



AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA DA ÁGUA DO CÓRREGO QUATRO VINTÉNS NO MUNICÍPIO DE DIAMANTINA – MG

GEOCHEMICAL EVALUATION OF THE QUATRO VINTÉNS STREAM WATER IN THE MUNICIPALITY OF DIAMANTINA – MG

EVALUACIÓN GEOQUÍMICA DEL AGUA DEL CÓRREGO QUATRO VINTÉNS EN EL MUNICIPIO DE DIAMANTINA – MG

Bárbara Thaíssa da Silva Barros  

Universidade Federal dos Valores do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
E-mail: <barbaratsbarros@hotmail.com>.

Hernando Baggio  

Universidade Federal dos Valores do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
E-mail: <hbaggio@ufvjm.edu.br>.

Luiz Felipe Amaral Silva  

Universidade Federal dos Valores do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
E-mail: <amaralf@outlook.com>.

Welberth Pereira Dias  

Universidade Federal dos Valores do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
E-mail: <welberth.dias@yahoo.com>.

Atila Oliveira Coimbra  

Universidade Federal dos Valores do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
E-mail: <atilaoc@gmail.com>.

Daniel Jose Silva Viana  

Universidade Federal dos Valores do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
E-mail: <Daniel.silva@ufvjm.edu.br>.

RESUMO

O Córrego Quatro Vinténs localiza-se no nordeste do Estado de Minas Gerais, na bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, sendo um importante curso d'água do município de Diamantina. Sua nascente encontra-se inserida na borda leste da Serra dos Cristais –

Espinhaço Meridional, no bairro Glória, seu médio e baixo curso drenam importantes áreas urbanizadas. Analisou-se parâmetros físico-químicos e microbiológicos, cujos resultados foram avaliados por estatística descritiva e variação sazonal. A metodologia seguiu uma abordagem analítica quantitativa. Foram realizadas duas amostragens de campo, totalizando 12 pontos por período climático. Os parâmetros físico-químicos não conservativos foram determinados *in situ*: temperatura, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, sólidos dissolvidos totais, condutividade e salinidade. Em laboratório, determinou-se turbidez, cor da água por fotocolorímetro e coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* por análises microbiológicas. Os resultados foram comparados com as legislações ambientais CONAMA N°357/2005 e N°274/2000, além, da Portaria do MS N°518/2005. Os resultados apontam que, alguns dos pontos amostrados estão em desacordo com o preconizado por estas legislações ambientais. Desta forma, os valores e as correlações apresentadas, apontam que o intemperismo, processo de erosão, escoamento superficial e as condições de uso e ocupação desordenada da bacia de drenagem, influenciam diretamente na qualidade ambiental da água superficial.

Palavras-chave: Análises físico-químicas. Microbiológicas. Qualidade da água.

ABSTRACT

Quatro Vinténs Stream lies in the Northeast region of Minas Gerais State, in the Jequitinhonha river basin, being an important watercourse in the municipality of Diamantina-MG. Its source lies on the Eastern edge of the Serra dos Cristais - Espinhaço Meridional, in Glória neighborhood, its medium and low course drain important urbanized areas. Physicochemical and microbiological parameters were analyzed, and results were evaluated by descriptive statistics and seasonal variation. Methodology followed a quantitative analytical approach. Two field samplings were made, totaling 12 points per climatic period. Non-conservative physical-chemical parameters were determined *in situ*: temperature, hydrogenation potential, dissolved oxygen, total dissolved solids, conductivity and salinity. In laboratory, turbidity, water color by photocolormeter and total coliforms, thermotolerant and *Escherichia coli* were determined by microbiological analysis. Results were compared with CONAMA Environmental Laws No. 357/2005 and No.274/2000, in addition to the Ordinance of MS No. 518/2005. Results showed that most of the points sampled are in disagreement with those recommended by the above environmental legislations. Thus, the values and correlations presented, point out that weathering, erosion process, surface runoff and the conditions of disorganized use and occupation of the drainage basin directly influence the environmental quality of surface water.

Keywords: Physical-chemical analysis. Microbiological. Water quality.

RESUMEN

El riachuelo Quatro Vinténs se localiza en el noreste del Estado de Minas Gerais, en la cuenca del río Jequitinhonha, siendo un importante curso de agua del municipio de Diamantina. Su nacimiento se encuentra localizada en el borde este de la Sierra de los Cristales - Espinhaço Meridional, en el barrio Gloria, su medio y bajo curso drenan importantes áreas urbanizadas. Se analizaron parámetros físico-químicos y microbiológicos, cuyos resultados fueron evaluados por estadística descriptiva y variación estacional. La metodología siguió un

enfoque analítico quantitativo. Se realizaron dos muestreos de campo, totalizando 12 puntos por período climático. Los parámetros físico-químicos no conservadores se determinaron in situ: temperatura, potencial hidrogenico, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, conductividad y salinidad. En laboratorio, se determinó turbidez, color del agua por fotocolorímetro y coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* por análisis microbiológicos. Los resultados se compararon con las legislaciones ambientales CONAMA N ° 357/2005 y N° 274/2000, además de la Orden del MS N ° 518/2005. Los resultados apuntan que algunos de los puntos analizados no cumplen con los parámetros establecidos en estas legislaciones ambientales. De esta forma, los valores y las correlaciones presentadas, apuntan que el intemperismo, proceso de erosión, degradación superficial y las condiciones de uso y ocupación desordenada de la cuenca de drenaje, influyen directamente en la calidad ambiental del agua superficial.

Palabras clave: Análisis físico-químicos. Microbiológica. Calidad del agua.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água superficial e subterrânea para o consumo humano, deve corresponder aos padrões de potabilidade e qualidade determinadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), para assegurar a particularidade de seus parâmetros físicos, químicos e biológicos. (MOREIRA; CONDÉ, 2015).

As intervenções antropogênicas justificam as problematizações ambientais ocasionadas pelo mau uso nos ciclos biogeoquímicos, dessa forma, o meio físico, biológico e antrópico estão sendo impactados negativamente. Sendo assim, é imprescindível compreender os impactos gerados nesse ciclo, a fim de prever e reparar os danos ambientais (BAGGIO, 2008).

De acordo com Oliveira Junior (2012), foi a partir do século XXI, a população começou a sentir com maior veemência os impactos ambientais, devido ao excesso das explorações dos recursos naturais e ambientais, juntamente, com o crescimento populacional. Com o passar dos anos, as alterações ambientais foram modificando as paisagens e prejudicando os ecossistemas e os geoambientes.

Segundo Baggio (2008), os grandes responsáveis pela contaminação dos corpos hídricos são o descarte *in natura* de efluentes domésticos e indústrias, que atuam como coadjuvantes para a deterioração dos recursos hídricos. Segundo ainda o mesmo autor, o Estado de Minas Gerais é bem amparado quanto às leis, decretos e deliberações impostos pelas portarias do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG).

Na legislação brasileira, a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) N°357 de 17 de março de 2005, trata das normas, critérios e padrões referentes ao controle e manutenção da qualidade da água, e a Resolução CONAMA N°274 de 29 de novembro de 2000, define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras e, e a Resolução do MS (Ministério da Saúde) N°518 de 25 de março de 2004, estabelece o controle da água para o consumo humano.

Historicamente, a sub-bacia do Córrego Quatro Vinténs está vinculada ao período de extração do ouro e diamante no século XVIII, que ocorreu de forma intensa na região do Tijuco. O córrego localiza-se na microrregião de Diamantina-MG, na mesorregião Vale do Jequitinhonha, inserida no nordeste do estado, (IBGE, 1988), pertencente à bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, sendo um importante curso d'água do município de Diamantina.

A proposta da pesquisa foi a investigação da qualidade ambiental da água superficial do Córrego Quatro Vinténs, a partir, da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, comparou-se os resultados com os padrões estabelecidos pelas normativas: CONAMA: N°357/2005 e N°274/2000 e MS: N° 518/2004.

A metodologia utilizada para a pesquisa caracterizou-se por uma abordagem de caráter quantitativo e qualitativo. O planejamento da pesquisa desenvolveu procedimentos específicos aplicados em metodologias ligadas à geoquímica e análises físico-químicas e microbiológicas para água superficial, foram planejadas quatro etapas, as quais desenvolveram-se procedimentos em gabinete, trabalho de campo, análises laboratoriais, tabulação e interpretação dos resultados.

LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

A área da pesquisa encontra-se regionalmente inserida na bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, integralmente localizada no município de Diamantina-MG. O acesso ao município se faz pelo sistema rodoviário federal BR-040 e o sistema estadual MGT- 367. Os acessos à área de estudo, é feito através de estradas vicinais. Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima para a região é o subtropical de altitude (Cwb), o regime térmico é classificado por temperaturas médias mensais: janeiro em torno de 24°C a 23°C, junho e julho 18°C a 17°C, anualmente a média pluviométrica é de 1304 mm (BAGGIO, 2012). A vegetação é predominantemente composta por espécies dos biomas: Mata Atlântica e

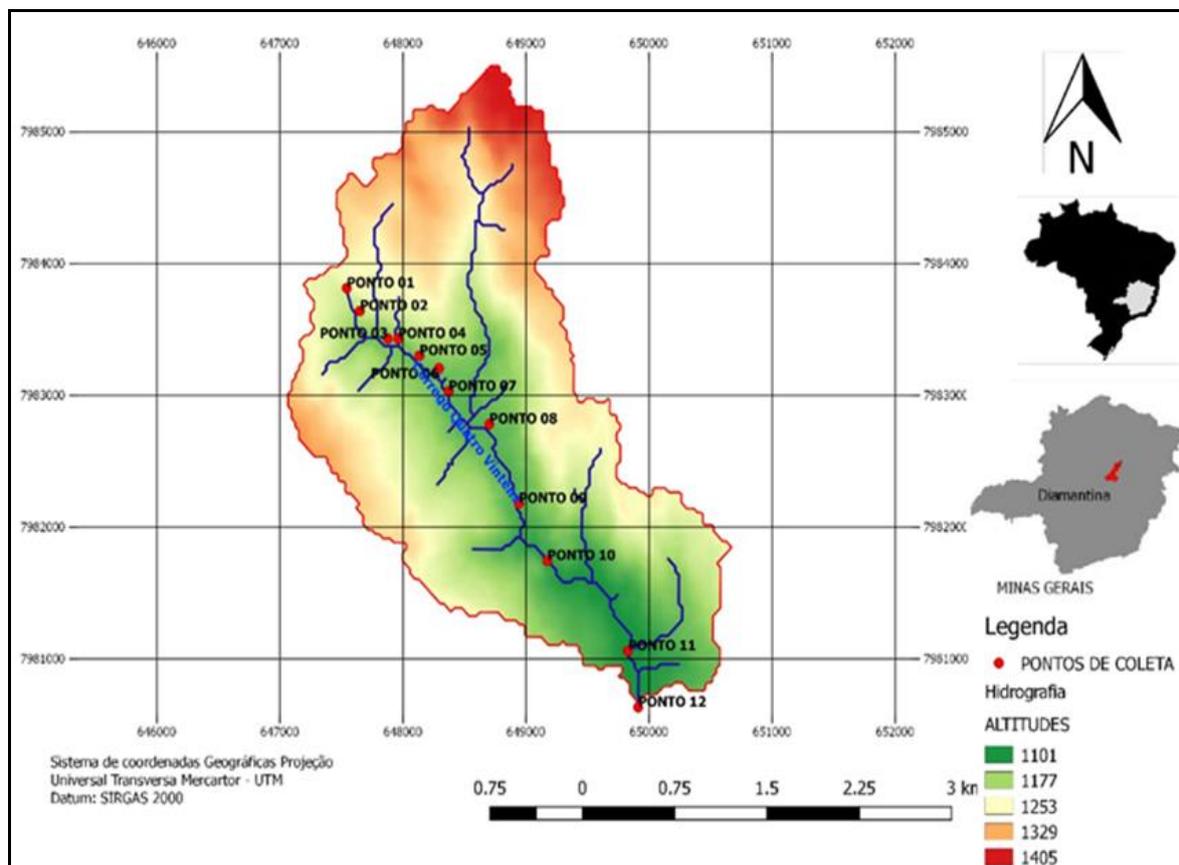
Cerrado, com suas diferentes fitofisionomias: Cerrado Típico, Cerrado Ralo, Campos Rupestres, Campos Limpos, Matas Ciliares/Galeria e Formações Campestres (IEF, 2004).

A área da pesquisa encontra-se inserido no compartimento geomorfológico Planalto do Espinhaço Meridional, dentro da unidade geológica Supergrupo Espinhaço de idade Paleo-Mesoproterozóica, representada por litotipos de natureza metassedimentar, compostos, em sua maioria, por quartzitos, arenitos, filitos, metassiltitos e metaconglomerados, compondo uma cobertura rígida, densamente fraturada e cisalhada em toda a sua extensão. O relevo possui formas resultantes de modulação decorrente da dissecação fluvial, apresentam majoritariamente cristas, escarpas e vales profundos, harmonizados de acordo com as direções tectônicas estruturais. Geomorfologicamente a evolução da Serra do Espinhaço Meridional condicionou-se pelos fatores morfoestruturais, morfotectônicos e paleoclimáticos. As áreas superficiais de aplainamento paleogênico são caracterizadas por planaltos, alinhamentos de cristas/monoclinais, escarpas de platôs e chapadas, vales encaixados e monadnocks quartzíticos (AGUSTIN, 2011; SAAD, 1995; BAGGIO, 2011).

A SUB-BACIA

A sub-bacia está inserida no quadrilátero delimitado pelas coordenadas UTM: Zona 23S, 644000E-798500N e 651000E-798100N, com apresentado na (Figura 1), possui uma área de 9,32 km² com população aproximada de 17.000 habitantes. Sua nascente encontra-se no bairro Glória, na borda leste da Serra dos Cristais, seu médio e baixo curso drena os bairros Rio Grande e Palha, e deságua no Córrego da Prata. O Córrego Quatro Vinténs, tem uma extensão de aproximadamente 4,8 km, largura em torno de 1,5 metros e uma profundidade média variando entre 0,50 cm a 1,0 metro, o sistema de drenagem da sub-bacia é pouco ramificado, a caracterização morfométrica é alongada denotando controle estrutural da drenagem.

Figura 1: Mapa da sub-bacia do Córrego Quatro Vinténs, apresentando as altitudes e a localização da área da pesquisa, no contexto estadual e municipal, juntamente com os pontos de amostragem



Fonte: Barros, (2018).

A tipologia do canal fluvial pode ser definida como um curso de canal único e reto, sendo os canais meandantes muito pouco expressivos. O canal fluvial apresenta uma porcentagem maior neste segmento de leito rochoso como mostra a (Figura 2), onde, o fluxo turbulento é controlado pelas características litoestruturais, com pouca alternância, para leito aluvial com fluxo laminar, caracterizado pela dinâmica erosiva fluvial. O canal fluvial apresenta três secções: curso superior, médio e baixo curso, sendo eles, diretamente influenciados pelos aspectos topográficos, litológicos, morfológicos e morfodinâmicos. A dinâmica hidrossedimentológica ativa na bacia produz e transporta sedimentos diretamente para o corpo d'água.

Figura 2: Tipologia do canal fluvial, em a: trecho em leito rochoso com fluxo turbulento e controle estrutural, em b: leito aluvial com dinâmica de fluxo laminar, nota-se deposição de sedimentos na margem convexa - dinâmica erosiva ativa



Fonte: Barros, (2017).

O uso e ocupação da terra na sub-bacia encontram-se diretamente relacionados às atividades agrícolas e pecuárias de subsistência, como mostra a (Figura 3). O Córrego Quatro Vinténs, após receber os efluentes *in natura* da parte urbana da cidade, transforma-se em um sistema coletor e condutor de efluentes domésticos, o que impacta de forma negativa na qualidade da água, alterando suas propriedades físico-químicas, químicas e microbiológicas. Segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008, as águas estaduais recebem a classificação de acordo com sua utilização dentro das cinco classes estabelecidas. Com base nesta deliberação normativa, o Córrego Quatro Vinténs se encaixa na Classe 2 e 3 - Abastecimento doméstico, após tratamento convencional.

Figura 3: Uso e ocupação da terra, foto (a) atividades urbanas: Construções não legalizadas, nota-se o encanamento de efluentes domésticos exposto, canalizados diretamente para o terreno, foto (b) atividades rurais: agricultura de subsistência, plantio de hortaliças e de frutíferas nos terrenos ao longo das margens do Córrego Quatro Vinténs

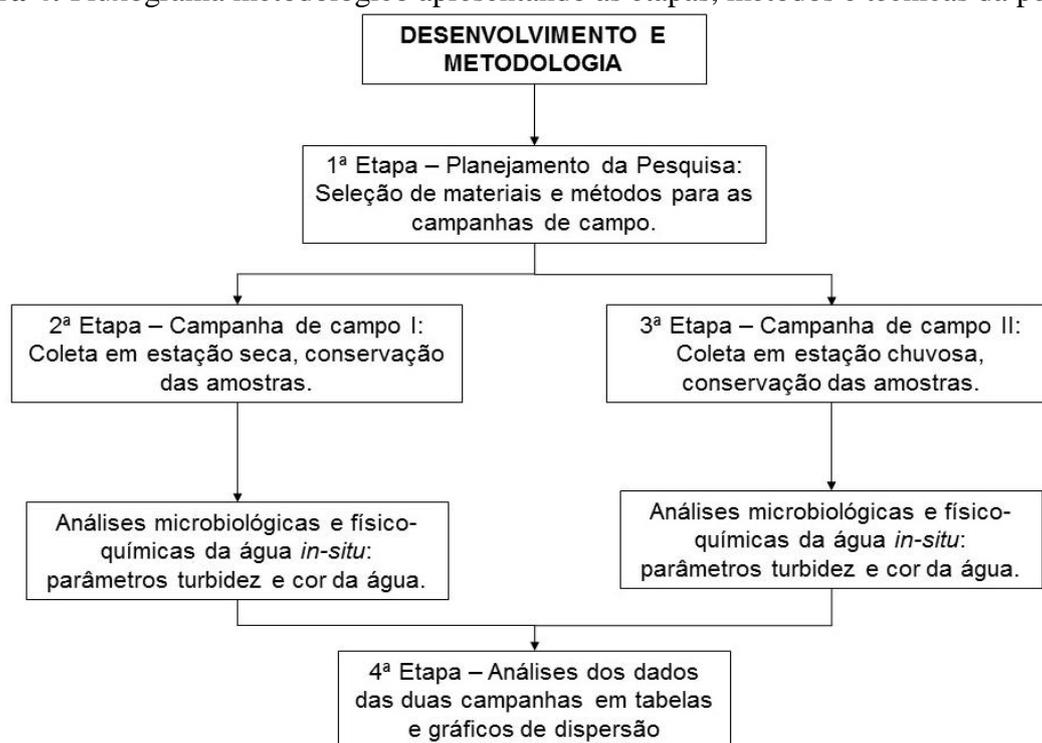


Fonte: Barros, (2017).

ETAPAS, MÉTODOS E TÉCNICAS

A metodologia desenvolvida para a pesquisa buscou, analisar as condições biogeoquímicas em que se encontram o compartimento hidrosfera - água, correlacionando-os com a identificação das ações humanas concentradas, denominadas como "anomalias antropogênicas". A investigação é do tipo exploratório observacional, a metodologia usada caracterizou-se por abordagem de caráter quantitativo, por mensuração do nível dos parâmetros analisados, além, da comparação com os níveis de referência das legislações ambientais vigentes, e também, de caráter qualitativo, pela compreensão das condições ambientais do Ribeirão do Chiqueiro. Todas as etapas executadas neste trabalho foram fundamentais para a concretização da pesquisa, bem como do planejamento do plano metodológico. Desta maneira, quatro etapas foram executadas:

Figura 4: Fluxograma metodológico apresentando as etapas, métodos e técnicas da pesquisa.



Fonte: Barros, (2018).

A primeira campanha de campo foi realizada dia 28/01/2017, e a segunda em 07/08/2017. Os pontos foram estabelecidos para uma malha de amostragem de baixa densidade, aproximadamente 0,4 km ao longo do eixo de drenagem, a amostragem da água constitui-se na coleta de 1,5 ml de água bruta em cada frascos de polipropileno. Após essa etapa, as amostras foram identificadas e transportadas em caixas térmicas, resfriadas a 4°C em recipiente com gelo natural e transportadas até o laboratório. Totalizaram-se 12 amostras de água por período climático – estação seca e chuvosa - cujos pontos de coleta foram cadastrados no aparelho de localização modelo GPS- GPSmap 76csx de fabricação Garmin, de forma que as coletas seguintes fossem feitas exatamente nos mesmos pontos anteriores. Os parâmetros físico-químicos não conservativos foram analisados *in situ*: temperatura (°C), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (mg/l), sólidos totais dissolvidos (mg/l), condutividade elétrica ($\mu\text{s/cm}$) e salinidade (%), a leitura foi realizada por meio do medidor multiparâmetro HANNA HI 9828. Utilizou-se o equipamento Fotocolorímetro ALFAKIT NCM/SH 90275020 para obter análise da cor da água (mg/l), a turbidez (UTM), foi determinada através do Portable Turbidimeter HANNA HI 98703. Após o processo das

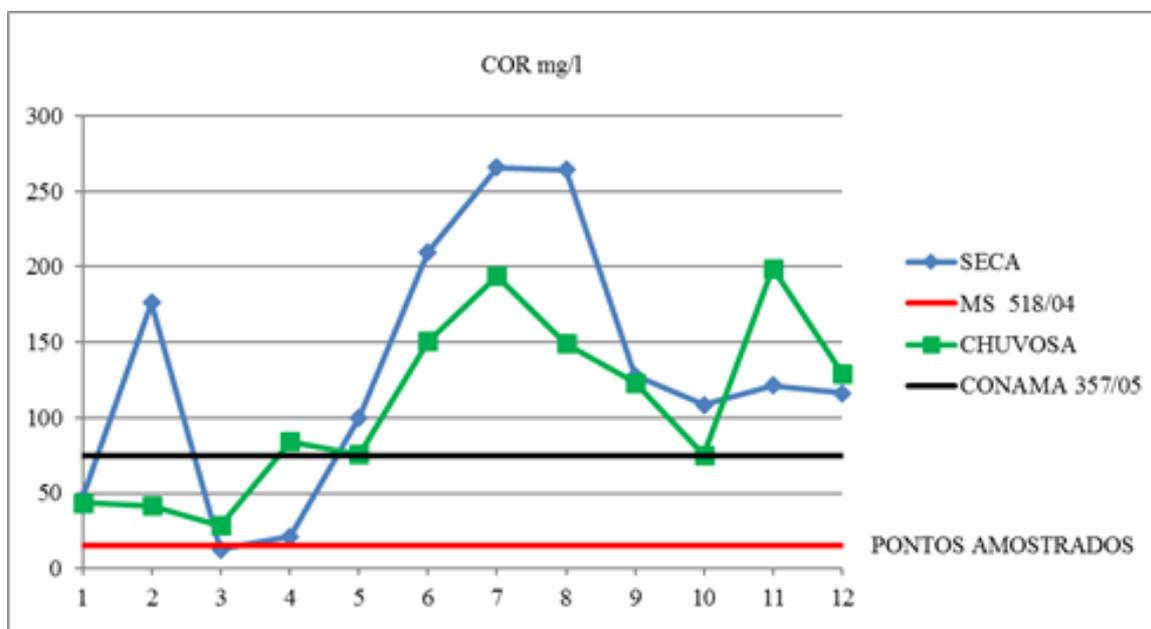
análises, os resultados obtidos foram comparados com as normas estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357/05 e MS 518/04. Para análise microbiológica, primeiramente efetuou-se o teste presuntivo conforme as práticas de laboratório (BORGES et al., 2004), ou seja, aguardou-se 48 horas para a possível produção de gás, que indica a presença de coliformes, dando continuidade às análises, objetivando a confirmação dos mesmos. Na sequência, desenvolveram-se análises de coliformes termotolerantes e de *Escherichia coli*. Para realizar a contagem total de bactérias heterotróficas, utilizou-se a técnica de número de colônias em placa. Os dados foram tabulados e tratados no LibreOffice Calc.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Com o intuito de identificar a qualidade da água, os parâmetros físico-químicos são de enorme relevância, pois viabiliza analisar os aspectos biogeoquímicos, identificando plumas de poluição (BAGGIO et al., 2016). O parâmetro cor é um indicativo de existência de elementos dissolvidos na água, da mesma maneira que a turbidez, a cor, é um fator importante do aspecto estético para aceitação ou repúdio do produto. Para o parâmetro cor, a (Figura 5) mostra que somente o Ponto 3 no período da estação seca, encontra-se de acordo com o valor de referência estabelecido pela Portaria N° 518/04 do MS, que é de até 15 unidade Hazen – uH, ou seja, 15 mg Pt Co/L. Este ponto está localizado, fora da área urbana, o que, explica o baixo valor, uma vez que neste segmento, o rio ainda não está diretamente afetado pela ação antrópica. Em comparação com o valor determinado pela resolução 537/05 do CONAMA, observa-se que, os pontos 1, 3 e 4 na estação seca e 1, 2 e 3 na estação chuvosa estão abaixo do valor determinado, apenas os pontos 5 e 10 da estação chuvosa estão em acordo com o valor estabelecido, que é de 75 mg/l. Este parâmetro é sempre analisado em comparação com os resultados obtidos para turbidez, uma vez que a cor de um rio depende da quantidade de sólidos dissolvidos, coloides orgânicos ou inorgânicos, o que confere a coloração da água. Dessa forma, o Ponto 3 na estação seca, tanto para cor e turbidez apresentam resultados satisfatórios. Este mesmo ponto, na estação chuvosa para cor extrapolou-se o permitido pelo MS 518/04. Os demais pontos, principalmente aqueles localizados na área urbana, apresentaram valores elevados, o que, pode estar relacionado com a presença de componentes orgânicos e inorgânicos provenientes dos efluentes domésticos, bem como, a dinâmica

hidrossedimentológica ativa na sub-bacia, produzindo e transportando sedimentos diretamente para o corpo d'água.

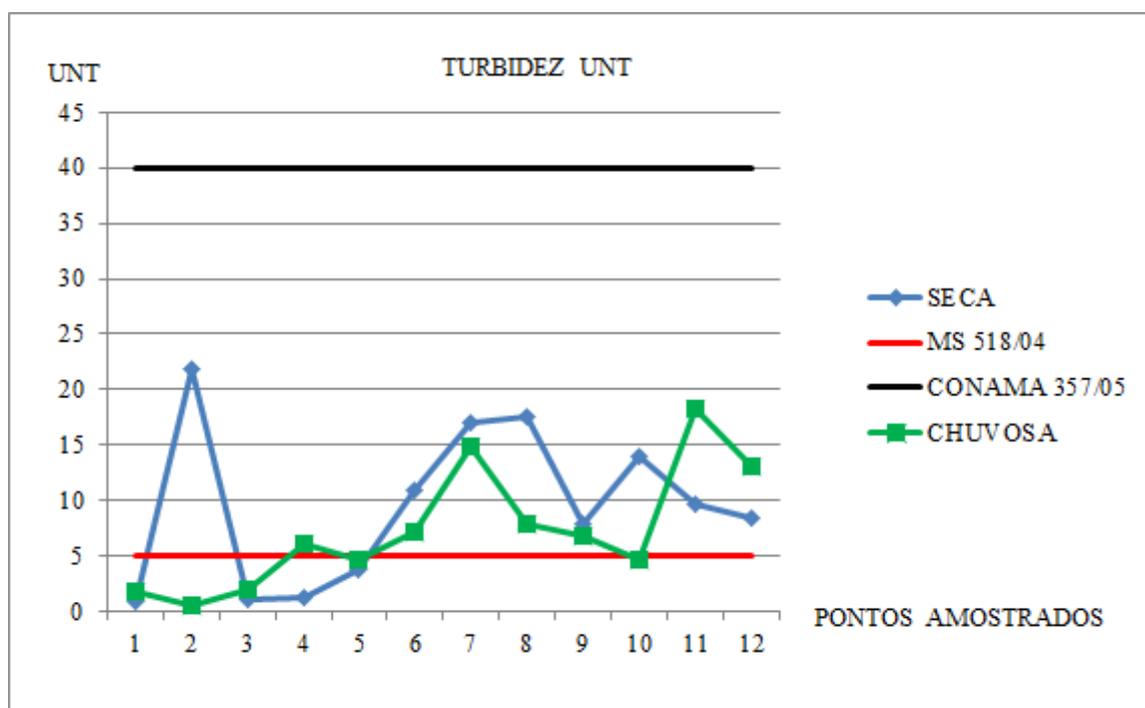
Figura 5: Comparação dos resultados do parâmetro Cor - (mg/l) nos dois períodos climáticos e sua correlação com a Resolução CONAMA 537/05 a Portaria do MS N°518/04



Fonte: Amaral, (2017).

De acordo com Ribeiro (2010) o parâmetro turbidez é determinado a partir da presença de sólidos em suspensão, provenientes de origem natural ou antrópica, tendo sua maior predominância e diferenciação em áreas de clima tropical, devido a frequente condução de partículas pelas águas pluviais. Ao analisar a turbidez (Figura 6), pode-se visualizar que os pontos independentemente da estação climática, não ultrapassaram o valor estabelecido pela Resolução CONAMA N°357/2005. No entanto, em relação à Portaria do MS N°518/04, os pontos 4, 6, 7, 8, 9, 11 e 12, no período chuvoso, extrapolaram o valor limite estabelecido, e no período seco, os pontos 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 atingiram valores acima do permitido. Na estação chuvosa a turbidez apresenta maiores valores, estes pontos estão localizados em áreas de uso intensivo da terra, com grande quantidade de solos revolvidos, o carreamento do material detrítico pelas águas pluviais em direção ao canal de drenagem, gera um aumento da quantidade de material em suspensão, do tipo argila e silte, bem como partículas de material orgânico.

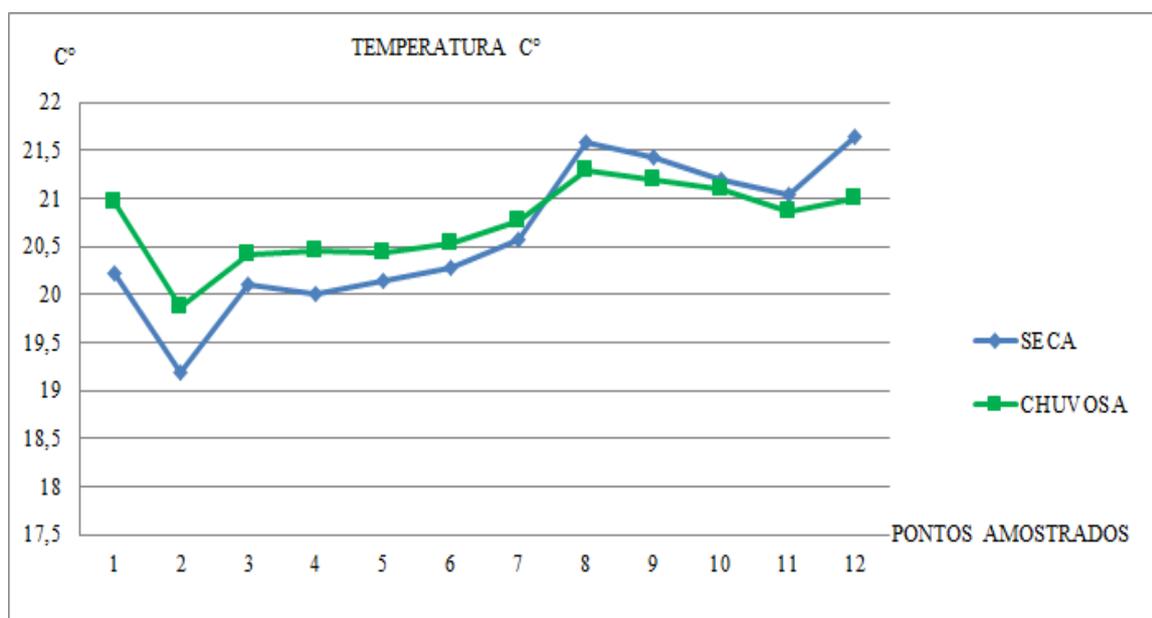
Figura 6: Comparação dos resultados do parâmetro Turbidez - (UNT) nos dois períodos climáticos e sua correlação com a Resolução CONAMA 537/05 e a Portaria do MS N°518/04



Fonte: Amaral, (2017).

Segundo Baggio (2016), a temperatura é uma variável pertinente ao meio aquático, uma vez que, atua na preservação dos seus parâmetros físico-químicos. Analisando esse parâmetro (Figura 7), nos diferentes períodos climáticos, observa-se que, no período seco a temperatura variou aproximadamente entre 19°C a 21,6°C, e no período chuvoso entre 19,8°C a 21,3°C. Esta ocorrência pode estar associada às características morfológicas do canal, tais como profundidade, fluxo turbulento, velocidade, corredeiras, horário da amostragem. Apesar disso, e de acordo com a temperatura média na estação chuvosa na região de estudo, o valor médio encontrado deste parâmetro, pode ser influenciado pela diminuição da presença de mata ciliar ao longo do perfil longitudinal do córrego, o que permite maior incidência dos raios solares na água (diminuição da área sombreada), e também pela morfologia do canal (baixa profundidade e fluxo lento), o que propicia consequentemente, o aumento da temperatura. As temperaturas mais elevadas implicam no desenvolvimento de processos biológicos, acelerando as reações bioquímicas. A Resolução CONAMA 357/05, art. 14, não determina valores limites para temperatura; estabelece apenas valores para lançamento de efluentes, que devem ser inferiores a 40°C.

Figura 7: Comparação dos resultados do parâmetro Temperatura - (T - C°) nos dois períodos climáticos e sua correlação com as Resoluções CONAMA N°357/05



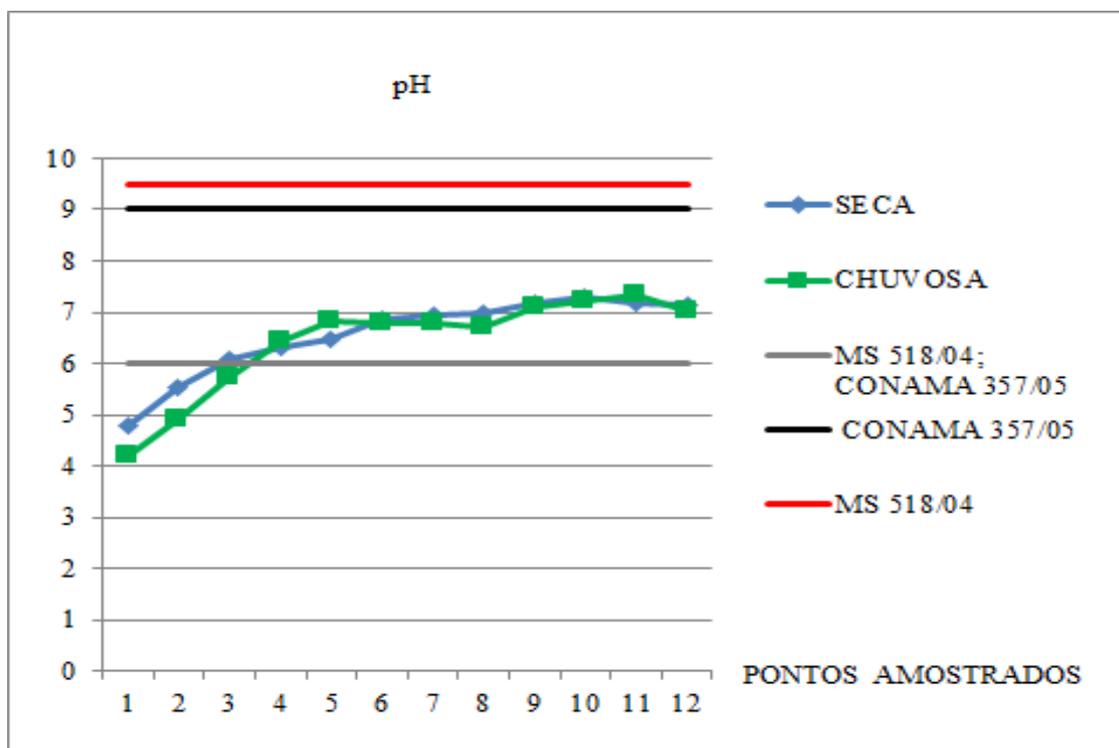
Fonte: Amaral, (2017).

O Potencial Hidrogeniônico (pH) corresponde a concentração de íons de Hidrogênio, o qual, indica as condições de acidez, neutralidade e alcalinidade da água. Esse parâmetro menciona as influências nos processos físico-químicos e biológicos que ocorrem nos corpos hídricos. (RIBEIRO, 2010). Ao observar os níveis de pH, verifica-se que a Resolução do CONAMA 357/05 e do MS 518/04 estipula um valor mínimo de 6,0 e um valor máximo de 9,0 e 9,5 respectivamente. Com estes dados estabelecidos, constata-se que os pontos 1 e 2, nos dois períodos climáticos, estão abaixo do mínimo estabelecido. Na estação seca, o ponto 3 encontra-se em conformidade com os limites estabelecidos, no período chuvoso, o ponto 3 está abaixo do valor orientador. Todos os demais pontos estavam de acordo com os valores que regem tal parâmetro. Diante dos resultados alcançados para pH, os pontos 1, 2 e 3 infringiram os valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, art. 14, que determina valores limites entre 6,0 a 9,0. A (Figura 8), apresenta uma tendência do ponto de vista da espacialização geográfica, para os valores do pH nos dois períodos climáticos. Tais considerações estão diretamente ligadas às interferências litológicas, pedológicas, vegetacionais, uso e ocupação da terra, presentes na sub-bacia, como o plantio de hortaliças e criação de animais. O pH, influencia diretamente os ecossistemas aquáticos naturais, em virtude de seus efeitos na fisiologia das mais variadas espécies (CETESB, 2007).

Revista Cerrados, Montes Claros/MG, v.17, n. 2, p. 145-167, jul./dez.-2019.

A Resolução do CONAMA 357/05 não pondera as particularidades geoambientais presentes no curso d'água.

Figura 8: Comparação dos resultados do parâmetro Potencial Hidrogeniônico - pH nos dois períodos climáticos e sua correlação com as Resoluções CONAMA 357/05 e Portaria MS 518/04

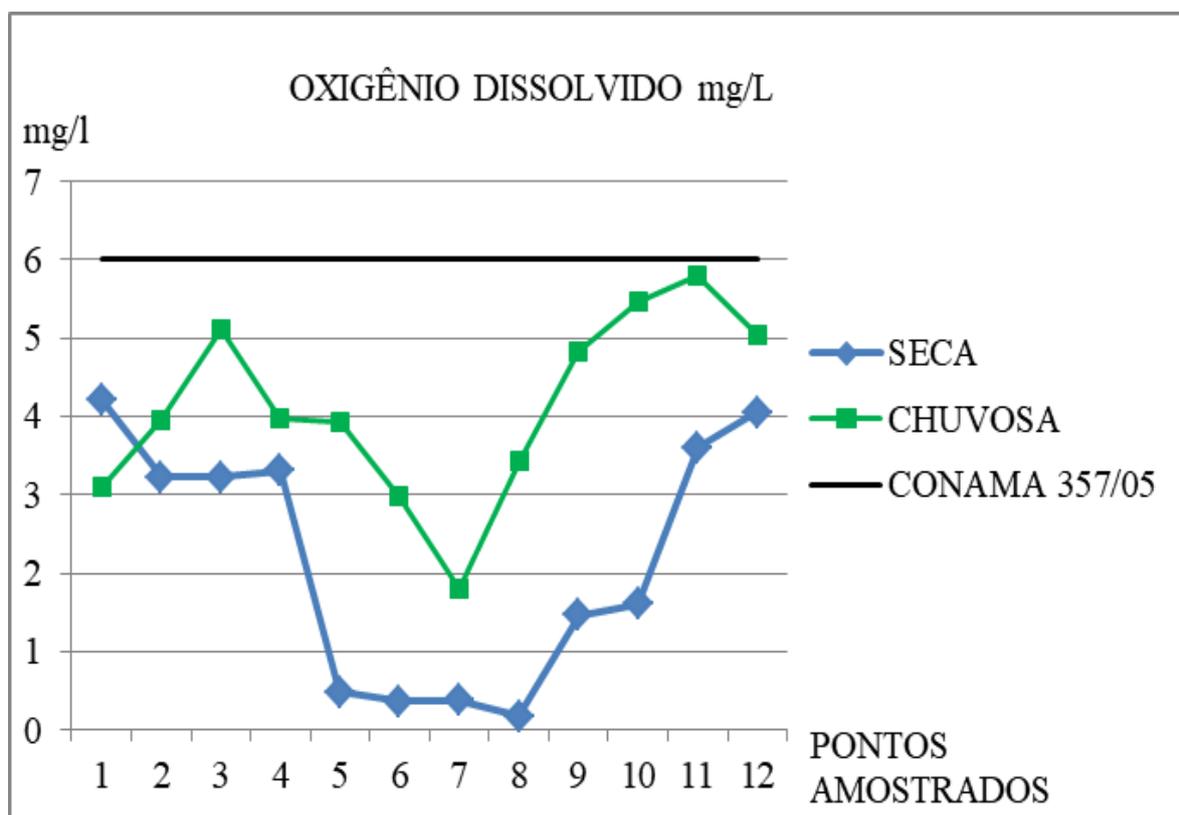


Fonte: Amaral, (2017).

Segundo Baggio (2008), o oxigênio dissolvido (OD) é de suma importância, visto que, é responsável pela troca gasosa nos ambientes aquáticos, o que possibilita a respiração de inúmeros organismos que habitam tais ambientes. Este indicador pode diminuir ou desaparecer, devido à enorme quantidade de substâncias orgânicas que são detectadas. A (Figura 9) mostra que, a partir do ponto P4 nota-se que há uma conformidade na distribuição espacial do nível de OD ao longo do perfil longitudinal do rio. Por toda a extensão da drenagem, os valores variaram entre 0,2 mg/L e 5,5 mg/L. Em relação ao oxigênio dissolvido, todos os pontos, em ambas as estações, obtiveram valores abaixo do permitido pela Resolução CONAMA 357/05, no art. 14 que determina que os valores de OD não podem ser menores a 6 mg/l. Observa-se que nos pontos 5 a 8, os valores estão demasiadamente baixos. As

diferenças observadas nos valores do pH na estação seca (pH muito ácido), e na chuvosa (pH menos ácido), retratam as circunstâncias nas quais o efluente que é lançado no Córrego Quatro Vinténs, visto que neste contexto, o poder de diluição do rio é menor, inferindo-se na possibilidade de intensa atividades antropogênicas na qualidade ambiental da água.

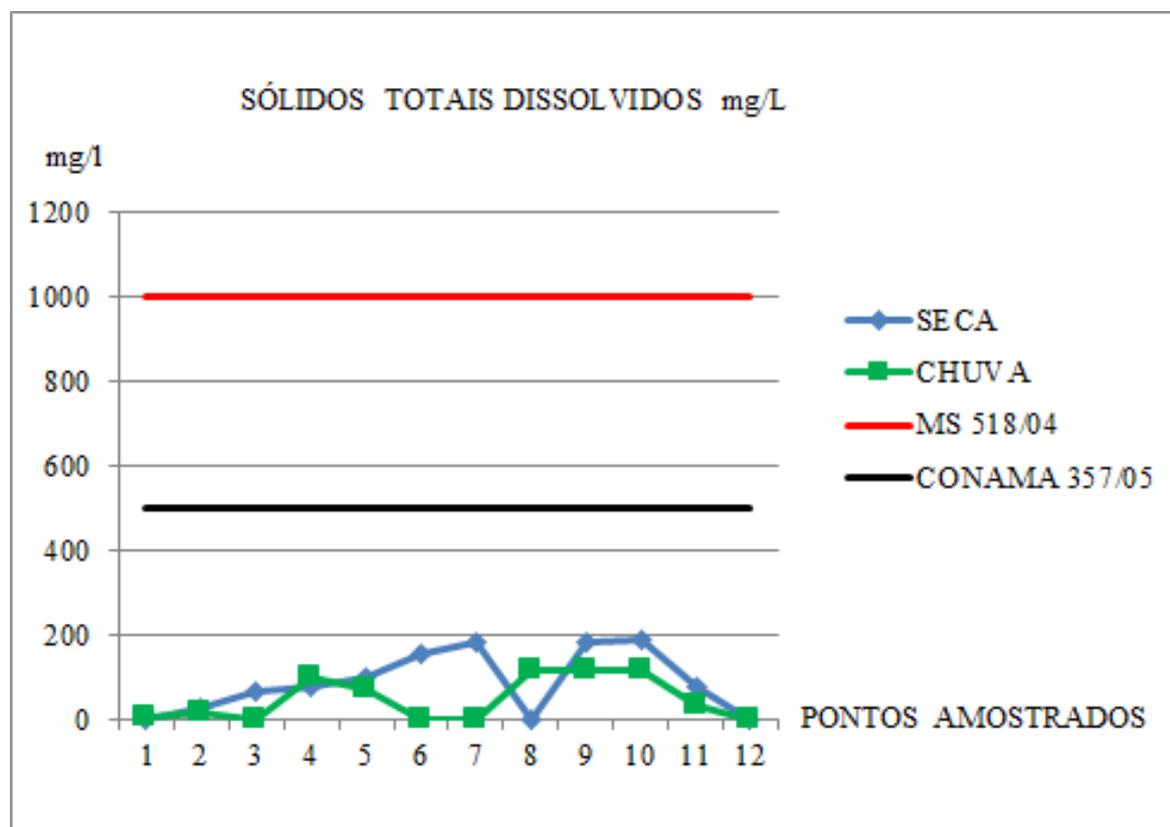
Figura 9: Comparação dos resultados do parâmetro oxigênio dissolvido - OD nos dois períodos climáticos e sua correlação com as resoluções CONAMA 357/05



Fonte: Amaral, (2017)

Os sólidos totais dissolvidos (STD) abrangem diversos contaminantes da água, o que auxilia para sua carga total, este parâmetro pode ser subdividido em orgânico e inorgânico, volátil e não volátil, e altera as características organolépticas das águas (Ribeiro, 2010). Os STDs (Figura 10) são determinados com valor máximo regulamentado pelo CONAMA 357/05 de 500 mg/l e pelo MS 518/04 com valor máximo de 1000 mg/l, os pontos em ambas estações ficaram abaixo desses valores. Valores baixos de CE e de STD foram observados no Córrego Quatro Vinténs na estação chuvosa, o que podem refletir as características geoquímicas naturais presentes na área da sub-bacia.

Figura 10: Comparação dos resultados do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos - STD nos dois períodos climáticos e sua correlação com a Resolução CONAMA N°357/05 e Portaria MS N° 518/04

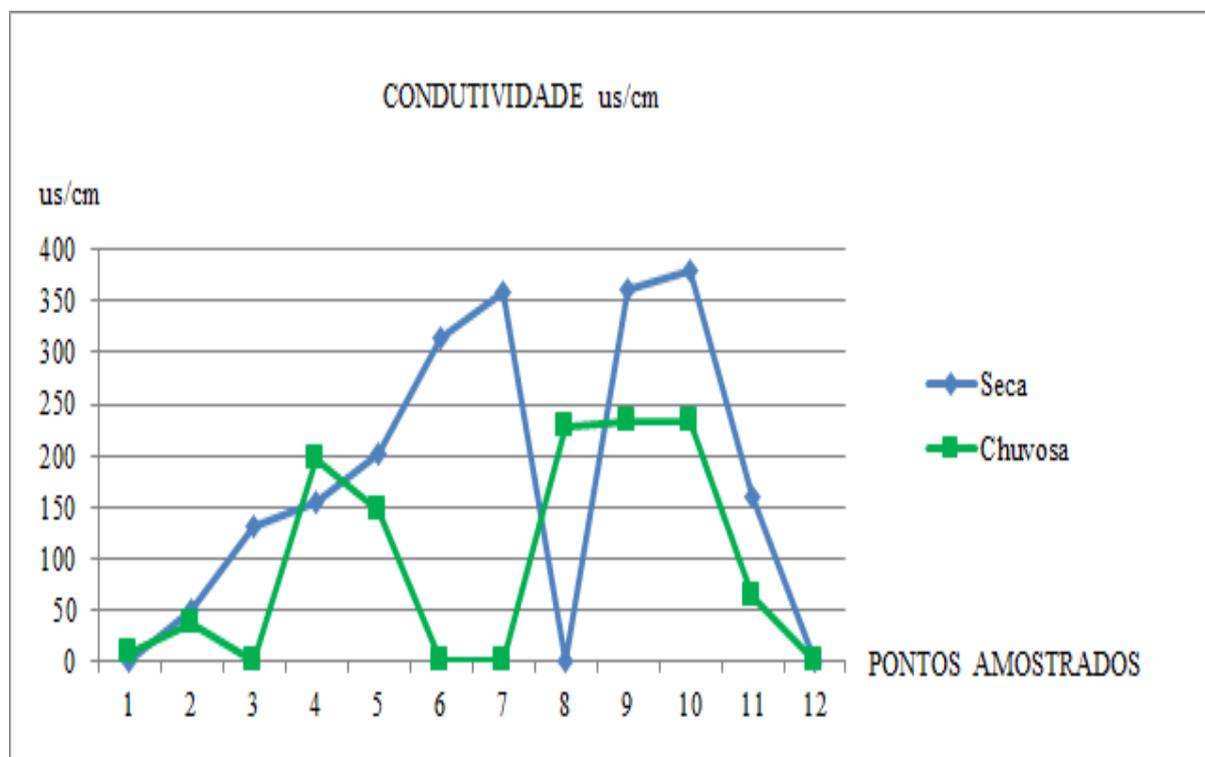


Fonte: Amaral, (2017).

Segundo Baggio (2008), em relação à condutividade, os valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. A condutividade concede contribuições sobre modificações na composição da água, altos valores de condutividade podem significar características corrosivas da água (CETESB, 2007). Em águas cujos valores de pH se posicionam nas faixas extremas ($\text{pH} > 9$ ou $\text{pH} < 5$), os valores deste parâmetro são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais frequentes são o H^+ e o OH^- (BAGGIO, 2016). Os valores referentes à condutividade elétrica (Figura 11) se posicionaram entre o mínimo de 49,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e o máximo de 380,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ao longo do perfil longitudinal do Córrego Quatro Vinténs. Na estação seca, os pontos: 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 e 11 ultrapassam o valor de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, no período chuvoso os pontos: 4, 5, 8, 9 e 10 11 ultrapassam o valor de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Valores que indicam ambientes impactados foram observados em toda a extensão da sub-bacia. A carga detrítica, além de aumentar a quantidade

de sólidos dissolvidos, também eleva os valores de condutividade elétrica, que se alteram com a influência das litologias, vegetações, pedologias, topografias, uso e ocupação da terra, que estão contidos nas drenagens superficiais.

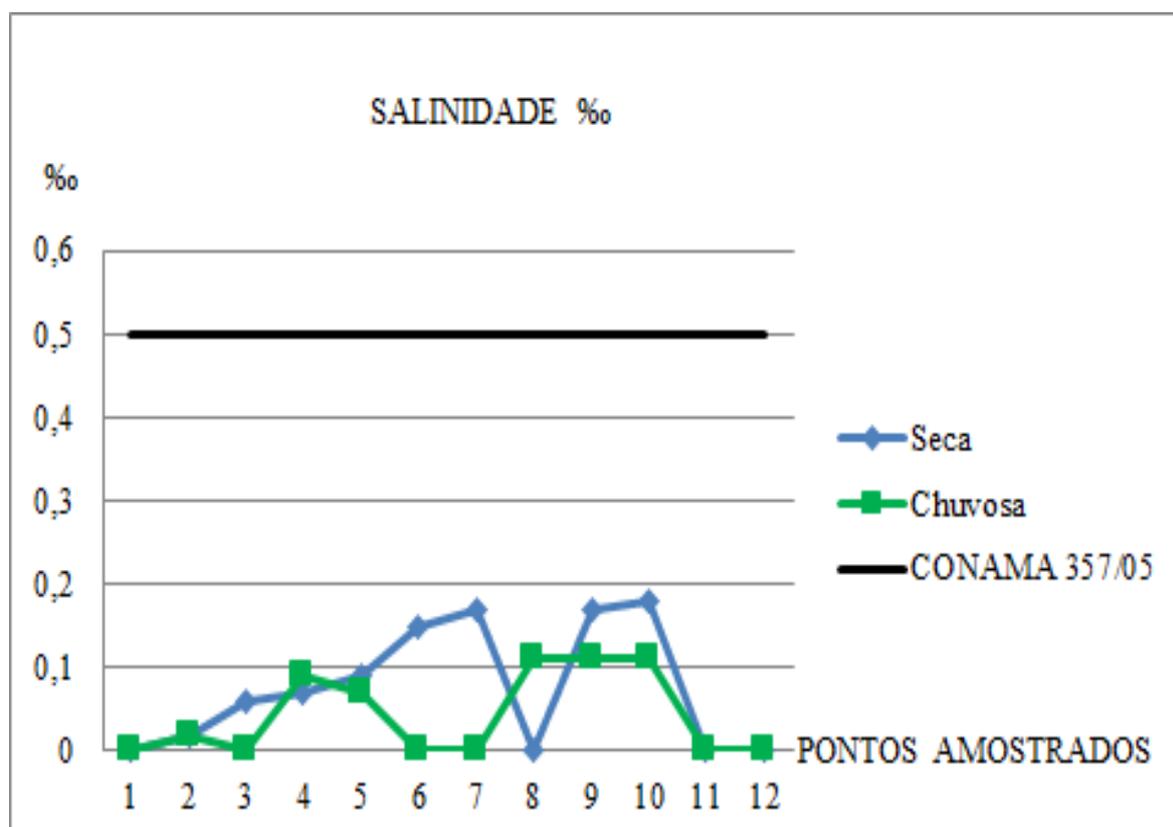
Figura 11: Comparação dos resultados do parâmetro Condutividade Elétrica - CE nos dois períodos climáticos



Fonte: Amaral, (2017).

A salinidade apresenta a quantidade de sais dissolvidos na água, a resolução CONAMA 357/05 estabelece para águas doces valores de salinidade igual ou inferior a 0,5%. Os valores apresentados na (Figura 12) encontram-se dentro do estabelecido pelo CONAMA 357/05. Apesar, dos valores encontrados estarem dentro do permitido, é imprescindível que se faça um monitoramento constante dos pontos amostrados. O uso e ocupação intensa e desordenada da sub-bacia contribuem para a degradação da qualidade da água.

Figura 12: Comparação dos resultados do parâmetro Salinidade nos dois períodos climáticos e sua correlação com a Resolução CONAMA N°357/05



Fonte: Amaral, (2017).

Além, dos parâmetros físico-químicos, é possível detectar organismos presentes na água que, segundo sua expressão, contém importância para os sistemas de abastecimento de água. Esses organismos podem ser bactérias, vírus e protozoários que apresentam patogenia e possivelmente ocasionam doenças (RICHTER, NETTO 1991). A partir dos procedimentos bacteriológicos, observa-se na (Tabela 1) os resultados das análises, no qual, o teste presuntivo apresenta-se amostras positivas para todos os pontos, dessa forma, o teste de detecção dos coliformes totais confirma o resultado anterior. Sendo assim, apenas o ponto 10 não há presença destas bactérias. Nos coliformes termotolerantes, foram identificados ausência destes organismos nos pontos amostrados 2 e 10.

Tabela 1: Resultados das análises bacteriológicas

Amostras	Teste Presuntivo	Coliformes Totais	Termotolerantes
1	+	+	+
2	+	+	-
3	+	+	+
4	+	+	+
5	+	+	+
6	+	+	+
7	+	+	+
8	+	+	+
9	+	+	+
10	+	-	-
11	+	+	+
12	+	+	+

Fonte: Barros, (2018).

As contagens das colônias foram realizadas pela técnica de número de colônias em placa. Em seguida, realizou-se o cálculo de unidade de formação de colônias por 100 ml da amostra, dessa forma, a (Tabela 2) demonstra quais pontos de coletas deram positivo para *Escherichia coli* e a quantidade desta bactéria.

Tabela 2: Resultados finais do cálculo de unidade de formação de colônias de *Escherichia coli*, em vermelho os valores alterados

Pontos Amostrados	Números de <i>Escherichia coli</i>
1	1.300
3	500
4	900
5	>30.000
7	>30.000
11	500

Fonte: Barros, (2018). *Em vermelho, destaca-se os pontos que ultrapassaram o valor considerado satisfatório pela Resolução CONAMA 274/2000.

A Resolução CONAMA N° 274 de 29 de novembro de 2000, subdivide a qualidade da água contendo *Escherichia coli* em três categorias, conforme segue: a condição estaria excelente caso não ultrapassasse de 200; muito boa abaixo de 400; e satisfatória com valor estimado de 800. Considerando esses valores, nota-se que, os pontos 1, 4, 5 e 7 estão acima do valor considerado satisfatório, destacando-se os pontos 5 e 7 que estão

Revista Cerrados, Montes Claros/MG, v.17, n. 2, p. 145-167, jul./dez.-2019.

exageradamente fora destes padrões, deste modo, os resultados alterados para *Escherichia coli* encontra-se relacionados ao lançamento de efluentes *in natura* diretamente na drenagem. Apenas os pontos 3 e 11 atendem o valor de referência estabelecidos pelo CONAMA 274/2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição deste trabalho foi apresentar uma avaliação das condições biogeoquímicas e ambientais em que, se encontra a água superficial do Córrego Quatro Vinténs, uma vez que, essa sub-bacia drena grande parte da malha urbana do município de Diamantina-MG. Os valores dos parâmetros físico-químicos corroboraram duas fontes de poluição: atividades agropecuárias de subsistência e urbana.

Verificou-se na área com atividades pecuárias um pH mais ácido, devido provavelmente a presença de matéria orgânica. Quantificaram-se valores de CE acima de 100 NS/cm, devido a atividades de uso e ocupação da terra na sub-bacia. Em relação ao oxigênio dissolvido, todos os pontos, em ambas as estações, obtiveram valores abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05. Os parâmetros de cor e turbidez apresentaram valores elevados, em vários pontos amostrados nos dois períodos climáticos (seco e chuvoso).

Esses resultados estão relacionados a presença de matéria orgânica, lançamentos *in natura* dos efluentes domésticos, e o uso e ocupação intensiva da terra. as análises bacteriológicas demonstraram a presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli*, nos dois períodos, seco e chuvoso, devido à presença constante de animais nas margens do córrego. Diante dos os resultados obtidos recomendam-se que a água superficial, seja monitorada periodicamente pelos órgãos responsáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo apoio logístico e financeiro do Laboratório de Geoquímica Ambiental (LGA/UFVJM), a Pró-Reitora de Extensão e Cultura (Proexc/UFVJM), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B M.; ROCHA, L. C. **Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação.** Geonomos, 19(2), 50-69, 2011.
Revista Cerrados, Montes Claros/MG, v.17, n. 2, p. 145-167, jul./dez.-2019.

BARROS, B. T. S.; BAGGIO, H.; SILVA, L. F. A.; DIAS, W. P.; COIMBRA, A. O.; VIANA, D. J. S.
Avaliação geoquímica da água do córrego Quatro Vinténs no município de Diamantina – MG

BAGGIO, H.; ARAUJO, A. D.; FREITAS, M.O. **Análise dos Parâmetros Físico-químicos Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Potencial Hidrogeniônico e Temperatura, no Baixo Curso do Rio das Velhas-MG.** CAMINHOS DE GEOGRAFIA - v.17, n. 60, p. 105 – 117. Uberlândia: 2016. Disponível em:<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia>>. Acesso em: 22 out. 2017.

_____.; SOUZA, F. C. R.; TRINDADE, W. M. **Morfologia Cárstica do Maciço Quartzítico da Gruta do Salitre, Diamantina– MG.** CAMINHOS DE GEOGRAFIA - v. 13, n. 43, 102–113. Uberlândia: 2012. Disponível em:<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia>>. Acesso em: 20 out. 2017.

_____.; SOUZA, F. C. R.; TRINDADE, W. M. **Carste em rochas quartzíticas da Gruta do Salitre, Diamantina – MG.** Campina Grande, Ano II. Vol. 1. Nº 03. Set/Out de 2011.

_____. **Contribuições Naturais e Antropogênicas para a Concentração e distribuição de Metais Pesados em Água Superficial e Sedimento de Corrente na Bacia do Rio do Formoso, Município de Buritizeiro, MG.** Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

BORGES, A. C. et al. **Microbiologia geral: práticas de laboratório.** 2 ed. rev. ampl. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 2004.

CETESB. 2007. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade das Águas.** São Paulo: Disponível em:<<http://www.cetesb.gov.br>>. Acesso em: 24 mai. 2017.
CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Estudo de Metais Pesados no Estado de Minas Gerais.** Relatório Final, Belo Horizonte, 1983.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). **Resolução 274/2000. 29 De Novembro De 2000.** Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). **RESOLUÇÃO CONAMA 357/05, 18 De Março De 2005.** Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008. Disponível em:<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em 15 jun. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Geografia do Brasil– Região Sudeste.** Rio de Janeiro, 1988.

INTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – PARQUE ESTADUAL DO RIO PRETO. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio Preto.** Encarte 4: Planejamento da Unidade de Conservação. Curitiba. 2004.

BARROS, B. T. S.; BAGGIO, H.; SILVA, L. F. A.; DIAS, W. P.; COIMBRA, A. O.; VIANA, D. J. S.
Avaliação geoquímica da água do córrego Quatro Vinténs no município de Diamantina – MG

KÖPPEN, W. Climatologia. México. Fundo de Cultura Econômica. 1948.

MOREIRA, D. A.; CONDÉ, N. M. **Qualidade das águas de minas no perímetro urbano do município de Ubá-MG.** Multi-Science Journal 2015; 1(1):84-89.

MS (MINISTÉRIO DA SAUDE). **Resolução MS nº 518/04, 25 de Maio de 2004.** Disponível em: <http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2017.

OLIVEIRA JUNIOR, E. F. **Os Impactos Ambientais Decorrentes da Ação Antrópica na Nascente do Rio Piauí - Riachão do Dantas/SE.** Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira. Ano V – nº 07, Setembro 2012.

RIBEIRO, E. V. **Avaliação da Qualidade da Água do Rio São Francisco no Segmento Entre Três Marias e Pirapora – mg: Metais Pesados e Atividades Antropogênicas.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais. 2010.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. TRATAMENTO DE ÁGUA: TECNOLOGIA ATUALIZADA. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 1991. p. 24 – 37.

SAADI, A. **A Geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas Margens.** Instituto Geociências. GEONOMOS 3 (1): P. 41-63.1995.
www.igc.ufmg.br/geonomos. Belo Horizonte: 1995. Acesso em: 15 out. 2017.

Autores

Bárbara Thaíssa da Silva Barros – Possui Graduação em Humanidades pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Atualmente é Graduada em Geografia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Hernando Baggio – Possui Graduação em Geografia, Mestrado em Geografia e Doutorado em Geologia, todos cursados na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente é Professor do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Luiz Felipe Amaral Silva – Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Welberth Pereira Dias – Possui Graduação em Humanidades pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Atualmente é Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Atila Oliveira Coimbra - Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

BARROS, B. T. S.; BAGGIO, H.; SILVA, L. F. A.; DIAS, W. P.; COIMBRA, A. O.; VIANA, D. J. S.
Avaliação geoquímica da água do córrego Quatro Vinténs no município de Diamantina – MG

Daniel Jose Silva Viana – Possui Graduação em Agronomia, Mestrado em Produção Vegetal e Doutorado em Biocombustíveis, todos cursados pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Atualmente é Técnico do laboratório de Microbiologia/Parasitologia/Genética na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e tutor da EAD/UFVJM nas disciplinas de Física Experimental, Laboratório de Física II e Laboratório de Física III.

Artigo recebido em: 21 de junho de 2019.

Artigo aceito em: 17 de outubro de 2019.

Artigo publicado em: 20 de outubro de 2019.