

## Correlação da qualidade de água bruta e doenças de veiculação hídrica em Três Corações/MG

A má qualidade dos recursos hídricos está diretamente relacionada com a ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Objetivou-se correlacionar à qualidade de água bruta e doenças de veiculação hídrica em Três Corações MG. Para tanto foram utilizadas séries históricas de qualidade de água da estação BG032, de 2017 a 2019 e dados de doenças pelo DATASUS. Foram avaliadas variáveis de qualidade de água com os limites estabelecidos pela DN COPAM-CERH 01/2008. Posteriormente foi feita a correlação de Person entre as doenças (Hepatite A, dengue e diarreia) com as variáveis de qualidade de água. As variáveis de qualidade de água que apresentaram acima dos padrões estabelecidos pela legislação foi o fosfato total e coliformes termotolerantes, associado às atividades agropecuárias. O IQA foi classificado como médio no período total bem como nos períodos seco e chuvoso. Porém no período chuvoso, o IQA é mais baixo (55,71) sendo que a turbidez, sólidos totais, fosfato total e coliformes termotolerantes as que contribuíram para a piora de qualidade. A correlação entre Hepatite A e o IQA foi fortemente correlacionada sugerindo que as variáveis de qualidade de água contribuem para a ocorrência. No período seco, a Dengue foi fortemente correlacionada com a turbidez, coliformes termotolerantes e temperatura, verificando-se que à exceção da escassez de chuvas, é o melhor período para ocorrências. Em relação à diarreia, não verificou correlação com coliformes termotolerantes, porém a doença apresenta sazonalidade. Já no período chuvoso foi observada correlação moderada com os coliformes termotolerantes e nitrito e a dengue apresentou correlações fracas.

**Palavras-chave:** Índice de qualidade de água; Correlação de Person; Hepatite A; Diarreia; Dengue.

## Correlation of raw water quality and water-based diseases in Três Corações/MG

The poor quality of hydro resources is directly related to the occurrence of hydro propagation diseases. It aimed to correlate itself to untreated water and the hydro propagation diseases in Três Corações MG. For this purpose, historical series of water quality of the station BG032, were used from 2017 to 2019 and disease data from DATASUS. Variables from the water quality were evaluated within the limits established by DN COMPAM-CERH 01/2008. Subsequently, was made a Person's correlation between diseases (Hepatitis A, dengue, and diarrhea) with the variables from the water quality. The variables from the water quality that presented results above the quality standards, established by legislation were the total phosphate and thermotolerant coliforms, associated with agricultural activities. The local standard WQI was classified as medium in the total period as well as in the dry and rainy seasons. However, in the rainy season, the WQI is lower (55,71) in which the turbidity measurement, total solids total phosphate and coliforms thermotolerant were those that contributed to the worsening of quality. The correlation between Hepatitis A and WQI was strongly correlated suggesting that water quality variables contribute to the occurrence. During the dry season, Dengue was strongly correlated with turbidity, thermotolerant coliforms and temperature, verifying that with the exception of the scarcity rainfall pattern, is the best period for occurrences. Regarding diarrhea, there wasn't correlation with thermotolerant coliforms, but the disease presents seasonality. In the rainy season, moderate correlation was observed with coliforms thermotolerant and nitrate and dengue presented weak correlations.

**Keywords:** Water Quality Index; Person's correlation; Hepatitis A; Diarrhea; Dengue.


Topic: **Engenharia Ambiental**


Received: **06/04/2021**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Approved: **27/04/2021**

Jean Luis de Oliveira   
Universidade Vale do Rio Verde, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5372745030319386>  
<http://orcid.org/0000-0002-8247-5135>  
[oliveirai55@yahoo.com](mailto:oliveirai55@yahoo.com)

Rosângela Francisca De Paula Vitor Marques   
Universidade Vale do Rio Verde, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6991929220004023>  
<http://orcid.org/0000-0001-6646-0809>  
[roeflorestal@hotmail.com](mailto:roeflorestal@hotmail.com)

Dener de Souza Borges   
Universidade Vale do Rio Verde, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9143772575312358>  
<http://orcid.org/0000-0002-3835-2592>  
[denerborges7@hotmail.com](mailto:denerborges7@hotmail.com)

Eunice Musa Neves dos Santos   
Universidade Vale do Rio Verde, Brasil  
<http://orcid.org/0000-0002-4103-6339>  
[eunicemusa@hotmail.com](mailto:eunicemusa@hotmail.com)

Eliana Alcantra   
Universidade Vale do Rio Verde, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3223228255062554>  
<http://orcid.org/0000-0001-9292-3256>  
[lialcantra@yahoo.com.br](mailto:lialcantra@yahoo.com.br)

Alisson Souza de Oliveira   
Universidade Vale do Rio Verde, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6716188774645620>  
<http://orcid.org/0000-0001-7885-9542>  
[alissonso@hotmail.com](mailto:alissonso@hotmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0027

### Referencing this:

OLIVEIRA, J. L.; MARQUES, R. F. P. V.; BORGES, D. S.; SANTOS, E. M. N.; ALCANTRA, E.; OLIVEIRA, A. S.. Correlação da qualidade de água bruta e doenças de veiculação hídrica em Três Corações/MG. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.4, p.337-352, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0027>

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente, o espaço geográfico brasileiro converge para duas realidades distintas, a das grandes metrópoles e capitais, sustentadas no crescimento urbano desordenado, periferação e degradação socioambiental; e por outro lado, os municípios do interior, localizados em regiões distantes dos centros administrativos e financeiros, mas que por questões políticas, econômicas e ambientais, apresentam características próximas aos grandes aglomerados urbanos no que tange à ausência de infraestrutura, e ao crescimento demográfico em áreas de ocupação irregular, além da falta de acesso a serviços essenciais.

O crescimento acelerado das cidades brasileiras tem como consequência uma configuração heterogênea, devido possibilitar o desenvolvimento de espaços urbanos adequados, mas também se caracterizar pela dominante pobreza urbana, onde exclusão social e o desordenamento territorial tem ocasionado significativa mudança na sua estrutura interna, formação de anéis periféricos e expansão de região metropolitana. Essa configuração gera problemas intensos nos centros urbanos em ocupações desordenadas não regularizadas, onde o acesso à infraestrutura urbana é muito restrito e as instalações sanitárias deste são precárias, assim como as condições de habitação. Como resultado deste processo tem-se a poluição do ar e das águas superficiais e subterrâneas, o lançamento de esgoto a céu aberto, favelização, ocupação de encostas e de áreas de risco (OLIVEIRA, 2009).

Nesse sentido, observa-se a provável a exposição da população menos provida de recursos e agentes patogênicos presentes em ambientes insalubres, onde há falta de infraestrutura básica e insuficiente controle de vetores (AUGUSTO, 2003).

A água e a saúde são elementos inseparáveis, segundo a Organização Panamericana de Saúde, a má qualidade dos recursos hídricos está diretamente relacionada com a ocorrência de doenças, sendo também um potencial veículo transmissor por intermédio de protozoários, helmintos, bactérias e vírus (VASCONCELOS et al., 2016).

O acesso às redes de abastecimento adequadas de água e esgoto é um item de grande relevância na saúde dos indivíduos. Muitas doenças poderiam ser prevenidas através de investimentos em melhorias nessas redes (OLIVEIRA et al., 2015).

No Brasil, as condições de saneamento ambiental, apesar de apresentarem melhoras nos últimos anos, ainda são deficientes. Segundo dados do Sistema Nacional de Saneamento (SNIS), apenas 53% dos municípios brasileiros possuem a rede de coleta de esgoto e apenas 46% dos esgotos possuem tratamento antes de ser lançados nos corpos receptores. E, ainda 16,38% da população não possuem acesso ao abastecimento com água tratada. Tal realidade não se verifica apenas no Brasil. Na América Latina, aproximadamente 36 milhões de pessoas não possuem acesso à água potável e a maior parte desses reside em áreas rurais. Cerca de 67% da população da zona rural brasileira utiliza água de fontes alternativas, que em geral, não são apropriadas para consumo (FERREIRA et al., 2016).

Segundo dados da organização mundial da saúde (OMS) atualmente é estimado que 2,1 bilhões de pessoas no mundo não possuem água própria pra consumo humano. Usam água potável proveniente de uma

fonte inadequada, além de outras deficiências no sistema de saneamento.

A utilização de técnicas de desinfecção da água em ambiente domiciliar é uma alternativa quando não há sistemas de captação, tratamento e distribuição. Geralmente, há o uso de hipoclorito de sódio e de cloro. Os sistemas simplificados de tratamento, que possuem baixo custo, são importantes para a melhoria da saúde de populações mais vulneráveis, além das comunidades rurais.

De fato, a ausência de água de boa qualidade afeta a qualidade de vida e a saúde. Estudos indicam que 1,8 bilhões de indivíduos consomem água com contaminação fecal, com a presença de *Escherichia coli* (NEVES-SILVA et al., 2016). Diversas são as doenças que podem estar relacionados ao saneamento com mecanismos de transmissão hídrica, citando-se como, por exemplo, dengue, esquistossomose, ascariíase, teníase, oxiúriase e ancilostomíase, amebíase, giardíase, gastroenterite, febres tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa, diarreia e cólera etc.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo correlacionar à qualidade de água bruta com as doenças de veiculação hídrica no município de Três Corações MG principalmente no que tange ao tratamento descentralizado e populações sem acesso ao tratamento de água de maneira adequada.

## REVISÃO TEÓRICA

### Poluição da água

As atividades humanas, assim como os processos naturais, podem alterar as características físicas, químicas e biológicas da água, com ramificações específicas para a saúde humana e do ecossistema. A qualidade da água é afetada por mudanças em teores de nutrientes, sedimentos, temperatura, pH, metais pesados, toxinas não metálicas, componentes orgânicos persistentes e agrotóxicos, fatores biológicos, entre muitos outros (CARR et al., 2008).

A poluição divide-se em dois grandes grupos: a poluição pontual e a não pontual. A primeira procede de fontes identificáveis, como fábricas, refinarias ou despejo de esgoto. A não pontual é aquela cuja origem não pode ser identificada com precisão, como os produtos químicos usados na agricultura e na mineração trazidos pelas chuvas ou as filtragens de fossas sépticas e esgotos (FUNASA, 2014).

O esgoto doméstico ou industrial, também chamado de efluente, é um termo usado para águas que perderam suas características naturais, ou seja, aquelas que foram alteradas seja nas características físicas, químicas e biológicas. Assim, quando essas águas residuárias, com alto potencial poluidor, são lançadas em corpos d'água, podem acarretar a poluição e/ou até mesmo a contaminação do recurso hídrico. Esses efluentes são compostos por água doméstica, excretas de seres humanos, água dos comércios e também das indústrias. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 47,8% dos municípios do Brasil não apresentavam rede de esgoto.

Com o intuito de tratar a água poluída e/ou contaminada, tanto em redes domésticas, quanto em industriais, criou-se as estações de tratamento de efluentes, conhecidas como ETE. As ETEs têm como função tratar o esgoto, com o intuito de reintegrá-los na natureza. Esse tipo de tratamento inclui diversas operações

que removem as substâncias indesejáveis, ou transformá-las em outras, com o intuito de torná-las menos perigosas ao meio ambiente. Inúmeras epidemias e doenças no trato gastrointestinal apresentam como fonte de infecção a água poluída e o esgoto é conhecido por conter diferentes microrganismos como bactérias do grupo coliforme, vírus e vermes. Doenças vinculadas por esse recurso são causadas por patógenos de etiologia entérica, ou seja, provenientes do intestino de humanos ou animais, transmitidos por via fecal-oral (SILVA, 2014).

De acordo com Santos et al. (2015), até meados dos anos 70, os recursos subterrâneos não apresentavam contaminação porque as camadas de solo e rochas filtravam as impurezas presentes na água. Mas com o passar do tempo, foram encontrados contaminantes devido a presença de esgotos (industriais ou domésticos), resíduos oriundos de postos de combustíveis e atividades agropecuárias. A contaminação pode ocorrer também em seu ponto de origem, em sua distribuição e reservatórios (empresas ou domicílios) que não vedam corretamente as cisternas e caixas d'água ou que não a desinfetam periodicamente e regularmente.

A transmissão de enfermidades através da água se dá pelo tratamento inadequado desse recurso. A presença de fezes humanas e/ou animais traz consigo microrganismos patogênicos (BRASIL, 2017). Assim, populações em vulnerabilidade social e comunidades rurais que não apresentam sistemas de tratamento de água são mais propícias às ocorrências de doenças de veiculação hídrica.

### **Qualidade da água x doenças de veiculação hídrica**

A qualidade de água pode ser representada por meio de diversos indicadores que traduzem as principais características físicas, químicas e biológicas. Esses indicadores podem ser de utilização geral tanto para caracterizar águas de abastecimento, águas residuárias, mananciais e corpos receptores. A seguir apresenta-se a descrição de alguns dos principais indicadores para interpretação dos resultados de análise da água de acordo com (CARVALHO, 2001).

No final da década de 70, esforços foram iniciadas no sentido de se estudarem as doenças infecciosas, sob o enfoque das estratégias mais adequadas para seu controle. Nessa visão, as doenças são classificadas tendo por base suas vias de transmissão e seu ciclo, distintamente da classificação biológica clássica, que agrupa as doenças segundo o agente: vírus, bactéria, protozoário ou helminto (FEACHEM et al., 1983). Assim, a partir dessas classificações, o entendimento da transmissão das doenças relacionadas com o saneamento passa a constituir um instrumento de planejamento das intervenções, com vistas à otimização de seu impacto sobre a saúde.

A classificação ambiental das infecções relacionadas com a água, segundo Cairncross et al. (1990), origina-se da compreensão dos mecanismos de transmissão, que se agrupam em quatro categorias: transmissão hídrica: ocorre quando o patogênico se encontra na água que é ingerida; transmissão relacionada com a higiene: identificada como aquela que pode ser interrompida pela implantação de higiene pessoal e doméstica; transmissão baseada na água: caracterizada quando o patogênico desenvolve parte de seu ciclo vital em um animal aquático; transmissão através de um inseto vetor: na qual insetos, que procriam na água

ou cuja picadura ocorre próxima a ela, são os transmissores.

O saneamento básico afeta sobremaneira à saúde pública, segundo o Instituto Trata Brasil, doenças relacionadas com sistemas de água e esgotos inadequados são responsáveis pela morte de milhões de pessoas a cada ano, sendo que a condição mais precária se verifica para os menos providos de recursos financeiros. Assim, melhorias na qualidade da água, no saneamento básico e nas condições de higiene da população poderiam reduzir os casos de doenças, sobretudo em grupos etários mais vulneráveis, como crianças e idosos. Estudos já realizados comprovaram a associação entre saneamento inadequado e casos de diarreia no Brasil (TEIXEIRA et al., 2006; BELLIDO et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2013; RASELLA, 2013) e em outros países, como a África do Sul 18 e países da América Latina 19, tendo em conta, na maioria dos casos, crianças e idosos.

Neste sentido, torna-se imperativo a segurança hídrica para garantir o acesso sustentável à quantidade e qualidade de água para a qualidade de vida da população, como o bem-estar humano e desenvolvimento socioeconômico, para assegurar a proteção contra a poluição da água e desastres naturais e para preservar ecossistemas (UN-WATER, 2013).

As doenças de veiculação hídrica são causadas, basicamente, por microrganismos patogênicos de animais de sangue quente (origem animal ou humana), pelas quais são transmitidos por via fecal-oral, quando excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado por água poluída com fezes ou bactérias, que são identificados por organismos indicadores como o grupo de coliformes termotolerantes.

As doenças de veiculação hídrica atingem grupos etários distintos e também são responsáveis, juntamente com a diarreia, por elevado número de internações. No ano de 2015, segundo dados do Departamento de Informática do SUS (DATASUS/2015), doenças como cólera, febres tifoide e paratifoide, shigelose, amebíase, diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível, esquistossomose e outras doenças infecciosas intestinais foram responsáveis por 2,35% das internações totais no Brasil, gerando uma parcela de 0,7% dos gastos totais do Sistema Único de Saúde (SUS) com internações no período. Dessas internações, 43,4% foram de pessoas com 10 anos ou mais de idade.

Segundo Martins (2004), as principais doenças de veiculação hídrica entre outras são: A Amebíase causada pela *Entamoeba spp.* Sempre que há diarreias persistentes. A *Entamoeba coli* é um parasito que se localiza no intestino do ser humano, mas que não o prejudica e, portanto, não precisa ser tratada. Já a *Entamoeba histolytica* é prejudicial e precisa ser eliminada. Esses parasitos são eliminados com as fezes que, se deixadas próximas a rios, lagoas, fossas, podem contaminar a água.

Os sintomas mais comuns são dores abdominais; febre baixa; ataque de diarreia, seguida de períodos de prisão de ventre; e disenteria aguda. As medidas de prevenção consistem em fazer com que todos da casa usem as instalações sanitárias, proteger as águas das minas, cisternas, poços, lagoas, açudes e valas de irrigação, não permitindo que sejam contaminadas por fezes humanas, regar as verduras sempre com água limpa, não aproveitando nunca a água utilizada em casa ou água de banho. Lavar bastante as verduras em água corrente, lavar as mãos com sabão e água corrente todas as vezes que usar as instalações sanitárias,

lavar muito bem as mãos antes de iniciar a preparação dos alimentos, fazer, regularmente, exame de fezes, para detectar o parasito.

A Giardíase e a Criptosporidíase são causadas respectivamente pela *Giardia lamblia* e pelo *Cryptosporidium parvum*. Ambos vivem nas porções altas do intestino, sendo mais frequentes em crianças. As medidas preventivas são resumidas a destinar convenientemente os dejetos humanos em fossas ou redes de esgotos, tratamento da água, realização de exames e vacinação, promoção à educação sanitária dos manipuladores de alimentos, o diagnóstico é feito pelo exame de sangue e pelas pesquisas de bacilos nas fezes.

As verminoses apresentam diversos agentes etiológicos como causadores de doença. Nestes casos as medidas preventivas estão relacionadas à educação sanitária, o saneamento e a melhoria do estado nutricional são importantes na profilaxia das doenças parasitárias. Apenas o tratamento das verminoses não é suficiente. É preciso modificar o ambiente para que a doença não ocorra novamente.

As gastroenterites são uma infecção do estômago e do intestino produzida, principalmente, por vírus, bactérias e verminoses, entre outras sendo responsável pela maioria dos óbitos em crianças menores de um ano de idade. A incidência é maior nos locais em que não existe tratamento de água, rede de esgoto, água encanada e destino adequado para o lixo. As medidas preventivas estão relacionadas ao saneamento, higiene dos alimentos, combate às moscas e uso de água filtrada ou fervida.

De acordo com Água Brasil, a dengue é uma doença infecciosa febril aguda, que pode se apresentar de forma benigna ou grave. Isso vai depender de diversos fatores, entre eles: o vírus e a cepa envolvidos, infecção anterior pelo vírus da dengue e fatores individuais como doenças crônicas (diabetes, asma brônquica, anemia falciforme). Esta doença, também, é conhecida como Febre de quebra osso. A doença é transmitida pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti*. Não há transmissão pelo contato direto com um doente ou suas secreções, nem por meio de fontes de água ou alimento.

Briscoe (1985) postula ainda que intervenções ambientais sistêmicas, como o abastecimento de água e o esgotamento sanitário, apresentam efeitos em longo prazo sobre a saúde substancialmente superior aos de intervenções médicas.

Baseado em uma simulação de dados demográficos de Lyon (França), entre 1816 e 1905, prevê que as intervenções ambientais podem prevenir cerca de quatro vezes mais mortes e elevar a expectativa de vida sete vezes mais, que as intervenções de natureza biomédica. O mesmo autor (BRISCOE, 1987) afirma que tal comportamento sugere um efeito multiplicador dos programas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

Três Corações está localizado ao Sul de Minas Gerais (Figura 1) com população estimada de 79.482 pessoas em área territorial de 828,038 km<sup>2</sup> o município é banhado pelos Rios Verde, do Peixe, Palmela,

Lambari, além de vários ribeirões e córregos. Limita-se ao Norte com os municípios de Varginha e Carmo da Cachoeira, ao Sul com os municípios de Conceição do Rio Verde e Cambuquira, a Leste com os municípios de São Bento Abade e São Tomé das Letras e a Oeste com os municípios de Campanha e Monsenhor Paulo. A topografia é representada pelas serras da Onça, do Palmital, do Jurumim entre outras, tendo seu ponto culminante na serra das Ninfas, aos 1.200 m de altitude.

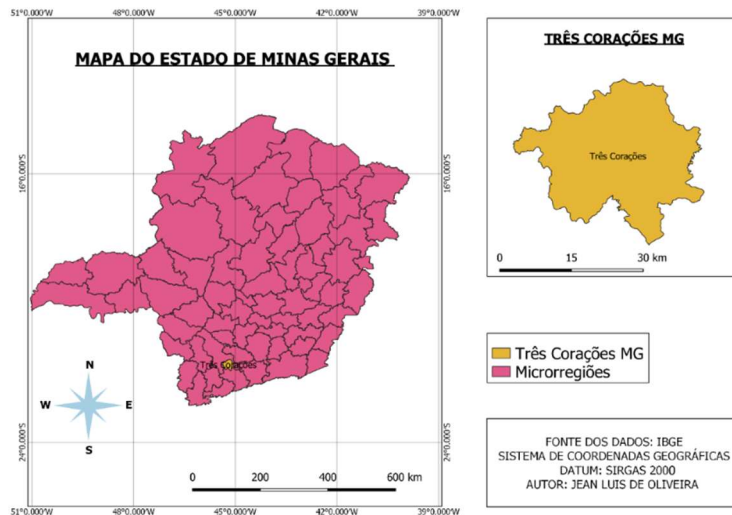


Figura 1: Localização do município de Três Corações - MG.

O município está inserido na bacia hidrográfica do Rio Verde, Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH GD4 (Figura 2), e tem como afluente principal o Rio Verde (IGAM, 2020).

De acordo com Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), o município de Três Corações MG recebe 27,68 % de efluentes por meio da rede de coleta de esgoto, o qual realiza o tratamento e, 80,90 % do município é atendido por rede abastecimento de água.

Os municípios a montante, não possuem tratamento de esgoto, são lançados *in natura* nos corpos hídricos, dependendo então da capacidade de diluição e autodepuração do corpo d'água.



Figura 2: Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos GD4 – Rio Verde. Fonte: IGAM (2020).

## Obtenção de dados, análises das variáveis de qualidade e água e doenças

Para o presente estudo foram utilizadas séries históricas, de qualidade de água das estações do Rio Verde que, são monitorados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), com objetivo de analisar dados da estação BG032, cujas coordenadas geográficas são 21°7' de latitude e 45°26' longitude e altitude de 836m, a qual se encontra no Rio Verde, a montante da área de captação de água do município.

As séries históricas utilizadas foram do período compreendido de 2017 a 2019, totalizando 11 análises trimestrais. Sendo que no ano de 2017, foram realizadas apenas 3 análises no ano.

As variáveis que avaliadas foram: Cloreto total, coliformes termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Escherichia coli, fósforo total, nitrato, nitrogênio Amoniaco, oxigênio dissolvido (OD), pH, sólidos totais, temperatura e turbidez.

Posteriormente as análises tabuladas de forma a considerar apenas as observações que apresentavam informações para todos os parâmetros que constituem o Índice de Qualidade de Água (IQA) conforme IGAM. Para a determinação do IQA (Eq. 1) foram considerados um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade de água e seus respectivos pesos de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA: oxigênio dissolvido (OD) 0,17; coliformes fecais (CF) 0,15; potencial hidrogeniônico (pH) 0,12; demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 0,10; fosfato total (FOS) 0,10; temperatura da água (TEMP) 0,10; nitratos (NIT) 0,10; turbidez (TUR) 0,08 e sólidos totais (ST) 0,08. O IQA foi calculado pelo produto ponderado pelos pesos atribuídos a cada parâmetro de qualidade de água segundo metodologia apresentada em uma pesquisa.

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (1)$$

## Dados das doenças

Os dados de doenças foram obtidos por meio do portal DATASUS, que serve para subsidiar, análises objetivas da situação sanitária e de informações de saúde. As doenças foram analisadas no período de 2017 a 2019 baseados no sistema de informação do SUS, sendo observadas aquelas de mecanismos de transmissão hídrica, por estarem relacionadas à transmissão direta pela água, por meio de ingestão ou contato (ou penetração da pele). Os dados foram por meio do número de internação hospitalar-ano/mês e/ou atendimento.

## Análise das variáveis qualitativas de água bruta e de doenças – tratamento dos dados

Foi realizada comparação da evolução temporal do índice de qualidade de água (IQA) e nos períodos seco e chuvoso, e analisado cada variável constituinte do mesmo, os quais foram plotados em gráficos no Excel, posteriormente foram comparados tendo-se como referência os os valores máximos permitidos para a classe 2 de acordo com a Deliberação Normativa – DN COPAM CERH – 01/2008. Os dados de doença foram plotados em gráficos de barra por período de ocorrência e separados por classes de doença.



Posteriormente às análises temporais das variáveis de qualidade de água, IQA e de doenças, foram realizadas análises de correlações lineares de Pearson entre os parâmetros quantificados, utilizando-se o software Excel for Windows.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso e ocupação do solo, da bacia do Rio verde e do município de Três Corações MG, possuem grandes atividades Agropecuárias, devido ao grande poder produtivo da região, o que pode influenciar diretamente na qualidade de água. A Tabela 1 e as Figuras 3, 4 e 5 apresentam as variáveis de qualidade de águas e o IQA nos períodos seco e chuvoso.

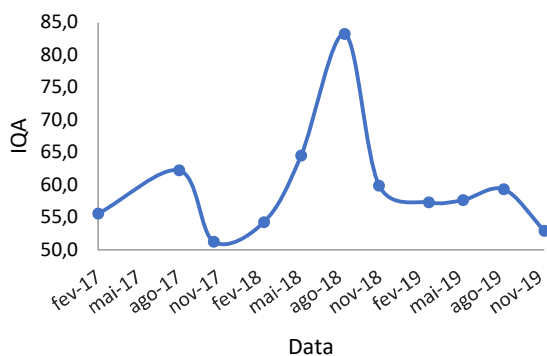
Na tabela 1 é possível analisar a coleta de dados realizada pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), juntamente com os resultados das variáveis avaliadas, é possível identificar a redução do IQA pelas datas de 31/10/2017 e 12/11/2019, principalmente pelos parâmetros de pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), Nitratos e coliformes termotolerantes, que caracterizam os menores pesos relativos e maiores influências sobre as mudanças na qualidade de água.

É possível também observar que os valores médios do IQA nos períodos chuvoso e seco, foram 55,21 e 65,41 respectivamente classificando-se como um nível de qualidade de água médio  $50 < IQA < 70$ , sendo observado uma piora da qualidade para ambos os períodos a partir do ano de 2019 (Figuras 3, 4 e 5).

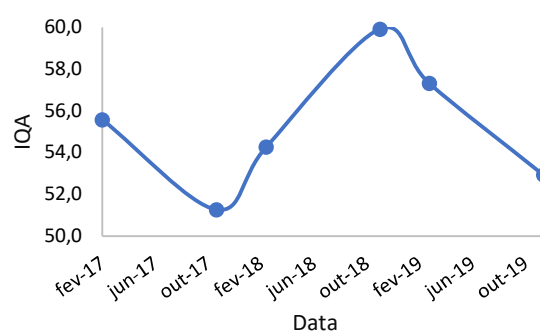
**Tabela 1:** Análises de qualidade de água bruta para a estação BG032, a montante da área de captação do município de Três Corações – MG.

Data	Temperatura Amostra (°C)	pH	Turbidez (UNT)	DB O (mg.L <sup>-1</sup> )	OD	Sólidos Totais	Fosfato Total	Nitratos	Coliformes Termotolerantes (NMP.100mL <sup>-1</sup> )	IQA
14/02/2017										55,5
7	25,5	6,5	20,2	2,0	7,2	70,0	<b>0,1</b>	0,9	<b>24,2x10<sup>3</sup></b>	8
15/08/2017										62,2
7	20,7	6,5	7,5	2,0	8,0	74,0	<b>0,1</b>	1,5	<b>7,3x10<sup>3</sup></b>	5
31/10/2017										51,2
7	23,2	6,2	49,7	2,0	7,0	92,0	<b>0,1</b>	1,0	<b>24,2x10<sup>3</sup></b>	7
21/02/2018										54,2
8	23,9	6,7	53,4	2,0	7,1	98,0	<b>0,1</b>	1,3	<b>24,2x10<sup>3</sup></b>	7
15/05/2018										64,5
8	21,7	6,4	13,4	2,0	8,1	53,0	<b>0,0</b>	0,9	<b>3,5x10<sup>3</sup></b>	1
21/08/2018										83,2
8	18,5	6,7	12,7	2,0	8,0	65,0	<b>0,1</b>	1,3	<b>14,1x10<sup>0</sup></b>	5
06/11/2018										59,9
8	23,3	6,6	24,7	2,0	7,2	84,0	<b>0,1</b>	1,1	<b>7,7x10<sup>3</sup></b>	1
26/02/2019										57,3
9	25,6	6,6	34,5	2,0	7,0	65,0	<b>0,1</b>	0,2	<b>12,0 x10<sup>3</sup></b>	2
14/05/2019										57,6
9	22,3	6,6	24,7	2,0	7,6	71,0	<b>0,0</b>	0,2	<b>14,1 x10<sup>3</sup></b>	9
13/08/2019										59,3
9	19,2	6,4	13,1	2,0	8,0	37,0	<b>0,1</b>	0,7	<b>10,5 x10<sup>3</sup></b>	4
12/11/2019										52,9
9	25,2	6,1	30,1	2,0	7,4	61,0	<b>0,1</b>	1,4	<b>24,2x10<sup>3</sup></b>	4
VMP	<40	6 a 9	>5, 100,0	>5, 5,0	>5, 0		0,03	10,0	1 x10 <sup>3</sup>	

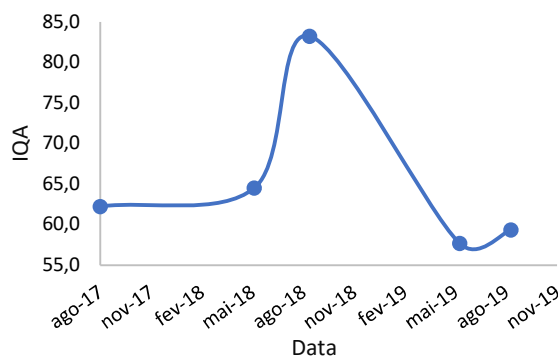
\*Valores em negrito superam o Valor Máximo Permitido pela DN COPAM CERH 01/2008 para classe 2.



**Figura 3:** Índice de qualidade de água no período avaliado.



**Figura 4:** Índice de qualidade de água no período chuvoso.



**Figura 5:** Índice de qualidade de água no período seco.

Ressalta-se também que as variáveis constituintes do cálculo do IQA como, temperatura, oxigênio dissolvido, DBO e pH, turbidez, nitrato e sólidos totais encontram-se em conformidade com a Deliberação Normativa COPAM CERH 01/2008, porém valores de fosfato total e coliformes termotolerantes apresentam-se em desconformidade. Ressalta-se o uso e ocupação do solo à montante do ponto de captação ser de atividades predominantemente agrícola tendo com usos culturas agrícolas e criação o que possivelmente contribuiu para a piora da qualidade, com aplicação de fertilizantes e fezes de gado, contribuindo para as variáveis em desconformidade, sendo os fertilizantes contribuintes para o aumento de fósforo e fosfato e as fezes de animais, bem como lançamento de esgoto clandestino que na área a montante, por predomínio de comunidades rurais que possivelmente não possuem o tratamento de efluentes. Ressalta-se que a piora da qualidade se dá principalmente no período chuvoso (Figura 4), onde as substâncias são mais facilmente carregadas para os cursos d'água pelo escoamento superficial, conforme observado também por Marques et al. (2012) avaliando a qualidade de água em três municípios em áreas à montante e jusante de áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos.

Observa-se ainda na Tabela 1 que as variáveis turbidez, sólidos totais e coliformes termotolerantes apresentou valores distintos no período chuvoso e período seco, indicando que estes parâmetros foram fatores determinantes na mudança nos valores de IQA nestes períodos, embora em termos de classificação o enquadramento tenha sido o mesmo (IQA - médio). Ambos os parâmetros são altamente influenciados pelo período chuvoso em função da ocorrência de escoamento superficial que arrasta consigo solo em suspensão, fertilizantes e fontes de coliformes, entretanto estes dois últimos se apresentaram sempre acima do limite da Classe 2 em ambos os períodos.

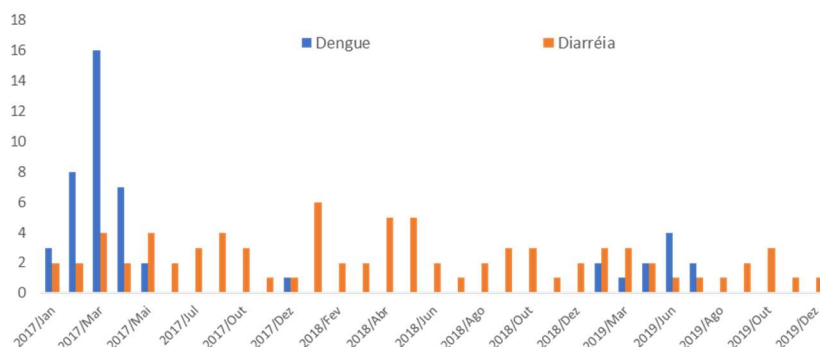
De acordo com Vieira (2008), em um estudo de uma microbacia urbanizada no município de Belo Horizonte, observou que o uso e ocupação do solo, das atividades agrícolas, agropecuárias e urbanas podem influenciar na queda do índice de qualidade de água, principalmente pelos sólidos suspensos, nitratos e coliformes termotolerantes.

Em relação à avaliação temporal (Figuras 3, 4 e 5) Observou-se que o IQA possui uma classificação média no período analisado, porém o pior índice é observado em outubro de 2017, mês chuvoso, influenciado pelas variáveis turbidez, sólidos e principalmente fosfato e coliformes termotolerantes corroborando com a tabela 1.

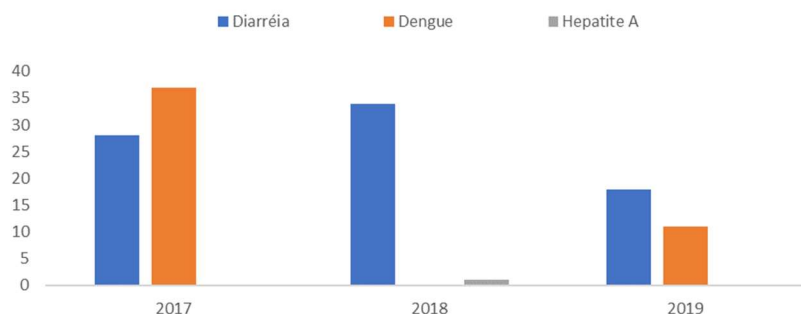
Em relação ao período seco, observou-se um índice de IQA classificado como bom no mês de agosto de 2018, devido principalmente às baixas concentrações de coliforme termotolerantes. Segundo Tavares et al. (2005), o estudo dos aspectos microbiológicos e de controle de qualidade da água, estão ligados aos coliformes termotolerantes como indicador de qualidade, maiores concentrações de coliformes resultam em baixos índices de qualidade.

### Ocorrência de doenças

As Figuras 6 e 7 apresentam as ocorrências de doenças para os meses de janeiro de 2017 a dezembro de 2019 e também a ocorrência anual.



**Figura 6:** Ocorrência de doenças mensalmente no município de Três Corações- MG, no período avaliado



**Figura 7:** Ocorrência de doenças anualmente no município de Três Corações – MG, no período avaliado.

Observou-se o maior número de ocorrências de diarreia no período analisado, seguido por dengue e hepatite A, conforme mencionado essas doenças podem estar vinculadas a qualidade de água. Na Tabela 2 são apresentados os valores da correlação de Person entre as variáveis de qualidade de água, IQA e ocorrência

de doenças.

Em relação à correlação de Pearson foram observadas, para as doenças (hepatite A, dengue e diarreia), correlações positivas e negativas, esta correlação indica o grau de dependência estatística entre as variáveis. O nível de significância foi de ( $p \leq 0,5$ ), então quanto mais próximo de 1 essa relação significa o quão mais fortemente essa relação é positiva e as variáveis estão correlacionadas e quão mais afastado de 1, que as doenças não são explicadas pelas variáveis de qualidade de água.

Com os dados correlacionados, o período total apresenta correlações fracas para as variáveis com as doenças de dengue e diarreia, o que indica possivelmente, que elas são independentes da qualidade de água neste período, por outro lado a Hepatite A é extremamente dependente, apresentando correlações fortes, positivas entre doença e pH ( $r = 0,99$ ), doença e turbidez ( $r = 0,91$ ), doença e oxigênio dissolvido ( $r = 0,87$ ), doença e nitratos ( $r = 0,52$ ), doença e IQA ( $r = 1,00$ ), que pode ser associada à qualidade de água., podendo ser explicado pelo uso e ocupação do solo, como já mencionado anteriormente, a região possui grandes atividades na área da agricultura o que contribuindo para a piora da qualidade de água podendo vir a influenciar nas ocorrências desta doença devido a poluição dos recursos hídricos, corroborando com a correlação muito forte entre Hepatite A e IQA, sendo que os vírus depende mais do índice de qualidade de uma maneira geral do que de um variável específica.

**Tabela 2:** Correlação ( $P \leq 0,5$ ) entre todas as variáveis de qualidade de água com as doenças no período total seco e chuvoso, no município de Três Corações – MG.

	Doenças	Temp. Amost.	pH	Turb.	OD	Cloretos	Sol. Totais	Fosf. Total	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Col.Termo	IQA	
Período total	Dengue	1,00	0,35	0,07	-0,07	-0,23	-0,37	0,06	-0,41	0,41	0,08	
	Diarreia	1,00	-0,13	-0,05	-0,14	0,32	-0,11	-0,18	-0,19	0,24	0,28	
	Hepatite A	1,00	<b>-1,00</b>	<b>0,99</b>	<b>0,91</b>	<b>0,87</b>	-0,11	0,34	-0,14	<b>0,52</b>	<b>-0,94</b>	<b>1,00</b>
Período seco	Dengue	1,00	<b>0,63</b>	0,34	<b>0,92</b>	<b>-0,98</b>	<b>-0,58</b>	0,41	-0,54	<b>-0,81</b>	<b>0,71</b>	-0,42
	Diarreia	1,00	0,06	-0,33	-0,17	<b>0,61</b>	-0,03	-0,38	-0,20	0,15	<b>-0,62</b>	0,29
Período chuvoso	Dengue	1,00	0,40	0,04	-0,50	0,10	-0,34	-0,22	-0,56	-0,11	0,36	-0,02
	Diarreia	1,00	-0,16	0,16	0,07	0,26	-0,24	0,43	-0,03	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	-0,23

\*valores em negrito representam correlação positiva e negativa.

Observou-se correlações forte negativas entre a doença Hepatite A e temperatura ( $r = -1,00$ ) e coliformes termotolerantes ( $r = -0,94$ ). Segundo Ferreira et al. (2016) o vírus da hepatite A tem distribuição universal e é transmitido basicamente pela via fecal-oral. A água e os alimentos contaminados com fezes com vírus A são os grandes veículos de propagação da doença. Água contaminada pode provir de esgotos e, de alguma maneira, entrar em contato com os alimentos. E ainda pode sobreviver longos períodos (de 12 semanas até 10 meses) em água e que moluscos e crustáceos podem reter e acumular o vírus até 15 vezes mais do que o nível original da água. Ainda, alguns vírus podem resistir a processos de tratamento de água e esgoto aplicados no controle bacteriano, inclusive cloração. Ressalta-se no presente estudo a correlação negativa com os coliformes termotolerantes, que pode estar associado ao número baixo de ocorrências da doença e que, além disso os vírus, não apresentam nenhuma correlação em termos qualitativos e quantitativos com os atuais indicadores bacterianos de contaminação de águas (MARQUES, 1991; MEHNERT et al., 2001; SCHVOERER et al., 2001; LECLERC et al., 2002). Em relação à correlação negativa pela doença e temperatura da amostra ( $r = -1,00$ ), de acordo com a resistência do vírus da hepatite A no ambiente é

relativamente alta, estudos mostram que em água e solos contaminados experimentalmente, o vírus sobrevive, após três meses a 25°C, em superfície inertes até um mês a 25°C e em após 30 dias a 21°C, apresentando resistência à variadas temperaturas, porém no presente estudo, conforme mencionado pelos coliformes termotolerantes, a correlação negativa pode ser explicada devido ao baixo número de ocorrências. Sendo assim, a doença não pode ser explicada pela temperatura.

No período seco e chuvoso, não foram observadas as correlações para a Hepatite A, devido somente a uma ocorrência da doença, no qual foi divulgado pelo DATASUS somente a ocorrência no ano. Em relação ao período seco, observou-se correlações positivas para a dengue e as variáveis de qualidade de água sendo turbidez ( $r=0,92$ ), seguido de coliformes termotolerantes ( $r=0,71$ ) e temperatura da amostra ( $r=0,63$ ).

A dependência em relação à turbidez pode indicar que possivelmente, ao contrário de afirmações, o inseto *Aedes aegypti*, se adequou a essas condições sendo que o mesmo pode se desenvolver em águas turvas, conforme observado por Mata (2005) em estudos em terreno baldio com vasilhames plásticos com centenas de ovos em água turva e odor fétido. Esse fato pode ter relevância no caso de vetores urbanos como o *Culex quinquefasciatus* Say e *A. aegypti*, que podem, desta forma, se desenvolver em água de esgoto com pouca ou nenhuma luz.

Em relação aos coliformes termotolerantes e a relação com a dengue ( $r = 0,71$ ) Têm sido demonstradas que a salinidade da água e a presença de coliformes fecais e bactérias são fatores que afetam a oviposição por esse inseto, diminuindo ou aumentando a mesma, respectivamente, o que explica também a relação negativa da doença e cloretos ( $r= -0,58$ ).

A temperatura é um importante fator ecológico que influencia o estabelecimento das populações de insetos, seja diretamente através do seu desenvolvimento, ou indiretamente através de sua alimentação. Já para a correlação negativa entre dengue e nitratos ( $r = -0,81$ ) as larvas preferem nutrientes do tipo como proteínas, carboidratos e lipídios para seu desenvolvimento. Assim, verifica-se que o ambiente no período seco é extremamente favorável para o desenvolvimento da dengue, salvo à exceção de precipitações escassas observadas nesse período.

Já a diarreia e totalmente inexplicada no período seco, uma vez que esta doença é dependente do parâmetro coliformes termotolerantes e está resultou em correlação negativa, ( $r = -0,62$ ). Resultados contrários aos observados por Queiroz et al. (2009), que observou correlação moderada nas águas de abastecimento humano. Cabe ressaltar a diarreia apresenta sazonalidade, podendo ser influenciada pelo clima, chuvas, festas regionais, entre outros, sendo assim, observa-se no presente estudo que a época de seca não é o suficiente para essa correlação. apresentando correlação positiva somente, entre doença e oxigênio dissolvido ( $r = 0,61$ ).

De acordo com Paiva e Souza (2018) como principais limitações do trabalho, tem-se o fato de que os estudos ecológicos, podem não captar todas as causas que explicam os casos das internações avaliadas pela correlação de Pearson e a “falácia ecológica”, indicando que a associação entre o fator de exposição e o evento pode ocorrer não com o indivíduo, mas sim com a população, pelo fato de considerarem a população e não o indivíduo como unidade de análise. Assim, sugere-se estudos ecológicos que permitirão auxiliar na

identificação de fatores que merecem uma investigação mais detalhada.

Com relação ao período chuvoso, a dengue não é explicada, apresentando correlações fracas entre as variáveis com a doença. Para a diarreia foi possível identificar dependências entre doença e Nitratos ( $r = 0,60$ ) e doença e coliformes termotolerante ( $r = 0,60$ ), consideradas moderadas conforme observado por Queiroz et al. (2009). As bactérias do grupo coliformes são formadas por bactérias que incluem os gêneros: *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (BETTEGA et al., 2006). Corroborando com os trabalhos de Paiva e Souza (2018) que identificaram correlação entre as variáveis explicativas e a variável dependente, com  $R^2$  de 0,67 pela análise de regressão, para a variável diarreia.

A *Escherichia coli* é a principal bactéria responsável pela ocorrência de diarreias e está ligada a contaminação fecal, sendo um indicativo de presença de patógenos na água, sendo que a presença da bactéria, e diretamente relacionada ao lançamento de esgoto doméstico *in natura* nos corpos hídricos ou ao carreamento de partículas de solos expostos a fezes de animais, o que explica a correlação positiva no período de chuva devido ao uso e ocupação do solo do município caracterizado por atividades agrícola e agropecuárias fazendo com que haja o carreamento para o curso d'água. Sendo que a mesma é afetada pelo período chuvoso, conforme reportado por Queiroz et al. (2009).

Assim se observa que um domicílio com cobertura por esgotamento sanitário por rede geral se relaciona inversamente proporcional às internações por doenças de veiculação hídrica, sugerindo que melhorias nas condições sanitárias da população poderiam acarretar em redução do número de internações pelas referidas doenças.

## CONCLUSÕES

As variáveis de qualidade de água que apresentaram acima dos padrões estabelecidos pela DN COPAM CERH em todo o período analisado foi para o fosfato total e coliformes termotolerantes, sendo associado principalmente ao uso e ocupação do solo que à montante da área de captação é predominantemente agrícola.

O IQA foi classificado como médio no período total bem como nos períodos seco e chuvoso. Porém no período chuvoso, o IQA é mais baixo (55,71) sendo que as variáveis que contribuíram para a piora de qualidade foram: turbidez, sólidos totais, fosfato e coliformes termotolerantes, devido ao carreamento dessas fontes de poluição para o curso d'água.

A correlação entre Hepatite A e o IQA foi fortemente correlacionada ( $r=1,0$ ) sugerindo que todas as variáveis de qualidade de água contribuem para a ocorrência. No período seco, a Dengue foi fortemente correlacionada com as variáveis turbidez, coliformes termotolerantes e temperatura, verificando-se que à exceção da escassez de chuvas é o melhor período para ocorrências. Em relação à diarreia no período citado não verificou correlação com os coliformes termotolerantes, sendo que a mesma apresenta sazonalidade.

Para o período chuvoso, a dengue não é explicada, apresentando correlações fracas entre as variáveis com a doença. E quanto à diarreia observou-se a correlação com nitratos e coliformes termotolerantes, porém de forma moderada.

## REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, L. G. S.; CÂMARA, V. M.; CARNEIRO, F. F.; CÂNCIO J.; GOVEIA N.. Saúde e ambiente: uma reflexão da Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva - Abrasco. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v.6, n.2, p.87-94, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2003000200003>
- BELLIDO, J. G.; BARCELLOS, C.; BARBOSA, F. S.; BASTOS, F. I.. Saneamiento ambiental y mortalidad en niños menores de 5 años por enfermedades de transmisión hídrica en Brasil. *Rev Panam Salud Pública*, v.28, p.114-20, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 5, de 28 de setembro de 2017**. MS, 2017.
- BRISCOE, J.. Abastecimiento de agua y servicios de saneamiento; su funcion en la revolucion de la supervivencia infantil. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, v.103, n.4, p.325-339, 1987.
- BRISCOE, J.. Evaluating water supply and other health programs: short-run vs long-run mortality effects. *Public Health*, v.99, n.3, p.142-145, 1985.
- CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. G.. **Environmental health engineering in the tropics: an introductory text**. 4 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1990.
- CARR, G. M.; NEARY, J. P.. **Water Quality for Ecosystem and Human Health**. 2 ed. United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System, 2008.
- CARVALHO, A. L.. **Contaminação de águas Subsuperficiais em área de disposição de resíduos urbanos: o caso antigo lixão de Viçosa (MG)**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- FEACHEM, R. G.; LEY, D. J. B.; GARELICK, H.; MARA, D. D.. **Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management**. Chichester: John Wiley, 1983a.
- FERREIRA, D. C.; LUZ, S. L. B; BUSS, D. F.. Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil. *Ciênc. Saúde Coletiva*, v.21, n.3, p.767-76, 2016. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.23562015>
- FUNASA. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: MS, 2014.
- GUIMARÃES, R. M.; ASMUS, C. I. R. F.; OLIVEIRA, S. A.; MAZOTO, M. L.. Acesso ao saneamento básico e a internação por doença diarreica aguda: um estudo da vulnerabilidade infantil. *Revista de Salud Ambiental*, v.13, p.22-9, 2013.
- IGAM. Instituto Mineiro de Gestão Das Águas. **Índice de qualidade das Águas**. IGAM, 2020.
- LECLERC, H.; SCHWARTZBROD, L.; DEI-CAS, E.. Microbial agents associated with waterborne diseases. *Crit Rev Microbiol*, v.28, p.371-409, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1080/1040-840291046768>
- MARQUES, E.. A importância do estudo da presença e detecção de vírus em água e alimentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS, 4. *Anais*. Goiânia, 1991. p.129-130.
- MARQUES, R. F. P. V.; SILVA, A. M.; RODRIGUES, L. S.. Impactos da disposição de resíduos sólidos urbanos na qualidade das águas superficiais em três municípios de Minas Gerais - Brasil. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v.36, n.6, p.684-692, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542012000600010>
- MARTINS, H. H. T. S.. Metodologia qualitativa de pesquisa. *Educ. Pesqui.*, v.30, n.2, p.289-300, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022004000200007>
- MATA, C. L.. Espacialização do Número de Ocorrência dos Casos de Dengue em Goiânia-GO. In: CONGRESSO DE PESQUISA E EXTENSÃO DA UFG – COMPEX, 2, *Anais*. Goiânia: UFG, 2005.
- MEHNERT, D. U.; QUEIROZ, A. P. S.; PAULI, V.; MONEZI, T. A.; HÁRSI, C. M.. Virus: a new parameter for determination of water quality. *Virus Reviews and Research*, v.6, n.67, 2001.
- NEVES-SILVA, P.; HELLER, L.. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. *Ciência de Saúde Coletiva*, v.21, n.6, p.1861-1870, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015216.03422016>
- OLIVEIRA, N. B.. Urbanização Brasileira e Saúde Ambiental. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE AMBIENTAL. *Anais*. Brasília, 2009.
- OLIVEIRA, A. F.; LEITE, I. C.; VALENTE, J. G.. Global burden of diarrheal disease attributable to the water supply and sanitation system in the State of Minas Gerais, Brazil: 2005. *Ciênc. Saúde Coletiva*, v.20, n.4, p.1027-36 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015204.00372014>
- PAIVA, R. F. P. S.; SOUZA, M. F. P.. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. *Cad. Saúde Pública*, v.34, n.1, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00017316>
- QUEIROZ, J. T. M.; HELLER, L.; SILVA, S. R.. Análise da Correlação de Ocorrência da Doença Diarreica Aguda com a Qualidade da Água para Consumo Humano no Município de Vitória - ES. *Saúde e Sociedade*, v.18, n.3, p.479-489, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902009000300012>
- RASELLA, D.. Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbi-mortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil. *Cad Saúde Pública*, v.29, p.40-50, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2013000100006>
- SANTOS, D. J.; SANTOS, A. J.. Análise físico-química e microbiológica da água de poços superficiais, caixas d'água e do sistema de tratamento, em residências no município de Nova Xavantina-MT. *Revista Eletrônica Interdisciplinar*, v.1, n.13, p.31-6, 2015.

SILVA, C. C.; ARAÚJO, T. M.. Análises do Perfil Bacteriológico das Águas do Ribeirão das Antas, no Município de Cambuí-MG, Como Indicador de Saúde e Impacto Ambiental. **Revista Agrogeoambiental**, n.2, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v0n02014751>

SCHVOERER, E.; VENTURA, M.; DUBOS, O.; CAZAUX, G.; SERCEAU, R.; GOURNIER, N.; DUBOIS, V.; CAMINADE, P.; FLEURY, H. J. A.; LAFON, M. E.. Qualitative and quantitative molecular detection of enteroviruses in water from bathing areas and from a sewage treatment plant. **Res Microbiol**, v.152, p.179-186, 2001.

TAVARES, T. M.; CARDOSO, D. D. P.; BRITO, W. M. E. D.. Detecção de vírus entéricos veiculados por água: aspectos microbiológicos e de controle de qualidade da água. **Revista de Patologia Tropical**, v.34, n.2, p.85-104, 2005.

TEIXEIRA, J. C.; GUILHERMINO, R. L.. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados

Indicadores e Dados Básicos para a Saúde - IDB 2003. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.11, p.277-82, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522006000300011>

UN WATER. **Water Security & the Global Water Agenda A UN-Water AnalyticalBrief**. Un Water, 2013.

VASCONCELOS, C. H.; ANDRADE, R. C.; BONFIM, C. V.; RESENDE, R. M. S.; QUEIROZ, F. B.; DANIEL, M. H. B.; GRIGOLETTO, J. C.; CABRAL, A. R.; REDIVO, A. L.; LACERDA, J. C. V.; ROHLS, D. B.. **Surveillance of the drinking water quality din the Legal Amazon: analysis of vulnerable areas**. 2016.

VIEIRA, P. C.. **Avaliação das condições da qualidade de água em tempo seco e durante eventos de chuvas em uma microbacia urbanizada no município de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.