

FERNANDA DA SILVA FERREIRA

**QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS DO RIO SEPOTUBA E JAUQUARA-
MT, PARA USO DOMÉSTICO E AGRÍCOLA**

TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL

2015

FERNANDA DA SILVA FERREIRA

**QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS DO RIO SEPOTUBA E JAUQUARA-
MT, PARA USO DOMÉSTICO E AGRÍCOLA**

Dissertação apresentada à
Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências
do Programa de Pós-graduação
Stricto Sensu em Ambiente e
Sistemas de Produção Agrícola para
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Tadeu Miranda
de Queiroz

TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL

2015

Ferreira, Fernanda da Silva.
F4133q Qualidade da água nas bacias do rio Sepotuba e Jauquara –
MT, para uso domestico e agrícola / Fernanda da Silva Ferreira.
– Tangará da Serra, 2015.
88 f. ; 30 cm. il. Color. (Anexo CD-ROM)

Dissertação (Mestrado em Ambientes e Sistema de Produção
Agrícola) – Universidade do Estado de Mato Grosso, 2015
Orientador: Tadeu Miranda de Queiroz

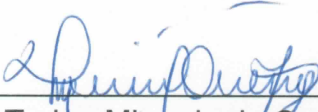
1. Precipitação. 2. Irrigação. 3. Multivariada. I. Autor. II. Título.
CDU 628.1(817.2)

FERNANDA DA SILVA FERREIRA

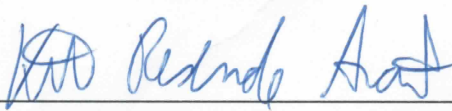
**QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS DOS RIOS SEPOTUBA E JAUQUARA-MT,
PARA USO DOMÉSTICO E AGRÍCOLA**

Dissertação apresentada a Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, para obtenção do título de Mestre.

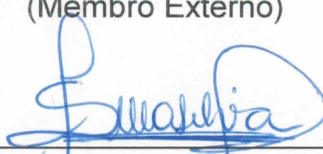
APROVADA em 19 de fevereiro de 2015.



Prof. Dr. Tadeu Miranda de Queiroz
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
(Orientador)



Prof. Dr. Kelte Resende Arantes
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
(Membro Externo)



Profa. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
(Membro Interno)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois ele não nos entrega fardos que não podemos carregar.

Aos meus pais, Claudimar e Cleudes e meus familiares, que oferecem apoio incondicional a todas as minhas decisões pessoais e profissionais, que torcem sempre pelas minhas conquistas, e que riem e choram perante as minhas dificuldades e vitórias.

Ao meu orientador Tadeu e a professora Edinéia, pela orientação e pela participação efetiva na minha pesquisa. Ao professor Wilson, pela paciência, pelo tempo e pelas horas de trabalho no laboratório.

Aos bolsistas (tigrinhos) do projeto BB água limpa, Dryca, Josi, Ítalo, Letícia e Jéssica a mestrandia Thaís, pelo trabalho em equipe, pelo empenho, pelas madrugadas a fora no laboratório, por compartilharem da minha alegria e dificuldades. Além de tudo pela amizade que construímos.

Agradeço de coração aos motoristas do *Campus* da Barra do Bugres senhor Carlos Barbosa, Rodney e Djalma, pois durante todo o período de coleta nos ajudaram de todas as formas possíveis.

Aos meus amigos Leonardo, Jucimar, e Leandro pelo apoio e encorajamento, e por acreditarem que eu sou capaz, que por feliz coincidência passamos para o mesmo programa de mestrado, portanto sabemos o que cada um superou para chegar ao termino de mais essa etapa. Aos demais amigos Camila, Juliana, Heilon, Carlinhos, Naiara, Carol, princesa Duda, que mesmo longe me deram todo o apoio emocional e encorajamento, pelas ligações atendidas, pelas mensagens trocadas, sempre mais sempre me encorajando.

Aos colegas do mestrado, todos queridos e parceiros. Aos irmãos de coração Wilton, Willian, Everto e Gabriel, por todo amor, confiança, e por acreditarem que posso ser uma profissional melhor a cada etapa vencida.

A FAPEMAT e MEC pela bolsa de estudo concedida e pelo recurso do projeto em qual eu estou inserida. Ao recurso do PROAP oferecido pelo programa e a todos que de alguma forma contribuíram para que a pesquisa fosse adiante.

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO GERAL.....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
ARTIGO 1: Efeito Sazonal Da Precipitação Na Qualidade Da Água Das Bacias Hidrográficas Dos Rios Sepotuba E Jauquara, Sob O Aspecto Do Consumo Humano	11
ARTIGO 2: Qualidade Da Água Para Irrigação Nas Bacias Hidrográficas Do Rio Sepotuba E Jauquara E Uso E Ocupação Do Solo	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47

RESUMO

A água é a substância mais abundante na terra e é de suma importância para a sobrevivência dos seres vivos e para o desenvolvimento de diversas atividades econômicas. Neste trabalho as técnicas de análise de agrupamentos foram empregadas com o objetivo de identificar a similaridade das variáveis relativas à qualidade da água para uso doméstico e para irrigação nas bacias hidrográficas do rio Sepotuba e do rio Jauquara, localizadas respectivamente, nos municípios de Tangará da Serra e Barra do Bugres, ambas em Mato grosso. As coletas de água ocorreram nos rios Ararão, Queima Pé e Russo, afluentes da bacia hidrográfica do rio Sepotuba, e em pontos escolhidos na bacia do Rio Jauquara. O material coletado foi encaminhado ao laboratório de química do *Campus* de Barra dos Bugres, onde foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: turbidez, condutividade elétrica, pH, alcalinidade, cálcio, magnésio, dureza, cloretos, e a temperatura foi medida concomitante as coletas. Para determinação das análises químicas de sódio, potássio e ferro, as amostras foram encaminhadas a um laboratório especializado, localizado na cidade de Cuiabá-MT. As análises de água para o uso doméstico foram comparadas a portaria 2.914 do Ministério da Saúde, e para o uso na irrigação os dados foram padronizados para a determinação do índice de qualidade de água. Para a qualidade da água no uso doméstico, os resultados mostram que a sazonalidade das chuvas interferiu diretamente na turbidez, condutividade elétrica e cloretos nos 4 rios observados, e dentre elas a turbidez foi a única variável que em todos os pontos e meses, ultrapassou os valores estabelecidos na portaria 2.914 do Ministério da Saúde. No rio Queima- Pé os cloretos ultrapassou o limite recomendável no mês de novembro. Portanto, de forma geral, a qualidade da água da BHRJ é inferior a da BHRS. No segundo artigo sobre o uso da terra e qualidade da água para irrigação, constatou-se que para o balanço hídrico, os meses com excedente hídrico são janeiro, fevereiro, março e dezembro, e os meses com déficit foram de abril a outubro, e novembro o mês com reposição de água no solo. E a precipitação associada ao uso e ocupação do solo na BHRS nos meses de outubro e dezembro, influenciaram na alteração das variáveis, bicarbonato, condutividade elétrica, ferro e cloretos. Estas mesmas variáveis na BHRJ sofreram alterações possivelmente em decorrência das características geológicas locais, além da precipitação. Para o IQAI, em todas as bacias analisadas durante o período de estudo, a qualidade foi classificada como I, água de excelente qualidade. Em ambas as bacias estudadas a prática de irrigação é viável para os meses com déficit hídrico, pois a qualidade não foi alterada pela ocorrência de chuvas associado ao uso e ocupação bem como características geológicas do local. Enfim o monitoramento individual das características físico-químicas é de suma importância para a detecção de alterações na qualidade da água.

Palavras chave: precipitação, irrigação, multivariada.

ABSTRACT

Water is the most abundant substance on Earth and is of utmost importance for the survival of living beings and for the development of several economic activities. In this paper, the cluster analysis techniques were employed aiming at identifying the resemblance of variables regarding the quality of water for domestic use and irrigation in the watersheds of river Sepotuba and river Jauquara, situated respectively in the municipalities of Tangará da Serra and Barra do Bugres, both in Mato Grosso. Water samples were collected in rivers Ararão, QueimaPé and Russo, tributaries of the river basin of the river Sepotuba, and on sites selected at the river Jauquara basin. The collected material was sent to the chemistry laboratory of *Campus* de Barra dos Bugres, where the following physicochemical analyses were accomplished: turbidity, electrical conductivity, pH, alkalinity, calcium, magnesium, hardness, chlorides, and the temperature was measured concomitantly with the collections. The chemical analysis of sodium, potassium and iron, samples were forwarded to a specialized laboratory, located in the city of Cuiabá-MT. The water analysis for domestic use were compared with ordinance 2.914 the Ministry of Health, and for us in the irrigation date were standardized for determining the water quality index. For water quality in domiciliary use, the results show that the rain seasonality interfered directly in turbidity, electrical conductivity and chlorides in 4 observed rivers, and among them turbidity was the only variable in which all points and months, exceeded values set out in ordinance 2.914 of the Ministry of Health. In river Queima-Pé chlorides exceeded the recommended limit in November. As a result, on the whole, the water quality of BHRJ is lower than that of BHRS. In the second article about the land usage and water quality for irrigation, it was found that for the hydric balance, the months with water surplus are January, February, March and December, and months with water deficit were from April to October, and November was the month with water replacement in the soil. And the precipitation associated with land usage and occupation in BHRS in October and December, influenced the change of bicarbonate, electrical conductivity, iron and chlorides variables. And in BHRJ the same variables that have changed in BHRS, may have also been a result of local geological features in addition to the precipitation. For IQAI, in all basins analyzed throughout the study period, the quality was classified as I, excellent water quality. In both basins studied the practice of irrigation is achievable for months with water deficit, because the quality was not affected by occurrence of rain associated with the use and occupation and geological characteristics of the land. To conclude, the individual monitoring of the physical and chemical characteristics is of utmost importance for detecting changes in water quality

Keywords: precipitation, irrigation, multivariate.

INTRODUÇÃO GERAL

A água é um solvente universal, elemento de suma importância para a garantia da manutenção da vida. O Brasil detém grande disponibilidade deste recurso, utilizado para diversos fins, como o abastecimento público, industrial, agropecuário, geração de energia, o transporte fluvial, atividades recreativas e a diluição dos efluentes domésticos e industriais despejados nos cursos d'água (ROCHA et al., 2006).

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos fins interferem no desenvolvimento econômico e social de uma comunidade, atender a essa demanda é cada vez mais difícil devido ao comprometimento da qualidade das águas.

Esta qualidade é dependente de processos naturais como a geologia, topografia, vegetação, clima, tipo de solo e regime hidrológico. Contudo, bacias hidrográficas inseridas em núcleos urbanos ou rurais recebem diversos tipos de interferências antrópica que contribuem para a poluição dos mananciais, refletindo na saúde da população que a consome estas águas.

O crescimento demográfico desordenado, a expansão de fronteiras agrícolas, o uso e ocupação do solo, as grandes cargas de efluentes domésticos e industriais despejados nos rios contribuem de forma significativa para poluição e deterioração da qualidade destes recursos (PESSOA et al., 2013). Fatores que alteram as condições naturais da bacia e afetam o equilíbrio ambiental (MOURA et al., 2010).

Uma forma de monitorar essas alterações é através da análise das características físico-químicas da água. Que são indicadores de mudanças na qualidade e de fontes poluidoras que interferem na potabilidade da água para consumo e outros fins (SILVA et al., 2011).

Em regiões que utilizam sistemas de irrigação no período da estiagem para compensar a época com menores índices pluviométricos e evitar o déficit hídrico, a determinação da qualidade da água é de suma importância para não inviabilizar economicamente a atividade. Sendo os índices uma forma de classificar a qualidade e verificar se o seu uso é apto a esta atividade, não causando problemas futuros ao sistema de produção, a planta e solo (ANDRADE et al., 2007).

Neste contexto, foram aplicadas as técnicas de estatística multivariada, mais especificamente a análise de agrupamento (HCA) com o objetivo de identificar a

similaridade das variáveis determinantes na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Sepotuba (BHRS) e Jauquara (BHRJ) nos municípios de Tangará da Serra e Barra do Bugres respectivamente, considerando a sazonalidade das chuvas, para qualidade da água para uso doméstico, bem como a viabilidade do uso deste recurso em sistemas de irrigação.

A escolha das bacias, nos municípios de Tangará da Serra e Barra do Bugres, levou em consideração à importância dos rios para o abastecimento urbano, rural, bem como o fato de ambas as bacias estudadas comporem a Bacia do Alto Paraguai (BAP). O estudo serve como base para identificação das fontes poluidoras das bacias em função das atividades nelas desenvolvidas. Além, de ser uma ferramenta no auxílio do controle ambiental.

A dissertação foi sistematizada e dois artigos, além da introdução geral e suas referências. No primeiro artigo intitulado, Efeito sazonal da precipitação na qualidade da água das bacias hidrográficas dos rios Sepotuba e Jauquara, sob o aspecto do consumo humano tem como objetivo aplicar as técnicas de estatística multivariada, mais especificamente a análise de agrupamentos com o objetivo de identificar o efeito da sazonalidade das chuvas na qualidade de água para o uso doméstico nas bacias hidrográficas do rio Sepotuba (BHRS) e Jauquara (BHRJ) situadas nos municípios de Tangará da Serra e Barra do Bugres, respectivamente.

E no segundo artigo, Qualidade da água para irrigação nas bacias hidrográficas do rio Sepotuba e Jauquara e uso e ocupação do solo, objetivo do trabalho foi relacionar o uso da terra com a Qualidade da Água para irrigação na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba e Jauquara, relacionado com o balanço hídrico da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M. de et al . Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria , v. 37, n. 6, p. 1791-1797, Dec. 2007 .

MOURA, L. H. A. et al. A qualidade de água como indicadora de uso e ocupação do solo: Bacia do Gama- Distrito Federal. **Revista Química Nova**, v. 33, n. 1, p.97-103, 2010.

PESSOA, S. P. M. et.al. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai médio-MT, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p.119-128, 2013.

ROCHA, C. M. B. M. et al . Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, Sept. 2006

SILVA, M. J.; GARCIA, K. S.; CELINO, J. J.; PINHEIRO, L. B.; PALMEIRA, J. B. A. Indicadores primários da qualidade da água do dique do Tororó, Salvador, Bahia. **Revista Cadernos de Geociências**, v. 8, n. 2, p. 92-98, 2011.

Efeito sazonal da precipitação na qualidade da água das bacias hidrográficas dos rios Sepotuba e Jauquara, sob o aspecto do consumo humano

[Acta Amazonica]

RESUMO

Neste trabalho as técnicas de Análise Multivariada de Agrupamento foram empregadas com o objetivo de identificar o efeito da sazonalidade das chuvas na qualidade de água para o uso doméstico nas bacias hidrográficas do rio Sepotuba (BHRS) e Jauquara (BHRJ) situadas nos municípios de Tangará da Serra e Barra do Bugres, respectivamente. As coletas de água ocorreram nos períodos de novembro de 2013 a outubro de 2014 nos rios Ararã, Queima Pé e Russo, afluentes da BHRS e BHRJ. Foram realizadas as análises físico-químicas das seguintes variáveis: turbidez, dureza, alcalinidade, cloretos, cálcio, magnésio, condutividade elétrica, pH e a temperatura que foi medida concomitante a coleta. A análise multivariada de agrupamentos gerou dois grupos, em função das características de cada ponto. Os resultados mostram que a sazonalidade das chuvas interferiu diretamente na turbidez, condutividade elétrica e cloretos nos 4 rios observados, e dentre elas a turbidez foi a única variável que em todos os pontos e meses, ultrapassou os valores estabelecidos na legislação. No rio Queima- Pé os cloretos ultrapassou o limite recomendável no mês de novembro. Portanto, de forma geral, a qualidade da água da BHRJ é inferior a da BHRS.

PALAVRAS- CHAVE: contaminação, água superficial, potabilidade.

Seasonal precipitation effect on the water quality of river basins of Sepotuba and Jauquara rivers, under the aspect of human consumption

ABSTRACT

In this paper the Cluster Multivariate Analysis techniques were employed in order to identify the effect of rain seasonality on water quality for domestic use in the watersheds of river Sepotuba (BHRS) and Jauquara (BHRJ) situated in the municipalities of Tangará da Serra and Barra do Bugres respectively. Water samples were collected in the period November 2013 to October 2014 in rivers Ararã,

QueimaPé and Russo, tributaries of BHRS and BHRJ. Physico-chemical analyses were performed for the following variables: turbidity, hardness, alkalinity, chloride, calcium, magnesium, electrical conductivity, pH and temperature was measured concomitantly with the collection. The multivariate cluster analysis generated two groups, depending on the characteristics of each point. The results show that the rain seasonality interfered directly in turbidity, electrical conductivity and chlorides in 4 observed rivers, and among them the turbidity was the only variable that at all points and months exceeded values set out in legislation. River Queima-Pé chlorides exceeded the recommended limit in November. Therefore, in general, the water quality of BHRJ is lower than BHRS.

KEYWORDS: contamination, surface water, potability.

INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida bem como a substância mais abundante na terra. O controle da qualidade das águas destinadas ao consumo humano é o alvo das preocupações das autoridades sanitárias em todo o mundo.

Portanto, quando se busca um equilíbrio na utilização dos recursos naturais com a sustentabilidade ambiental, o estudo de bacias inseridas em núcleos urbanos e rurais é de suma importância, pois o uso e ocupação de forma desordenada, a expansão agrícola, modificam o ambiente e os processos naturais dos ecossistemas destas áreas (Silva 2006). Todos estes fatores associados à sazonalidade das chuvas, as variações climáticas, podem atenuar esse processo. (Pedrazziet *al.* 2014).

Para verificar a qualidade dos corpos hídricos, faz-se o monitoramento das características físicas, químicas e biológicas, a fim de identificar os fatores de interferência, além de se tornar uma ferramenta de gerenciamento de recursos hídricos, com a finalidade de impedir danos aos sistemas aquáticos e a saúde humana (SARDINHA *et al.* 2008). Processos naturais como a geologia, topografia, vegetação, clima e tipo de solo, estão diretamente ligados à qualidade. Porém, a interferência antrópica é a grande responsável pela poluição e contaminação dos corpos hídricos (Moura *et al.* 2010).

As bacias do rio Sepotuba e Jauquara são afluentes do alto rio Paraguai, e contribuem de forma direta para a flutuação do volume das águas no Pantanal. As

micro bacias do rio Ararã, Queima-Pé e Russo pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS), sofrem influência de várias atividades antrópicas em seu curso, áreas urbanizadas e com intensa atividades econômicas, fatores que podem contribuir para a alteração da potabilidade da água. No entanto, a bacia do rio Jauquara, região de Barra do Bugres, sofre pouca interferência de atividades antrópicas, logo as variações da potabilidade da água podem ser provenientes das características geográficas locais e do relevo.

No presente estudo foram aplicadas as técnicas de estatística multivariada, mais especificamente a análise de agrupamentos com o objetivo de identificar o efeito da sazonalidade das chuvas na qualidade de água para o uso doméstico nas bacias hidrográficas do rio Sepotuba (BHRS) e Jauquara (BHRJ) situadas nos municípios de Tangará da Serra e Barra do Bugres, respectivamente.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em 3 microbacias que compõem a bacia hidrográfica do rio Sepotuba (BHRS) sendo as elas, as dos rios Ararã, Queima- Pé e Russo, e na bacia hidrográfica do rio Jauquara (BHRPJ) no município de Barra do Bugres, ambos situados no Estado de Mato Grosso (Figura 1).

O rio Sepotuba, nasce ao norte do estado de Mato grosso e deságua na cidade de Cáceres. Ocupando uma área de 984.450 ha que representa (1%) da área do estado, sendo um afluente de suma importância para o rio Paraguai e influencia no volume deste rio, importante para a conservação e preservação dos mananciais do Pantanal (Moura e Peret2014).

O rio Jauquara nasce na Província Serrana do município de Barra do Bugres e se espraia pelas planícies da Depressão do rio Paraguai com terras ocupadas por lavouras, pastagens e exploração de calcário. A BHRJ possui 0,14 ha de área territorial e a altitude varia entre 150 e 920 metros. É fonte de abastecimento para assentamentos e comunidades quilombolas (Casarin *et al.* 2008).

O clima da região da área de estudo é tropical, conforme classificação de Köppen-Geiger (1939), temperaturas elevadas, e com duas estações bem definidas chuva no verão e seca no inverno, com temperatura média de 24,8 °C a 25,5 ° C e precipitação média de 1750 mm a 1850 mm para as cidades de Tangará da Serra e Barra do Bugres, respectivamente (Fenner *et al.* 2013; Magalhães e Werle 2009).

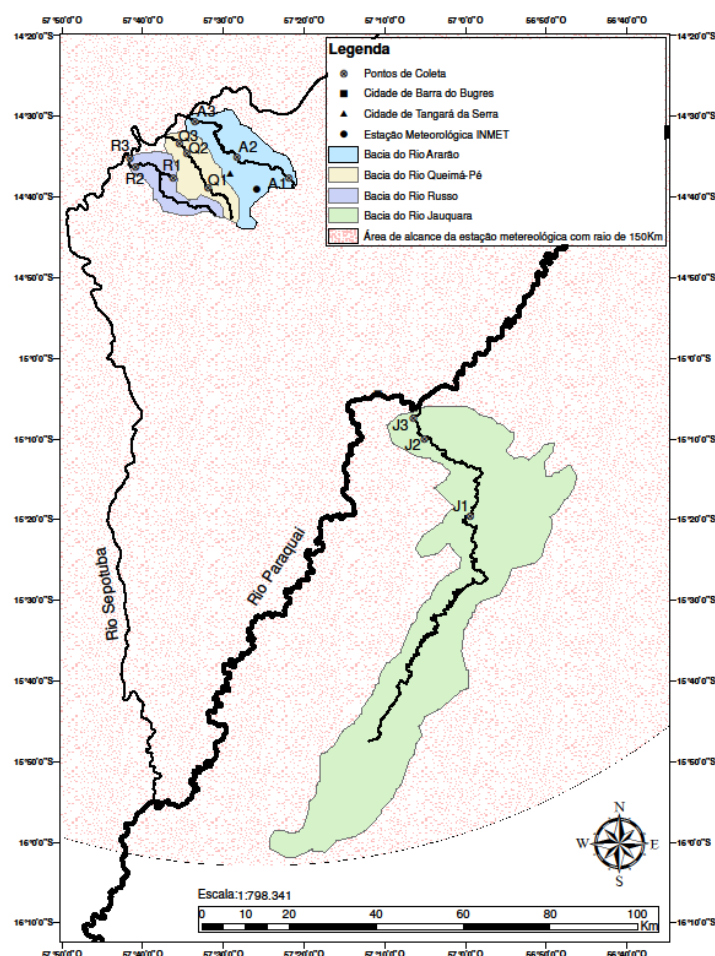


Figura 1. Mapa de localização das bacias estudadas.

O relevo é predominantemente plano, e a vegetação é representada por cerrado e matas em transição, e os solos encontrados em sua maioria são os Latossolos de baixa a média fertilidade natural, apresentando acidez moderada (Embrapa 2006).

A economia na BHRS é baseada na agricultura e pecuária, destacando as culturas de soja, algodão, milho, girassol, arroz e cana-de-açúcar, dentre outras. Destacam-se também, a produção de frangos de corte, suinocultura, piscicultura dentre outras atividades (Silva 2009). Na BHRJ as atividades econômicas se baseiam na pecuária e plantio de cana-de-açúcar para a produção de açúcar, álcool e energia, e agricultura familiar. Há também uma grande área de preservação no complexo da serra das Araras onde se localiza a sua nascente.

O Ararão é objeto de estudos para uma alternativa de ponto de captação de água para a cidade de Tangará da Serra, e sua nascente localiza-se nas

proximidades do Distrito de Progresso, na rodovia estadual MT-358. O ponto de coleta mais próximo a nascente é circundado por áreas com agricultura e com mata ciliar escassa, podendo contribuir para contaminação dos mananciais por meio do escoamento superficial, depositando diversos resíduos ao corpo hídrico e contribuindo para o assoreamento. O ponto próximo a nascente se localiza no município de progresso, e como não possuem estação de tratamento de esgoto estes são destinados a fossas sépticas, fator que pode estar contribuindo para a contaminação do lençol freático bem como as águas do rio Ararã (Silva 2009).

O rio Russo é responsável pelo fornecimento de água em muitas propriedades, tanto para consumo como para irrigação. Os pontos escolhidos são próximos a fazendas de pecuária.

Dos três pontos coletados na BHRJ, um se localiza na comunidade quilombola do Vão Grande o mais próximo a nascente, área pouco agricultável que pertence ao município de Barra do Bugres, a aproximadamente 80 km da cidade. E os outros dois pontos são mais próximos à foz em áreas com a presença de pastagem e cana-de-açúcar.

Para mensurar a pluviosidade foram utilizados os dados de precipitação fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período de 2003 a 2010 para Tangara da Serra, e como os pontos da BHRJ estão dentro de um raio de 150 km, os dados desta estação, para ambas as bacias foram utilizadas.

Foram determinados 9 pontos para a BHRS e 3 para a BHRJ totalizando 12 pontos de coleta, que foram escolhidos de acordo com a acessibilidade e localização em relação a nascente. Os pontos com a numeração 1 foram aqueles mais próximos a nascente, 2 são os pontos intermediários entre a nascente e a foz, e o 3 os mais próximos a foz. Os pontos foram assim denominados: rio Ararã (A1, A2, A3), rio Queima Pé (Q1, Q2, Q3), rio Russo (R1, R2, R3), rio Jauquara (J1, J2, J3). Os quais foram demarcados com um GPS GARMIN com precisão média de 15 m, para a elaboração de um mapa de localização dos mesmos. As coletas foram realizadas de novembro de 2013 a outubro de 2014, mensalmente, próximas ao dia 15 de cada mês.

As amostras de água foram coletadas nas camadas superficiais dos mananciais, em frascos esterilizados, identificados e, posteriormente, acondicionados em caixas de isopor com gelo para o transporte até o laboratório da Unemat/Campus Barra do Bugres.

As variáveis químicas analisadas foram: alcalinidade, dureza, cloretos cálcio e magnésio e realizadas pelo método de titulação obedecendo às metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA 2005). E as físicas foram: pH, turbidez e condutividade elétrica. Medidos diretamente por intermédio de aparelhos de bancada devidamente calibrados.

Os procedimentos foram realizados seguindo os padrões de higiene e controle de amostragem descrita por Macedo (2003) e o guia de coleta e preservação da Agência Nacional de Águas (ANA).

Os resultados das análises físico-químicas foram comparados à portaria 2.914 do Ministério da Saúde de 2011, à resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e aos dados da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) para verificação da qualidade da água superficial dos pontos coletados.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, seguido de uma análise multivariada de agrupamento. A distância entre as variáveis foi calculada pela distância euclidiana entre os indivíduos.

O método de Ward foi o algoritmo aplicado para o agrupamento dos dados, que é a medida de similaridade que consiste na soma de quadrados entre os dois agrupamentos feitos para as variáveis. Para a qualidade da água é o método mais utilizado para agrupamento.

A avaliação da consistência do padrão de agrupamento foi realizada por meio da correlação cofenética, sendo que valores próximos à unidade indicam melhor representação. A análise de correlação cofenética foi utilizada para somar a confiabilidade das conclusões frente à interpretação dos dendrogramas.

Para gerar os gráficos do dendograma para cada variável, foram utilizadas as médias das triplicatas das análises. Todas essas análises foram feitas com a utilização do software livre R versão 3.0.1 e o pacote utilizado para gerar o agrupamento foi o vegan (R 2011). Nos dendrogramas gerados os números que aparecem nas figuras correspondem aos meses em que as variáveis foram analisadas.

RESULTADOS

Os dados da precipitação (Figura 2) foram utilizados para correlacionar com as variáveis analisadas. Os meses que apresentam maiores médias de precipitação

foram outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril com 185,4, 191,0, 213,8, 265,1, 210,3, 196,6, 111,5 mm respectivamente. E os menores valores de precipitação foram observados nos meses de maio 23,2 mm, junho com 8 mm, julho 14,3 mm, agosto 24,9 mm e setembro 39,7 mm . E os desvios padrões são 116,9, 113,4, 102,0, 91,2, 19,0, 12,3, 16,8, 25,2, 27,9, 51,4, 106,3 e 127,3 para os meses de janeiro a dezembro respectivamente.

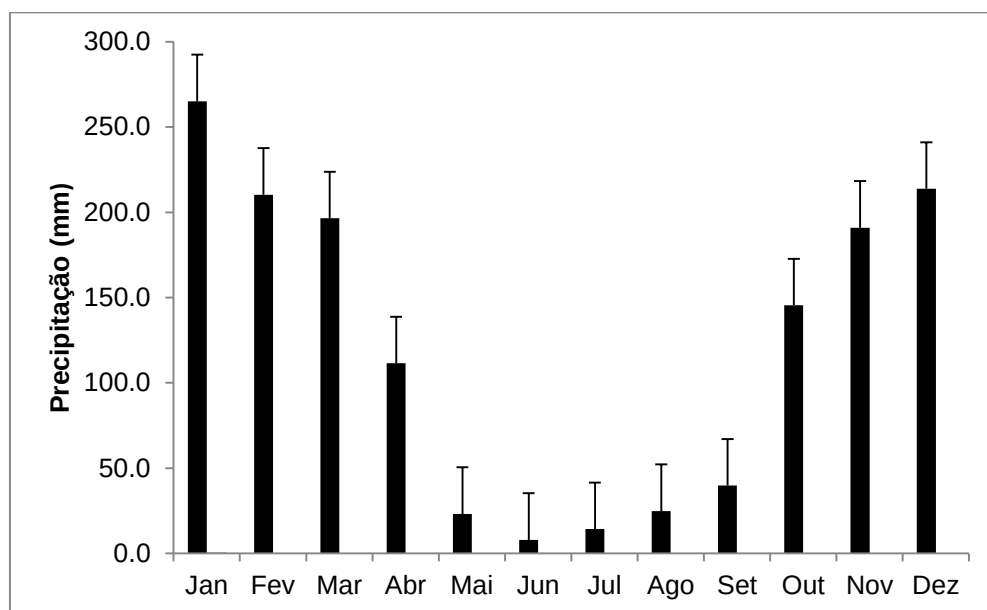


Figura 2. Precipitação média e desvio padrão para o período de 2003 a 2010 para o município de Tangará da Serra e Barra do Bugres, Estado de Mato Grosso.

Os dados apresentaram normalidade para todas as variáveis avaliadas. A semelhança dos pontos das duas bacias escolhidas para o período avaliado pela análise de agrupamento resultou na formação de dendogramas para cada variável, e os resultados obtidos se encontra na Tabela 1.

Para a alcalinidade na BHRS os dados formaram 2 grupos, o agrupamento 1 composto pelos meses de nov, dez, jan, fev, mar, maio e jul com maiores índices pluviométrico, com média de 33,61 mg L⁻¹ a 37,08 mg L⁻¹ e os demais compondo a segunda época com menores índices de chuvas, época da seca com média de 10,54 a 17,91 mg L⁻¹. Na BHRJ, o agrupamento 1 é composto pelos meses de nov, dez, jan, fev, mar, maio e jul com média de 29,76 mg L⁻¹ e os demais no segundo grupo com 3,95 mg L⁻¹.

Tabela 1. Dados obtidos pelos dendogramas para as variáveis, Alcalinidade (Alc), Dureza (Dur), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez (Tur), Cloretos (Clo), Condutividade Elétrica (CE)

	Rio	Grupo 1	Grupo 2
Alc	Ararão, Queima-Pé, Russo	11, 12, 1, 2, 3	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Jauquara	11, 12, 1, 2, 3, 5, 7	4, 6, 8, 9, 10
Dur	Ararão, Queima-Pé, Russo	11, 12, 1, 2, 3	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Jauquara	11, 12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	10
Ca	Ararão, Queima-Pé, Russo	11, 12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,	10
	Jauquara	11, 12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10	8
Mg	Ararão, Queima-Pé, Russo	11, 12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10	8
	Jauquara	11, 12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	10
Ph	Ararão	11, 4, 6, 10	12, 1, 2, 3, 5, 7, 9
	Queima – Pé	11, 12, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	2
	Russo	11, 12, 1, 2, 3, 4, 5, 7	6, 8, 9, 10
	Jauquara	11, 12, 1, 2, 3, 4, 5,	6, 7, 8, 9, 10
Tur	Ararão, Queima-Pé, Russo	11, 12, 1, 2	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Jauquara	11, 12, 1	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Clo	Ararão, Queima-Pé, Russo	11	12, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9
	Jauquara	11, 12, 1, 2,	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
CE	Ararão	11, 12, 1	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Queima – Pé,	11, 12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
	Russo, Jauquara		10

O mesmo comportamento da alcalinidade foi observado para a dureza na BHRS em relação aos meses, com médias de 15, 7 a 19,8 mg L⁻¹ período das águas e 4, 12 a 5,3 mg. L⁻¹ na seca, se diferenciando apenas para a BHRJ. Pois o

agrupamento 1 desta bacia contemplou os meses de nov, dez, jan, fev, mar, abril, maio, jun, jul, ago e set com média de $16,9 \text{ mg L}^{-1}$ e o grupo 2 corresponde somente ao mês de outubro com a menor média observada de $15,2 \text{ mg L}^{-1}$.

A BHRS, apresentou o mesmo comportamento para o cálcio nos rios avaliados, sendo o agrupamento um formado pelos meses de nov, dez, jan, fev, mar, abr, maio, jun, jul, ago e set com médias de $1,81$ a $2,19 \text{ mg L}^{-1}$. Para o agrupamento 2, médias de $0,72$ a $0,80$. E na BHRJ, o comportamento foi semelhante, no entanto, o grupo 2 foi formado pelo mês de ago, com média de 8 mg L^{-1} , o grupo 1, $7,1 \text{ mg L}^{-1}$.

Para o magnésio, os rios da BHRS foram similares no comportamento dos grupos gerados, grupo 2 composto somente pelo mês de ago com médias de $1,01$ a $1,4 \text{ mg L}^{-1}$, e o grupo 1 pelos demais meses com $0,48$ a $1,08 \text{ mg L}^{-1}$.

Na BHRJ, o grupo 1 é formado pelos meses de nov a set com média de $0,05 \text{ mg L}^{-1}$, e o grupo 2 pelo mês de out com $0,01 \text{ mg L}^{-1}$.

Para o pH a sazonalidade não foi fator de definição dos agrupamentos. Para o rio Ararã, o agrupamento 1, corresponde aos meses de nov, abr, jun, e out com média de $6,47$ para época das águas e $5,99$ para a época da seca nos meses de dez, jan, fev, mar, maio, jul, e set.

No rio Queima-Pé o agrupamento 1, obteve média de $6,42$ nos meses de nov, dez, jan, mar, abr, maio, jun, jul, agost, set e out e $6,14$ no agrupamento 2 no mês de fev.

Os dados no rio Russo gerou dois grupos, sendo o agrupamento 1 composto pelos meses de nov, dez, jan, fev, mar, abr, maio e set com média de $6,3$. E os demais meses para o grupo 2 com média de $6,72$. Semelhante ao rio Jauquara, no entanto, o mês de jul não participou do agrupamento 1 com média de $6,53$. E para os demais meses com pH a $7,75$.

Para o rio Queima-Pé e Jauquara os valores de turbidez foram superiores nos meses de nov, dez, jan, fev período com maiores índices de chuvas, com médias de $25,33$ e $310,66 \text{ mg L}^{-1}$ no período das águas e $29,74$ e 49 mg L^{-1} na seca respectivamente.

Foram observados maiores valores da turbidez nos períodos com menores índices pluviométricos para os pontos do rio Ararã e Russo com médias de $25,33$ e $29,74 \text{ mg L}^{-1}$ nas águas e $29,74$ e $49,00$ na seca, respectivamente.

Todos os rios avaliados na BHRS os valores de condutividade foram elevados para o agrupamento 1 que inclui os meses de nov, dez, para os rios Queima-Pé média de $564,33 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ e Russo com $1406,76 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ e para o rio Ararã além dos citados se inclui o mês de jan, com média $994,50 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Os demais meses do agrupamento 2, as médias foram de 49, 47 e $45 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ respectivamente. Na BHRJ o agrupamento 1, é composto pelos meses de nov e dez, com média de $70,94 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, e para o grupo 2 média de $248 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ nos demais meses.

Para a variável cloretos todos os rios da BHRS obtiveram o mesmo comportamento no agrupamento dos dados, sendo o grupo 1 formado pelo mês de nov, que corresponde ao período em que os índices pluviométricos começam a se elevar na região, com médias de 220 a $260 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, e os demais compondo o grupo 2, médias de 2,61 a $4,3 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Na BHRJ o grupo um é formado pelos meses de nov, dez, jan e fev os meses mais chuvosos com média de $19,4 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e o grupo 2 pelos demais com $2,25 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

A verificação da confiabilidade frente à interpretação do dendograma foi realizada pelo coeficiente de correlação cofenética, para todos os dendogramas foi encontrado valor igual ou superior a 0,88 considerado satisfatório.

DISCUSSÃO

Nos rios Ararã, Queima- Pé, Russo e Jauquara os valores encontrados para este parâmetro foram abaixo de $100 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, valor limite estabelecido pela Portaria 2.014 do Ministério da Saúde, portanto não promovem danos a saúde. E para a dureza valores $<50 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ são consideradas água mole, sem trazer danos à saúde e outras atividades para a variável dureza, para todos os pontos avaliados este valor não foi excedido.

Os pontos da BHRS são localizados próximos a áreas com agricultura e pecuária, o escoamento superficial em função da precipitação pode estar carreando sedimento entre eles o cálcio, magnésio e outros elementos como ferro, manganês, cobre, bário, fontes de adubação utilizadas na agricultura e pastagem que circundam esses pontos, que aumentam a presença de sais alcalinos terrosos na água, refletindo diretamente nos valores da alcalinidade, dureza, conforme Almeida (2010).

Como a BHRJ não sofre interferência de atividades antrópicas intensa, a elevação destas variáveis podem estar associada à formação geológica do local.

Esta bacia está inserida em uma região com minas de calcário e estes sedimentos ao entrar em contato com a água se tornam altamente solúvel liberando substâncias iônicas como os carbonatos que estão diretamente ligados ao aumento dos valores de alcalinidade e dureza e que são agentes tamponantes do pH.

A Portaria 2.914, não regulamenta valores padronizados para o cálcio e magnésio. E o agrupamento entre os dados foi em função das características das bacias.

Apesar da BHRJ não sofrer a interferência de atividades agrícolas em grande escala, recebimento de efluentes domésticos, desmatamento das margens do rio, ao se comparar as médias desta variável em todos os pontos, observa-se que para esta bacia os valores foram bem superiores aos demais. Nestes pontos o inverso ocorre com o magnésio, portanto estas rochas possuem maiores quantidades de cálcio em seu material de origem.

Os valores obtidos para o pH estão dentro dos padrões de potabilidade do ministério da saúde que recomenda uma faixa de 6,0 a 9,5.

Em todos os pontos avaliados ocorreu variações de pH e segundo Von Sperlig (2005), a oscilação de pH em sistemas hídricos podem estar associados a proliferação de plantas que aumenta a fotossíntese e há consumo de gás carbônico, aumentando essa variável. Além da dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, e oxidação da matéria orgânica que liberam que ácidos fúlvicos e húmicos e despejo de efluentes domésticos.

Processos bioquímicos influenciados pela radiação solar também podem interferir nestes valores bem como a decomposição de plantas aquáticas que promovem alterações nos teores de nitrogênio, fósforo, pH, oxigênio dissolvido, e de outros elementos (Hermes e Silva 2004)

Souza *et al.* (2013), analisando a similaridade da qualidade das águas superficiais do rio Negro no período de 2008 a 2012, encontraram valor médio de 6,48 para o pH. E Silva *et al.* (2008) observando a influencia da precipitação na qualidade de água do rio Puros, encontraram resultados similares com este trabalho, com pH entre 6,0 a 7,0.

Umetsu *et al.* (2007) determinando os aspectos físico-químicos de dois rios na bacia do alto Tapajós, nos rios Teles Pires e Cristalino-MT, o período de estiagem e seca, o pH do Rio Teles Pires oscilou entre 5,41 e 7,24 e no Cristalino entre 5,95 e 7,29.

A resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), regulamenta que os valores para a turbidez não podem ultrapassar 100 UNT, para rios de classe 2, e para o ministério da saúde valor de 5 Unidades Nefelométrica de Turbidez (UNT), quando utilizadas para abastecimento público.

Todos os pontos observados apresentaram valores superiores estabelecidos pelo Ministério da Saúde, portanto podem estar interferindo na saúde da população que consome este recurso, bem como elevando o custo de tratamento desta água.

O rio Queima-Pé nasce ao sul do município, próximo às glebas Esmeralda, Santa Fé e Aurora. É a fonte de abastecimento de água da cidade de Tangará da Serra, porém, seus afluentes a atravessam ou passam por propriedades rurais, sendo que a retirada da vegetação das áreas de preservação permanentes para implementação da pecuária e agricultura esses fatores aliados aos meses como maiores índices de precipitação, contribuiu para o assoreamento dos cursos de água elevando a turbidez destes rios (Grossi 2006).

No rio Jauquara os valores de turbidez também foram elevados, a precipitação contribuiu para o escoamento superficial que favoreceu a deposição da matéria orgânica e sedimentos nos rios, conseqüentemente beneficiou o aumento de sólidos suspensos na solução.

No rio Ararã e Russo as maiores médias foram observadas nos períodos com menores índices pluviométricos. Fator associado à redução das chuvas e a alta taxa de evaporação das águas possivelmente promoveu a concentração dos sólidos suspensos na solução, e para o rio Ararã o despejo proveniente dos efluentes domésticos a este curso d'água deve ter promovido uma maior concentração dos sólidos suspensos, devido à evaporação da água.

Devido à alta turbidez, a quantidade de sólidos suspensos na água pode interferir no processo de fotossíntese das algas e da vegetação submersa. Essa interferência pode afetar diretamente a comunidade aquática, além da utilização deste recurso para o uso doméstico, recreacional e industrial. Em regiões onde ocorre o tratamento da água, a utilização de coagulantes e auxiliares no processo de tratamento é superior quando ocorre este tipo de alteração na turbidez.

Siqueira *et al.* (2012), ao avaliarem a qualidade da água do rio Parauapebas, encontraram valores de turbidez dentro dos padrões da legislação do CONAMA, que oscilaram em função do material em suspensão devido à entrada de materiais carreados para o rio.

De acordo com Bárbara *et al.* (2010) monitorando a qualidade da água do Rio Araguari, mesmo os valores não ultrapassando o estipulado pelo CONAMA, valores próximos podem influenciar nos ecossistemas aquáticos, tanto na fotossíntese quanto na dinâmica.

A condutividade elétrica bem como o cálcio e magnésio não são variáveis regulamentadas pelo Ministério da Saúde. Segundo os parâmetros técnicos estabelecidos pela CETESB (2009), o valor máximo permitido para a condutividade elétrica das águas superficiais é de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ e valores superiores a este indicam ambientes impactados.

Na BHRS todos os pontos avaliados apresentaram maiores médias nos meses de nov e dez, são aqueles em que o pico de chuvas promove um excedente hídrico no solo, indicando altos índices de pluviosidade e o mês de janeiro para a região avaliada é o mês com maior pico de pluviosidade, fator que pode ter contribuído para a elevação desta variável através do aporte de íons na água promovida pelo escoamento superficial.

Modificação brusca desta variável é um indicador de alteração ambiental nas bacias. A retirada da cobertura vegetal contribui para o escoamento superficial, colaborando ao aporte de sólidos dissolvidos carregado dos solos ao corpo hídrico, que modifica a concentração mineral da mesma (Koning *et al* 2008).

Em regiões com atividades agropecuárias com na BHRS, a chuva pode promover o carreamento dessas fontes de íons como K^+ , Na^+ , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} e Cl^- e outros com menor influência como NO_2^- , NO_3^- e HPO_4^{2-} para os corpos hídricos provenientes de atividades de adubação (Almeida, 2010).

Os íons e agentes químicos originários de efluentes domésticos, e produção agrícola, quando manipulados e depositados aos corpos hídricos de forma indevida, favorece o aumento desta variável.

Na BHRJ. Os dados indicam que independente da época do ano, esta variável não sofre influencia da sazonalidade das chuvas, pois o grupo 2 contempla tanto a época com maiores e menores índices pluviométricos.

E no rio Jauquara os valores acima da faixa limite podem ser atribuídos aos processos naturais como a geologia, vegetação, clima e tipo de solo e regime hidrológico (Pessoa *et al.* 2013). Como a região possui minas de rochas calcárias, a dissolução destas rochas pode estar elevando a condutividade elétrica, índices elevados de sais, caracterizam água salobra.

Apesar desta característica não trazer danos à saúde, dependendo do grau de salinização e do gosto que lhe confere a preferência para o consumo é restrita. Portanto, ao se comparar a qualidade da água em relação a esta variável nas bacias, a BHRS se sobressai, mesmo seus rios sofrendo maiores interferências antrópicas, a BHRJ devido às características naturais locais depreciam esta qualidade.

Umetsu *et al.* (2007), encontrou valores mais elevados no Rio Cristalino de 10 a 25 $\mu\text{S cm}^{-1}$ quando comparados com o Rio Teles Pires 7 e 14 $\mu\text{S cm}^{-1}$ maiores valores de condutividade do Rio Cristalino foram observados durante os meses onde foram registrados os menores valores de precipitação pluviométrica, dados inferiores encontrados neste trabalho.

Hepp (2013) realizou um estudo sobre caracterização limnológica do rio Erechim-RS, ao longo de três anos, e encontrou valores de 45 a 348 $\mu\text{S cm}^{-1}$ no ano de 2010, 31,7 a 141,8 $\mu\text{S cm}^{-1}$ no ano de 2011 e 52 a 130 $\mu\text{S cm}^{-1}$ para o ano de 2012. Com isso, pode-se perceber que a qualidade das águas é afetada pelas condições de entorno aos pontos amostrados em escala temporal e a variabilidade limnológica ocorre principalmente entre períodos do mesmo ano e não ao longo dos anos.

Os rios Ararã, Russo e Jauquara não ultrapassaram a faixa limite estabelecida pelo ministério da saúde de 250 mg L^{-1} para a variável cloretos, valores acima do estabelecido não são prejudiciais à saúde humana, porém conferem um sabor salgado e desagradável a quem consome (Rocha *et al.* 2006), sendo o rio Queima-Pé aquele que ultrapassou esta faixa com 260 mg L^{-1} .

Neste rio, a utilização de adubação a base de cloretos nas atividades de agricultura e pecuária associadas ao início das chuvas podem estar contribuindo de forma direta na elevação desta variável.

Valores elevados deste parâmetro são um indicador de poluição hídrica, podendo ser adicionado aos rios devido à dissolução de sais, ou adicionados aos corpos hídricos pelo despejo de efluentes domésticos (Von Sperling, 2005). Em áreas empregadas para agricultura, à utilização de adubos a base de cloretos também pode contribuir para o aumento da concentração desta variável na água, pois o escoamento superficial pode colaborar para o carreamento destes íons aos corpos hídricos.

Segundo Hepp (2013), analisando a caracterização liminológica de um rio urbano em Erechim-RS por um período de 3 anos, observou médias de 74,85 mg L⁻¹ ano de 2010, 54,27 mg L⁻¹ para o ano de 2011, e para 2012 43,22 mg L⁻¹, todos os valores abaixo do estabelecido pelo ministério da saúde.

CONCLUSÃO

A sazonalidade das chuvas interferiu diretamente nas variáveis, turbidez, condutividade elétrica e cloretos. Para variável turbidez em todo o período analisado os valores ultrapassamos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde e Conama nas duas bacias avaliadas.

Na BHRS, a condutividade elétrica sofreu variação em função da sazonalidade das chuvas no período avaliado. E na BHRJ, as alterações foram decorrentes das características geológicas locais.

E os cloretos no rio Queimam- Pé ultrapassou o valor estabelecido pelo Ministério da Saúde no mês de novembro. Portanto, ao se comparar as variáveis analisadas em ambas às bacias, a BHRJ possui qualidade inferior a BHRS, mesmo sendo sofrendo menor interferência antrópica, atribuindo esse fator as características geológicas locais.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Mato Grosso, A Fundação de Amparo e Pesquisa do estado de Mato Grosso pelos recursos disponibilizados para realização da pesquisa.

BIBLIOGRAFIA CITADA

APHA – American Public. Health Association. 2005. *Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater*. New York: APHA, 20.

Almeida, O.A. 2010. *Qualidade da água de irrigação*. EMBRAPA: mandioca e fruticultura.

Bárbara, V.F.; Cunha, A.C.; Siqueira, E.Q. 2010. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. *Revista de Biociências*, 16: 57-72.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria - Geral. 1982. *Projeto RADAMBRASIL*, Folha SD 21 Cuiabá; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 520p.

Casarin, R.; Neves, S.M.A.S.; Neves, R.J. 2008. Uso da terra e qualidade da água da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara-MT. *Revista Geográfica Acadêmica*, 2: 33-42.

Cetesb. 1978. *Normatização técnica NT-07, análise físico-química das águas*. Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico, São Paulo.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro,. 306p.

Fenner, W.; Moreira, P.S.P.; Ferreira, F.S.; Dallacort, R.; Queiroz, T.M.; BENTO, T.S. 2014. Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado-Floresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. *Revista Acta Iguazu*, 3: 72-85.

Grossi, C.H. 2006. *Diagnóstico e monitoramento ambiental da microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé, MT*. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

Hepp, L.U. 2013. Caracterização Limnológica de um rio urbano (Erechim - RS): Uma abordagem multivariada do gradiente longitudinal ao longo do tempo. *Revista Perspectiva*, 37: 21-30.

Hermes, L.C.; Silva, A.S. 2004. *Avaliação da Qualidade das águas: manual prático*. Brasília: EMBRAPA In formação Tecnológica,. 55p.

Konig, R.; Suzim, C.R.H.; Restello, M.R.; Hepp, L.U.2008. Qualidade das águas de riachos da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. *Revista Pan American Journal of Aquatic Sciences*,.3: 84-93.

Libanio, M. 2005. *Fundamentos de qualidade e tratamento da água*. Campinas, SP: editora átomo.

Lima, W.S.; Garcia, C.A.B. 2008. Qualidade da água em Ribeirópolis-SE: o Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira. *Revista Scientia Plena*, 4: 122401

Lucas, A.T.; Moura, A.S.A.; Netto, G.G.F.; Sousa, I.F. 2014. Qualidade da água no Riacho Jacaré, Sergipe Brasil usada para irrigação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 8: 98 – 105.

Macêdo, J.A.B. 2003. *Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas*. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ/MG, 601p.

Magalhães, L.Z.; Werle, H.S.W. 2009. Problemas ambientais de uma cidade média de mato grosso: o caso de Barra do Bugres. *Revista planejamento e políticas públicas*. n 33: 80-101.

Moura, L.H.A.; Boaventura, G.R.; Pinelli, M.P. 2010. A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: Bacia do Gama, Distrito Federal. *Revista Química Nova*, 33: 97-103.

Moura, N.A.; Peret, A.C. 2014. Morfometria de lagoas no sistema rio Paraguai/ baías marginais na bacia do Alto Paraguai, Cáceres – MT. *Revista Mirante*, 7: 16-39.

Oliveira, B.S.S.; Cunha, A.C. 2014. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. *Revista Ambiente e Água*, 9: 262-275.

Pedrazzi, F.J.M.; Conceição, F.T.; Sardinha, D.S.; Carlos, V.M.; Pompeo, M. 2014. Avaliação da qualidade da água no reservatório de Ituparanga, Bacia do Alto Sorocaba (SP). *Revista Geociência*, 33:, 26-38..

Pessoa, S.P.M.; Galvanin, E.A.S.; Kreitlow, J.P.; Neves, S.M.A.S.; Nunes, J.R.S.; Zago, B. W. 2013. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na Interbacia do rio Paraguai Médio-MT, Brasil. *RevistaÁrvore*, 37: 119-128.

R, Development Core Team. 2011. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria.

Richards, L.A. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soil*. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 160p.

Rocha, CH.B.; Freitas, F.A.; Silva, T.M. 2014. Alterações em variáveis limnológicas de manancial de Juiz de Fora devido ao uso da terra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18: 431-436.

Rocha, C.M.B.M.; Rodrigues, L.S.; Costa, C.C.; Oliveira, P.R.; Silva, I.J.; Jesus, E.F. M.; Rolim, R.G. 2006. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. *Cadernos de Saúde Pública*, 22: 1967-1978.

Sardinha, D.S.; Conceição, F.T.; Souza, A.G.; Silveira, A.J.M; Gonçalves, J.C.S.I. 2008. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do Meio, Leme (SP). *Revista Engenharia Sanitária Ambiental*, 13: 329-338.

Siqueira, G.W.; Apriles, F.; Miguéis, A.M. 2012. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará - Brasil). *Revista Acta Amazônica*, 42: 413-422.

Silva, A.E.P.; Angelis, C.F.; Machado, L.A.T.; Waichaman, A.V. 2008. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Revista Acta Amazonica*, 3: 733-742.

Souza, A.; Fontenele, S.B.; Oliveira, A.P.G.; Lastoria, G.; Gabas, S.; Dias, C. 2013. Similaridade da qualidade das águas superficiais da bacia do Rio Negro, MS. *Revista Ciência e Natura*, 35: 176-189.

Umetsu, C.A.; Umetsu, R.K.; Munhoz, K.C.; Dalmagro, H.J.; Krusche, A.V. 2007. Aspectos físico-químicos de dois rios da bacia do alto Tapajós – Teles Pires e Cristalino – MT, durante período de estiagem e cheia. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 5: 59- 70.

Von Sperling, M. 2005. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte, UFMG, 425p.

QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO SEPOTUBA E JAUQUARA E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

[Revista Engenharia Agrícola]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi relacionar o uso da terra com a Qualidade da Água para irrigação na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba e Jauquara. Foram analisadas doze variáveis dentre elas o cloreto, condutividade elétrica, o bicarbonato e o ferro foram as que ultrapassaram a faixa limite permitida para tal finalidade em todos os pontos das duas bacias amostradas nos meses de outubro e dezembro. Para o uso e ocupação do solo nas bacias do rio Sepotuba as classe com predominância foram à agricultura, vegetação, pastagem, área urbana e massas d' água. A bacia do Rio Jauquara é a mais preservada dentre as estudadas, portanto a classe que se sobressaiu foi à vegetação natural, seguida da pastagem, agricultura e massas d' água, as alterações das variáveis nesta bacia foram em função das suas características geológicas associadas à precipitação. O índice de qualidade de água para as áreas estudadas classificou os corpos d' água em classe I, água de excelente qualidade, não apresentando restrições para a utilização da água para irrigação.

PALAVRAS- CHAVE: IQAI, ocupação, balanço hídrico.

WATER QUALITY FOR IRRIGATION IN THE RIVER BASIN OF THE RIVER JAUQUARA AND SEPOTUBA AND USE AND LAND OCCUPATION

ABSTRACT: the objective of this paper was to relate land usage to Water Quality for irrigation in the River Basin of Sepotuba and Jauquara. Twelve variables were analyzed among them chloride, conductivity, baking soda and iron were the ones that exceeded the limit range for this purpose at all points of the two basins sampled in October and December. For land usage and occupation in the basins of river Sepotuba major classes were agriculture, vegetation, pasture, urban areas and water masses. The basin of River Jauquara is the most preserved among the studied ones, so the class that stood out was the natural vegetation, followed by pasture, agriculture and water masses, changes in variables in this basin were based on their geological characteristics associated with precipitation. The water quality index for the studied areas classified water bodies in Class I, excellent water quality, with no significant restrictions on the use of water for irrigation, however the individual

monitoring of variables is extremely important to detect changes that may occur in water quality.

KEYWORDS: IQAI, occupation, hydric balance.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água de uma região é determinada por processos naturais e pela influência antrópica, como o crescimento populacional, atividade industrial e a agricultura, que de formas diretas e indiretas refletem na qualidade da água. Aproximadamente 90% desse recurso são destinados à produção agrícola, produção industrial e consumo humano. Devido à sazonalidade das chuvas, a irrigação é uma alternativa utilizada para sanar os problemas com déficit hídrico durante alguns meses do ano. O conhecimento relacionado à qualidade da água antes da implantação deste sistema é de suma importância para não inviabilizá-lo e utilizá-lo de forma racional, minimizando problemas ambientais (ZAMBERLAN, 2013).

Uma forma de identificar e monitorar a deterioração dos recursos hídricos é através da utilização de índices para verificação de alterações em bacias hidrográficas ao longo do tempo, e para classificar se o uso deste recurso é apto à irrigação sem causar problemas futuros ao sistema de produções como futuros entupimentos, obstrução de emissores, salinização dos solos, e toxicidade de íons (ANDRADE JUNIOR et al., 2006)

Devido o grande conjunto de dados para o monitoramento da qualidade de água, está sendo cada vez mais utilizada a análise multivariada dos dados, que tem por objetivo agrupar elementos de forma que exista homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre eles (ANDRADE JUNIOR et al., 2006, GIRÃO et al., 2007; PALÁCIO et al., 2011).

As cidades de Tangará da Serra e Barra do Bugres possuem um potencial produtivo promissor, devido a um conjunto de características favoráveis ao cultivo. Devido à sazonalidade das chuvas, uma alternativa é a utilização da irrigação para atender a demanda da cultura e a do mercado na época da estiagem.

Técnicas de geoprocessamento é uma valiosa ferramenta para subsidiar estudos da dinâmica do uso das terras e relacionando estas informações com dados da qualidade da água, é possível de se obter um diagnóstico ambiental preciso a

cerca das atividades desenvolvidas nestas bacias que afetam o equilíbrio do ambiente. Portanto, o objetivo do trabalho foi relacionar o uso da terra e o balanço hídrico com a Qualidade da Água para irrigação na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba e Jauquara.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos rios Ararã, Queima- Pé e Russo pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS) na cidade de Tangará da Serra e na Bacia Hidrográfica do Rio Jauquara (BHRJ) na cidade de Barra do Bugres. O clima da região é tropical conforme classificação de Köppen, Com temperatura média de $\pm 24,8^{\circ}\text{C}$ a $25,5^{\circ}\text{C}$ e precipitação média de ± 1750 mm a 1850 mm (FENNER, et al. 2013)

As coletas foram realizadas a cada 2 meses, no período de outubro de 2013 a setembro de 2014. Para cada rio foram determinados 3 pontos de coleta, escolhidos de acordo com a acessibilidade ao local e no sentido da nascente a foz. As amostras de água foram coletadas, seguindo os padrões de higiene e controle de amostragem descrita por MACEDO (2003). Ao termino da coleta as amostras foram encaminhadas para o laboratório de química da UNEMAT/*Campus* Barra do Bugres. As variáveis químicas analisadas foram: dureza, alcalinidade, cloretos, cálcio, magnésio, bicarbonato.

As análises químicas foram realizadas utilizando o método de titulação obedecendo às metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). E as físicas foram: Condutividade elétrica e pH com auxilio de aparelhos com o condutímetro e pHmetro respectivamente. Medidos diretamente por intermédio de aparelhos de bancada devidamente calibrados. Para as análises de sódio, potássio e ferro, foram encaminhadas a um laboratório especializado localizado na cidade de Cuiabá- MT. Como os valores obtidos de cálcio, magnésio e sódio calcularam-se os valores da Razão de Adsorção do Sódio (RAS), metodologia proposta por (RICHARDS, 1954) equação 1.

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}}{\frac{\sqrt{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}}{2}} \quad (1)$$

Em que,

Na = Sódio, Ca^{2+} = Cálcio, Mg^{2+} = Magnésio

Os resultados foram tabulados e calculados em planilha eletrônica, conforme metodologia proposta por AYERS & WESTCOST (1999) e RODRIGUES (2010). Para os quais foram calculadas as médias e o desvio padrão. Para se estimar em termos de desvio das áreas de uso, em relação aos valores de referência, e levando-se em consideração a distribuição normal dos dados, estes foram padronizados de acordo com a Equação 2:

$$z_i = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \quad (2)$$

Em que,

z_i = Valor padronizado para cada característica analisada, x = Valor da característica analisada, $\bar{x}$ = valor médio da característica avaliada na população de referência, σ = Desvio padrão da característica avaliada na população de referência

Após obter os valores de z_i e padronizar as variáveis foi calculado o Índice de Qualidade de Água (IQi) para cada característica e para cada amostra e posteriormente foi calculado o Índice de Qualidade de Água para Irrigação (IQAI) equação 3 e 4 .

Para calcular o IQi e o IQAI, utilizou-se das equações 3 e 4.

$$\text{IQi} = \sqrt{z_i^2} \quad (3)$$

$$\text{IQAI} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{IQi}}{N} \quad (4)$$

Em que,

IQi= Índice de Qualidade de Água para cada característica avaliada, IQAI= Índice de Qualidade da Água de Irrigação, z_i = Valor padronizado da variável analisada, N= Número de variáveis utilizadas.

Para classificar os índices obtidos no IQAI foram utilizados os parâmetros apresentados na Tabela 1. Para a análise estatística os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, seguido de uma análise multivariada de agrupamento hierárquico. E o método de Ward foi o algoritmo aplicado para o agrupamento dos dados. A consistência do padrão de agrupamento foi realizada uma correlação cofenética. Quanto maior o coeficiente melhor o agrupamento e um

coeficiente menor que 0,7 indicando inadequação do método (KOPP et al., 2007). As análises foram feitas com a utilização do software livre R versão 3.0.1. (R, 2011).

Tabela 1. Classificação do índice de Qualidade de Água para as características avaliadas (IQi) e para o índice de Qualidade de Água para Irrigação (IQAI).

Classes	Condições
I (Excelente)	$IQi \text{ ou } IQAI \leq 1,96$
II (Boa)	$1,96 \leq IQi \text{ ou } IQAI \leq 5,8$
III (Regular)	$5,88 \leq IQi \text{ ou } IQAI \leq 9,80$
IV (Ruim)	$IQi \text{ ou } IQAI \geq 9,8$

Foram utilizados dados de temperatura e precipitação fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET no período de 2003 a 2010, da cidade de Tangara da Serra para o cálculo de balanço hídrico. E como a estação meteorológica desta cidade cobre um raio de 150 Km, os mesmos dados foram utilizados para a cidade de Barra do Bugres. O cálculo de balanço hídrico mensal foi realizado de acordo com a metodologia proposta por THORNTWAITE & MATHER (1995) modificado por PEREIRA *et al.*, (2002). Os dados foram inseridos em uma planilha de cálculo de balanço hídrico mensal, desenvolvida por ROLIM, SENTELHAS & BARBIERI (1998).

Para a classificação das bacias em função do uso e ocupação foram utilizadas cenas referentes às orbitas 227/70 e 227/71 do dia 24/06/2014 do sensor a bordo do LandSat8 obtido no site da Earth Explorer da United States Geological Survey (USGS). As bandas utilizadas foram 4, 5 e 6. As imagens foram recortadas utilizando os shapes das bacias, posteriormente foi realizada a segmentação 8 (similaridade) x16 (número de pixels). A classificação foi supervisionada, no software Spring, feita com treinamento que consiste na identificação de amostras das classes, utilizando o classificador de regiões Bhattacharya com aceitação de 99,9%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral para a região analisanda, ocorreram quatro meses de excedente hídrico sendo os meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro, com médias de 129,9, 83,3, 63,7 e 10 mm respectivamente. E os demais sete meses, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, apresentaram déficit hídrico de -0,7, -13,5, -39,0, -50,5, -83,3, -67,0, -37,8 mm respectivamente. O mês de

novembro não ocorreu deficiência ou excedente hídrico, atribuindo este fato ao período do início chuvoso, (140, 6 mm), devido ao longo período de estiagem e deficiência hídrica, pois inicia-se a reposição de água no solo (Figura 1).

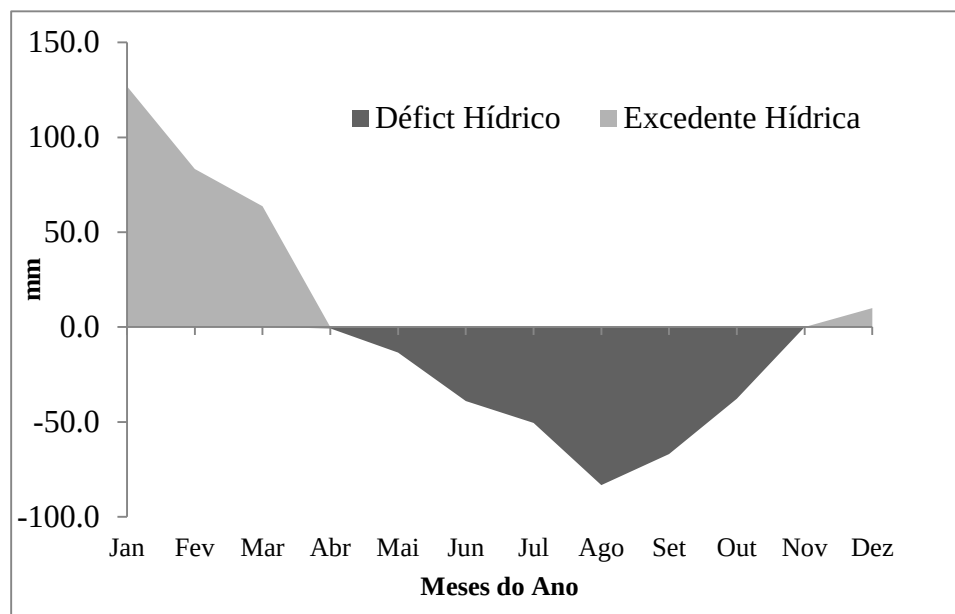


Figura 1. Balanço hídrico mensal para o município de Tangará da Serra, Estado de Mato Grosso, com dados de 8 anos (2003 a 2010).

O conhecimento da quantidade de água disponível no solo, é de suma importância, pois identificam qual a época mais adequada para a implantação de culturas, pois ajustam as épocas de cultivo com os estágios de desenvolvimento em que a cultura necessita de maior quantidade de água. Em períodos de déficit hídrico, uma maneira de disponibilizar água para as culturas é através da irrigação, e a necessidade de água a ser disponibilizada é mensurada pelo balanço hídrico.

O comportamento da variável alcalinidade e bicarbonato é semelhante, pois como todas as amostras coletadas apresentaram pH abaixo de 8,3 a alcalinidade de bicarbonato coincide com a alcalinidade total. Para os dados das duas variáveis (Tabela 2), os pontos se agruparam em função da diferença das médias entre eles, sendo o grupo 1 composto por J1, Q3, A1, A2, R1, A3, Q1, com as maiores médias entre 18,36 a 54, 70 mg L⁻¹. E os pontos J2, J3, R2, Q2 e R3 com valores de 8,57 a 13, 13 mg L⁻¹.

Tabela 2. Dados obtidos pelos dendogramas para as variáveis, Alcalinidade (Alc), Bicarbonato (Bic), Dureza (Dur), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Razão de Adsorção de Sódio (RAS), Sódio (Na), Potássio (K), Ferro (Fe) e Cloretos (Clo), para os respectivos rios e pontos, Ararã (A1, A2, A3), Queima- Pé (Q1, Q2, Q3), Russo (R1, R2, R3) e Jauquara (J1, J2 J3).

Variáveis	Grupo 1	Grupo 2
Alc e Bic	J1, Q3, A1, A2, R1, A3, Q1,	J2, J3, R2, Q2 e R3
Dur	A1, A2, A3, Q1, Q2, Q3, R1, R2, R3	J1, J2, J3
Ca	A1, A2, A3, Q3, R2, Q2, R1, R3	J1, J2, J3
Mg	A2, Q2, R3, R1, Q3, R2, A1, A3, Q1	J1, J2, J3
pH	A1, Q1, Q2, A2, Q3, J1, J2, J3	R1, A3, R2, R3
C.E	A2, A1, A3, Q1, Q2, R3, R1, Q3, R2	J3, J1, J2
RAS	A1, Q1, R1, R2, Q2, Q3, A2, A3	J2, J3, R3, J1
Na	Q2, Q3, R3, R1, R2	A1, Q1, A2, A3, J3, J1, J2
K	A2, J2, Q1, R2, A1, J1, A3, J1, A3, J3	Q2, Q3, R1, R3
Fe	Q1, Q3, A3, J3, A1 e J1	R3, R2, A2, J2, Q2, R1
Clo	Q1, A3, J3, A1, J1, A2, J2	Q3, R2, Q2, R1, R3

De acordo com AYERS & WESTCOST (1991), valores acima de 20 mg. L⁻¹ de bicarbonato é considerado limitante para a prática da irrigação. Nos pontos A1, A2, A3, Q1, Q2 foi observado às maiores médias para os meses de dezembro e março, ambos com excedente hídrico no solo, indicando que a sazonalidade das chuvas para esta bacia influenciou na flutuação dos dados. No Q3, R1 R2, e R3 as maiores médias foram observadas nos meses de outubro período com déficit hídrico no solo e em dezembro com excedente hídrico. Portanto, além da sazonalidade das chuvas as condições em torno destes pontos estão contribuindo para a elevação deste parâmetro.

No Q3 o ponto mais próximo a nascente e da cidade são desenvolvidas atividades de pecuária é agricultura, que utilizam de fontes calcárias que podem estar se destinando a este curso. Bem como nos ponto R1, R2 e R3, além da precipitação nos períodos chuvosos que pode ter contribuído o carreamento de partículas de solos, que contribuíram para a concentração dos componentes constituintes desta variável.

Os pontos Q3 e R1 para o mês de outubro apresentaram médias de 28, 15 a 24,8 mg L⁻¹. No mês de dezembro e março os pontos A1, A2, A3 e Q1 obtiveram médias entre 20,11 a 66, 37 mg L⁻¹. E somente em dezembro os pontos Q2 e Q3 foram observadas médias de 20,78 a 115,3 mg L⁻¹. Sendo que todos estes pontos neste período ultrapassaram o valor estabelecido para a variável bicarbonato. Em função das características locais onde foram coletadas as amostras e também pela influência das chuvas neste período.

O ponto J1 apresentou valor acima do estabelecido para o bicarbonato em todo o período avaliado, pois este ponto se localiza no assentamento Vão Grande uma região com minas de calcário e este material de origem ao entrar em contato com a água sofre rápidas dissoluções, contribuindo para o aumento da concentração deste composto na solução. E se o pH for elevado, pode contribuir para a transformação do bicarbonato em compostos de baixa solubilidade como os carbonatos, que em sistemas de irrigação pode ocasionar a obstrução de tubulações e emissores.

Para a dureza, os pontos da BHRJ obteve as maiores médias de 19,3 a 22,02 mg L⁻¹ grupo 2, a concentração de cálcio na água proveniente das minas de calcário na região podem elevar esses valores, contribuindo para a elevação da dureza que é em função dos valores de cálcio e magnésio presente na solução.

O pontos A2, Q2, e R3, foram os que dentro do grupo 1 apresentaram as menores médias de 9,28 a 13,68 mgL⁻¹ pontos no sentido intermediário a foz, e os demais com 13,01 a 14,74 mgL⁻¹. Valores elevados de dureza na presença de pH acima de 7,5 contribui para a formação de precipitados ocasionando entupimento de emissores e problema de encrustamento de tubulações (AYERS & WESTCOT 1999).

Na qualidade de água para irrigação o valor limitante de cálcio é de 20 mg L⁻¹ e de 63 mg L⁻¹ para o magnésio de acordo com AYERS & WESTCOT (1999). Somente o ponto J3 no mês de abril ultrapassou o valor estabelecido para o cálcio, que corresponde ao início do período de déficit hídrico, com a diminuição das chuvas a concentração dos íons na água aumenta contribuindo para valores elevados. A formação dos dois grupos para a variável cálcio, foi em função das características das bacias, os pontos da BHRS apresentaram médias inferiores a 3 mg L⁻¹, e a BHRJ como as maiores médias de 5,32 a 11,45 mg L⁻¹.

Para o magnésio, o comportamento para a formação dos grupos foi similar ao cálcio, ao agrupar os pontos em função das características de cada bacia. Sendo o

grupo 1 os pontos da BHRS com as maiores médias de 1,1 a 2,4 mg L⁻¹ e a BHRJ com 0,01 a 0,04 mg L⁻¹.

O agrupamento para o pH resultou na formação do grupo 1, A1, Q1, Q2, A2, Q3 com as menores médias de pH 6,09 a 6,44. E os demais pontos com médias de 6,36 a 7,23. Os pontos da BHRJ para quase todos os meses avaliados ultrapassaram a faixa tolerante para o uso de irrigação, sendo pH 7 para restrição moderada e acima de 8 restrição severa, AYERS & WESTCOT (1999). E na BHRS os pontos A2, A3, Q2, Q3, R3 no mês de abril foi observado valores de pH acima de 7. E os pontos R1 e R2 ultrapassaram a faixa limite para os meses de março e junho.

A partir da restrição moderada, o pH contribuiu para a precipitação de íons com baixa solubilidade em pH alcalinos, como a conversão do bicarbonato em carbonato, que devido ao acúmulo no sistema de irrigação pode obstruir tubulações e emissores, influenciando na disponibilidade de água para a planta, e nos custos de produção. Valores similares foram encontrados por RIBEIRO et al. (2004) no município de Campinas utilizando água de um reservatório abastecido por represa com valores de 6,88 a 7,39, evidenciando risco moderado.

De acordo com AYERS & WESTCOT (1985) valores de condutividade elétrica acima de 700 μScm^{-1} são prejudiciais em sistemas de irrigação. Para os dados obtidos, os pontos da BHRS forma o agrupamento com as maiores médias de 309, 28 a 639, 88 μScm^{-1} . E para a BHRJ médias entre 69, 64 a 427, 41 μScm^{-1} . No mês de outubro os pontos A1, A2, A3 e Q1 foram aqueles que ultrapassaram a faixa limite estabelecida, com potencial de riscos em sistemas de irrigação com valores de 1373, 7 a 1500 μScm^{-1} . E para dezembro todos os pontos da BHRS apresentaram valores acima do recomendado de 1377,1 a 1663,5 μScm^{-1} .

Coincidindo com o mês que se inicia o período das chuvas e com um dos mais chuvosos, fator associado ao uso e ocupação do solo destes pontos onde a predominância é de agricultura e pecuária podendo estar contribuindo para a elevação desta variável, devido o escoamento superficial que promove o carreamento de partículas para os cursos da água elevando a concentração de íons na solução, sendo provenientes de práticas de calagem e adubação destas áreas.

Para HERMES et al. (2006) os corpos d'água apresentam uma condutividade elétrica constante e alterações significativas são indicadores de atividade poluidoras, e valores acima do estabelecido podem levar a risco de salinização dos solos. E nos

pontos da BHRJ as maiores médias foram observadas no período com menor índice de chuvas, com a elevação da temperatura e evaporação das águas, ocorrem à concentração dos íons na solução, provenientes das características geológicas do local.

A Razão de adsorção de sódio (RAS), não analisa os valores de sódio de forma isolada e sim a interação entre ele e os íons cálcio e magnésio, avaliam os riscos que a água oferece em relação aos teores de salinidade e aumento nos teores de sódio na solução do solo (SILVA, 2011). Para todos os pontos amostrados os resultados ficaram abaixo de 3 mg L^{-1} , valor limite para tal variável. Os pontos J1, J2, J3 e R3 pertencentes ao agrupamento 2 obtiveram as maiores médias de 1,03 a $1,21 \text{ mg L}^{-1}$. E os demais com valores de 0,93 a $1,26 \text{ mg L}^{-1}$. Quantidades elevadas de sódio e quantidade baixas de cálcio no solo ou na água diminuem a velocidade de infiltração de água em seu perfil, podendo restringir o acesso de água das raízes das plantas durante os períodos entre as irrigações, (RIBEIRO et al., 2010).

O sódio forma compostos de alta solubilidade, independente do pH, e no presente trabalho os valores encontrados ficaram abaixo de $9,0 \text{ mg L}^{-1}$, não interferindo no uso para áreas irrigadas. Os pontos Q2, Q3, R1, R2, R3 que compõem o grupo 2 apresentaram as maiores médias de 2,42 a $2,96 \text{ mg L}^{-1}$ e os demais com 1,4 a $1,89 \text{ mg L}^{-1}$.

O potássio é um dos elementos mais requeridos pela planta e a presença do mesmo na água de irrigação é desejada, e todos os pontos apresentam valores abaixo de 50 mg L^{-1} valor que não causa danos ao sistema de irrigação (AYERS & WESTCOT, 1999). O agrupamento 1 composto pelos pontos A1, A2, A3, Q1, R2 J1, J2 e J3 com as maiores médias de 0,54 a $0,99 \text{ mg L}^{-1}$ e os demais com valores entre 0,33 a $0,78 \text{ mg L}^{-1}$.

O ferro é um elemento que com a alteração de temperatura e pH tende a se precipitar. AYRES & WESTCOT (1991) citam que o máximo valor da concentração de ferro permissível deveria ser de $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, e em sistemas que utilizam o recursos de filtros esse valor pode chegar a $2,0 \text{ mg L}^{-1}$. Os dados se agruparam em dois grupos sendo os pontos Q1, Q3, A3, J3, A1 e J1 com as maiores médias 0,17 a $0,66 \text{ mg L}^{-1}$ e os demais pontos 0,13 a $0,66 \text{ mg L}^{-1}$.

Todos os pontos avaliados para o mês de outubro excederam a faixa limite de ferro estabelecido com médias de 0,5 a $1,8 \text{ mg L}^{-1}$. E para o mês de dezembro os pontos A1, A2, J1 e J2 obtiveram médias entre 0,54 a $1,54 \text{ mg L}^{-1}$. Nestes pontos a

maioria apresentaram pH entre 6,5 a 7,4 fator pode ter levado ao desenvolvimento de ferro bactérias que contribuem para a precipitação deste elemento, e que causam maus odores e obstruem emissores e canalizações, reduzindo a uniformidade de água no sistema (CORDEIRO et al., 2003). E para os pontos do rio Ararã, como ele é receptor de efluentes domésticos, a disponibilidade de ferro para este curso pode aumentar.

Para a variável cloretos, o limite recomendado é de 10 mg L⁻¹. O grupo 1 composto pelos pontos Q1, A3, J3, A1, J1, A2, J2 e os demais pertencentes ao grupo 2. Para os meses de outubro, todos os pontos ultrapassaram o valor limite para esta variável com médias de 79, 58 a 253,64 mg L⁻¹ e no mês de dezembro os pontos Q2, Q3, R1, R2, R3 48, 44 a 67, 05 mg L⁻¹. Os pontos da BHRS, por se localizarem em área de influência de agricultura e pastagem, de forma indireta podem estar contribuindo para a elevação desta variável.

E para os pontos do rio Ararã, além desta interferência, como o despejo de efluentes domésticos em seu curso, a utilização de produtos clorados nas residências podem estar elevando a concentração na água. Para a BHRJ os cloretos podem ser provenientes da dissolução de sais, originados de minerais dissolvidos (PEDROSA & CAETANO, 2002).

A verificação da confiabilidade frente à interpretação do dendograma foi realizada pelo coeficiente de correlação cofenética, para todos os dendogramas foi encontrado valor igual ou superior a 0,90 considerado satisfatório. A interpretação das imagens e a delimitação das bacias de drenagem demonstraram cinco categorias principais de uso e ocupação do solo nas 4 bacias estudadas: vegetação; pecuária; agricultura; massas de água e área urbana. As áreas estudadas recebem influência da área urbana como rural

Nas bacias do rio Ararã (Figura 2) Queima- Pé (Figura 3) e Russo (Figura 4) a classe que predominou foi à agricultura que corresponde 54, 50, 60, 58, e 61,20% respectivamente, a agricultura no Russo é a mais expressiva que nas demais. Seguindo da vegetação, o Ararã apresenta a maior área de vegetação entre a BHRS com 36, 32%, posteriormente o rio Russo com 32, 58%, enfim o Queima-Pé com 29,82%.

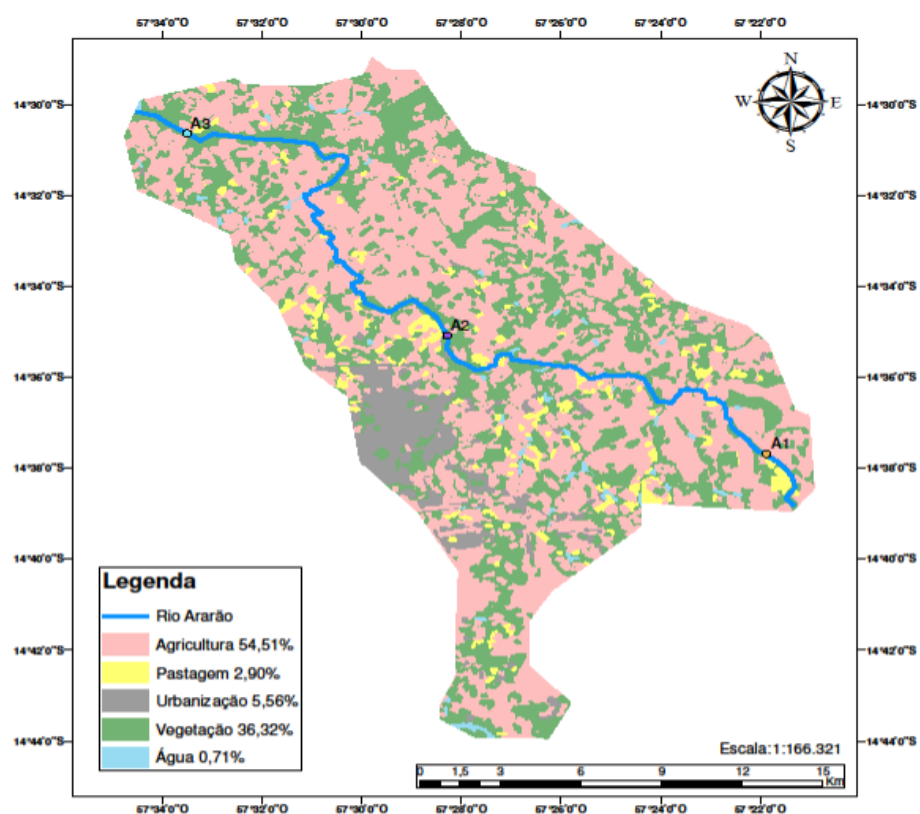


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo para a bacia do rio Ararão

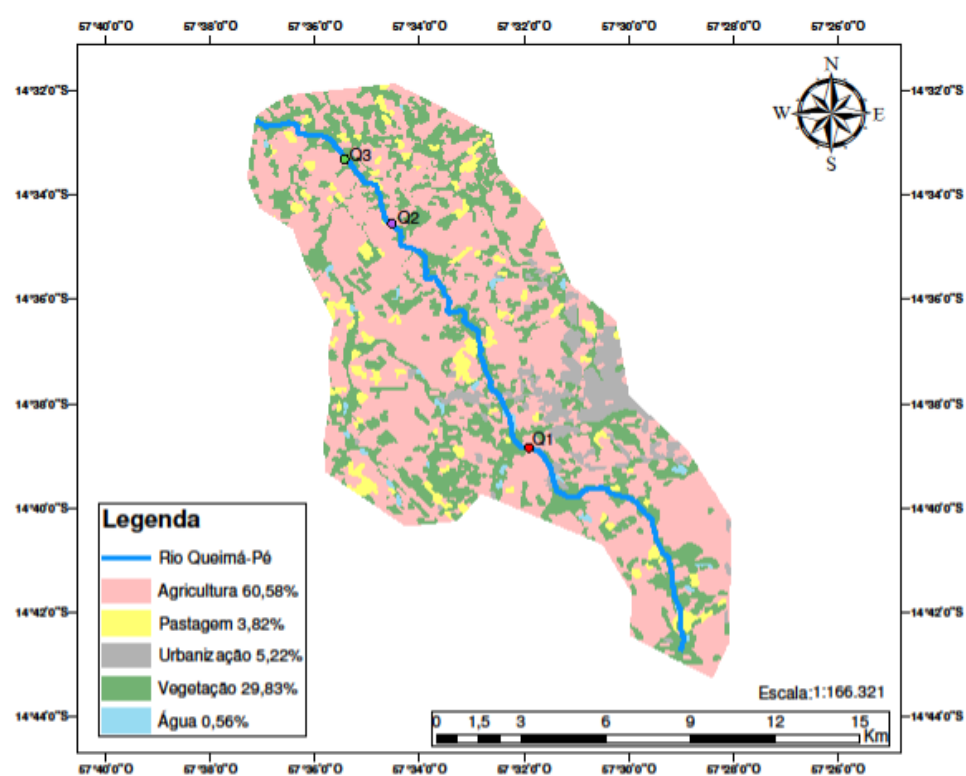


Figura 3. Mapa de uso e ocupação do solo para a bacia do rio Queima Pé

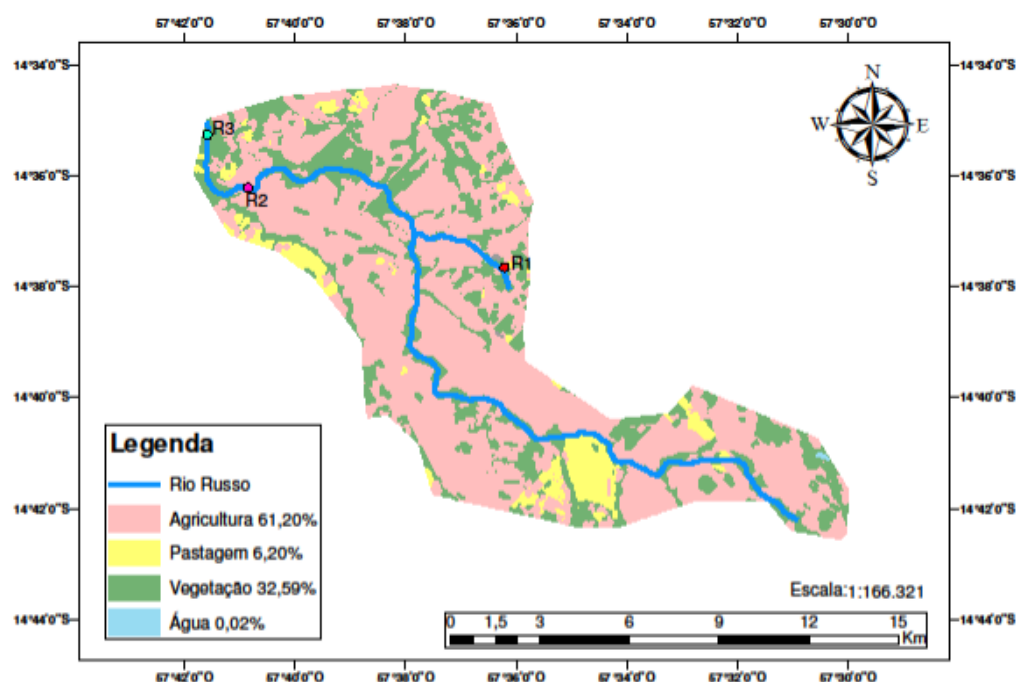


Figura 4. Mapa de uso e ocupação do solo para a bacia do rio Russo

A terceira classe mais representativa para as bacias do rio Ararã e Queima-Pé foi à urbanização com 5,55 e 5,21 % das áreas, no entanto, o rio Russo não sofre influência desta classe por ser a mais afastada do centro urbano.

E para este rio a classe posterior à vegetação foi à pastagem com 6,19% com uma área maior quando comparada ao Ararã com 2,90 % e 3,81 % no Queima-Pé. Para a classe água, o rio Ararã obteve 0,70%, o Queima-Pé com 0,56%, e o rio Russo com 0,01%.

Ao relacionar a qualidade da água com uso e ocupação do solo, as variáveis que sofreram alterações por influência de forma indireta dessas atividades na BHRJ foram o bicarbonato, ferro, cloretos e condutividade elétrica. Como a área de vegetação dessas microbacias encontrasse reduzida pelo desmatamento para implantação de áreas produtivas, nos períodos com maiores índices de chuvas, solo com excedente hídrico, o escoamento superficial contribui para o carreamento de partículas e íons que interferem na qualidade da água. Pois aumentam a erosão e lixiviação do solo no curso d'água em decorrência do aumento da vazão.

Para a BHRJ (Figura 16) a classe com maior predominância foi à vegetação com 67,87% seguido da pastagem com 28,88%, agricultura 7,14% e água com 0,1%.

Nesta bacia não processo de urbanização. Pela imagem observa-se que dentre todas as bacias estudadas, essa é mais preservada, sofrendo pouca interferência antrópica.

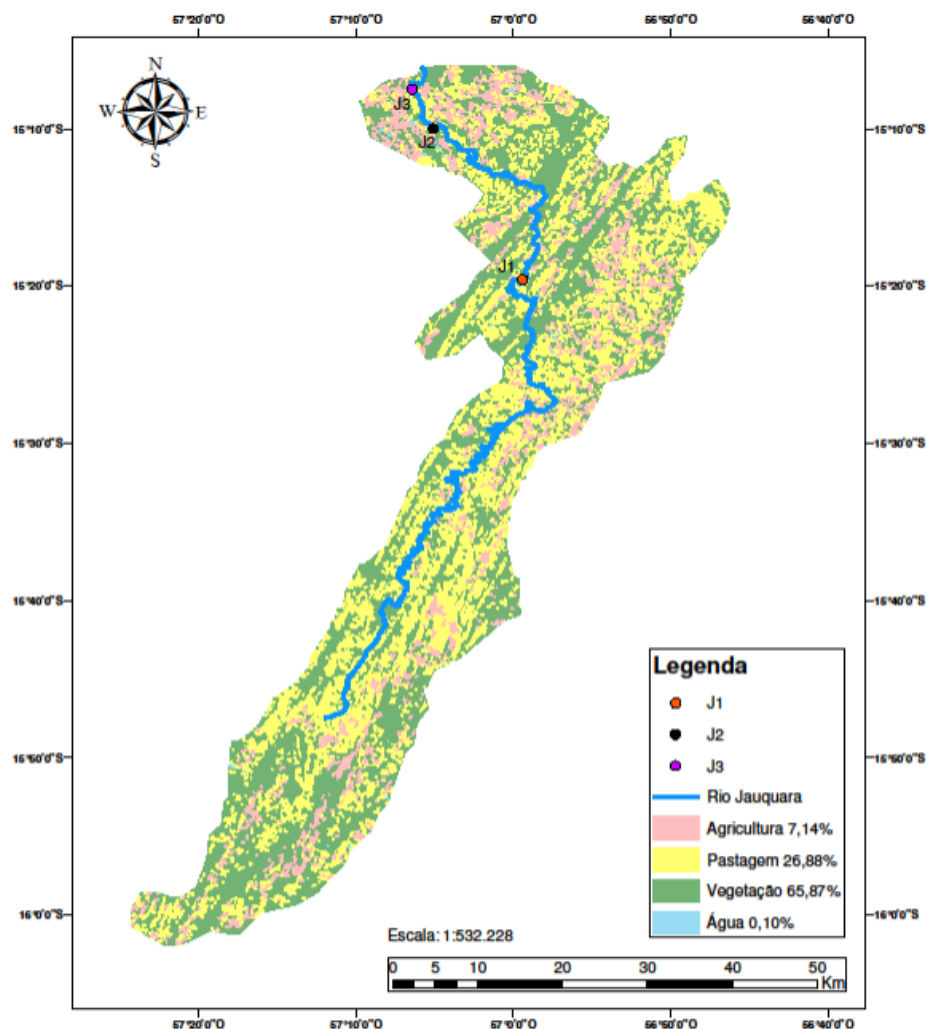


Figura 5. Mapa de uso e ocupação para a bacia do rio Jauquara

Portanto, atribuem-se à alteração das variáveis bicarbonatos, ferro, cloretos e condutividade elétrica as características geológicas da bacia bem como a interferência da pluviosidade. Corroborando com DONADIO *et al.* (2005) ao verificarem a influência de remanescentes de vegetação ciliar e da ação antrópica na qualidade da água, concluíram que ocorreu agrupamento dos dados em função da precipitação e do uso e ocupação do solo, e que ambos influenciam na qualidade da água da microbacia.

De acordo com FONTENELE *et al.* (2011), investigando a similaridade espaço-temporal da qualidade da água na parte alta da bacia do rio Salgado, Ceará, por

meio da análise de agrupamento, concluíram que a água da micro bacia é influenciada por dois fatores, sendo as fontes pontuais de poluentes e a sazonalidade climática.

Segundo CARVALHO (2000), analisando as relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água, demonstrou uma variação sazonal na qualidade da água, e uma correlação de todas as variáveis com a precipitação com exceção do pH. O regime de chuvas altera as características físico-químicas da água, e determina o seu grau de deterioração. A velocidade de volume da inundação promove o aceleração desses processos, bem como o período da seca do ano anterior (SOUZA et al., 2013).

Na Tabela 2 observa-se que para o índice de qualidade da água para irrigação (IQAI), levando em consideração todas as variáveis, todos os pontos avaliados para BHRS e a BHRJ apresentaram classificação I, água de qualidade excelente para tal uso, não possuindo restrições aos cultivos agrícolas.

As atividades em torno das bacias podem provocar impactos ambientais que refletem na qualidade da água disponível, resultando em prejuízos para o sistema solo e planta, bem como no equipamento de irrigação. Os impactos ambientais provocados pelo mal uso dos recursos hídricos, refletem na sua qualidade físico-química, na degradação dos solos, podendo promover a sua salinização devido o aporte de sais no solo.

O aporte de sais no solo é em função do escoamento de esgoto não tratado em águas superficiais, do escoamento superficial que promove o carreamento de partículas para os rios que são utilizados com recursos para esta atividade. O aumento da disponibilidade de sais também é em consequência da falta de manejo correto das atividades de agricultura e pecuária que circunda áreas de bacias hidrográficas.

Portanto, é de suma importância o monitoramento dessas variáveis, de forma isolada para identificação de alterações que possam interferir no sistema de irrigação, bem como restringir o crescimento de plantas, verificando que as diferentes características das bacias em questão para que não interfiram nos resultados para o IQAI.

Tabela 2. Valores do Índice de Qualidade da Água para irrigação (IQAI), e sua classificação para os rios Ararão, Queima Pé, Russo e Jauquara.

classificação para os tipos Ararã, Queima-Pé, Russo e Jauquara.													
Meses	IQAI											pH	Classes
	Alc	Bic	Ca	C.E	Cl	Dur	Fe	K	Mg	Na	RAS		
Ararão													
Out	0,29	0,08	0,27	0,25	0,18	0,25	0,13	0,12	0,22	0,13	0,25	0,1	I
Dez	0,59	0,08	0,56	0,59	0,37	0,52	0,41	0,21	0,41	0,29	0,54	0,01	I
Mar	0,20	0,12	0,30	0,73	0,40	0,29	0,21	0,19	0,30	0,20	0,32	0,04	I
Jun	0,40	0,33	0,38	0,40	0,39	0,41	0,40	0,32	0,41	0,36	0,37	0,03	I
Set	0,41	0,34	0,43	0,40	0,40	0,43	0,40	0,41	0,41	0,38	0,47	0,02	I
Queima-Pé													
Out	0,25	0,44	0,42	0,47	0,44	0,36	0,47	0,40	0,21	0,35	0,47	0,01	I
Dez	0,58	0,36	0,35	0,15	0,36	0,32	0,33	0,10	0,01	0,47	0,33	0,03	I
Mar	0,22	0,38	0,28	0,20	0,38	0,31	0,44	0,28	0,16	0,25	0,44	0,02	I
Jun	0,40	0,36	0,35	0,20	0,36	0,47	0,35	0,39	0,21	0,23	0,35	0,04	I
Set	0,40	0,37	0,49	0,57	0,37	0,46	0,58	0,39	0,21	0,40	0,58	0,03	I
Russo													
Out	0,28	0,21	0,35	0,11	0,33	0,29	0,37	0,48	0,21	0,48	0,43	0,01	I
Dez	0,61	0,47	0,50	0,60	0,60	0,52	0,32	0,28	0,47	0,28	0,52	0,02	I
Mar	0,21	0,32	0,34	0,41	0,38	0,33	0,33	0,26	0,32	0,26	0,30	0,02	I
Jun	0,35	0,35	0,18	0,77	0,41	0,39	0,26	0,17	0,35	0,17	0,2	0,04	I
Set	0,40	0,45	0,49	0,41	0,37	0,48	0,38	0,81	0,45	0,81	0,4	0,04	I
Jauquara													
Out	0,35	0,34	0,32	0,16	0,41	0,26	0,31	0,26	0,27	0,48	0,24	0,35	I
Dez	0,71	0,56	0,43	0,56	0,72	0,43	0,50	0,48	0,49	0,53	0,49	0,53	I
Mar	0,66	0,64	0,70	0,56	0,70	0,73	0,40	0,29	0,34	0,85	0,53	1,27	I
Jun	0,63	0,40	0,50	0,93	0,75	0,41	0,43	0,37	0,40	0,77	0,35	0,41	I
Set	0,56	0,64	0,61	0,74	0,70	0,62	0,67	0,67	0,46	0,49	0,42	0,89	I

CONCLUSÕES

A precipitação associada ao uso e ocupação do solo na BHRS nos meses de outubro e dezembro, influenciaram na alteração das variáveis, bicarbonato, condutividade elétrica, ferro e cloretos bem como o balanço hídrico. Na BHRJ as

mesmas variáveis que sofreram alterações na BHRS, foram em decorrência das características geológicas da bacia e da precipitação.

Para o IQAI, em todas as bacias analisadas durante o período de estudo, a qualidade foi classificada com I, água de excelente qualidade. Em ambas as bacias estudadas a prática de irrigação é viável para os meses com excedente hídrico, pois a qualidade não será alterada pela ocorrência de chuvas associado ao uso e ocupação bem como características geológicas do local.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A.S. DE; SILVA, E.F.F.; BASTOS, E. A.; MELO, F.B.; LEAL, C.M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semi-árido piauiense. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.4, p.873-880, out./dez. 2006.

APHA – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater. New York: APHA, 20, 2005.

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

CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER, F.H.M.; TORNISIELO, W.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água. Revista Química Nova, v.23, n.5, p.618-622, 2000.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R.C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego rico, São Paulo, Brasil. Revista de Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.

FENNER, W.; MOREIRA, P.S.P.; FERREIRA, F.S.; DALLACORT, R.; QUEIROZ, T. M.; BENTO, T.S. Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado-Floresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. Revista Acta Iguazu, Cascavel, v.3, n.1, p. 72-85, 2014.

FONTENELE, S.B.; ANDRADE, E.M.; SALGADO, E.E.; MEIRELES, A.C.M.; RODOLFO SABIÁ, J. Análise espaço-temporal da qualidade da água na parte alta da bacia do rio Salgado, Ceará. Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 102-109, jul./set, 2011.

GIRÃO, E.G.; ANDRADE, E.M.; ROSA, M.F.; ARAÚJO, L.F.P.; MEIRELES, A.C.M. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. Revista Ciência Agronômica, v.38, p.17-24, 2007.

HERMES, L.C. Considerações Gerais à Classificação e Monitoramento da Qualidade de Água. In: FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. S. Índice do uso sustentável da água (ISA ÁGUA – Região do sub médio São Francisco). EMBRAPA Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, 2006.

KOPP, M.M.; SOUZA, V.Q.; COIMBRA, J.L.M.; LUZ, V.K.; MARINI, N.; OLIVEIRA, A.C. Melhoria da correlação cofenética pela exclusão de unidades experimentais na construção de dendogramas. Revista da Fazva, v.14, n.2, p.46-53, 2007.

MACÊDO, J.A.B. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ/MG, 601p., 2003.

PALÁCIO, H.A.Q.; ARAÚJONETO, J.R.; MEIRELES, A.C.M.; ANDRADE, E.M.; SANTOS, J.C.N.; CHAVES, L.C.G. Similaridade e fatores determinantes na salinidade das águas superficiais do Ceará, por técnicas multivariadas. Revista Engenharia Agrícola Ambiental, vol.15, n. 4, p. 395- 402, abr. 2011.

R, Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. 2011.

RIBEIRO, M.S.; LIMA, L.A.; FARIA, F.H. de S.; SANTOS, S.R. dos S.; KOBAYASHI, M.K. Classificação da água de poços tubulares do norte do estado de Minas Gerais para irrigação. Revista Reveng, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 208-218, mai./jun., 2010

SILVA, I.N.; FONTES, L.O.; TAVELLA, L.B.; OLIVEIRA, J.B.; OLIVEIRA, A.C. Qualidade de água na irrigação. Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.07, n.3, julho/setembro 2011 p. 01-15.

SOUZA, A.; FONTENELE, S.B.; OLIVEIRA, A.P.G.; LASTORIA, G.; GABAS, S.; DIAS, C. Similaridade da qualidade das águas superficiais da bacia do Rio Negro, MS. Revista Ciência e Natura, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 176-189, 2013

ZAMBERLAN, J.F.; ROBAINA, A.D.; PEITER, M.X.; FERRAZ, R.C.; MELLO, P. Índices sazonais de qualidade da água de irrigação via análise multivariada na região central do Rio Grande do Sul. Revista de Irrigação, Botucatu, v. 18, n. 3, p. 376-386, julho-setembro, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que a qualidade da água para as duas bacias são regidas pela sazonalidade das chuvas, bem como a interferência antrópica, que contribui de forma significativa para a poluição dos recursos hídricos.

O IQAI demonstrou que a utilização da água das duas bacias não inviabiliza a instalação de sistemas de irrigação, sendo um recurso para a produção nas épocas em que ocorre déficit hídrico, porém, o monitoramento individual das variáveis é de suma importância para detectar alterações na qualidade da água.

Para o uso e ocupação do solo na BHRS a classe com maior predominância foi a agricultura, seguido da pastagem, demonstrando que as ações antrópicas nessas bacias são intensas e de forma indireta influencia na qualidade das águas.

Na BHRJ a classe com maior expressividade é a vegetação, esta bacia não sofre influencia de ações antrópicas, dentre as estudadas é a mais conservada. E as alterações ocorridas nas variáveis no período avaliadas foram em função das características geológicas do local.