

ÁGUA COMO DIREITO HUMANO E FUNDAMENTAL PARA A VIDA: ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA POR RESIDENTES DA REGIÃO DA LAGOA DE CIMA

Zélia Maria Peixoto Chrispim^{1}, Tatiana Salema Marques Portella¹, Frank Pavan de Souza¹, Thaíss do Rosario das Chagas¹ & Kariny Alves de Sousa Santos¹*

RESUMO

CHRISPIM, Z.M.P.; PORTELLA, T.S.M.; SOUZA, F.P.; CHAGAS, T. R., SANTOS, K.A.S. Estudo da Qualidade da Água Consumida por Residentes da Região da Lagoa de Cima. *Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas*, v.13, n.41, p.19-38, 2023.

A água é um recurso mineral de fundamental importância para a vida de todas as espécies. O conhecimento de sua qualidade é de relevância, pois, atividades antrópicas têm degradado significativamente os recursos hídricos nos últimos tempos. Tendo em vista que a água é um direito fundamental, garantido pela Constituição Federal e também estabelecido pela ONU com indispensável para a sobrevivência dos seres vivos, esta pesquisa teve como objetivo verificar os parâmetros da potabilidade da água consumida por moradores do núcleo urbano de São Benedito, localizado na Unidade de Conservação Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa de Cima, no Município de Campos dos Goytacazes - RJ. Quanto à metodologia foram realizadas as seguintes etapas: coleta de dados bibliográficos e documentais, tais como: portaria, teses, artigos, arquivos de “shapefiles” pré-existentes da Lagoa de Cima e do município de Campos dos Goytacazes; revisão

bibliográfica; coletas de amostras de águas de poços rasos para análises físico-químicas e bacteriológicas, geração de mapa com as amostras de água espacializadas e elaboração de tabelas. Conforme os resultados obtidos com as análises microbiológicas, verificou-se a presença de coliformes totais e de coliformes termotolerantes em algumas amostras. Dentre os parâmetros físico-químicos avaliados, o pH, o Fe e o Mn apresentaram concentrações acima dos valores máximos permitidos (VMP) ao consumo humano. Em vista dos argumentos apresentados, a presente pesquisa alerta para a condição da qualidade de água consumida pela população da região da Lagoa de Cima. Conforme visto, os dados analisados apontam para um cenário desfavorável em termos de riscos à saúde pública. Deste modo, é necessário que os gestores públicos façam um atendimento para população local em relação à qualidade da água e ao saneamento urbano.

Palavras-chave: Qualidade da Água. Recursos Hídricos. Lagoa de Cima.

¹ Laboratório de Pesquisa em Gestão e Tecnologias na Construção Civil (GETECC – ISECENSA); Institutos Superiores de Ensino do Censa (ISECENSA). Rua Salvador Correa, 139, Centro, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP: 28035-310, Brasil.

(*) e-mail: zeliachrispim.100@gmail.com

Data de recebimento: 24/07/2023. Aceito para publicação: 16/04/2024. Data de publicação: 28/08/2024

WATER AS A HUMAN RIGHT AND FUNDAMENTAL FOR LIFE: STUDY OF THE QUALITY OF WATER CONSUMED BY RESIDENTS OF THE LAGOA DE CIMA REGION

Zélia Maria Peixoto Chrispim^{1}, Tatiana Salema Marques Portella¹, Frank Pavan de Souza¹, Thaíss do Rosario das Chagas¹ & Kariny Alves de Sousa Santos¹*

ABSTRACT

CHRISPIM, Z.M.P.; PORTELLA, T.S.M.; SOUZA, F.P.; CHAGAS, T. R., SANTOS, K.A.S. Water as a human right and fundamental for life: study of the quality of water consumed by residents of the Lagoa de Cima region in **Online Perspectives: Human & Social Applied**, v.13, n.41, p.19-38, 2023.

Water is a mineral resource of fundamental importance for the life of all species. The knowledge of its quality is relevant since human activities have significantly degraded water resources in recent times. The research developed aimed at the potability of water consumed by residents of the urban core of São Benedito located in the Environmental Protection Area (APA) of Lagoa de Cima, in the Municipality of Campos dos Goytacazes - RJ. As for the methodology, the following steps were carried out: collection of bibliographic and documentary data, such as: ordinance, theses, articles, pre-existing shapefiles files from Lagoa de Cima and the municipality of Campos dos Goytacazes; bibliographic review; collection of water samples from shallow wells for physical-chemical and

bacteriological analysis, generation of a map with the spatialized water samples and preparation of tables. According to the results obtained with the microbiological analyses, the presence of total coliforms and thermotolerant coliforms was verified in some samples. Among the physical-chemical parameters evaluated, pH, Fe, and Mn presented concentrations above the maximum permitted values (MPV) for human consumption. Given the arguments presented, the present research alerts to the condition of the water quality consumed by the population of the Lagoa de Cima region. As seen, the analyzed data point to an unfavorable scenario in terms of risks to public health. Thus, it is up to public managers to assist the local population in relation to water quality and urban sanitation.

Keywords: Water quality. Water resources. Lagoa de Cima.

¹ Laboratório de Pesquisa em Gestão e Tecnologias na Construção Civil (GETECC – ISECENSA); Institutos Superiores de Ensino do Censa (ISECENSA). Rua Salvador Correa, 139, Centro, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP: 28035-310, Brasil.

(*) e-mail: zeliachrispim.100@gmail.com

Received: 24/07/2023.

Accepted: 16/04/2024.

Published online: 28/08/2024

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso mineral de fundamental importância para a vida de todas as espécies, não se resumindo apenas a sobrevivência humana, mas também ao desenvolvimento de todas as atividades produtivas. No entanto, com o desenvolvimento econômico e social, a variação dos usos múltiplos tem gerado inúmeras pressões sobre o ciclo hidrológico e sobre as reservas de águas superficiais e subterrâneas (TUNDISI, G. e TUNDISI, M., 2014).

O conhecimento do ciclo da água na terra é de suma importância, pois a água é a única substância a ser encontrada, na natureza, nos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso), estando espalhada em todos os ambientes do planeta Terra: atmosfera, oceanos e continentes (PEIXINHO & FEITOSA, 2008).

Através de pesquisa da Agência Europeia do Ambiente, a deterioração da qualidade da água e a superexploração, ou seja, a extração de água em volume maior do que o reposto pela natureza são as principais ameaças aos recursos hídricos, tanto as águas superficiais, quanto as subterrâneas (ARAÚJO *et al.*, 2015).

Segundo Jan Eliasson (UNITED NATIONS, 2014), relata, as demandas de água aumentam em 40% até 2050 e estima-se que 1,8 bilhão de pessoas em breve vivam em países ou regiões afetadas pela escassez hídrica. Atualmente 750 milhões de pessoas não tem acesso à água de qualidade para consumo humano.

Por ser considerado recurso mineral limitado, vários setores tem interesse neste recurso hídrico, tanto em termos de quantidade e qualidade. Assim, a qualidade da água depende diretamente de sua quantidade, pois, quando em abundância, ajuda a amenizar, dissolver, reduzir e transportar as substâncias que são prejudiciais aos seres vivos (BRAGA *et al.*, 2012).

O Brasil, segundo Agência Nacional de Águas (ANA, 2020) apresenta uma boa quantidade de água. Avalia-se que ele tem cerca de 10% da disponibilidade de água doce no mundo, porém essa distribuição é considerada desigual, pois na região Norte apresenta-se aproximadamente 80% da quantidade de água doce disponível, sendo que representa apenas 5% da população que vive no país. Por outro lado, as regiões próximas aos litorais têm mais de 45% da população, todavia, sendo menos de 3% destes recursos hídricos disponíveis para essas regiões.

Conforme Von Sperling (2005), o conhecimento do estudo da qualidade da água é essencial, tanto para se distinguir as consequências de uma determinada atividade poluidora, quanto para se estabelecer os meios que possam usufruir desta determinada água.

A qualidade da água é aspecto indispensável, quando se trata dos seus principais usos, em especial, para fins como o abastecimento humano. Este uso tem sofrido ressalvas significativas em função de prejuízos nos rios provenientes das ações naturais e antrópicas, as quais alteram os aspectos de qualidade e quantidade de água disponível para o uso humano (SOUZA *et al.*, 2014).

De acordo com o tema da qualidade da água, a organização UN-Water (2014) observa que cerca de 2 milhões de toneladas de dejetos humanos por dia é descarregado em corpos

d'água do mundo. No que diz respeito ao saneamento, 2,5 bilhões de pessoas no mundo vivem sem saneamento melhorado. Esta falta de saneamento adequado resulta na morte de uma criança a cada 20 segundos.

A população brasileira, apesar de ser atendida com saneamento básico (distribuição de água potável, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos), apresenta déficit bastante significativo, que envolve milhões de pessoas que habitam em locais insalubres e inadequados que colocam em risco a sua saúde. Na área rural o déficit aproxima-se cerca de 70%, em que, 8,8 milhões de brasileiros não dispõem de acesso adequado ao abastecimento de água e na área urbana 3,3 milhões de habitantes também se encontravam na mesma situação (MORAES *et al.*, 2014).

A presença de saneamento básico deficitário é uma das principais causas para a veiculação de doenças, a água é uma das principais fontes de difusão de patógenos como bactérias (SOUTO *et al.*, 2015).

Independente de a água estar relacionada com a vida, a saúde e o bem estar do ser humano, nos últimos anos os recursos hídricos vêm sendo alterados pelas ações antrópicas. São frequentes os despejos não controlados de resíduos de origens industriais, agrícolas e domésticos. Segundo Rojas *et al.* (2020) o acesso de água de qualidade pode ser ameaçado pela deterioração dos mananciais e pela contaminação das águas subterrâneas, um fato que coloca a população a riscos e doenças de veiculação hídrica.

Segundo Paiva e Souza (2018), as internações por doenças de veiculação hídrica, em 2015, tais como: cólera, febre tifoide e paratifoide, shigelose, amebíase, diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível, esquistossomose e outras doenças infecciosas intestinais, corresponderam a 2,35% de todas as internações no Brasil, totalizando 0,7% do total de gastos do Sistema Único de Saúde (SUS) com internações naquele período. Assim, fica evidente a importância da infraestrutura de saneamento no processo saúde-doença.

No entanto, vale destacar que a atual pandemia causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) veio para reforçar a necessidade de saneamento, higiene e acesso de água de qualidade para prevenir e reduzir doenças. Conforme a Organização Mundial da Saúde, o ato das pessoas de lavar as mãos é considerado uma das ações mais eficazes para diminuir a disseminação de patógenos e inibir infecções, inclusive a COVID-19 (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020).

Conforme Gomes *et al.* (2020), a pandemia COVID-19 ressaltou a relevância de política públicas ligadas à diminuição das desigualdades sociais e que garante as condições mínimas para assegurar qualidade de vida e saúde, visto que a nossa Carta Magna de 1988 institui que a saúde é um direito de todos e um dever do Estado.

Ademais, no ano de 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que apresenta no Objetivo 6, metas e programas para o atendimento dos serviços de água potável e saneamento. Tais objetivos fazem parte de um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade (ONU, 2015).

No Brasil, atualmente, o padrão de potabilidade e os procedimentos do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano estão dispostos em uma nova Portaria GM/MS N° 888/2021 (BRASIL, 2021).

Na região de Campos dos Goytacazes, as águas apresentam certas suscetibilidades, especialmente, em áreas próximas ou em nucleações urbanas dentro da zona rural que possuem um sistema de esgotamento sanitário deficitário, a sua maioria fossas negras, que não respeitam a distância mínima de 15 metros entre o poço e a fossa. Outros problemas também podem ser destacados, como: falta de vedação do poço, criação de animais próximo ao poço e a fonte de captação de água, e inclusive, em algumas áreas, o esgoto escorrendo mesmo a céu aberto, mostrando o total desconhecimento da população a respeito dos riscos que possam vir a ocorrer a sua saúde (CHRISPIM, 2016).

Neste contexto, o objetivo principal desta pesquisa é verificar a potabilidade da água consumida por moradores do núcleo urbano de São Benedito localizado na Unidade de Conservação Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa de Cima, no Município de Campos dos Goytacazes - RJ. Quanto aos objetivos específicos: cadastramento e mapeamento dos pontos d'água, analisar as características físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas em relação aos parâmetros de potabilidade, considerando a Portaria n° 888/2021 do Ministério da Saúde.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área Objeto de Estudo

A pesquisa tem como área de estudo a região da comunidade do núcleo urbano de São Benedito que fica localizada na Unidade de Conservação Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa de Cima, no Município de Campos dos Goytacazes - RJ. (Figura 1).

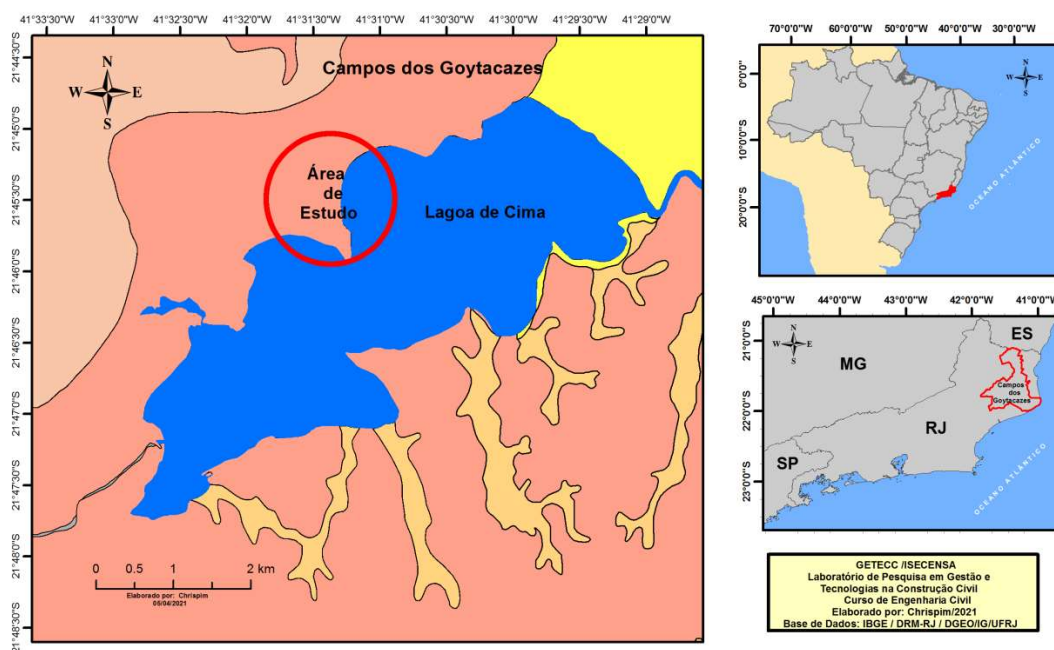


Figura 1 - Mapa de Localização da Área de Estudo

A Lagoa de Cima está inserida no município de Campos dos Goytacazes, que está situada a 28 km do centro urbano deste município. Apresenta um espelho d'água de 15 km² de área e é alimentada pelos rios Imbé e Urubu. A bacia de drenagem do Rio Imbé e Lagoa de Cima compreende grande parte da região serrana do norte fluminense, englobando os municípios de Trajano de Moraes (1%), Santa Maria Madalena (31%) e Campos dos Goytacazes (68%), respectivamente. Em 24 de dezembro de 1992, a Lagoa de Cima foi instituída pelo município de Campos dos Goytacazes pela lei municipal nº 5.394 como uma Área de Proteção Ambiental (APA) (REZENDE, *et al.*, 2006)

A Área de Proteção Ambiental da Lagoa de Cima está localizada nos distritos de Morangaba e Ibitioca, do município de Campos dos Goytacazes, em que tem como objetivo resguardar um dos ecossistemas lagunares mais antigos do Estado do Rio de Janeiro (ALVES & TEIXEIRA, 2008). A Lagoa de Cima recebe uma expressiva área de drenagem vinda da Serra do Desengano, região serrana do norte fluminense, que conta com notável cobertura de remanescentes da Mata Atlântica, é que está situada nos limites do Parque Estadual do Desengano (REZENDE *et al.*, 2006). É importante destacar que Lagoa de Cima é um dos contribuintes para a formação do rio Ururaí, que após travessar 48 quilômetros desagua na maior lagoa doce do estado do Rio de Janeiro, a Lagoa Feia (BIDEGAIN *et al.*, 2002).

Os recursos hídricos subterrâneos, nas áreas rurais, são uma das alternativas de fonte de abastecimento de água. No distrito de Morangaba, onde fica localizado o núcleo urbano de São Benedito, isto não é diferente. Pois, grande parte dos moradores que residem neste local é abastecida com água de poços rasos. Ter o conhecimento da sua qualidade é de grande relevância, pois, intervenções humanas, com o passar dos anos, vêm alterando bastante esse ecossistema.

2.2. Metodologia

A metodologia a ser empregada nesta pesquisa utilizou das seguintes etapas:

❖ Levantamento de dados:

Inicialmente, a pesquisa foi desenvolvida de acordo com dados bibliográficos e documentais, como: anais de congressos, livros, portaria, leis, normas, artigos, teses, dissertações e publicações científicas, concernente ao tema proposto. Também foram levantados dados de arquivos de "*shape file*" já existentes da área de estudo, tais como: limite do município, limite da Lagoa de Cima e dados geológicos do município de Campos dos Goytacazes.

❖ Levantamento de campo:

Em 3 de março de 2021, foi realizado o reconhecimento, cadastramento e tipo de uso, assim como a localização dos pontos d'água utilizando-se um *Global Positioning System* (GPS) da marca Garmin para o registro das respectivas coordenadas UTM, fuso 24, Sul, em SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas do Sul) (Figura 2a).

Durante o levantamento, primeiramente, foram coletadas amostras de água de poços e da Lagoa de Cima para análise *in situ* dos parâmetros pH, temperatura, condutividade elétrica (CE) e sólidos totais dissolvidos (STD) (Figura 2b e 2c).

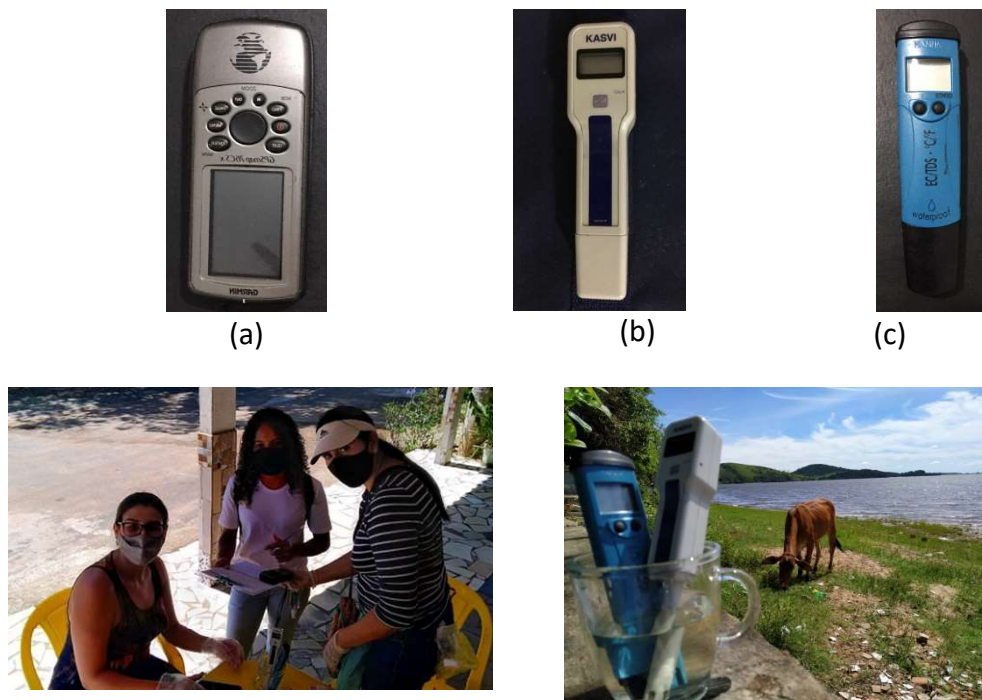


Figura 2 - GPS (a), pH(b), Condutividade Elétrica (CE) (c), Sólidos Totais Dissolvidos (STD) (c) e Termômetro (c)

Depois, foram selecionadas 4 amostras de poços rasos cadastrados para análises físico-químicas e análises microbiológicas.

Para a coleta bacteriológica, inicialmente, realizou-se a assepsia do local de saída da água com álcool 70% e posterior foram seguidos os procedimentos recomendados por Appelo e Postma (2005), que consiste em bombear a água do poço para garantir que a água estagnada presente seja removida. Antes da coleta da amostra foi realizada a identificação de cada frasco (Figura 3a). No procedimento da coleta d'água utilizaram luvas e frascos esterilizados. Sendo que os frascos esterilizados foram fornecidos pela FUNDENOR (Figura 3b).



(a)



(b)

Figura 3 - (a) Identificação do frasco e (b) Frascos esterilizados fornecidos pela FUNDENOR

A coleta das amostras para análises físico-químicas utilizou-se frasco de polietileno, com capacidade de 500 ml, foi lavado previamente, três vezes com a água do poço amostrado. Tal procedimento foi realizado com a finalidade de garantir a limpeza dos frascos. A identificação de cada frasco foi realizada posteriormente.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas na caixa térmica com gelo, sendo levadas ao Laboratório de Água da FUNDENOR em um período inferior a 6 horas, a fim de obter os resultados dos parâmetros biológicos (coliformes totais e coliformes termotolerantes) e físico-químicos (pH, turbidez, Condutividade elétrica, potássio, sódio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, chumbo e cádmio). As amostras foram coletadas em águas não tratadas, não cloradas.

As distâncias entre o poço e a fossa, das respectivas resistências cadastradas, foram obtidas com auxílio de trena (Figura 4).



Figura 4 - Medidas das distâncias entre o poço e a fossa séptica, com trena.

❖ **Elaboração de mapas e de tabelas:**

A produção dos mapas foi gerada com o software *Quantum Gis 3.10* (QGIS). Com o software *Excel* foram elaboradas as tabelas que permitiram analisar os parâmetros levantados no local. Avaliação do grau de potabilidade para o consumo humano foi realizada seguindo as disposições da Portaria nº 888/2021 estabelecida pelo Ministério da Saúde.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

➤ Identificação dos Pontos de Água e Georreferenciamento

Na Figura 5, pode ser observada a espacialização dos 8 (oito) pontos de água cadastrados. Os pontos denominados de P01 até P07 são correspondentes aos poços rasos e o ponto de água coletado na Lagoa de Cima ficou nomeado de Lagoa. Esses são utilizados na área de estudo para diversos fins, nomeadamente abastecimento doméstico, lavagem de veículos, irrigação de pequenas hortaliças particulares e dessedentação de animais.

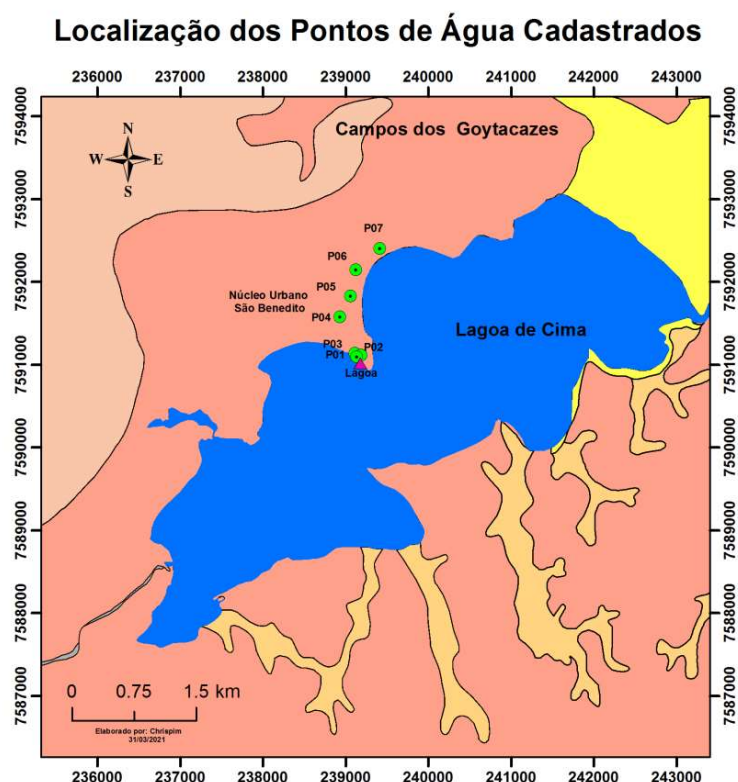


Figura 5 - Localização dos pontos de água cadastrados na área de estudo.

Pode-se observar que os poços rasos analisados são construídos na maioria dos casos de forma manual. Alguns são revestidos com tubo de PVC e outros existiam pequenas construções de alvenaria sobre o poço, como forma de proteger a bomba elétrica das condições climáticas e também para evitar a sua contaminação direta (Figura 6).



(a)

(b)

Figura 6 – (a) Poço com revestimento PVC (b) Poço com pequena construção de alvenaria

➤ **Parâmetros levantados *in loco***

A Tabela 1 apresenta os resultados levantados *in loco* dos seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, profundidade do poço, distância da fossa em relação ao poço e a classificação do uso da água.

Tabela 1: Parâmetros levantados em *In Loco*

Pontos d'Água Cadastrados	PARÂMETROS <i>IN LOCO</i>					
	pH	Temp. (°C)	STD (mg/L)	Cond. Elétrica (µS/cm)	Prof. do Poço (m)	Dist. da Fossa (m)
P01 (AM01)	4,0	27	300	550	10	14,0
P02	5,0	29	55	100	9	17,0
P03	4,3	28	247	450	Sd(*)	Sd(*)
P04 (AM02)	4,6	26	121	220	12	9,0
P05	4,0	28	61	120	10	18,0
P06 (AM03)	5,5	30	126	230	9	7,0
P07 (AM04)	6,3	30	154	280	8	12,0
LAGOA	6,3	30	11	20	-	-
VMP*	6,0 -9,0	-	1000	-	-	-

* Valor Máximo Permitido conforme a Portaria nº888/2021 do Ministério da Saúde. O traço (-) sem especificação da legislação vigente. Sd(*) sem dados.

O pH das amostras de água avaliadas *in loco* variaram 4 a 6,3. Das 8 amostras analisadas, 6 apresentaram os valores fora da faixa permitida pela legislação (Tabela 1). Esses valores tornam-se preocupantes, pois a maioria se encontra fora do valor máximo permitido estabelecido pela Portaria nº888/2021 do Ministério da Saúde, que estabelece a faixa de 6,0 a 9,0 para consumo humano. O pH é considerado um parâmetro de suma importância para a qualidade da água. No entanto, este parâmetro tem influência nas características físicas (principalmente a temperatura) e químicas da água (HC, 2016).

A temperatura das diferentes amostras de água variou entre 27 e 30 °C. Segundo Santos (2008), a temperatura, em relação à qualidade das águas, é um parâmetro significativo, pois influencia as reações químicas e diminui a solubilidade dos gases, bem com evidência o sabor e o odor das águas naturais. Já em relação à profundidade dos poços pode-se observar que os poços menos profundos apresentaram temperaturas mais elevadas, devido a essas águas serem captadas próximas a superfície terrestre.

Os sólidos totais dissolvidos (STD) equivalem ao peso total, dos elementos minerais presentes na água. Refletindo a concentração de todo material dissolvido na água (SANTOS,

2008). Os valores de STD, nas amostras de águas analisadas, variaram 11 a 300 mg/L. Conforme a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água para o consumo, o valor máximo de sólido totais dissolvidos (STD) é de 1000mg/L.

A condutividade elétrica (CE) das amostras variou entre 20 a 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Para as amostras analisadas, os menores valores de CE, ocorreram nos pontos P02, P05 e no ponto coletado na Lagoa de Cima, confirmando a pouca mineralização dessas águas, com valores inferiores 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De acordo com FUNASA (2014), destaca que a condutividade elétrica esta diretamente ligada à presença de substâncias dissolvidas sob a forma de íons, que caracteriza ao seu grau de mineralização.

Em relação à distância da fossa em relação ao poço, pode-se observar que boa parte das residências não atende a legislação sanitária em seu mínimo, ou seja, não atende a distância mínima de 15 metros entre o poço e a fossa. Isso é preocupante, pois podem colocar em riscos de contaminação os poços e prejudicar a saúde dos moradores que utilização destas águas para diversos fins.

➤ Análises Microbiológicas

Na Figura 6, pode-se visualizar a espacialização das 4 (quatro) amostras que foram selecionadas para análises bacteriológicas e análises físico-químicas. As amostras foram denominadas de AM01 a AM04.

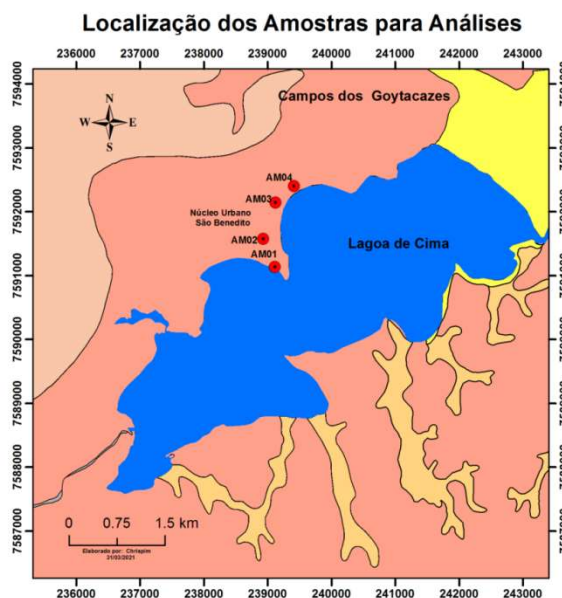


Figura 6 - Mapa de localização das amostras para análises.

Conforme a legislação vigente nº 888 de 04 de maio de 2021, do anexo I, a água para ser considerada potável para consumo humano deve apresentar ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL de água. Os resultados obtidos estão demonstrados conforme Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros de Coliformes Totais e Termotolerantes em Número Mais Provável (NMP) em 100 ml de em amostras de águas de poços rasos

AMOSTRAS	PARÂMETROS		
	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 MI)	Classificação para Consumo Humano
AM01	0	0	Adequada
AM02	6	0	Inadequada
AM03	0	0	Adequada
AM04	2400	110	Inadequada
VMP*	Ausente	Ausente	

* Valor Máximo Permitido conforme a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde.

Das 4 amostras selecionadas no núcleo urbano de São Benedito localizados na Lagoa de Cima, duas amostras (AM01 e AM03) demonstraram ausências de contaminação em relação ao Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e coliformes fecais/100mL. Essas duas amostras foram classificadas adequadas para consumo humano em relação a estes parâmetros.

Já as amostras AM02 e AM04 apresentaram contaminação por coliformes totais, sendo que amostra AM04 indicou um elevado número de contaminação por coliformes totais, conforme visto na tabela 2. Dos microorganismos termotolerantes apenas amostra AM04 que apresentou contaminação. Assim, essas duas amostras AM02 e AM04 ficaram classificadas como inadequadas para consumo humano. Vale ressaltar que a distância da fossa em relação ao poço nestas duas amostras AM02 e AM04 não atende a distância mínima de 15 metros, dando assim possível evidência de contaminação por desejos de resíduos humanos e também por criação de animais próximos aos poços.

Santos (2008) destaca que a presença de bactérias do grupo coliformes, principalmente, os coliformes totais ou coliformes termotolerantes são indicativos de contaminação por descargas de resíduos humanos e de animais de sangue quente. Segundo Tundisi, G e Tundisi, M. (2014), enfatizam que ecossistemas aquáticos contaminados por dejetos humanos e de animais são responsáveis de transportar uma grande gama de patógenos, tais como: vírus, bactérias, protozoários ou organismos multicelulares, que podem provocar doenças gastrointestinais. Conforme Souto *et al.* (2015), ressaltam que locais com falta de saneamento básico, a água pode ser contaminada por organismos patogênicos e pode ser responsável pela transmissão de doenças de veiculação hídricas.

Morais Neto *et al.* (2018) analisaram a qualidade microbiológica da água utilizada em oito propriedades leiteiras localizadas no distrito de Morangaba, pertencente ao município de Campos dos Goytacazes, RJ, evidenciaram que 100% das amostras de água analisadas estavam fora dos padrões para coliformes totais, representando risco potencial à saúde humana e animal.

Souza Pavan e Montysuma (2019) ressaltam que os moradores da região da Lagoa de Cima estão consumindo água de baixa qualidade ou pelo menos de qualidade duvidosa. Visto que, na região não tem abastecimento de água tratada como em outras regiões do município de Campos dos Goytacazes. Como também a existência de hábitos sanitários não recomendáveis,

como a construção de poços de captação de água próximos de fossas de destinação de esgoto *in natura*.

➤ Análises Físico-químicas

A Tabela 3 mostra os resultados das análises físico-químicas das 4 amostras de águas (AM01, AM02, AM03 e AM04) que foram analisadas em laboratórios, com os valores máximos permitidos (VMPs) em relação à Portaria nº 888 /2021 do Ministério da Saúde. Estes resultados foram avaliados para consumo humano.

Tabela 3: Parâmetros físico-químicos analisados para consumo humano, com base à legislação vigente.

PARÂMETROS	UND	AMOSTRAS				Portaria nº888//21M.S. (VMPs)
		AM01	AM02	AM03	AM04	
Turbidez	UNT	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0 - 5,0
pH	-	4,3	5,6	5,5	6,2	6,0 - 9,0
CE	µS/cm	630	260	270	300	-
Na	mg/L	80,96	2,99	8,51	23,46	200
K	mg/L	20,34	0,78	7,82	3,52	-
Ca	mg/L	33,65	5,01	6,94	4,73	200
Mg	mg/L	5,55	1,36	3,21	4,69	150
Fe	mg/L	0,00	0,00	0,32	0,01	0,30
Mn	mg/L	0,15	0,21	0,07	0,02	0,10
Pb	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Cd	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Os parâmetros analisados foram:

❖ Turbidez

A turbidez é uma propriedade ótica da água que pode desviar raios luminosos, é está relacionado com a presença de partículas em suspensão, variando em estado coloidal, e de organismos microscópicos (BRAGA *et al.*, 2009). Souza *et al.* (2015) destacam que a presença de microrganismo pode se utilizar das partículas para impedir ação de desinfecção da água. Richter (2015) enfatiza que quanto menor é a turbidez da água mais eficiente é a desinfecção da água, principalmente para eliminação vírus. Segundo Falcade *et al.* (2017), ressaltam que a turbidez é um dos parâmetros relevante para qualidade e potabilidade da água.

De acordo com a Portaria nº 888 /2021 do Ministério da Saúde é recomendável os valores na faixa 0 a 5 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez). Conforme observado na Tabela 3, todas amostras ficaram dentro do padrão exigidos para consumo humano.

❖ pH

Nesta pesquisa, o parâmetro de pH foi analisados tanto nas amostras em campo (*in situ*) como nas amostras enviadas para o laboratório. Os valores *in situ* variam de 4,0 a 6,3 para as amostras (AM01, AM02, AM03 e AM04), conforme mostrado na Tabela 1. Já na Tabela 3 essas mesmas amostras, que foram analisadas em laboratório, apresentaram valores de 4,3 a 6,2, respectivamente. Pode-se observar que a faixa de valores das amostras analisadas tanto em campo como em laboratório ficaram bem próximas. Santos (2008) destaca que os valores de pH das amostras de água analisadas em laboratório estão quase sempre alterados, em função de variações de temperaturas, de fugas de gases e oxidações/reduções, que pode ocorrer durante o armazenamento e transporte, das mesmas, até o laboratório.

Os valores de pH, neste estudo, chamam atenção, pois a maioria das amostras de água analisadas apresentou pH ácidos e levemente ácidos. O pH varia de 1 a 14, sendo neutro o valor 7, ácido com valores inferiores a 7 e básico ou alcalino para valores acima de 7. Esse parâmetro é basicamente uma função do gás carbônico e da alcalinidade presente na água (SANTOS, 2008). Conforme a legislação vigente, esse parâmetro deve variar na faixa de 6,0 a 9,0 para consumo humano. Assim, pode-se destacar que a maior parte das águas analisadas na área de estudo são ácidas. No entanto, apenas um amostra (AM04) atendeu o limite preconizado pelo Ministério da Saúde.

❖ Condutividade Elétrica (CE)

A condutividade elétrica na água é um parâmetro referente a capacidade desta em conduzir a eletricidade. Esse parâmetro depende da concentração e da carga de íons dissolvidos na água (RICHTER, 2015). Na pesquisa, a CE foi outro parâmetro que também foi analisado tanto nas amostras em *in loco* quanto em laboratório. Os valores *in loco* variam de 220 a 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para as amostras (AM01, AM02, AM03 e AM04), conforme visto na Tabela 1. Já, as mesmas amostras (Tabela 3) que foram analisadas em laboratório evidenciaram valores de 230 a 630, respectivamente. Os dois resultados também apresentaram valores bem semelhantes. Segundo a CETESB (2020), ambientes que apresentam concentrações superiores 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pode estar degradados por ações antrópicas. Ademais, elevados valores de contuvidade elétrica podem manifestar características corrosivas.

❖ Sódio (Na) e Potássio (K)

Nas águas subterrâneas, o sódio é um dos metais alcalinos mais importante e abundante. É considerado um dos íons responsáveis pelo aumento de sanilidade nas água naturais (SANTOS, 2008). No geral, o sódio apresenta concentrações mais baixas do que Ca e Mg em água doce. O consumo de água com elevadas concentrações de Na pode provocar aumento da pressão arterial, edema, hiperosmolaridade e arteriosclerose (SARATH PRASANTH *et al.*, 2012). A concentração de Na nas 4 amostras oscilaram entre 2,99 mg/L a 80,96 mg/L. Segundo a legislação vigente o valor máximo permitido de Na é de 200 mg/L. Desta forma, todas as amostras, conforme visto na Tabela 3, apresentam concentrações deste íon dentro do padrão máximo permitido pela Portaria nº 888 /2021 do Ministério de Saúde.

O potássio é o elemento químico que tem presente em muitos minerais e na maioria das rochas. No entanto, nas águas subterrâneas sua presença é baixa, devido à sua intensa ação em processos de troca iônica, além de serem facilmente adsorvidos pelos argilominerais e bastantes utilizados pelas plantas (SANTOS, 2008). Contudo, os sais de potássio tem uma excelente

aplicabilidade na indústria e em fertilizantes para agricultura. Nas águas doces é introduzido por meio de descargas industriais e de áreas agrícolas (CETESB, 2020). As concentrações de teores de potássio, nas águas subterrâneas, são inferiores a 10 mg/L, sendo mais frequentes entre 1 e 5 mg/L, conforme Santos (2008). Nesta pesquisa, a concentração de K nas 4 amostras variaram entre 0,78 mg/L a 20,34 mg/L. Valores elevados de potássio, neste estudo, podem estar relacionados com a aplicação de fertilizantes químicos nas agriculturas da região.

❖ (Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg))

Os elementos químicos Ca e Mg são alguns dos íons metálicos bivalentes, que são responsáveis para definir a dureza na água. Segundo Richter (2015), a dureza é uma característica conferida à água de impedir a formação de espuma com o sabão. As águas podem ser classificadas em termos do grau de dureza, como: Moles ou brandas (≤ 50 mg/L em CaCO_3); Dureza moderada (50 – 150 mg/L em CaCO_3); Duras (50 – 300 mg/L em CaCO_3); Muito duras (> 300 mg/L em CaCO_3). Em alguns estudos, tem demonstrado que as áreas com presença de águas moles tem verificado que existe um maior número de pessoas com problemas cardiovasculares do que em áreas com presença de águas duras. Nesta pesquisa, a concentração de Ca nas 4 amostras variaram entre 4,73 mg/L a 33,65 mg/L. Já em relação a concentração de Mg variaram entre 1,36 mg/L a 5,55 mg/L nas 4 amostras. Desta forma todas as amostras apresentam concentrações dos íons Ca e Mg dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 888 /2021 do Ministério da Saúde.

❖ Ferro (Fe) e Manganês (Mn)

Segundo Moruzzi e Reali (2012), os íons de ferro e de manganês quando detectados em águas naturais e apresentarem ausência de oxigênio, estão sob as formas reduzidas (Fe^{+2}), solúveis, as quais são imperceptíveis. Esses elementos quando sofrem o processo de oxidação pela aeração ou pela aplicação de cloro, os íons são precipitados conferindo a água, no caso de presença de ferro, uma aparência de vermelho a preto, e no caso de concentrações de manganês de púrpura a preto.

O ferro e o manganês são diluídos pela água subterrânea, que tem uma alta presença de dióxido de carbono e por um baixo pH. Quase sempre, o ferro encontra-se associado ao manganês. Altas concentrações contribuem para a dureza da água, pode provocar manchas em roupas e em objetos de porcelana e ocasionar sabor na água (RICHTER, 2015).

Conforme a legislação vigente, adota-se o limite de 0,3 mg/L para a concentração máxima de ferro e 0,01 mg/L para a de manganês. No entanto, a portaria nº 888/2021 aceita valores superiores ao estabelecido pela legislação vigente sobre esses parâmetros, se eles estiverem complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde e desde que não ultrapassem as concentrações de 2,4 mg/L de ferro e 0,4 mg/L de manganês, respectivamente e que os demais parâmetros de potabilidade sejam atendidos. Essas limitações são constituídas mais por razões estéticas e econômicas do que por riscos fisiológicos, porque ambos os elementos químicos são indispensáveis à nutrição humana.

Elevadas concentrações desses íons em águas destinadas ao abastecimento podem provocar depósitos nas tubulações, incrustações e acarretar o aparecimento de bactérias ferruginosas nas redes de abastecimento (CETESB, 2020).

Nesta pesquisa, a concentração de Fe nas 4 amostras variaram entre 0,0 mg/L a 0,32 mg/L, sendo que uma amostra (AM03) apresentou valor superior ao valor máximo permitido para consumo humano, conforme visto na Tabela 1. Segundo Chrispim (2016), essa alteração pode estar associada à presença de solo rico em matéria orgânica ou pela relação à Formação Barreira que apresentam concreções lateríticas.

Já em relação à concentração de Mn variaram entre 0,02 mg/L a 0,21 mg/L. Das 4 amostras analisadas, 2 apresentaram os valores fora do padrão estabelecidos em lei. Segundo Santos (2008), a presença do manganês na água pode ser altamente resistente, podendo durar mais de 200 dias para degradar. Elevadas concentrações desse elemento podem provocar à morte peixes, pássaros, animais e vegetais.

❖ Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd)

Na área de estudo, os resultados dos íons de chumbo (Pb) e de cádmio (Cd) não foram detectados. Este resultado é muito relevante, pois o Pb e Cd são considerados íons tóxicos e carcinógenos (Chrispim, 2016). De acordo com Cruz e colaboradores (2021), dentre a grande variedade de metais pesados, estudos descrevem cádmio, chumbo são causadores de câncer humano por meio de exposição ambiental ou ocupacional. O chumbo é um elemento químico que pode afetar quase todos os órgãos e sistemas do corpo, mas o mais sensível é o sistema nervoso, tanto em adultos quanto em crianças. A exposição aguda pode causar sede intensa, gosto metálico, inflamação gastrointestinal, vômitos e diarreia. Já o cádmio, altas concentrações em alimentos ou na água, pode provocar irritação no estômago, causando vômito, diarreia e, às vezes, morte (CETESB, 2020).

4. CONCLUSÕES

Muitas pessoas que residem em áreas rurais são abastecidas por água subterrânea. A degradação dessas, geralmente, causa baixa qualidade da água potável, perda de abastecimento de água, altos custos de purificação, e com isso geram possíveis problemas de saúde. No presente estudo, a interpretação das análises bacteriológicas revela que (coliformes totais e termotolerantes) apresentaram concentrações acima dos Valores Máximos Permitidos (VMP) para o consumo humano, estabelecidos pela Portaria nº 888 /2021 do Ministério da Saúde, provavelmente, essas contaminações podem ser por falta de saneamento básico na região (grande quantidade de fossas negras e criação de animais próximo aos poços).

Com relação aos parâmetros físico-químicos conclui-se que os elementos: Ferro, Manganês, encontram-se fora do padrão para consumo humano. A presença desses elementos pode ser proveniente das alterações das rochas e dos sedimentos da região. O pH da área predomina entre as faixas ácida e levemente ácida, deste modo torna-se preocupante pois boa parte dessas amostras estão fora do limite máximo estabelecido pela legislação vigente, para consumo humano. A acidez da água pode estar relacionada com a presença de matéria orgânica presente no solo da região. Já em relação aos metais pesados Chumbo e Cádmio não foram detectados na área de estudo. Isso é um fator positivo, pois esses íons são considerados tóxicos e cancerígenos.

Em vista dos argumentos apresentados, a presente pesquisa alerta para a condição da qualidade de água consumida pela população do núcleo urbano de São Benedito localizados na

Lagoa de Cima. Conforme visto, os dados analisados apontam para um cenário desfavorável em termos de riscos à saúde pública. Desta forma, pode-se concluir que para atender ao objetivo 6 estabelecido pela ONU, com vistas a garantia da água como direito fundamental e humano será necessário que os gestores públicos estabeleçam atendimento e monitoramento frequente, na região pesquisada, com vistas a segurança, para o consumo da água com qualidade, pela população local.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, M. G.; TEIXEIRA, S. **Patrimônio natural e cultural de Campos dos Goytacazes**. Campos dos Goytacazes: EDUENF, 32p. 2008.

ARAÚJO, R. S; ALVES, M.G; CONDESSO DE MELO, M. T.; CHRISPIM, Z.M.P.; MENDES, M. P; SILVA JÚNIOR, G.C. Water Resource Management: a Comparative Evaluation of Brazil, Rio de Janeiro, the European Union, and Portugal. **Science of The Total Environment**; 511: 815- 828. 2015.

ANA - **Agência Nacional de Águas**. Quantidade de água. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

BIDEGAIN, P.; BIZERRIL, C.; SOFFIATI, A. **Lagoas do Norte Fluminense, Perfil Ambiental**. SEMADS, Rio de Janeiro, 148p. 2002.

BRAGA, B., Hespanhol, I., Conejo, J.G.L., Mierzwa, J.C., Barros, M.T.L., SPENCER, M., Porto, M., Nucci, N., NUESA, Juliano, e Eiger, S., (2012). **Introdução à Engenharia Ambiental**, 2.ed., Prentice Hall, São Paulo. 9ª Reimpressão, julho 2012. ISBN: 978-85-7605-041-4.

BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de Maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CETESB (BRASIL). Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2020: Apêndice C – Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Recurso eletrônico. São Paulo: Cetesb, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2021/09/Apendice-C-Significado-ambiental-e-sanitario-das-variaveis-de-qualidade-das-aguas-e-dos-sedimentos-metodologias-analiticas-e-de-amostragem.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021.

CHRISPIM, Z. M. P; **Análise da vulnerabilidade e caracterização hidrogeoquímica dos aquíferos livres rasos da parte emersa da Bacia Sedimentar de Campos dos Goytacazes**. 2016. 320p. Tese de Doutorado em Engenharia Civil; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; 2016.

CRUZ, JVB; SANTOS, Érica P. dos.; SILVA, N. de J.; LIMA, FLO; MARTINELLI, PP; VASCONCELLOS NETO, JRT de . Influência dos metais pesados na acomodação do

câncer: uma revisão de literatura. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 6, pág. e45810615992, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15992. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15992>. Acesso em: 30 de maio. 2022.

FALCADE, D. R.; MANNICH, M.; COLOMBO, G. T. Tubo de turbidez para determinação de baixo custo da turbidez em corpos d'água superficiais. **REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina**. v.14. jan/dez. 2017. Doi: 10.21168/rega.v14e5.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014.

GOMES, F.M.D.S. *et al*. Access to drinking water and sewage treatment in Brazil: a challenge for the control of waterborne infectious diseases. **Rev. Inst. Med. trop.** São Paulo.2020 Sep 30;62:e71. doi: 10.1590/S1678-9946202062071. PMID: 33027395; PMCID: PMC7534402.

HC. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document – pH. **Heath Canada**, Ottawa, Ontario, Canada. 2016.

MORAES, L. R. S.(Coord.); SILVA, A. G. L. S; DIAS NETO, A. A.; BORJA, P. C.; PRUDENTE, A. A.; ROCHA, L. S. **Panorama do saneamento básico no Brasil**: análise situacional do déficit em saneamento básico. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 1ª Edição: 2014. v. II.

MORAIS NETO, J. N. S. *et al*. Avaliação Microbiológica da Qualidade da Água Utilizada em Propriedades Leiteiras no Município de Campos dos Goytacazes, RJ. In: 29ª Semana Agrônômica do CCAE/UFES, 2018, ALEGRE. **Anais da 29ª Semana Agrônômica do CCAE/UFES**, 2018.

MORUZZI, R. B.; REALI, M. A. P. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial – uma abordagem geral. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 4, n.1, 2012.

UNITED NATIONS. Water central to global peace, development, UN deputy chief tells London summit. The World Water Summit held in London 06/Nov/2014. Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2014/11/482942-water-central-global-peace-development-un-deputy-chief-tells-london-summit>. Acesso em: 5 mar.2021.

ONU. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 29. Jun. 2022.

PAIVA, R.F, SOUZA, M. F. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cad Saude Publica**. 2018; 34: e00017316.

PEIXINHO, F.C.; FEITOSA, F.A.C. ÁGUA É VIDA. In: **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro / editor: Cassio Roberto da Silva.Rio de Janeiro: CPRM, 264 p. 2008.

REZENDE, C. E. *et al.* Diagnóstico ambiental da área de proteção ambiental Lagoa de Cima. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro: Centro de Biociências e Biotecnologia: Laboratório de Ciências Ambientais, 2006.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Edgard Blucher, 4ª reimpressão. 2015.

ROJAS, F., et al. (2020 May 15). **Water Strategy 2019-2022**. Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle//1578>. Acesso em: 06 mar. 2021.

SANTOS, A. C. **Noções de Hidroquímica**. In FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM, p. 81-102, 2008.

SARATH PRASANTH, S.V., *et al.* Evaluation of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in the coastal stretch of Alappuzha District, Kerala, India. **Appl Water Sci** 2, 165–175 (2012). <https://doi.org/10.1007/s13201-012-0042-5>

SOUTO, J.P.; LIRA, A. G. S.; FIGUEIRA, J.S.; SILVA, N. A.; SILVA, E.S. Poluição fecal da água:microorganismos indicadores. **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**; Porto Alegre, RS. 2015.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B. SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R.G.; A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do Prodema**, v.8, n.1, p. 26-45, 2014.

SOUZA PAVAN, F; MONTYSUMA, M. F. F. Socio-Environmental Indicators of Fishermen in Lagoa de Cima And Vila de Marsaxlokk. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. 22, p. 1-16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0260r1vu19L4AO>.

TUNDISI, J.G; TUNDISI, T. M. (2014). **Recursos hídricos no século XXI** - nova edição ampliada e atualizada. São Paulo: Oficina de Textos, 1ª reimpressão, 328p. 2014.

UN-WATER - United Nations - Water. UN-Water Thematic Factsheets. Available from. 2014. Disponível em: <<http://www.unwater.org/statistics/thematic-factsheets/en/>>. Acesso em: 25 fev. 2021.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos**. 3. Ed.- Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Hand Hygiene Day. 5 May 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/events/detail/2020/05/05/default-calendar/hand-hygiene-day>. Acesso em: 10 mar.2021.

