

QUALIDADE DA ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO, A SUSTENTABILIDADE DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA – RIACHO QUEIMA PÉ, TANGARÁ DA SERRA/MT

Martins Toledo de Melo

Fundação Nacional do Índio /Tangará da Serra/MT-BR,
Mestre em Ambiente e Produção Agrícola
toledo_martins@hotmail.com

Tadeu Miranda de Queiroz

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT - *Campus* de Nova Mutum/MT-BR
Curso de Agronomia
tdmqueiroz@unemat.br

Letícia Vinaga

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Barra do Bugres/MT
Graduanda Engenharia de Alimentos
leticia_vinaga@hotmail.com

Jheiny Raiany dos Santos Ferreira

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Barra do Bugres/MT
Graduanda em Engenharia de Produção Agroindustrial
jheiny_bbu@hotmail.com

RESUMO

A composição física, química e microbiológica da água utilizada para a irrigação é de fundamental importância para o uso sustentável dos solos, preservação de equipamentos e garantir a qualidade da colheita, por isso é alvo de estudos no mundo todo. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi caracterizar a água do riacho Queima Pé a partir do monitoramento das principais variáveis utilizadas para classificação da água de irrigação. O riacho alvo do estudo é um manancial urbano, parte integrante do cinturão verde da cidade de Tangará da Serra–MT e serve a múltiplos usos, com destaque para a irrigação e abastecimento urbano. A metodologia consistiu de coletas de amostras de água em 10 pontos ao longo do curso principal e afluentes mais expressivos, no mês de outubro de 2016 e comparação dos resultados com parâmetros de referência para qualidade de água para irrigação. Das amostras, foram quantificadas as seguintes variáveis: Sódio, Potássio, Cálcio, Magnésio, Cloretos, Bicarbonatos, condutividade elétrica, Microbiológica e Potencial Hidrogeniônico. Os resultados mostraram que no P6 há risco de sodicidade baixo e risco de salinidade média. Todas as amostras apresentaram presença de coliformes termotolerantes que, mesmo não alcançando o valor máximo permitido, há de se ter cuidado para o uso na irrigação. Conclui-se que, de acordo com as variáveis analisadas, a água do riacho Queima Pé, nos pontos avaliados, se classifica como de Classe 1, não apresentando restrições para o uso em irrigação, exceto o Ponto P6.

Palavras-chave: Hortifrutigranjeiros. Salinidade. Sociedade.

WATER QUALITY FOR IRRIGATION, THE SUSTAINABILITY OF A WATERSHED - QUEIMA PÉ STREAM, TANGARÁ DA SERRA / MT

ABSTRACT

The physical, chemical and microbiological composition of the water used for irrigation is quite important for the sustainable use of soils, preservation of equipment and ensuring the quality of the harvest, that is why it has been the target of studies worldwide. In this context, the aim of this paper was to characterize the water of the *Queima Pé* river by monitoring the main variables used for irrigation water classification. The river of the study is an urban source, an integral part of the green belt in the city of Tangará da Serra – MT and it serves multiple uses, with emphasis on irrigation and urban water supply. The methodology consisted of collections of water samples at 10 points along the main course and most expressive tributaries, in the month of October 2016 and comparison of the results with reference parameters for irrigation water quality. From the samples, we quantified the following variables: Sodium, Potassium, Calcium, Magnesium, Chlorides, Bicarbonates,

electrical conductivity, Microbiological and Hydrogenionic Potential. The results showed that at P6 there is a low risk of sodicity and a risk of medium salinity. All samples showed the presence of thermotolerant coliforms that, even if the maximum allowed value was not reached, there must be some precautions when using it for irrigation. We concluded that, according to the analyzed variables, the water of the Queima Pé river, in the evaluated points, is classified as Class 1, with no restrictions for use in irrigation, except Point P6.

Keywords: Horticultural products. Salinity. Sodicity.

INTRODUÇÃO

A classificação da água quanto ao seu uso e destinos, e especificamente para a irrigação no vale do riacho Queima Pé, é pertinente, por ser uma bacia hidrográfica periurbana e que recebe efluentes sem controle e com inúmeros sítios e chácaras destinados à produção de hortifrutigranjeiros, além de fazendas com agricultura intensiva e engorda de gado bovino. Cabe destacar ainda, que o referido riacho é a principal fonte de água do sistema de abastecimento público municipal servindo à maioria das residências, o setor industrial e comercial da cidade de Tangará da Serra – MT. Nesse cenário a agricultura concorre diretamente com o abastecimento urbano, sendo o segundo prioritário em detrimento do primeiro, o que tem gerado conflitos, como o que ocorreu em 2016 (MELO; QUEIROZ; CASSETTARI, 2018) quando a vazão do riacho tornou-se insuficiente para atender a demanda urbana fazendo que diversos irrigantes tivessem suas atividades suspensas por força de lei, arruinando suas atividades, gerando prejuízos diretos irreversíveis e desilusão (TANGARÁ DA SERRA/MT, 2016).

O tema água é relevante em todo o mundo, e a cada geração figura-se com maior destaque nas discussões internacionais devido ao aumento da população mundial e a crescente demanda por alimentos, os quais têm, na sua maioria, origem na agropecuária. Embora o planeta Terra tenha 70,8% da superfície coberta por água, a fração disponível para consumo humano é de apenas 0,3% dos escassos 2,2% de água doce existente, volume este utilizado pela indústria, abastecimento urbano e agricultura (BRASIL, 2007), sendo que na agricultura a irrigação é a prática que mais consome água.

As atividades humanas e os fatores naturais estão esgotando os recursos hídricos no mundo todo fazendo com que 21 dos 37 maiores aquíferos do mundo estejam super explorados devido ao consumo excessivo de água, que tem aumentado em 1% ao ano, conforme estimativas reportadas por Garcia-Caparros *et al.* (2017).

Considerando-se que de toda a água utilizada no mundo, 70% dela é destinada à irrigação, muitas vezes de forma irracional, como a irrigação em excesso ou déficit levando ao decréscimo da produção, causando desequilíbrio hídrico, o que pode levar as plantas cultivadas a uma deficiência nutricional, além de demandar maior gasto com energia, pode promover ou intensificar a degradação física e química do solo. Tudo isso pode colocar em risco a segurança alimentar da humanidade mostrando que o seu uso deve ser sustentável e racional (LIRA *et al.*, 2015; DU *et al.*, 2015).

A demanda por alimentos, e técnicas atuais de produção faz com que o uso da irrigação seja constante, porém com mais intensidade no período de estiagem, principalmente em regiões tropicais, onde a otimização da produção agrícola tem aumentado (MAROUELLI, *et al.*, 2014), mostrando que há preocupação com o uso da água no planeta, ainda que de forma tímida, uma vez que não atinge a consciência da maioria dos irrigantes.

A avaliação das águas superficiais para a irrigação deve integrar três fatores: o não comprometimento do sistema de irrigação; riscos de contaminação dos alimentos; e os riscos de salinização do solo (BELIZÁRIO *et al.*, 2014; VILLANUEVA *et al.*, 2015), já com referência à utilização de águas residuais, na União Europeia, conforme Alcalde-Sanz e Gawlik (2017, p 23), os cuidados incluem riscos de salinização, eutrofização, toxicidade e declínio da estrutura do solo, entre outros.

De acordo com Silva *et al.* (2011), alguns sais e sua composição iônica, tais como: o sódio, cálcio e o magnésio na forma de cloretos, bicarbonato e a contribuição do potássio em proporção relativamente baixa, vêm definindo a qualidade da água para a irrigação o que evidencia sua importância e justifica o monitoramento desses íons e, naquelas regiões onde há escassez, as águas residuais utilizadas na irrigação, passa por processos mais rígidos, uma vez que, além do monitoramento desses íons, os macro nutrientes e metais pesados, são critérios de monitoramento obrigatório para não causarem danos (ALCALDE-SANZ e GAWLIK, 2017, p 33).

Os efeitos negativos da salinização estão relacionados com o crescimento e rendimento das plantas, em casos extremos, na perda total da cultura prejudicando a estrutura do solo, pois a absorção de sódio pelo solo, provenientes de água dotadas de elevados teores deste elemento, poderá provocar a dispersão das frações de argila, diminuindo a permeabilidade do mesmo (LIMA JUNIOR e SILVA, 2010). Ainda, de acordo com Machado e Serralheiro (2017), a produção de hortigranjeiros exige alto consumo de fertilizantes, o que contribui para aumentar os riscos de salinidade do solo.

Mesmo com fatos científicos (LIMA JUNIOR e SILVA, 2010), as técnicas de produção agrícola ainda não têm dado o devido valor à classificação das águas para a irrigação, comprometendo o principal capital para a produção que é o solo. A adoção de medidas que visem conhecer as condições físicas, químicas e microbiológicas das águas para a irrigação, pode evitar os danos ao solo, aos equipamentos e ainda, aos consumidores dos alimentos arrigados, uma vez que, a água não servirá como veículo de contaminação (SILVA *et al.*, 2011). Nesse sentido, na Europa, há legislação específica visando a proteção das águas subterrâneas e superficiais impedindo a poluição por nitratos de origem agrícola. A mesma legislação também estabelece critérios para a qualidade da água para o consumo humano (GARCIA-CAPARROS *et al.*, 2017). O Brasil, país metaforizado como seleiro do mundo devido à sua produção agrícola pujante, não tem legislação específica sobre qualidade de água para irrigação, sendo adotadas as diretrizes da Organização das Nações Unidas para a Agricultura - FAO (AYERS e WESTCOT, 1991) e do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos - USSS (RICHARDS, 1954).

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA 357/2005, classifica os corpos de água quanto aos parâmetros ambientais para uso e destino (BRASIL, 2005), sendo que um dos usos recomendados é a irrigação, mas na prática, a irrigação pode não estar sendo realizada em consonância com as técnicas recomendadas com observação dos critérios de qualidade de água para irrigação. Essa situação reforça a necessidade de estudos de qualificação da água para irrigação, especialmente em regiões onde o uso é intensivo. Os resultados de pesquisas científicas aplicadas podem auxiliar na tomada de decisão, tanto dos usuários quanto dos gestores dos recursos hídricos, tornando uma importante ferramenta de gestão das águas.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização físico-química e biológica da água utilizada para irrigação na bacia hidrográfica do riacho Queima Pé em Tangará da Serra/MT, Brasil, numa região de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do Queima Pé possui área de 160,133 km² e o perímetro de 101,837 km, com altitude mínima e máxima de 250 e 505 metros, com 31,77 km de comprimento do curso de água principal, com declividade da bacia em 5,7%, (MELO; QUEIROZ; CASSETTARI, 2018) e está localizada entre as coordenadas 14°32'38.9"S a 57°28'42.3"W e 57°37'52.3"W a 14°42'58.6"S Datum Sirgas 2000 (Figura 1).

A bacia do riacho Queima Pé, em acordo com o mapa Hidrogeológico (CPRM, 2017) localiza-se na Formação Tapirapuã do Sistema Aquífero Pareci com predominância de rochas de basalto e diabásio e reportado por Paula (2015) que no planalto Tapirapuã, os solos são do tipo latossolo vermelho distrófico e argissolo, características essas é em decorrência das rochas de sua formação. É afluente da margem esquerda do rio Sepotuba, tributário do rio Paraguai, um dos formadores do Pantanal e contribui, juntamente com o rio Paraná e Uruguai, para a formação da bacia platina (MELO; QUEIROZ; CASSETTARI, 2018).

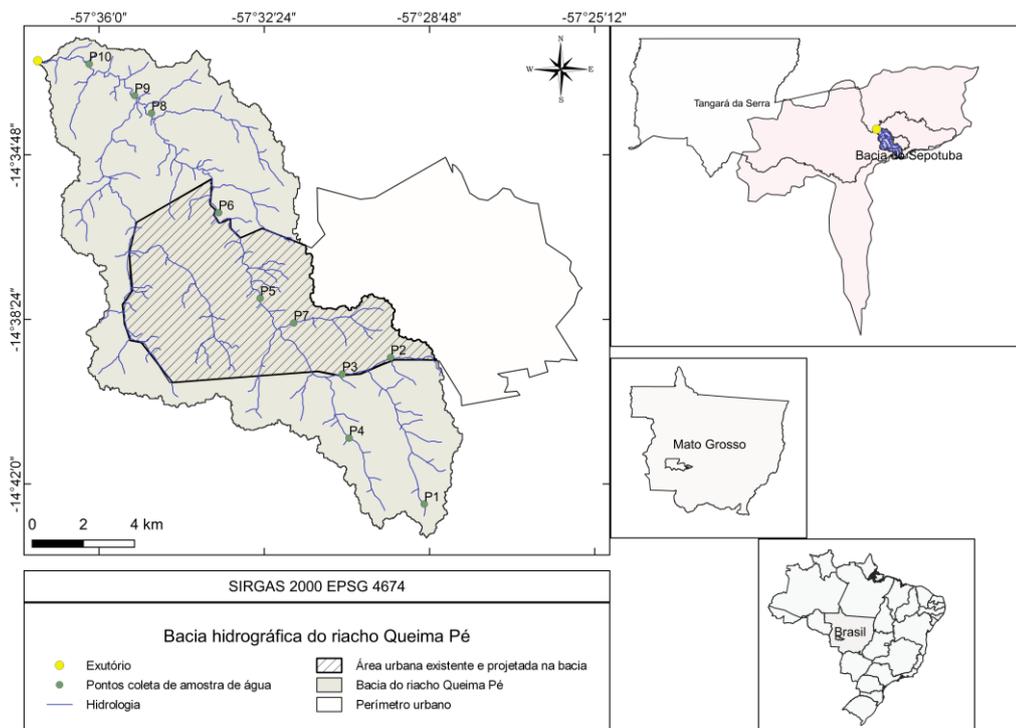
No município de Tangará da Serra/MT, conforme Silva *et al.* (2013), o clima é caracterizando como tropical úmido megatérmico (AW) pela classificação de Köppen, sendo quente o ano todo com temperatura média de 24.4 °C e umidade relativa do ar entre 70 e 80%, com precipitação anual que varia entre 1.300 e 2.000 mm. E a Evapotranspiração potencial (ET_o), de acordo com Fenner *et al.* (2014) na região, onde se utilizou os dados médios entre 2003 e 2010, foram de 1310.3 mm com o déficit hídrico nos meses de abril até outubro, sendo a ET_o máxima mensal no mês de outubro foi de 128.5 mm e a mínima

mensal foi de 79.08 mm no mês de julho. Já no período de 2010 até 2016, a precipitação média foi de 1458,90 mm (MELO; QUEIROZ; CASSETTARI, 2018).

Quanto a cobertura vegetal e a ocupação do solo, apresentaram com as seguintes características: as florestas remanescentes da bacia em 2011, em acordo com Rodrigues *et al.* (2014) eram 2.220,53 hectares correspondente a 12,55% de todo o território e, a ocupação do solo na bacia do riacho Queima Pé em 2014 como reportado por Zanini (2016) obedeceu os seguintes percentuais: 12,84% ocupado por vegetação nativa, a agricultura ocupava 48,91%, pastagens contribuía com 34,05%, os cursos d'água e áreas de retenção com 1,46% e área urbanizada com construções 2,71%.

Parte do perímetro urbano está sobreposto à bacia do riacho Queima Pé, cerca de 5.423 hectares, não obstante, parte da área inserida não há a impermeabilização total por não estar ainda urbanizada (TANGARA DA SERRA, 2015), Figura 1.

Figura 1 - Bacia do riacho Queima Pé, Tangará da Serra – MT.



Fonte - elaborado pelos autores/2017.

Há a emissão de efluentes a jusante da ETA – Estação de Tratamento de Água (P5), outorgado a três agroindústrias do setor de carnes de aves, bovinos e derivados. Não foram encontradas outras outorgas no riacho Queima Pé com validade para a descarga de efluentes (MATO GROSSO, 2012 e 2014).

Das coletas e análises:

Foram coletadas amostras em 10 pontos no mês de outubro de 2016, tomando água superficial a 30 cm de profundidade, em média, próximo ao centro do leito do riacho garantido uma amostragem com representatividade do local do corpo de água a ser avaliado, a amostragem foi pontual para caracterizar o final do período de estiagem para a região que tem início do mês de junho, sendo sete dessas distribuídas ao longo do riacho Queima Pé e três amostras em seus tributários, nas localizações em UTM Sirgas 2000, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Nomenclatura dos pontos de coleta, coordenadas UTM e localização.

Ponto	Coordenadas	Localização
P1	14°42'25.2"S 57°28'56.2"W	Nascente do riacho Queima Pé
P2	14°39'15.5"S 57°29'38.2"W	Represa no riacho Cristalino
P3	14°39'36.9"S 57°30'44.1"W	Cachoeira do riacho Queima Pé, a montante da ETA
P4	14°40'57.1"S 57°30'31.6"W	Represa do tributário na margem esquerda do riacho Queima Pé
P5	14°37'59.5"S 57°32'30.4"W	Bueiro na Rodovia MT 358, a jusante ETA
P6	14°35'59.3"S 57°33'26.4"W	Fazenda de confinamento de bovino margem direita, abaixo do lançamento de efluentes
P7	14°38'27.4"S 57°31'38.5"W	Perimetral MT 358, riacho Figueiras a montante ETA
P8	14°33'48.1"S 57°34'57.3"W	Sítio a direita do riacho Queima Pé a jusante, abaixo do lançamento de efluentes.
P9	14°33'16.8"S 57°35'27.4"W	Ponte sobre o riacho Queima Pé
P10	14°32'48.0"S 57°37'13.7"W	Próximo à foz do Queima Pé

Fonte - elaborado pelos autores/2017.

As coletas iniciaram-se na parte da manhã, as 8h00min, dando início pelo P1 até o P10 com termino às 13h00min, aproximadamente. As amostras foram acondicionadas em vasilhames com capacidade de um litro e esses colocados em caixas térmicas com gelo e mantidas refrigeradas até a chegada ao Laboratório de Qualidade de Água - LaQuA da Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT no Campus “Deputado Estadual René Barbour”, em Barra do Bugres-MT quando foram analisadas pela equipe participante em, no máximo, 24 horas após a coleta.

As variáveis analisadas para classificação da água de irrigação foram: Sódio (Na), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Cloretos (Cl), Bicarbonatos (HCO₃), Sólidos totais (SDT) a Condutividade Elétrica (CE), o Potencial Hidrogeniônico (pH) e a Relação de Adsorção de Sódio (RAS), coliformes totais e termotolerantes (CTer).

As análises químicas foram realizadas por meio de titulação onde se utilizou os procedimentos descritos no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” e para as variáveis físicas como, pH, Condutividade Elétrica, Na e K, usou-se Phmetro, condutivímetro, e fotometria em chamas, metodologias que foram adotados por instituições brasileiras (CEMIG, 2009; CETESB, 2011).

Para se determinar o Número Mais Provável (NMP) de CTer, foi utilizada a técnica de tubos múltiplos, que é um método probabilístico. Foram utilizados tubos em série de dez com 10 mL da solução em cada um deles para detecção de CTer. O meio de cultura utilizado foi o substrato cromogênico ColitagTM. Esse método segue as determinações da APHA-AWWA-WPCF (2005), sendo a mesma metodologia utilizada com o substrato Colilert.

Os dados obtidos foram analisados sob estatística descritiva e teste de normalidade *Shapiro-Wik* usando o *Software free R*, e confrontados com os limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), e com referência aos VMP – Valores Máximos Permitidos para a irrigação em Almeida (2010) e quando não se obteve providência por esse instrumento para um parâmetro específico, buscaram-se indicações adequadas no meio científico.

Foi utilizado o Qualigraf, um programa computacional de livre acesso criado pelo Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, para a produção do gráfico de risco de salinidade e sodicidade, conforme o *United States Salinity Laboratory* (USSL).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, apresentam-se os resultados para as variáveis físico-químicas avaliadas no mês de outubro/2016 no riacho Queima Pé, pela qual se observa também os parâmetros de referência para enquadramento na classe de uso conforme Resolução N° 357/2005 (BRASIL, 2005).

Tabela 1 - Variáveis físico-químicas avaliadas no mês de outubro / 2016 no riacho de Queima Pé.

Variáveis	Unidade	M**	Min	Max	D***	p-valor	VMP1
pH	-	6,26	5,66	6,69	0,34	0,375	6,0 a 9,0
Cl*	mg L-1	6,86	3,01	86,64	7,61	9,74-6	250
HCO ₃	mg L-1	22,90	7,21	34,43	9,32	0,547	NC
Du	mg L-1	36,03	4,92	82,69	22,30	0,673	NC
Ca	mg L-1	10,42	3,16	24,86	6,61	0,137	NC
Mg	mg L-1	2,87	1,20	5,98	1,52	0,116	NC
Na*	mg L-1	3,15	0,26	42,70	4,43	7,75-6	NC
K	mg L-1	0,83	0,30	1,63	0,44	0,477	NC
SDT	mg L-1	0,44	0,17	0,64	0,16	0,874	500
CE*	dS m-1	0,08	0,01	0,35	0,07	0,003	NC
RAS*	-	0,28	0,02	3,78	0,38	7,32-6	NC

* Variáveis não paramétricas pelo teste de *Shapiro-Wilk* (5%). M** = Média ou Mediana para variáveis paramétricas e não paramétricas, respectivamente. D*** = Desvio Padrão Amostral ou Distância Interquartil para variáveis paramétricas e não paramétricas, respectivamente. VMP = Valor Máximo Permitido (BRASIL, 2005) e 1 refere-se à Classe de uso pela mesma resolução. Fonte - elaborado pelos autores/2017.

O teste de normalidade *Shapiro-Wilk* (5%) revelou que as variáveis Cl e Na, RAS e CE apresentaram resultados não paramétricos.

Cabe ressaltar que toda a bacia do riacho está antropizada e, na coleta das amostras foi observado alguns pontos de coletas que se destacam pela localização, como exemplo, a jusante das outorgas de lançamento de efluentes, que foram destacados, conforme demonstrado no estudo do Índice de Estado Trófico de Queiroz e Melo (2017).

O ponto de coleta P6 está localizado no empreendimento de confinamento de gado para engorda e, a jusante do ponto de lançamento de efluentes das empresas e sequentemente aos pontos de coleta: P8, P9 e P10, com alterações substanciais das variáveis analisadas exceto o pH.

O P9 recebe carga de um dos tributários do Queima Pé, em que houve a alteração para maior de Na, consequentemente a RAS foi superior aos demais pontos.

Para a classificação da classe de água (BRASIL, 2005) o pH, apresentou a média dentro do intervalo para rios de classe 1 de água doce, assim como o Cloreto e Sólidos Totais Dissolvidos.

O NMP de CTer apresentaram, nos resultados das amostras, valores iguais e maiores que 23/100 mL, ressaltando que não há citação de limites máximos para os CTer na Resolução 357/2005 (BRASIL, 2005).

O VMP para CTer para o uso na irrigação é de 200 (BRASIL, 2005), contudo foi observado na ocasião da coleta que há presença de bovinos, equinos e deposição de fezes por outros animais de sangue quente em todos os pontos, o que consequentemente influencia na presença de CTer, situação semelhante foi reportado no trabalho de Oliveira (2017) para amostras em área antropizada no médio rio São Francisco em Minas Gerais.

Porém, devido a presença de CTer, não se recomenda o consumo de hortaliças e frutas em sua forma in natura, principalmente as folhosas, pois podem expor a população a agentes parasitários, sendo a solução doméstica a sanitização com solução desinfetante para minimizar os riscos. Conforme expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - NMP para CTer com 95% de confiança para vários resultados positivos e negativos ao utilizar 10 tubos com 10 ml de amostra.

Ponto	Tubos Contaminados	NMP/100 MI
P1	09	23
P2	10	>23
P3	10	>23
P4	09	23
P5	10	>23
P6	10	>23
P7	09	23
P8	10	>23
P9	10	>23
P10	09	23

Fonte - elaborado pelos autores/2017.

Nas situações de presença e potencial contaminação orienta-se que sejam promovidas campanhas para avaliações periódicas com o fim de determinar o NMP de CTer, no caso do riacho Queima Pé, devido a presença constante de animais de sangue quente no leito do rio como alertado por Marquelli *et al.* (2014) na Circular Técnica nº 134 da EMBRAPA.

Todos os valores estão dentro do intervalo de limites adotados pela EMBRAPA para a irrigação (ALMEIDA, 2010) com graus de restrição de uso como: nenhum, moderado e severo, exceto o pH que, em três pontos de coleta apresentou valor abaixo da amplitude usual para a irrigação.

O pH ideal para a irrigação localiza-se na faixa de 6,0 - 8,5 de acordo com a EMBRAPA (ALMEIDA, 2010) e 6,0 a 9,0 conforme a Resolução 357/05 (BRASIL, 2005), os valores fora das faixas recomendadas podem colaborar para a corrosão dos sistemas de irrigação e a assimilação de nutrientes pela planta. Mesmo com o pH, nesses pontos, P1, P2 e P4, abaixo do recomendado, não desqualifica a água para o uso na irrigação, devendo passar por uma adequação para o seu uso (ALMEIDA, 2010).

O pH é diretamente influenciado pelas taxas de fotossíntese do ecossistema, pois quando esta se eleva, no decorrer do dia, favorece o enriquecimento da água por nitrogênio e fósforo (BUZELLI e CUNHA-SANTINO, 2013). E associado às condições do local de coleta (P1, P2 e P4) e lagoa com água retida e em área de vegetação às margens, possivelmente, rica em substâncias húmicas proveniente da decomposição da vegetação (MAIER, 1987) e, o horário por volta das 8h00min, corroboram com o valor do pH nesse ponto.

Os fatores salinidade ou conteúdo de sais que são compostos pela condutividade elétrica ou quantidade de sólidos totais presentes na água para a irrigação apresentaram resultados dentro do intervalo usual adotado pela EMBRAPA (ALMEIDA, 2010) para a irrigação.

Quanto maior o teor salino da água, maior será o valor da condutividade elétrica. As águas dos rios têm, em média, os valores de condutividade elétrica entre 0,2 a 0,4 dS m⁻¹, e o intervalo médio das coletas no riacho Queima Pé e em três de seus tributários, foram entre 0,011 a 0,35 dS m⁻¹, sendo assim estão dentro da média dos rios brasileiros e no intervalo usual para a irrigação sem nenhuma restrição (ALMEIDA, 2010).

De acordo com a classificação da água de irrigação pelo critério da salinidade de Richards (1954), as águas do riacho Queima Pé e de seus tributários, amostrados no presente estudo, são de baixa salinidade em nove pontos amostrados, podendo ser usada para a irrigação em todos os tipos de culturas com pouca probabilidade que desenvolva algum tipo de salinização, entretanto, no ponto P6 apresentou valor de condutividade elétrica que a classifica em água de média salinidade, podendo ser usada quando houver uma lixiviação moderada de sais e para o cultivo de plantas moderadamente tolerante aos sais (SILVA *et al.*, 2011).

O coeficiente da condutividade elétrica ao longo do trecho avaliado (sentido nascente – foz) observou-se elevação dos valores, o que indica aporte de nutrientes ao longo do percurso, podendo ser de várias fontes, entre elas, urbana (esgoto), industrial ou agrícola, nos pontos P6, P8, P9, P10 e P7, sendo que os primeiros estão abaixo do ponto em que o Riacho Queima Pé recebe efluentes das indústrias frigoríficas instaladas na bacia (MATO GROSSO, 2012 e 2014) e o último, trata-se de coleta no riacho Figueiras que percorre área edificada e habitada na área urbana na cidade recebendo detritos e, provavelmente esgoto clandestino (SILVA *et al.*, 2013) e, entre outras variáveis, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Análises necessárias para avaliar a água para irrigação.

Variável	Símbolo	Unidade	Resultado	Intervalo usual na água de irrigação
Salinidade			Intervalo	
Conteúdo de sais				
Condutividade Elétrica	CEai	dS m ⁻¹	0,011 a 0,35	0 – 3
Total de sais dissolvidos		mg L ⁻¹	0,0 a 0,485	0 - 2.000
Cátions e Ânions				
Cálcio	Ca ²⁺	cmolc L ⁻¹	0,158 a 1,24	0 – 20
Magnésio	Mg ²⁺	cmolc L ⁻¹	0,059 a 0,492	0 – 5
Sódio	Na	cmolc L ⁻¹	0,0113 a 1,86	0 - 40
Cloretos	Cl -	cmolc L ⁻¹	0,085 a 2,444	0 – 30
Bicarbonato	HCO ₃	cmolc L ⁻¹	0,118 a 0,564	0 – 10
Nutrientes				
Fósforo	P	mg L ⁻¹	0,075 a 0,095	0 - 2
Potássio	K	mg L ⁻¹	0,3 a 1,63	0 - 2
Nitrogênio	N	mg L ⁻¹	0,377 a 1,021	0 - 10
pH	pH		5,66 a 6,69	6,0 - 8,5
RAS		(mmolcL ⁻¹) ^{1/2}	0,027 a 2,82	0 - 15
Temperatura	T	°C	26,7 a 30,3	

Fonte - Ayers e Westcot (1991) adaptado.

Cátions e Ânions apresentaram intervalo de valores dentro dos limites tolerados adotados pela EMBRAPA (ALMEIDA, 2010) com destaque para o ponto de coleta P6 que apresentou valor muito superior à média dos demais pontos, que poderá ser por influência dos efluentes da indústria frigorífica estar muito próximo a ele, os demais pontos a jusante, provavelmente, já estão depurados.

Os valores das variáveis avaliadas estão dentro do intervalo adotado pela EMBRAPA (ALMEIDA, 2010) e, conforme Eaton (1950), outra forma de avaliar as condições da água para a irrigação é através do Carbonato de Sódio Residual – CSR, quando as precipitações de cálcio e magnésio como carbonato são completas, assim, se as concentrações de carbonatos e bicarbonato superam as somas das concentrações de cálcio e magnésio que, para as análises desse estudo, obteve-se o valor negativo, neste caso, água provavelmente aptas e ou recomendadas para a irrigação sem haver problemas com sodicidade.

A sodicidade e salinidade, definida pela RAS, nos intervalos nas amostras, estão dentro dos parâmetros aceitáveis, não colaborando com a sodicidade dos solos pela irrigação.

Na Figura 2, as amostras dos pontos: P1, P2, P3, P4, P5 e P7 estão na classificação em C0/S1, classificados como risco de salinidade nulo e risco de sodicidade baixo. As amostras P8, P9 e P10 foram classificadas em C1/S1 tanto para salinidade como para sodicidade, de risco baixo; já a amostra do ponto P6 foi classificada em C2/S1 risco de sodicidade baixo e risco de salinidade média. No estudo de

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.. À Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT pelo laboratório para proceder as análises e por proporcionar a formação; a SAMAE de Tangará da Serra/MT que disponibilizou o laboratório da ETA em Tangará da Serra/MT para análises de contraprova.

REFERÊNCIAS

ALCALDE-SANZ, L.; GAWLIK, B. M., Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge - Towards a legal instrument on water reuse at EU level, EUR 28962 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, DOI: 10.2760/804116

ALMEIDA, O. A. de. Qualidade da água de irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st ed. Washington, 2005.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade de água na agricultura. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1

BELIZÁRIO, T. L.; SOARES, M. A.; ASSUNÇÃO, W. L. Qualidade da água para irrigação no projeto de assentamento Dom José Mauro, Uberlândia - MG. Revista Getec, v.3, n.5, p.53-73. 2014. Disponível em <<http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/getec/article/view/430/344>>. Acesso em: 15 Mai 2017.

BRASIL. MMA. CONAMA. Resolução 357. 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, 2005. 23 p.

_____. MMA; ANÁ; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. GEO Brasil: recursos hídricos: resumo executivo. Brasília: MMA; ANA, 2007.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. da. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. Rev. Ambient. Água, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.930>

CEMIG. Sistema Cemig de monitoramento e Controle de qualidade da água de reservatório - SISÁGUA- manual de procedimentos de coleta e Metodologia de análise de água. Belo Horizonte: Cemig, 2009. 85p.

CETESB, Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas. Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. RIMAS - Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, Brasília, maio 2017. Disponível em <http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php>. Acesso em: 18 mai. 2017.

DU, T. et al. Deficit irrigation and sustainable water-resource strategies in agriculture for China's food security, Journal of Experimental Botany, v. 66, ed. 8, p. 2253-2269, 1 Abril 2015, <https://doi.org/10.1093/jxb/erv034> PMID:25873664 PMCID:PMC4868834

EATON, E.M. Significance of carbonates in irrigation waters. Soil Science, Baltimore, v.69, p.123-133, 1950. <https://doi.org/10.1097/00010694-195002000-00004>

FENNER, W. et al. Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado-Floresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. *Acta Iguazu*, v.3, p. 72-85. 2014. Disponível em <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/9649>> Acesso em 15 maio 2017.

GARCIA-CAPARROS, P. et al. Integral Management of Irrigation Water in Intensive Horticultural Systems of Almería. *Sustainability* v. 9, 2017, <https://doi.org/10.3390/su9122271>

LIMA JUNIOR, J. A. de; SILVA, A. L. P. da. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v. 1.6, n.11, 2010.

LIRA, R. M. de. et al. A utilização de águas de qualidade inferior na agricultura irrigada. *Revista GEAMA, Recife -PE*, v.3, n.1, p. 341-362, 2015.

MACHADO, R. M. A.; SERRALHEIRO, R. P. Soil salinity: effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. *Horticulturae* 2017, v. 3, n. 2, 30, 2017. <https://doi.org/10.3390/horticulturae3020030>

MAIER, M. H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55" - 48°55"W; 22°30" - 21°55"S - Brasil): qualidade da água do rio principal. *Ciência e Cultura, São Paulo*, v. 39, n. 2, p. 164-185, 1987.

MAROUELLI, W. A. et al. Qualidade e segurança sanitária da água para fins de irrigação. Circular Técnica 134, EMBRAPA, Brasília, DF Outubro, 2014.

MATO GROSSO. Portaria nº 515 de 31 de outubro de 2014. Outorga a MARFRIG ALIMENTOS S.A., o direito de uso de Recursos Hídricos para derivação de água superficial e diluição de efluentes no Córrego Queima-Pé. *Diário Oficial do Estado do Mato Grosso, Cuiabá, Ano CXXIV*. Pág. 14. de 10/11/2014. N.º 264113.

_____. Portaria nº 546 de 11 de novembro de 2014. Outorga a ANHAMBI ALIMENTOS NORTE LTDA. O direito de uso de Recursos Hídricos para diluição de efluentes no Córrego Queima-Pé. *Diário Oficial do Estado do Mato Grosso, Ano CXXIV, Cuiabá* Pág. 27. 24/11/2014. N.º 26422.

_____. Portaria nº. 026, de 23 de janeiro de 2012. Outorga ao CURTUME TANGARÁ LTDA, o direito de uso dos Recursos Hídricos para diluição de efluentes no córrego Queima-Pé. *Diário Oficial do Estado do Mato Grosso, Ano CXXIV, Cuiabá* Pág. 13. 24 de janeiro de 2012. N.º 25729.

MELO, M. T. de; QUEIROZ, T. M. de; CASSETTARI, G. A. Morfometria da bacia do riacho Queima Pé em Tangara da Serra/MT. *Nucleus*, v.15, n.1, p. 407-420, abr.2018, doi: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.2838>

OLIVEIRA, S. C. et al. Qualidade das águas superficiais do Médio São Francisco após a implantação dos perímetros irrigados de Gorutuba/Lagoa Grande e Jaíba. *Eng. Sanit. Ambient. Rio de Janeiro*, v. 22, n. 4, p. 711-721, Aug. 2017. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017136784>

PAULA, T. L. F. de. Comportamento hidráulico de aquíferos sedimentares e metassedimentares de dupla porosidade da região do Alto Paraguai, MT. Orientador: Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos, 2015. 1 CD-ROM. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15041>> Acesso em: 13 abr. 2017.

QUEIROZ, T. M.; MELO, M. T. Índices de qualidade da água do riacho Queima Pé no município de Tangará da Serra/MT, região de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v.8, n.4, p.74-84, 2017. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.004.0007>

RICHARDS, L.A. (ed.). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington D.C.: U.S.

Salinity Laboratory., 1954. 160p. <https://doi.org/10.1097/00010694-195408000-00012>

RODRIGUES, L. da C. et al. Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do rio Queima-Pé, Mato Grosso, Brasil. Revista Brasileira de Ciências Ambientais - n. 32, 2014.

SILVA, Í. N. et al. Qualidade de água na irrigação. ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido, Campina Grande - PB, v.07, n 03, p. 01-15, 2011.

SILVA, J. W. S. et al. Levantamento de impactos ambientais sobre os remanescentes de vegetação ciliar do córrego Figueiras em Tangará da Serra-MT. Revista De Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta-MT, v.11, n.1, p.89-98, 2013.

TANGARÁ DA SERRA/MT, Lei Complementar Nº 210, de 11 de setembro de 2015. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Tangará da Serra (PDPMTS), e dá Outras Providências. 15/10/2015. Disponível em <http://www.tangaradaserra.mt.gov.br/fotos_downloads/23183.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2016.

TANGARÁ DA SERRA/MT, Decreto n.º 351 de 20 de outubro de 2016. Declara situação de emergência neste município afetado por estiagem conforme a codificação brasileira de desastre - COBRADE é 1.4.1.1.0, conforme Instrução Normativa n.º 01/2012, e dá outras providências. Tangará da Serra. Disponível em <http://www.tangaradaserra.mt.gov.br/fotos_downloads/27312.pdf>. Acesso dia 25/11/2016.

VILLANUEVA, T. C. B. et al. Diagnóstico da qualidade das águas subterâneas e elaboração do mapa de uso e ocupação dos solos na região de Irecê-BA. Águas Subterâneas. v. 29, n.1, p.30-41, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v29i1.27932>

ZANINI, T. S. et al. Diversidade da ictiofauna de riachos de cabeceira em paisagens antropizadas na bacia do Alto Paraguai. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, v. 107, e2017006, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017006>

Recebido em: 20/11/2018
Aceito para publicação em: 30/06/2020