

# Capítulo 3

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM COMUNIDADES RURAIS DO BRASIL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM COMUNIDADES RURAIS DO BRASIL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## ASSESSMENT OF THE QUALITY OF WATER CONSUMED IN RURAL COMMUNITIES IN BRAZIL: BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Conceição de Maria Barbosa da Silva<sup>1</sup>

Danielle Rabelo Costa<sup>2</sup>

Hudson Pimentel Costa<sup>3</sup>

Sara Jéssica Marcelino do Carmo<sup>4</sup>

José Erivelton de Souza Maciel Ferreira<sup>5</sup>

Daylana Régia de Sousa Dantas<sup>6</sup>

Samuel de Souza Frota<sup>7</sup>

Viviane Nóbrega Gularte Azevedo<sup>8</sup>

José Garibaldi Barreto Vieira Filho<sup>9</sup>

Christianne Vieira Limaverde Costa Garcia<sup>10</sup>

**Resumo:** A água é um recurso natural abundante essencial para a existência de vida na terra. Para que esse recurso possa ser consumido pelos seres humanos é necessário conhecer a fonte, a quali-

1 Centro Universitário Católica de Quixadá (UNICATÓLICA), Quixadá, Ceará

2 Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU), Fortaleza, Ceará

3 Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU), Fortaleza, Ceará

4 Omnimagem, Fortaleza, Ceará

5 Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará

6 Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará

7 Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará

8 Escola de Saúde Pública do Ceará (ESP), Fortaleza, Ceará

9 Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU), Fortaleza, Ceará

10 Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU), Fortaleza, Ceará

dade, o tratamento, o armazenamento e a sua distribuição. Desta forma, o presente estudo objetivou apresentar as evidências científicas disponíveis na literatura sobre a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada nas comunidades rurais do Brasil. Trata-se de uma revisão bibliográfica de literatura. As etapas da presente revisão foram realizadas entre os meses de março, abril e maio de 2020. As bases de dados selecionadas para a busca das evidências científicas foram: GOOGLE ACADÊMICO, SCIELO e BVS. Os descritores estabelecidos foram ‘Análises de Água’, ‘Abastecimento Rural de Água’ e ‘Água Potável’, em português e inglês. No total, foram selecionados 300 artigos para leitura do título e resumo. Desses, 10 artigos foram lidos por completo. Por fim, 4 artigos responderam ao objetivo proposto na presente revisão. Observou-se a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes na maioria das águas analisadas. Encontraram-se em maior parte dos estudos águas com cloretos, pH, cloro residual livre, cor, turbidez e fluoretos fora dos parâmetros estipulados pelas portarias 518/2004 e 2.914/2011, do Ministério da Saúde. A maioria dos parâmetros das águas analisadas encontravam-se fora dos parâmetros estipulados pelas Resoluções e Portarias vigentes, aumentando significativamente o risco de doenças relacionadas ao não tratamento adequado e efetivo desse recurso.

**Palavras-chave:** Análises de Água; Abastecimento Rural de Água; Água Potável; Características Físico-Químicas da Água; Características Microbiológicas da Água.

**Abstract:** Water is an abundant natural resource essential for the existence of life on earth. For this resource to be consumed by humans, it is necessary to know the source, quality, treatment, storage and distribution. Thus, the present study aimed to present the scientific evidence available in the literature on the physical-chemical and microbiological quality of water used in rural communities in Brazil. This is a literature review. The stages of this review were carried out between March, April, and May 2020. The databases selected for the search for scientific evidence were GOOGLE ACADÉ-

MICO, SCIELO and VHL. The descriptors established were 'Water Analysis', 'Rural Water Supply' and 'Drinking Water', in Portuguese and English. In total, 300 articles were selected for reading the title and abstract. Of these, 10 articles were read in full. Finally, 4 articles responded to the objective proposed in this review. The presence of total coliforms and thermotolerant coliforms was observed in most of the analyzed waters. Most of the studies found water with chlorides, pH, free residual chlorine, color, turbidity, and fluorides outside the parameters stipulated by ordinances 518/2004 and 2,914/2011 of the Ministry of Health. Most of the parameters of the analyzed waters were outside the parameters stipulated by the Resolutions and Ordinances in force, significantly increasing the risk of diseases related to the lack of adequate and effective treatment of this resource.

**Keywords:** Water Microbiology; Water Supply, Rural; Drinking Water; Water Physicochemical Characteristics; Water Microbiological Characteristics.

## **INTRODUÇÃO**

A água é um recurso natural abundante essencial para a existência de vida na terra, planeta constituído por uma extensa massa de água que corresponde ao que se conhece por hidrosfera, o que inclui os oceanos, mares e águas continentais. Aproximadamente 71% da superfície terrestre é coberta por água, sendo 2,5% de água doce distribuída da seguinte forma: 29,7% nos aquíferos; 68,9% nas calotas polares; 0,5% em rios e lagos e 0,9% em outros reservatórios (TUNDISI; TUNDISI, 2011).

A ingestão de água tratada é um dos principais fatores de contribuição para a conservação da saúde. Atualmente 69% da água potável está direcionada para a agricultura, 22% para as indústrias e apenas 9% para consumo humano (TUNDISI; TUNDISI, 2011). Essa substância é utilizada em diferentes atividades essenciais ao ser humano, tanto para o consumo humano quanto para o lazer, irrigação, entre outras (MARION et al., 2006).

A Região Nordeste, tendo um clima semiárido, sofre com todos os aspectos da seca (BRASIL, 2018). A população dessa região, dessa forma, busca por fontes de água alternativas que possam atender as suas necessidades. A perfuração de poços e a utilização de açudes são fontes subterrâneas e superficiais de água comuns para suprir essa ausência nas regiões brasileiras sem acesso a água potável.

As águas subterrâneas são as fontes mais utilizadas e possuem qualidade natural, sendo necessário menos tratamento comparado as fontes de água superficiais. Essas últimas devem passar por estações de tratamento para que possam culminar em fontes de água adequadas para o consumo humano (BRASIL, 2018). A Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, anexo XX, do Ministério da Saúde, sobre a utilização de água potável a ser utilizada pela população, estabelece os parâmetros dessas águas, assegurando que o homem não ingira água contaminada.

Na concepção de Oliveira et al. (2015) a falta de chuva em algumas regiões, a contaminação de fontes naturais e o desperdício de água são fatores preocupantes que estão comprometendo o abastecimento desse líquido. Ademais, a contaminação desse recurso é responsável por cerca de 340 mil internações hospitalares, e pode causar cerca de 2 mil óbitos ao ano (BRASIL, 2014).

A Portaria de Consolidação, nº 5 de 2017, Anexo XX, enfatiza a importância da realização de um monitoramento periódico da água, independentemente de ser disponibilizada por fontes públicas ou privadas (BRASIL, 2017). Para que esse recurso possa ser consumido pelos seres humanos é necessário conhecer a fonte, a qualidade, o tratamento, o armazenamento e a sua distribuição. Tudo isso é considerado devido a importância da qualidade físico-química e microbiológica da água para o seu consumo seguro, capaz de reduzir a sua contaminação e a proliferação de microrganismos veiculados através da água.

Desta forma, o presente estudo objetivou apresentar as evidências científicas disponíveis na literatura sobre a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada nas comunidades rurais do Brasil.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA**

Desde o início da história do homem na terra, a água sempre foi indispensável, pois todas as formas de vida dependem desse recurso para sobreviver ou para sua evolução. Esse líquido é responsável pela nutrição de florestas e colheitas, mantendo a diversidade biológica e o ciclo do planeta. As civilizações, desde as primitivas, sempre dependeram da água doce para o seu desenvolvimento, portanto a água é essencial para a sustentação da vida (TUNDISI; TUNDISI, 2011).

O Planeta Terra possui cerca de dois terços de sua superfície recoberta de água, o que equivale a aproximadamente 360 milhões de km<sup>2</sup> de um total de 510 milhões. Entretanto, existem apenas 2,5% de água doce, e os outros 71% são consideradas águas salgadas. Estima-se que desses 2,5% de água doce disponível, apenas 0,75% apresentam-se próprias para o consumo humano, denominada de água potável (MARENGO, 2008).

De acordo com Tundisi e Tundisi (2011), apesar do desenvolvimento econômico e da sobrevivência, a humanidade depende direta e indiretamente da água. Além de poluir, o homem degrada esse patrimônio natural, tanto a nível superficial quanto as águas subterrâneas, com o despejo desenfreado de resíduos líquidos e sólidos em rios e lagos.

A água necessita de cuidados, visto que contém elementos químicos, microrganismos e as mais variadas substâncias. Por isso, é um líquido que requer tratamento adequado para a eliminação desses agentes que podem interferir negativamente na saúde humana. Dessa forma, deve passar por processos periódicos para garantir que sua qualidade (LARSEN, 2010).

### **CICLO DAS ÁGUAS**

A movimentação cíclica da água ocorre através da evaporação, da parcela de água existente na superfície terrestre, e abaixo dela pela formação e ocorrência de precipitações - chuva, neve e neblina. A água volta ao solo e aos corpos d'água por processos de escoamento e infiltração, recarregando, assim, esses reservatórios (PRESS et al., 2006). A constante movimentação das águas que ocorre em todo o planeta é chamada de Ciclo Hidrológico (REBOUÇAS, 2006).

O Ciclo Hidrológico é responsável pela circulação da água entre os oceanos, a atmosfera e os continentes, e a constante renovação da água doce (CAPUCCI et al., 2001). Um componente do Ciclo Hidrológico de demasiada relevância, de acordo com Tundisi e Tundisi (2011), é a drenagem dos rios, que é responsável pela renovação dos recursos hídricos. O Rio Amazonas, considerado o mais importante do planeta, produz cerca de 16% da drenagem mundial.

Em razão dos impactos da contaminação da água no meio ambiente, a forma alternativa de fontes aproveitadas pelo homem são as fontes subterrâneas e as fontes superficiais (SANTANA, 2016). Entretanto, as águas subterrâneas nem sempre foram conhecidas, pois acreditava-se que elas se tratavam de fluidos místicos e espirituais. Atualmente, 97% dessas águas têm origem meteórica, ou seja, provêm da infiltração de águas precipitadas. Além dessa origem, observam-se as águas co-natas - também conhecidas como “águas de formação”, retidas nos sedimentos do solo desde sua formação – e as águas de origem juvenil - geradas por processos magmáticos da terra - formando, em conjunto, a parcela restante de 3% (REBOUÇAS et al., 2006). Ainda, entendia-se que a água do mar se modificava em água doce, na medida em que o mar transcorria por canais subterrâneos, em relação à quantidade da água da chuva ser menor que o do fluxo de fluido subterrâneo (CLEARY, 2007).

Segundo Brasil (2017), atualmente a captação de águas subterrâneas vem se tornando mais frequente devido a sua menor taxa de contaminação comparada as águas superficiais. A grande vantagem se dá pelo fato de que o próprio solo realiza a filtragem da água sem que ela necessite de tratamento especial. O processo para sua obtenção consiste em uma massa de água que flui através dos poros ou fissuras das rochas que permanecem em constante movimento, realizando a filtração.

Com o aumento do desgaste das águas superficiais, as águas subterrâneas têm se tornado uma fonte renovável de muita importância, principalmente por possuir características e vantagens que asseguram qualidade para o consumo humano. Porém, não estão isentas de contaminação, pois exigem substâncias que podem infiltrar o subsolo e contaminar essas águas (BRASL, 2017).

Os poços artesanais jorram água naturalmente. Embora possuam um diâmetro pequeno, eles têm uma profundidade suficiente para fazer com que esse fenômeno aconteça. Quando a pressão do poço é baixa, precisa de um auxílio de uma bomba para que água chegue até a superfície, passando a ser identificado como poço semiartesiano (SOUZA; TRINDADE; ANDRADE, 2016).

As águas superficiais possuem uma maior chance de contaminação por não penetrarem no solo e serem encontradas na superfície, em lagos, reservatórios, rios e canais em que essas águas estão em áreas mais elevadas. As águas superficiais, mesmo sendo uma fonte em maior abundância comparado com as águas subterrâneas, fica mais exposta e por isso pode ser facilmente contaminada por microrganismos e agentes químicos (MIRANDA, 2007).

### **CAUSAS DE CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA**

Com o aumento populacional e da demanda por fontes renováveis de água tanto em áreas urbanas quanto em área rural, os problemas relacionados a qualidade e a quantidade de água só tendem a piorar, fazendo com que a população, principalmente a de classe mais baixa, se abasteça com águas que não passam por tratamento adequado para consumo humano (ALEIXO et al., 2016; LIMA, 2017).

A contaminação da água estar relacionada a diversos aspectos, fazendo com que a população esteja sujeita a patologias diversas. Isso deve-se não somente a falta de tratamento, mas também pela falta de planejamento na distribuição desses recursos. Deve-se ainda à má localização das fontes de água nas regiões do país, a falta de higienização e até mesmo a ausência de saneamento básico adequado (PAIVA; SOUZA, 2018).

Grande parte das doenças diagnosticadas nas áreas mais carentes do país se deve pela ingestão de água contaminada. As patologias causadas pela ingestão de água contaminada mais registradas nos sistemas de informação de saúde são amebíase e giardíase, causadoras de diarreias intensas e desidratação, cólera, Hepatite A, entre outras. Esses microrganismos disseminam-se rapidamente, causando surtos dessas doenças na população que não possui acesso a água potável (BRITO, 2017; FIALHO, et al., 2017).

### **INDICADORES DA QUALIDADE DE ÁGUA**

O Ministério da Saúde assegurou a garantia de potabilidade da água destinada ao consumo humano a partir da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, Anexo XX. No Art. 1 dessa referida portaria, destaca-se que “[...] os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade” devem ser garantidos. Dessa forma, as autoridades com participação e atuação sanitária possuem são responsáveis pela qualidade da água ofertada à população (BRASIL, 2017).

Quando as características da água não são esperadas, a água não está apta para ser consumida. Para que esse recurso possa ser utilizado na higienização pessoal e preparação de alimentos, por exemplo, ele deve se encontrar-se dentre dos parâmetros que comprovam a sua potabilidade (BRASIL, 2017).

Ressalta-se que a Vigilância Sanitária de Saúde do Ministério de Saúde do Brasil, juntamente com as autoridades municipais das Secretárias de Saúde desse país, deve atender as características de potabilidade da água e garantir que as informações de consumo sejam repassadas para a população (BRASIL, 2017).

### **ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS**

O padrão de aceitação para o consumo humano de água é recomendado com base em critérios de ordem estética e organoléptica (gosto ou odor), dessa forma não pode haver qualquer alteração percebida pelas variações dos sentidos olfato e paladar. Contudo, existe a possibilidade dessas alterações não serem identificadas, deixando os indivíduos susceptíveis a ingerir água contaminada. As características físico-químicas da água são de fácil identificação, sendo elas: cor, turbidez, odor, sabor, temperatura e condutividade elétrica (MIRANDA, 2007).

Portanto os fatores analisados nos aspectos físico-químicos são de grande importância, pois a partir das análises pode-se ter uma classificação da água quanto as impurezas e o acúmulo de poluentes decorridos da destruição do meio ambiente (SCURACCHIO, 2010).

**Tabela 1** - Valores máximos permitidos para padrões Organolépticos de Potabilidade.

<b>Parâmetros</b>	<b>Valor máximo permitido pela Portaria de Consolidação nº5/2017, Anexo XX</b>
Turbidez	5 uT
Cor	15 uH
Odor	Não objetável
Ph	6,0 a 9,5
Hidróxidos	NE
Carbonatos	NE
Bicarbonatos	NE
Dureza da água	500 mg/L
Cálcio	NE
Magnésio	NE
Condutividade	NE
Sulfato	250 mg/L
Ferro	3,0 mg/L
Cloreto	250 mg/L
Sódio	200 mg/L
Potássio	NE
Amônia	1,5 mg/L
Sólidos totais	1000 mg/L

\*NE- Não estipulado.

**Fonte:** Portaria de Consolidação, nº 5 de 2017, Anexo XX, Ministério da Saúde

### **Turbidez**

A Turbidez é resultante de processo natural de erosão e despejos de dejetos industriais, como: o ferro, zinco, manganês e areia; e também por algas, plânctons e matérias orgânicas (BRASIL, 2009).

### **Cor e Odor**

A cor provém de substâncias de matéria orgânicas, como: substâncias húmicas, taninos e metais como ferro e o manganês. Sua coloração é o parâmetro característico organoléptica percebida pela visão. A Portaria de Consolidação, nº 5 de 2017, anexo XX, do Ministério da Saúde institui que o valor máximo aceito do parâmetro cor aparente da água é de 15 (quinze) uH, utilizado como padrão de aceitação para consumo humano (BRASIL, 2009).

### **Potencial Hidrogeniônico**

O Potencial Hidrogeniônico (pH) é extremamente importante, principalmente no processo de tratamento da água. Ele apresenta o grau íons hidrogênio determinado por aparelhos conhecidos como potenciômetros. A sua escala tem variação de 0 a 14, e indica o potencial de acidez (abaixo de 7,0), alcalinidade (acima de 7,0) ou neutralidade (exatamente igual à 7,0) de uma solução aquosa (PAULOS, 2008). Segundo a Portaria de Consolidação, nº 5 de 2017, é recomendado que o pH da amostra representativa da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2017).

### **Hidróxidos**

Os hidróxidos são considerados compostos inorgânicos, com agrupamentos de uma hidroxila e a ligação de um cátion, substância que quando dissolvido em água apresenta pH alcalino devido a

concentração de íons hidróxidos – ao entrar em contato com a pele pode causar queimaduras (BRASIL, 2017).

### **Carbonatos**

O carbonato é caracterizado pela sua insolubilidade em água. Com exceção do carbonato de amônio  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  e dos de metais alcalinos (Li, Na, K, Rb, Cs e Fr), são formadores de metais alcalinos. Não se sabe o valor exato para se manter o pH estável já que se tem outros compostos na água (BRASIL, 2009).

### **Bicarbonatos**

Os bicarbonatos são responsáveis pela maior parte da água ser alcalina. São formados em quantidade consideráveis pela ação do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) com materiais básicos presentes no solo. Por serem derivados de um ácido fraco, os bicarbonatos têm caráter básico (BRASIL, 2009).

### **Dureza da Água**

A dureza total pode ser determinada através da soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como Carbonato de Cálcio, podendo ser de dureza temporária ou permanente. A dureza temporária, qualificada também por dureza devida aos carbonatos, está associada com a quantidade de íons que podem ser precipitados, como Ca e Mg, seguinte à fervura da água, sendo estes compostos insolúveis (BRASIL, 2009). A dureza permanente é a quantidade de magnésio e cálcio que se encontra na solução após a retirada da dureza temporária e está ligada aos ânions sulfato, cloreto e nitrato. O Ministério da Saúde, através da Portaria da Consolidação, nº 518 de 2004, estabelece para a dureza total da água o valor máximo de 500 mg/L em relação de  $\text{CaCO}_3$  (BRASIL, 2009).

## **Cálcio e Magnésio**

O cálcio e o magnésio são encontrados em sistemas de água doce com elevada concentração de íons minerais de cálcio e magnésio dissolvidas (BRASIL, 2009).

## **Condutividade Elétrica**

Com base nos estudos de Ferreira (2013), a Condutividade Elétrica fornece uma boa indicação das alterações na composição da água, principalmente na sua concentração mineral, mas não oferece indicação das quantidades relativas dos vários componentes. Esse parâmetro não retrata um problema para a saúde humana, entretanto a partir do seu valor pode ser calculado a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), que é um problema potencial, pois água com excesso desse sólido se torna desagradável devido à alteração no gosto, desencadeia problemas de corrosão de tubulações e o seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea, causando a formação de Cálculos Renais.

Assim sendo, o Ministério da Saúde estipula o valor de até 1000 mg.L-1 de condutividade elétrica da água destinada ao consumo humano. A Condutividade Elétrica é um indicador da presença de material orgânico recente introduzido no corpo de água (OLIVEIRA, et al., 2000; FERREIRA, 2013).

## **Sulfato**

O sulfato é encontrado em grande quantidade na natureza, especificamente na água do mar, porém se presente em quantidades excessivas em água potável pode causar problemas de saúde como diarreia aguda. Conforme a Portaria do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido de sulfato na

água para o consumo humano é de 250 mg/L e sua alteração na água produz alterações perceptíveis ao paladar (BRASIL, 2006).

### **Ferro**

Outro parâmetro importante da água destinada para o consumo humano é o teor total de ferro. As águas com alto teor de ferro têm característica incolor, porém, ao entrar em contato com o oxigênio ficam com aspectos amareladas, tendo aparência desagradável. O método mais utilizado para determinação de teor ferro da água é a absorção molecular, efetuado através de um aparelho conhecido como Espectrofotômetro (PAULOS, 2008). Em conformidade com a Portaria de Consolidação, nº 5 de 2017, Anexo XX, do Ministério da saúde, o equivalente máximo permitido de ferro na água é de 0,3 mg/L, e sua presença na água promove alteração no aspecto estético, a saber: turbidez e coloração (BRASIL, 2006).

### **Cloreto**

O cloreto, juntamente com outros minerais, tem função de condutibilidade elétrica. Segundo a legislação vigente, o seu valor máximo permitido é de até 250 mg/L (BRASIL, 2006).

### **Potássio**

O potássio é um eletrólito encontrado em grande quantidade no líquido intracelular. Possui baixa concentração plasmática e é importante para as funções da síntese de proteínas e glicogênio, na passagem de impulsos nervosos para contração muscular e na correção do desequilíbrio acidobásico (PARRON, 2011).

## **Sódio**

O sódio é importante na manutenção do potencial de membrana. Ele é necessário para as funções celulares, como as contrações musculares, a transmissão de impulsos nervosos e na regulação do equilíbrio ácido básico, onde é associado ao cloreto e ao bicarbonato. O sódio é um eletrólito responsável pelo equilíbrio osmótico (PARRON, 2011).

## **Sólidos totais**

Os sólidos totais são caracterizados pela presença de constituintes sólidos na água, sejam estes minerais ou substâncias que não sejam eletrólitos. O seu valor máximo permitido é de 1.000 mg/L (BRASIL, 2009).

## **ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS**

A água é um meio em que os microrganismos estão susceptíveis a proliferação, e quando isso acontece pode causar danos à saúde dos seres humanos. Dessa forma, deve-se examinar os fatores que modificam de forma negativa a qualidade de água para o consumo humano, fazendo-se necessário medidas de reparação para garantir a potabilidade dessa água (BIRKHEUER, et al., 2017).

**Tabela 2** - Valores máximos permitidos para a presença de microrganismo em uma quantidade de 100mL de água.

<b>Parâmetros</b>	<b>Valor máximo permitido pela Portaria de Consolidação, nº5 de 2017, Anexo XX</b>
Coliformes Totais	Ausência em 100 MI
Coliformes Fecais	Ausência em 100 MI

**Fonte:** Portaria de Consolidação, nº 5 de 2017, Anexo XX, Ministério da Saúde.

### **Coliformes Fecais e Totais**

Os Coliformes Fecais e Totais, morfologicamente, são caracterizados por serem bacilos gram-negativos aeróbios ou anaeróbios facultativos. Os coliformes totais fazem parte dos coliformes e são encontrados em vários tipos de produtos, em específico de origem animal, sendo habitantes no intestino do homem e dos animais. O grupo do coliformes inclui bactérias principalmente do gênero *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter* (PALLUDO, 2010; BRASIL, 2006).

De acordo com a Portaria de Consolidação, nº 5 de 2017, Anexo XX, cap. 5, Art. 27, parágrafo 1º, página 209:

“[...] quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.”

Quando nas análises aparecem coliformes fecais na água, é realizado teste confirmatório, assim a água é considerada imprópria para consumo, exigindo que sejam realizadas as correções necessárias (BRASIL, 2017).

### **METODOLOGIA**

Trata-se de uma revisão bibliográfica de literatura. A presente revisão foi realizada com o intuito de se apresentar as evidências científicas disponíveis na literatura sobre a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada nas comunidades rurais do Brasil.

As etapas da presente revisão foram realizadas entre os meses de março, abril e maio de

2020. As bases de dados selecionadas para a busca das evidências científicas foram: GOOGLE ACADÊMICO, SCIELO e BVS. Os descritores estabelecidos foram ‘Análises de Água’, ‘Abastecimento Rural de Água’ e ‘Água Potável’, em português e inglês.

Os critérios de inclusão adotados foram ser artigo científico, ter sido publicado nos últimos dez anos, estar disponível gratuitamente, estar em inglês, português e/ou espanhol. Excluíram monografias, dissertações, teses e os que não responderam ao objetivo desta pesquisa.

No total, foram selecionados 300 artigos para leitura do título e resumo. Desses, 10 artigos foram lidos por completo. Por fim, 4 artigos responderam ao objetivo proposto na presente revisão.

A seguir, a Figura 1 ilustra o fluxograma construído com base na busca de artigos científicos para a presente revisão bibliográfica da literatura.

**Figura 1** - Fluxograma de seleção dos estudos incluídos.



**Fonte:** Autores, 2020.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A análise da qualidade água é realizada a partir de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, os quais determinam as características de potabilidade necessárias para que essa água chegue até a população de uma maneira mais segura e confiável para consumo (ARAUJO; ANDRADE, 2020).

A respeito desse assunto, poucos artigos de pesquisa foram publicados. Nesta revisão, demonstrou-se através do Quadro 1 os estudos encontrados. A carência de estudos sobre o assunto confirma a importância da presente revisão. A seguir será apresentado os principais resultados dos estudos selecionados.

**Quadro 1** - Apresentação e caracterização dos artigos selecionados sobre qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada

nas comunidades rurais do Brasil.

TÍTULO/REFERÊNCIA	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Qualidade de água de abastecimento na zona rural de Santa Rita – PB e propostas de melhoria (SILVA et al., 2019)	Investigar a qualidade da água dos mananciais subterrâneos de abastecimento de água da zona rural de Santa Rita (PB) e propor formas de melhoria.	O presente trabalho tem caráter de pesquisa exploratória, investigada por meio da coleta com intuito de produzir conhecimentos baseados nas verdades e interesses locais para que os resultados estejam direcionados para a solução de problemas específicos.	A pesquisa indicou a presença de coliformes totais e <i>Escherichia Coli</i> em 80% dos pontos estudados, estando ausentes em 20% deles. Os parâmetros biológicos para coliformes totais e coliformes termotolerantes estão em desconformidade com o padrão de potabilidade, pois apresentam ausência de coliformes para cada 100 ml de água potável.
Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do baixo rio Amazonas (BRITO et al., 2013)	Este estudo teve como objetivo quantificar parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento nas três comunidades rurais de várzeas do Baixo Rio Amazonas, considerando não só a qualidade geral da água de abastecimento das comunidades, e avaliar as condições hidrossanitárias.	Para quantificar os parâmetros físico-químicos, as amostras foram coletadas em garrafas plásticas de 250 ml (APHA, 2003). As amostras ficaram acondicionadas em bolsas estereis com capacidade para 100 ml de amostra e transportado para o laboratório.	Diante dos resultados obtidos, verificou-se que a água se encontrava levemente ácida; os valores de pH tiveram variações constantes tanto no período chuvoso quanto no seco. Analisando as três comunidades estudadas, verificou-se que 85% das amostras estavam contaminadas com coliformes totais.
Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil (COELHO et al., 2017)	O objetivo deste trabalho foi realizar o monitoramento sazonal da qualidade da água de poços tubulares da comunidade rural “Cinturão verde” de São Luís – MA, e identificar prováveis fontes de contaminação do solo e da água subterrânea, decorrentes da ausência de meios adequados de saneamento.	O estudo foi do tipo descritivo e exploratório, com coleta de amostras de água nos poços tubulares, realizadas em quatro regiões da Comunidade Cinturão Verde.	O parâmetro físico de avaliação do nível de turbidez, que se deve à presença de material sólido em suspensão, causando um aspecto estético indesejável o valor máximo permitido de referência na água de consumo, apresentou-se satisfatório. A cor aparente da água teve variação média. O parâmetro do pH a variação média abaixo da faixa. Os resultados dos níveis colimétricos para a água dos poços foram analisados considerando a ausência desses dois parâmetros: <i>Escherichia coli</i> e coliformes totais.

<p>Qualidade da água subterrânea e percepção dos consumidores rurais em propriedades rurais (NUNES et al., 2010)</p>	<p>Avaliar a água subterrânea das fontes de abastecimento utilizadas para consumo humano localizadas em propriedades rurais sob os aspectos microbiológicos e físico-químicos e a percepção dos consumidores quanto a sua qualidade.</p>	<p>Foram coletadas amostras de água de 35 poços utilizados como fonte de abastecimento da região de Jaboticabal – SP. Foi aplicado um questionário, aspectos qualitativos e realizadas análises físico-químicas, como: nitrato; turbidez e pH. E realizou-se as análises microbiológicas, como: coliformes totais, Escherichia coli, ente rococós e microrganismos heterotróficos mesófilos</p>	<p>Os resultados mostraram que 45,7% das amostras estavam fora dos padrões de potabilidade quanto a turbidez, 51,4% quanto ao pH e 42,8% quanto aos parâmetros microbiológicos. A totalidade dos consumidores considerava a água dos poços de boa qualidade, baseado nas características organolépticas, e nenhum realizava algum processo de desinfecção, apesar de amostras estarem impróprias para consumo humano.</p>
--	--	---	---

Como ações de saneamento são escassas ou inexistentes no meio rural, o monitoramento das fontes de água permite o diagnóstico dos riscos e da precariedade das situações de saneamento. Neste estudo foi monitorado sazonalmente a qualidade da água dos poços da comunidade rural e constatou-se que algumas comunidades ao entorno dos poços há abastecimentos inadequados que possuem vetores para contaminação para água utilizada pela população. Nas pesquisas encontradas, os autores descrevem especificadamente como foram realizadas as coletas para água, onde em suas pesquisas as amostras foram coletadas em frascos esterilizados e mantidas em caixas de isopor com gelo até a chegada ao laboratório para análise (SILVA et al., 2019; BRITO et al., 2013; NUNES et al., 2010).

Os estudos que detectaram a presença de coliformes totais e termotolerantes em amostras de água destinadas ao consumo humano (SILVA et al., 2019), (BRITO et al., 2013) mostram que esses resultados estão em desacordo com a Portaria nº 2.914 (2011), sendo assim, consideradas impróprias para consumo humano. Segundo o que estabelece a Portaria nº 2.914 (2011) do Ministério da Saúde, se houver a presença de algum desses microrganismos a água não pode ser consumida, devido ao risco de causar danos para a saúde.

O estudo de Silvio et al. (2016) teve seus parâmetros físico-químicos com aparências indesejáveis e apresentou resultados dentro dos padrões vigentes, com ausências de coliformes totais e de *Escherichia coli*. Mesmo assim obteve um padrão de consumo de água potável. Dessa forma, deve-se atentar a todos os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, para que o seu consumo não seja prejudicial à saúde pública.

Na pesquisa de Nunes et al. (2010), resultados mostraram que 45,7% das amostras estavam fora dos padrões de potabilidade quanto a turbidez, 51,4% quanto ao pH. A turbidez é atribuída à presença de partículas em suspensão na água (poluição, plânctons, argila, bactérias e areia) que dimi-

nuem a intensidade do feixe de luz ao atravessar a água, pois as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca (BIRKHEUER et al., 2017).

O pH é um parâmetro importante para a avaliação da qualidade da água, pois a acidez aumentada pode causar problemas na pele e mucosas de quem consome. Esse parâmetro pode neutralizar os agentes desinfetantes como o hipoclorito de cálcio, o cloro e ácido peracético, que são comumente utilizados para desinfecção de superfícies e de equipamentos médicos (NUNES et al., 2010). A portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (2011) recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição.

É válido ressaltar que os resultados encontrados nos trabalhos analisados estão associados diretamente ao saneamento básico dessas comunidades rurais, com a forma como a água é armazenada e a conscientização das pessoas no que se refere a importância de terem água potável para consumo no seu cotidiano.

Os resultados reforçam a necessidade de estudos nessa área de controle e qualidade da água potável. É válido destacar o papel relevante dos órgãos de vigilância sanitária acerca do monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano com a finalidade garantir uma água de qualidade e prevenir doenças. Por fim, é indispensável à realização dessas análises microbiológicas e físico-químicas recorrentes nos reservatórios de água, podendo garantir que todos utilizem a água de boa qualidade e a prevenção das doenças por veiculação hídrica.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo apresentou as evidências científicas disponíveis na literatura sobre a qualidade

físico-química e microbiológica da água utilizada nas comunidades rurais do Brasil. Observou-se a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes na maioria das águas analisadas. Encontraram-se em maior parte dos estudos águas com cloretos, pH, cloro residual livre, cor, turbidez e fluoretos fora dos parâmetros estipulados pelas portarias 518/2004 e 2.914/2011, do Ministério da Saúde.

Por meio dos artigos analisados, pode-se perceber que existem poucas pesquisas relacionadas com a qualidade físico-química e microbiológica das águas destinadas ao consumo humano. Percebe-se ainda que a maioria dos parâmetros das águas analisadas encontravam-se fora dos parâmetros estipulados pelas Resoluções e Portarias vigentes, aumentando significativamente o risco de doenças relacionadas ao não tratamento adequado e efetivo desse recurso.

A vista das inconformidades descritas, percebe-se a necessidade de realizar uma avaliação do sistema de abastecimento brasileiro, que envolve a sua descrição, a identificação e análise de perigos potenciais e riscos existentes nas fontes de água das comunidades, bem como a elaboração de medidas de controle dos pontos críticos. Ademais, ações diversas devem ser realizadas com fins de conscientizar a população brasileira no que se refere ao uso sustentável da água enquanto os entes governamentais devem também se preocupar com a distribuição equitativa desse recurso para que as comunidades rurais possam ter acesso a uma água potável de qualidade.

## **REFERÊNCIAS**

ALEIXO, Bernardo et al. Direito humano em perspectiva: desigualdades no acesso à água em uma comunidade rural do Nordeste brasileiro. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, p. 63-84, 2016.

ARAÚJO, Daniela Lima; ANDRADE, Rafael França. Qualidade Físico-Química e Microbiológica

da água utilizada em bebedouros de instituições de ensino no Brasil: Revisão Sistemática da Literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 4, p. 7301-7324, 2020.

BIRKHEUER, C. F. et al. Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: análise sistemática. *Caderno Pedagógico*, Lajeado, v.14, n.1, p.134-145, 2017.

BRASIL. Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano - Secretaria de Vigilância em Saúde, 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. 284 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental– SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014. Brasília: Ministério das Cidades, 2014. 181 p.

BRASIL. Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Set. 2017. 444 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual prático de análise de água. 2ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. Manual prático de análise de água. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009. 144 p.

BRITO, M. A. Criação de microscópio utilizando materiais alternativos com metodologia para trabalhar o ensino de doenças veiculadas a água nas séries finais no ensino fundamental. Maranhão: São

Bernardo, 2017.

BRITO, Priscila Nazaré de Freitas. Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do Baixo Rio Amazonas. 2013. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Amapá, Amapá, 2013.

CAPUCCI, E. et al. Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 70 p.

COELHO, Silvio Carlos et al. Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 12, p. 156-167, 2017.

CLEARY, R.W. Águas Subterrâneas. Tampa, FL: Clean environment Brasil, 2ed.117p. 2007.

FERREIRA, Fernanda Silva; DE QUEIROZ, Tadeu Miranda; DA SILVA, Thaís Vasconcelos. PROJETO BB ÁGUA LIMPA: uma ponte entre a pesquisa–ensino-extensão. *Revista Cultura & Extensão UNEMAT*, v. 1, n. 1, p. 11-23, 2016.

FIALHO, J. M. et al. Avaliação microbiológica da água consumida por uma população rural de ilha solteira–São Paulo. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 11, n. 3, p. 273-286, 2017.

LARSEN, D. Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba, PR. 2010. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

OLIVEIRA, Daniele Da Silva et al. Análise físico-química da água de três poços subterrâneos no município de Mossoró-RN. *Blucher Chemistry Proceedings*, v. 3, n. 1, p. 505-514, 2015.

LIMA, Sandra Cristina Alves; SANTOS, Carlos Alberto Batista. Educação e saúde pública: Determinação de cloro e *Escherichia coli*, na água utilizada para consumo no IFPE, campus Afogados da Ingazeira. *Revista Ouricuri*, v. 6, n. 2, p. 029-041, 2016.

MARENGO, José Antônio. Água e mudanças climáticas. *Estudos avançados*, v. 22, p. 83-96, 2008.

MARION, F. A. et al. Proteção dos recursos hídricos subterrâneos a partir da vulnerabilidade natural dos aquíferos Guarani e Serra Geral no Município de Sobradinho. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 58<sup>a</sup>, 2006, Florianópolis. *Anais eletrônicos*. São Paulo: SBPC/UFSC, 2006.

MIRANDA L. A. S. Rede Nacional de Captação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental-ReCESA. Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento. Guia do profissional em treinamento. Porto Alegre, 2007. 148 p.

NUNES, Ana Paula et al. Qualidade da água subterrânea e percepção dos consumidores em propriedades rurais. *Nucleus*, v. 2, n. 2, p. 1-10, 2010.

OLIVEIRA, E. M. DE et al. Análises físico-químicas e microbiológicas da água de bebedouros em escolas públicas da cidade de Timon-MA. *PUBVET*, v. 12, p.1.2000.

PAIVA R. F. P. S.; SOUZA M. F. P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de aten-

ção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. Caderno de saúde pública. Rio de Janeiro. Fev. 2018. 11 p.

PALLUDO, D. Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul. Rio Grande do Sul: Lajeado, 2010.

PARRON, L. M.; et al. Manual de Procedimentos de amostragem e análise físico-químico de água. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PAULOS, E. M. S. Qualidade de Água para Consumo Humano. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado em Química Industrial) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2008.

PRESS, Frank; GROTZINGER, John; SIEVER, Raymond; JORDAN, Thomas H. Para Entender a Terra. Tradução: MENEGAT, R. (coord.). 4. ed., Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 p.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 2006. 748p.

SANTANA J. E. S. Direito ambiental: percepções ambientais, sociais e jurídicas acerca da água no Brasil. São Paulo: Campina Grande, 2016.

SCURACCHIO P. A. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos - SP. São Paulo: Araraquara, 2010.

SILVA, Andréa dos Santos et al. Qualidade de água de abastecimento na zona rural de Santa Rita–PB

e propostas de melhoria. 2019. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2019.

SOUZA B. R.; TRINDADE M. M.; ANDRADE A. L. A. POÇOS ARTESIANOS: aspectos negativos da implantação. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro. Minas Gerais, v. 2. 2016. 302-308 p.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Recursos Hídricos no Século XXI. São Paulo: Oficina de textos, 23-51, 2011.328p.