, p. 49-56, 2005.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez**, RIMA/IEE, 2003, 247p.

VALONES, G. BARBOSA, I. M. B. R., VALONES, A., TAVARES, R. G., ARRUDA, V. C. M. de. Remoção de ferro em sistemas e subsistemas de distribuição de água potável em um estado do Nordeste, Brasil. **Revista GEAMA** v. 4, n.4, p.14-19, DEZ, 2018. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/2250>. Acesso em 29 de setembro de 2021.

VAN NIEKERK, H.; SILBERBAUER, M. J.; MALULEKE, M. Geographical differences in the relationship between total dissolved solids and electrical conductivity in South African rivers. **Water SA**, v. 40, n. 1, p. 133–137, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v40i1.16>. Acesso em: março de 2020.

VILAR, C.C. Interação entre atributos físicos, químicos e mineralógicos e a capacidade máxima de adsorção de fósforo e chumbo de amostras do Horizonte A e B de Latossolos do Estado do Paraná tratadas com calcário e fosfato. **Dissertação** (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Estadual de Maringá: UEM, Maringá – PR, 2010. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/1260>. Acesso em: 20 de agosto de 2021.

YUCE, G.; ALPTEKIN, C. In situ and laboratory treatment tests for lowering of excess manganese and iron in drinking water sourced from river-groundwater interaction. **Environmental Earth Sciences**, v. 13, NOV, 13 p., 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2343-x>. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.713.7483&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 12 de março de 2021.