


Quantificação do cloro residual livre no abastecimento de água do município de Paraíso do Tocantins e avaliação da sua eficiência no controle de microrganismos

 <https://doi.org/10.47236/2594-7036.2025.v9.1716>

Thainara Lima Araújo¹
Rejane Freitas Benevides Almeida²

Data de submissão: 15/5/2025. Data de aprovação: 8/8/2025. Data de publicação: 27/8/2025.




Resumo – O presente trabalho teve como objetivo quantificar o cloro residual livre na rede de abastecimento de água de Paraíso do Tocantins, avaliando a sua eficiência no controle de microrganismos, de modo a verificar se a água fornecida à população atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Para tanto, inicialmente, foram coletadas na Prefeitura Municipal e na concessionária responsável pela prestação dos serviços de água informações a respeito do abastecimento no município. De posse de tais informações, foi elaborado um plano de amostragem para a coleta de amostras de água, sendo definidos 32 pontos de monitoramento distribuídos ao longo de todos os bairros, para os quais foram realizadas coletas de amostras de água nos meses de março, maio, setembro e outubro de 2024. Para cada amostra coletada foram realizadas as determinações da concentração de cloro residual livre, coliformes totais e coliformes termotolerantes. Os resultados indicaram um decaimento da concentração do cloro residual livre em vários pontos monitorados, sinalizando uma ineficiência do sistema de distribuição de água de Paraíso do Tocantins em relação à manutenção dos residuais de cloro em concentrações adequadas, conforme preconiza a legislação. Tal cenário pode estar influenciando na entrada de microrganismos na rede de abastecimento de água.

Palavras-chave: Cloro residual livre. Consumo humano. Desinfecção. Qualidade da água.

Quantification of free residual chlorine in the water supply of the municipality of Paraíso do Tocantins and evaluation of its efficiency in controlling microorganisms

Abstract – The present work was aimed to quantify the free residual chlorine in the water supply network of Paraíso do Tocantins, evaluating its efficiency in controlling microorganisms, in order to verify whether the water supplied to the population meets the potability standards established by the Ministry of Health. To do so, initially, it was collected information regarding the water supply in the municipality from the City Hall and the concessionaire responsible for providing water services. With this information, a sampling plan was drawn up for the collection of water samples, defining 32 monitoring points distributed throughout all neighborhoods, for which water samples were collected in the months of March, May, September, and October 2024. For each sample collected were determined the concentration of free residual chlorine, total coliforms, and thermotolerant coliforms. The results indicated a decline in free residual chlorine concentration at several monitored points, signaling an inefficiency in the Paraíso do Tocantins water distribution system in maintaining

¹ Mestranda em Química pela Universidade Federal do Tocantins. Gurupi, Tocantins, Brasil.  thainara.lima.ara@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0003-4211-6215>.  <http://lattes.cnpq.br/3752168258733211>.

² Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Goiás. Professora do Instituto Federal do Tocantins. Paraíso do Tocantins, Tocantins, Brasil.  rejane@ifto.edu.br.  <https://orcid.org/0000-0002-1351-5148>.  <http://lattes.cnpq.br/0134922373471682>.

chlorine residuals at appropriate concentrations, as recommended by law. This scenario may be influencing the entry of microorganisms into the water supply network.

Keywords: Free residual chlorine. Human consumption. Desinfection. Water quality.

Cuantificación del cloro residual libre en el abastecimiento de agua del municipio de Paraíso do Tocantins y evaluación de su eficiencia en el control de microorganismos

Resumen – El presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar el cloro residual libre en la red de abastecimiento de agua de Paraíso do Tocantins, evaluando su eficiencia en el control de microorganismos, con el fin de verificar si el agua suministrada a la población cumple con los estándares de potabilidad establecidos por el Ministerio de Salud. Para ello, inicialmente se recopilaban en la Alcaldía Municipal y en la concesionaria responsable de la prestación de los servicios de agua informaciones sobre el abastecimiento en el municipio. Con estos datos se elaboró un plan de muestreo para la recolección de muestras de agua, definiéndose 32 puntos de monitoreo distribuidos a lo largo de todos los barrios, en los cuales se realizaron recolecciones de muestras de agua en los meses de marzo, mayo, septiembre y octubre de 2024. Para cada muestra recolectada se efectuaron determinaciones de la concentración de cloro residual libre, coliformes totales y coliformes termotolerantes. Los resultados indicaron una disminución en la concentración de cloro residual libre en varios puntos monitoreados, lo que señala una ineficiencia del sistema de distribución de agua de Paraíso do Tocantins en lo que respecta al mantenimiento de los residuales de cloro en concentraciones adecuadas, conforme lo establece la legislación. Este escenario podría estar influyendo en la entrada de microorganismos en la red de abastecimiento de agua.

Palabras clave: Cloro residual libre. Consumo humano. Desinfección. Calidad del agua.

Introdução

O acesso a água de qualidade é fundamental para a saúde e qualidade de vida. Esta deve apresentar-se em quantidade adequada para suprir as atividades diárias, bem como atender ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria N° 888/2021 do Ministério da Saúde, uma vez que, conforme Leal (2021), a água contaminada oferece risco à população, deixando os consumidores susceptíveis a doenças de veiculação hídrica, o que leva a maiores gastos com a saúde pública.

Uma condição indispensável para a potabilidade da água é a ausência de organismos patogênicos, pois a presença deles pode causar diversas doenças, como malária, cólera, doenças intestinais, entre outras (Leão, 2008). Para garantir a eliminação de tais microorganismos é fundamental a realização do processo de desinfecção, uma das etapas utilizadas durante o tratamento, e que visa eliminar ou neutralizar esses microorganismos, bem como outros organismos indesejáveis (Meyer, 1994).

Além do processo de desinfecção, é primordial que toda água fornecida à população apresente residuais de cloro para evitar possíveis contaminações por organismos patogênicos presentes nas tubulações (Costa, Silvas e Castro, 2015). A esse respeito, a Portaria N° 888/2021 estabelece uma concentração mínima de 0,2 mg/L e máxima de 5mg/L de cloro residual na rede de abastecimento.

O grande desafio está na manutenção dos residuais dentro dos limites estabelecidos por lei. O cloro em concentrações elevadas pode causar sabor desagradável na água e, também, seu consumo desenfreado pode acarretar riscos toxicológicos (Anjos *et al.*, 2022), já que o cloro ao reagir com a matéria orgânica leva à formação de subprodutos cancerígenos (Anágua, 2011).

Os principais subprodutos da cloração incluem compostos como clorofórmio (CHCl₃), ácidos monocloroacético, dicloroacético, tricloroacético - ClAA, Cl₂AA e Cl₃AA,

respectivamente, o bromofórmio e ácidos acéticos - BrAA, Br2AA, Br3AA (Brasil, 2007). Além desses, os trihalometanos também são formados no processo de tratamento de água, a partir da reação entre o cloro e a matéria orgânica (Anágua, 2011; Oliveira, Araújo e Duarte, 2020).

Se o excesso pode desencadear um problema importante, a falta do cloro residual também traz preocupação para as companhias de abastecimento. Apesar da facilidade na aplicação, sua eficiência na eliminação de agentes infecciosos e seu baixo custo em comparação às outras alternativas (Santos, 2017), o desinfetante possui características importantes que devem ser analisadas. O cloro é muito reativo e facilmente vai sendo consumido pelo caminho (Costa, Silvas e Castro, 2015). Rodrigues e Scalize (2019) citam que o decaimento do seu residual nos sistemas de distribuição ocorre devido às características da água e do sistema, o que pode causar perda da qualidade da água.

Santos (2017) reforça que o residual de cloro é essencial para manter a qualidade microbiológica ao longo da rede de distribuição até o usuário final, sendo que ao longo da rede, devido a diversos fatores como idade da tubulação, vazamentos e grandes distâncias entre os sistemas de tratamento e os centros de consumo, esse agente pode reagir com substâncias presentes na massa líquida e com as paredes das tubulações provocando o consumo desse residual.

Sanabria e De Júlio (2013) complementam que devido ao seu elevado potencial de oxidação, o cloro facilmente tem sua concentração diminuída com o tempo, conforme entra em contato com as substâncias presentes na água e com componentes do sistema de distribuição, como tubulações, reservatórios, entre outros. Diante disso, Silva (2025) cita que a adoção de ferramentas de controle de qualidade da água de abastecimento é fundamental devido aos riscos potenciais de degradação da água ao longo do sistema de abastecimento, especialmente no controle da entrada de microrganismos.

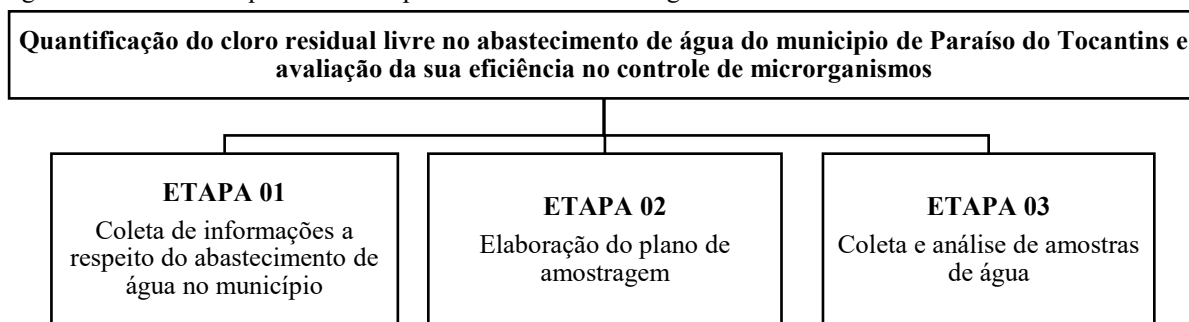
Dentro dessa abordagem, é imprescindível compreender o comportamento do desinfetante na rede de distribuição de água, de modo a identificar possíveis vulnerabilidades no sistema. Esse tipo de análise é crucial para a realização de adequações das estruturas existentes e, também, na elaboração de planos de manutenção adequados, com vistas a distribuir água com qualidade satisfatória à população, garantindo a segurança e a saúde dos consumidores. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou realizar a quantificação do cloro residual livre na rede de abastecimento de água de Paraíso do Tocantins, verificando a sua eficiência em relação ao controle de microrganismos.

Materiais e métodos

O estudo foi realizado em Paraíso do Tocantins, município situado a cerca de 66 km de Palmas, capital tocantinense. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2023), Paraíso do Tocantins conta com uma população estimada de 52.360 habitantes, estando entre as cinco cidades mais populosas do estado. Sua economia tem como base o comércio e as indústrias, que estão em constante crescimento. Possui dois parques industriais, o Parque Agroindustrial (PAIP) e o Parque Industrial Álvaro Milhomem (PIAM), os quais possuem diversas empresas que auxiliam na geração de emprego para a cidade. Além disso, no centro da cidade o comércio continua em expansão (Paraíso do Tocantins, 2023).

Para quantificar o cloro residual livre na rede de abastecimento de água do município de Paraíso do Tocantins – TO, o projeto foi executado em etapas, conforme a Figura 01.

Figura 01 - Resumo esquemático dos procedimentos metodológicos a serem utilizados no trabalho.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Etapa 1 – Coleta de informações a respeito do abastecimento de água no município

Primeiramente, foram coletadas informações a respeito do abastecimento de água no município, tais como, formas de abastecimento de água em operação, respectivas localidades e população abastecida, mananciais utilizados para captação, tipo de tratamento utilizado, desinfetante utilizado, entre outras.

O levantamento dessas informações ocorreu por meio de visitas à prefeitura municipal e à concessionária responsável pela prestação dos serviços de água no município.

Durante as visitas também foram coletadas informações sobre os setores atendidos com água tratada, número de economias consumidoras e estimativa da população atendida. Tais dados foram utilizados para a elaboração de um diagnóstico, indicando a origem da água consumida, os reservatórios responsáveis pelo abastecimento e distribuição de água por setor.

Etapa 02 - Elaboração do plano de amostragem

Após a coleta de dados durante as visitas aos órgãos responsáveis, foi elaborado um plano de amostragem para coletar amostras de água. Assim, foi realizado um levantamento dos possíveis pontos de coleta e monitoramento da qualidade da água do município, seguindo as recomendações da Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano elaborada pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2016) e o Plano de Amostragem definido para cada sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água, conforme Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde.

Para a escolha dos pontos de monitoramento foram consideradas as recomendações de abrangência espacial e os pontos estratégicos definidos na referida Portaria como: aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, entre outros); edifícios que alberguem grupos populacionais de risco, tais como hospitais, creches, asilos e presídios; aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição como pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, entre outros.

Tal análise foi importante, visto que a coleta e a distribuição dos pontos de amostragem exigidos pela legislação muitas vezes não conseguem representar a real situação em relação à qualidade da água fornecida para a população, uma vez que são poucos os pontos monitorados ao longo da cidade.

Etapa 03: Coleta e análise da qualidade da água

As coletas das amostras de água foram realizadas em 4 campanhas de campo, nos meses de março, maio, setembro e outubro de 2024, as quais foram realizadas tanto em residências quanto em estabelecimentos comerciais.

Visando dirimir quaisquer dúvidas em relação a possíveis alterações na qualidade da água, todas as amostras foram coletadas em torneiras externas, logo após o hidrômetro, antes de a água passar pela caixa d'água.

Para coletar amostras a fim de analisar o cloro residual livre, foram utilizados frascos de polietileno com capacidade de 1 litro e meio e, para a coleta das amostras com fins de análises microbiológicas, utilizaram-se frascos de vidro com capacidade de 100ml previamente esterilizados e embalados com papel cirúrgico.

Após coletadas, as amostras foram mantidas refrigeradas por meio do acondicionamento em caixas térmicas com bolsas de gelo e encaminhadas ao Laboratório de análises de água e esgoto do IFTO/campus Paraíso do Tocantins, onde foram realizadas as análises.

Foram realizadas análises de cloro residual livre, coliformes totais e termotolerantes, conforme preconiza o Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (APHA, 2017).

Para a determinação dos coliformes totais e termotolerantes, utilizou-se o método de contagem de coliformes totais e *Escherichia coli* através do uso de substrato cromogênico, com resultados após 24 horas. A quantificação dos coliformes totais e termotolerantes foi realizada utilizando-se o sistema Quanti-Tray, que é composto por frascos estéreis de 100 mL, flaconetes com meio de cultura, cartelas estéreis com 97 cavidades e seladora Quanti-Tray, marca IDEXX.

Para cada frasco contendo a amostra coletada foi adicionado um flaconete com meio de cultura. Após dissolução do meio de cultura, transferiu-se a amostra para uma cartela plástica estéril e, posteriormente, para a seladora. Depois de seladas, as cartelas foram incubadas em estufa bacteriológica regulada a 35 ± 05 °C por 24 horas; após esse período, foi realizada a leitura utilizando-se uma tabela de número mais provável (NMP), ao qual relaciona a quantidade de células grandes e células pequenas contaminadas (Mello; Resende, 2015).

Para a quantificação do cloro residual livre foi utilizado o método colorimétrico utilizando reagente DPD em pó, sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro/DR6000, marca Hexas.

De modo a produzir dados mais confiáveis e eximir possíveis dúvidas, todas as amostras coletadas foram analisadas por meio de duplicatas. No caso de variações significativas entre os valores, as análises foram repetidas para confirmação, sendo os resultados de cada parâmetro obtidos pela média de cada análise realizada. Por fim, os resultados das análises dos parâmetros foram comparados com os valores recomendados pela Portaria N° 888, de 4 de maio de 2021.

Resultados e discussões

Diagnóstico do sistema de abastecimento de água de Paraíso do Tocantins.

O sistema de abastecimento de água de Paraíso do Tocantins é de responsabilidade da BRK Ambiental em relação a captar e distribuir água para a população Paraense. O principal manancial utilizado para abastecimento de água no município é o Rio do Coco, sendo a captação da água realizada em uma represa, localizada a cerca de 15 km da Estação de Tratamento de Água (ETA). A vazão captada no manancial oscila entre 127 a 132 L/s.

Vale mencionar que, além do Rio do Coco, a empresa conta com alguns poços complementares distribuídos ao longo da cidade, dentre os quais se destacam os poços tubulares profundos nas vilas Santana e Santa Luzia.

A água captada no Rio do Coco é encaminhada para a ETA, local onde é realizado o seu tratamento. A técnica utilizada para tanto é o ciclo completo, também conhecido como tratamento convencional, o qual inclui as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, a desinfecção e a fluoretação.

É importante citar que o agente desinfetante utilizado na estação é cloro, o qual é produzido na própria ETA, a partir do processo de eletrólise do sal. Com vistas a atender a Portaria n° 888/2021 e evitar a propagação de possíveis microrganismos na rede de distribuição, a água ainda recebe uma carga de cloro, após o tratamento, para a manutenção de residuais na rede.

Conforme dados coletados durante a visita realizada na estação de tratamento, a água quando sai para a distribuição apresenta uma concentração média de 2,2 mg/L de cloro residual livre.

Ao sair da ETA a água é encaminhada para reservatórios e, logo em seguida, é distribuída para rede de distribuição por meio da gravidade. Atualmente, o sistema conta com uma capacidade total de reservação de 3.550 m³, distribuídos em 7 reservatórios, localizados nos seguintes setores: Serrano I (1500 m³) - responsável pelo abastecimento da região central e oeste da cidade; Serrano I (1000 m³), responsável pelo abastecimento dos Setores Serrano I, Serrano II e Parque dos Buritis; Pouso Alegre (500 m³) - responsável pelo abastecimento da parte sul da cidade (Setores Pouso Alegre, Alto Paraíso, Nova Fronteira, Jardim América, Nova Esperança e Vila Regina); Pouso Alegre (50m³) - responsável pelo abastecimento do Setor Serra Verde; Setor Milena (400 m³) - responsável pelo abastecimento dos Setores Milena (parte alta), Vale do Araguaia e Novo Jardim Paulista; Distrito de Santana (50m³) - responsável pelo abastecimento de todo o distrito de Santana; e Distrito de Santa Luzia (50m³) - responsável pelo abastecimento de todo o distrito de Santa Luzia.

Plano de amostragem

Foram definidos 32 pontos de monitoramento distribuídos ao longo de todos os bairros, os quais incluem pontos residenciais e comerciais. Os pontos de coleta foram mapeados por meio da coleta de coordenadas geográficas utilizando como ferramenta o Sistema de Posicionamento Global (GPS), e constam no Quadro 01 a seguir.

Quadro 01 – Pontos de monitoramento da qualidade da água.

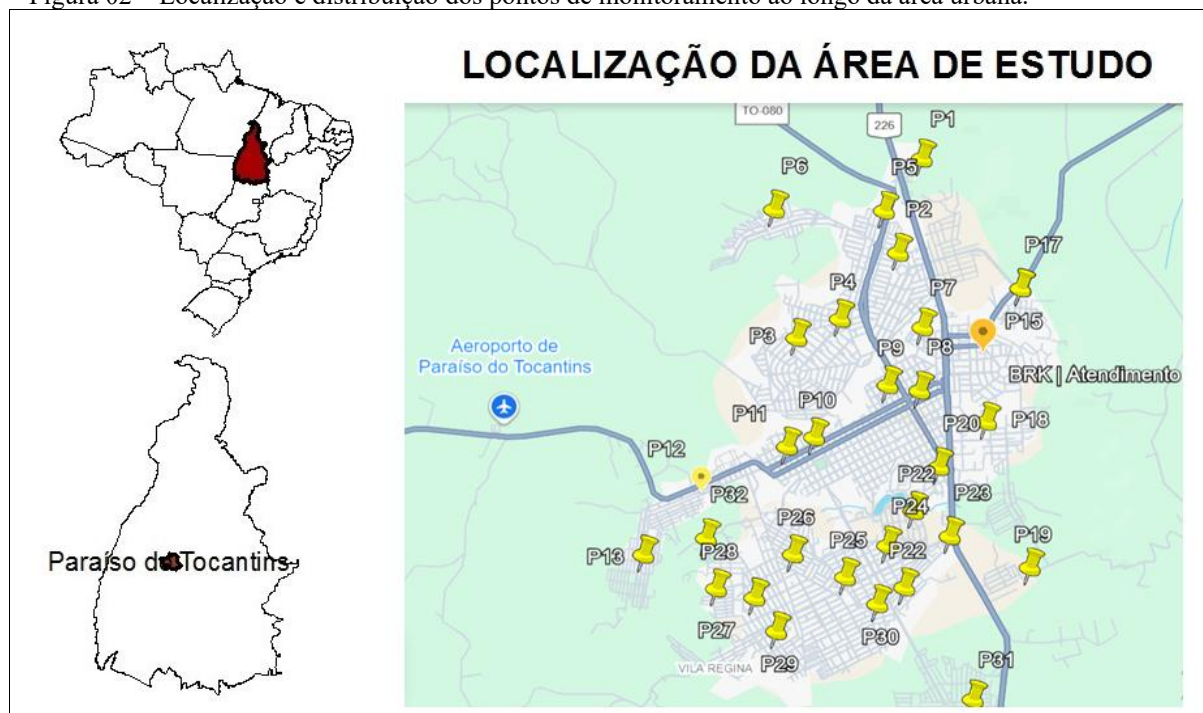
Pontos	Setor	Coordenadas geográficas	Tipo de ponto
P1	Chapadão	S 10°8'42.41652", W 48° 53'5.04132"	Residencial
P2	Milena	S 10°9'23.88852", W 48° 53'15.1008"	Residencial
P3	Jardim Paulista	S 10°10'136416", W48°53'58.0452"	Residencial
P4	Jardim Paulista	S 10°9'52.97508", W 48°53'39.61032"	Residencial
P5	Vale do Araguaia	S 10°9'5.34312", W 48°53'20.99256"	Residencial
P6	Novo Jardim Paulista	S 10° 9'4.72932", W 48°54'7.4916"	Comercial
P7	Interlagos	S 10° 9'56.64852", W 48° 53'4.67592"	Residencial
P8	Centro	S 10° 10'24.58092", W 48° 53'5.9838"	Comercial
P9	Centro	S 10° 10'22.12248", W 48° 53'19.43916"	Comercial
P10	Setor Oeste	S 10° 10'45.10344", W 48°53'50.5014"	Comercial
P11	Setor Oeste	S 10°10'49.251", W 48° 54'2.01672"	Comercial
P12	Setor Bueno	S 10° 10'49.11204", W 48° 54'2.04804"	Comercial
P13	Marista	S 10°11'37.08492", W48° 55'2.98812"	Residencial
P14	Santana	S 10°16'10.17732", W 48°53'185154"	Residencial
P15	Parque dos Buritis	S 10°9'39.5982", W 48°52'23.38788"	Residencial
P16	Serrano 1	S 10°10'4.23156", W 48°52'14.62476"	Residencial
P17	Serrano 1	S 10°9'39.5838", W 48°52'23.46708"	Comercial
P18	Serrano 2	S 10° 10'38.25624", W 48° 52'37.71516"	Residencial
P19	Serra Verde	S 10°11'42.35172", W 48°52'19.41276"	Residencial
P20	Setor Bela Vista	S 10°10'58.19484", W 48°52'57.77292"	Residencial
P21	Parque das Águas	S 10° 11'17.628", W 48°53'8.40804"	Residencial
P22	Setor Sul	S 10°11'51.20952", W 48° 53'12.41088"	Comercial
P23	Alto Paraíso	S 10°11'28.70484", W 48°52'53.16132"	Residencial
P24	Pouso Alegre	S 10°11'32.8254", W 48°53'19.58172"	Comercial
P25	Santa Clara	S 10° 11'46.80528", W48°53'37.39164"	Comercial
P26	Nova Esperança	S 10°11'36.7962", W 48° 53'59.53164"	Comercial
P27	Jardim América	S 10°11'55.90392", W 48°54'15.7986"	Comercial
P28	Paraíso dos Ipês	S 10°11'51.97884", W 48° 54'32.09004"	Comercial
P29	Vila Regina	S 10° 12'10.72944", W 48°54'6.5718"	Comercial
P30	Nova Fronteira	S 10°11'58.52724", W 48°53'23.86284"	Comercial

P31	Universitário 1	S 10°12'40.5036", W 48°52'43.44132"	Residencial
P32	Casa da Rosa	S 10°11'29.74488", W 48°54'36.39564"	Residencial

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

É importante mencionar que foram coletadas amostras de água em todos os setores urbanos do município atendidos com rede de distribuição de água tratada. A localização e distribuição dos pontos nos setores podem ser visualizados na Figura 02.

Figura 02 – Localização e distribuição dos pontos de monitoramento ao longo da área urbana.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Resultados das análises

O Quadro 02 apresenta os resultados obtidos a partir do monitoramento da qualidade da água realizado nos diversos setores de Paraíso do Tocantins. Nele estão apresentados os resultados observados para os parâmetros cloro residual livre, coliformes totais e coliformes termotolerantes para todos os pontos durante todo o período de monitoramento.

Artigo Científico

Quadro 02 – Resultados do monitoramento de qualidade da água.

Pontos	Cloro livre				Coliformes totais				Coliformes fecais			
	Mar	Mai	Set	Out	Mar	Mai	Set	Out	Mar	Mai	Set	Out
P1	0,635	0,43	0,255	0,43	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P2	0,03	0,98	0,29	0,19	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P3	0,485	0,63	0,43	0,035	Ausente	Ausente	Ausente	1	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P4	0,435	0,89	0,41	0,155	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P5	0,395	0,68	0,25	0,285	16	Ausente	Ausente	4.1	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P6	0,065	0,3	0,37	0,425	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P7	0,47	1,17	0,66	0,09	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P8	0,735	1,21	0,66	0,09	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P9	0,575	0,89	0,73	0,06	Ausente	Ausente	Ausente	12.7	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P10	0,465	1,3	0,67	0,135	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P11	0,315	0,7	0,36	0,08	Ausente	2.0	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P12	0,065	0,02	0,4	0,52	Ausente	41.7	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P13	0,01	0,01	0,04	0,05	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P14	0,01	1,07	0,9	0,06	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P15	0,01	0,02	0,03	0,05	Ausente	Ausente	Ausente	1	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P16	0,015	0,61	0,11	0,085	Ausente	Ausente	Ausente	980.4	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P17	0,01	0,02	0,02	0,03	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P18	0,02	0,19	0,67	0,36	Ausente	13,4	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P19	0,01	0,01	0,025	0,02	Ausente	22.8	Ausente	69.1	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P20	0,57	1	0,5	0,09	Ausente	Ausente	Ausente	3.1	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P21	0,01	0,01	0,02	0,04	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P22	0,55	1,12	0,505	0,05	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P23	0,53	0,08	0,025	0,055	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P24	0,725	1,06	0,65	0,045	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P25	0,47	1,18	0,425	0,065	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P26	0,735	1,1	0,51	0,065	Ausente	1.0	1.0	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Nota: Valores recomendados pela Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde para os parâmetros analisados: a) cloro residual livre (valor mínimo de 0,2 mg/L e concentração máxima permitida (VMP) é de 5 mg/L), b) coliformes totais e coliformes fecais (estabelece que a água deve estar livre de coliformes totais e fecais).

Artigo Científico

P27	0,625	0,92	0,665	0,03	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P28	0,2	0,68	0,225	0,045	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P29	0,58	0,69	0,64	0,085	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P30	0,445	0,85	0,14	0,11	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P31	0,01	0,04	0,02	0,035	Ausente	Ausente	Ausente	56.9	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P32	0,46	1,02	0,495	0,05	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Nota: Valores recomendados pela Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde para os parâmetros analisados: a) cloro residual livre (valor mínimo de 0,2 mg/L e concentração máxima permitida (VMP) é de 5 mg/L), b) coliformes totais e coliformes fecais (estabelece que a água deve estar livre de coliformes totais e fecais).

Como pode ser observado no Quadro 02 os resultados apresentados para o parâmetro cloro residual livre não obedeceram a um padrão ao longo dos meses avaliados. Houve uma oscilação considerável na concentração do parâmetro durante os meses de monitoramento.

É importante destacar que somente os pontos de coleta P1 (Setor Chapadão) e P5 (Setor Vale do Araguaia) estiveram com as concentrações de cloro residual livre dentro do que a legislação exige durante toda a pesquisa. Nos demais pontos de coleta, em pelo menos um dos meses monitorados, a concentração apresentou-se em desacordo com a legislação.

Em relação ao monitoramento microbiológico realizado, foram observadas alterações nos pontos P3 no mês de outubro, P5 nos meses de março e outubro, P9 no mês de outubro, P11 no mês de maio, P12 no mês de maio, P15 no mês de outubro, P16 no mês de outubro, P18 no mês de maio, P19 nos meses de maio e outubro, P20 no mês de outubro e P26 nos meses de maio e setembro. Tais resultados sugerem que a entrada de microrganismos na rede de abastecimento de água está sendo influenciada pela baixa concentração de cloro residual livre na rede. Observou-se que, para a maioria dos pontos monitorados, a concentração de cloro está muito próxima do limiar mínimo ou abaixo dos valores recomendados pela legislação.

Os resultados analisados sugerem um decaimento considerável na concentração do residual de cloro na rede de distribuição de água. Conforme dados coletados na companhia de abastecimento, a água, ao sair da ETA, possui concentração média de cloro residual livre por volta de 2,2 mg/L; no entanto, a concentração máxima observada durante a pesquisa foi de 1,3 mg/L, sendo registrados valores muito baixos, chegando até 0,01 mg/L.

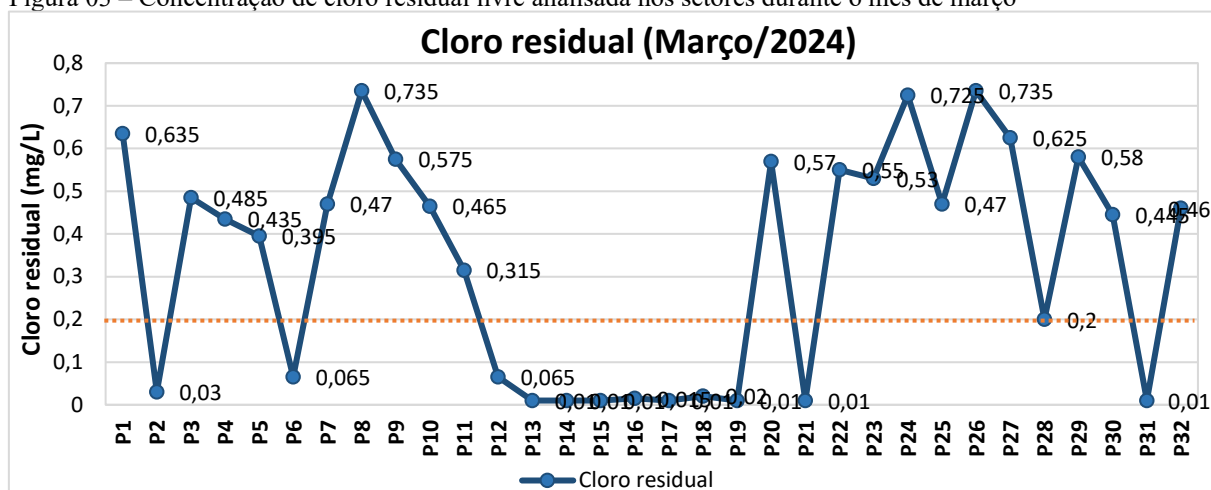
O decaimento do cloro residual é comum no sistema de distribuição de água. De acordo com Silva *et al.* (2019), as características da água e do sistema de abastecimento (SAA), além dos modos de operação e manutenção podem influenciar neste processo, visto que estes podem determinar as reações que ocorrem na massa líquida. Ademais, a higienização e o tempo de permanência da água nos reservatórios também exercem influência na degradação da qualidade da água. Um tempo de permanência elevado propicia o crescimento de bactérias e a perda de desinfetante residual, dificultando a manutenção de concentrações ótimas de cloro residual livre (CRL) na rede de distribuição de água.

O quadro analisado acima sugere que a entrada de microrganismos na rede de distribuição tem sido influenciada pelo decaimento do cloro residual ao longo do sistema, em especial, nas pontas de rede e nos setores mais distantes da ETA.

Estudos realizados por Lemos *et al.* (2018) no município de Ibatiba (ES) também identificaram deficiência em relação ao cloro residual, especialmente nas pontas da rede de abastecimento. Os autores registraram também que as regiões em que ocorrem interrupções no abastecimento com frequência tiveram concentrações de cloro abaixo do recomendado.

Os gráficos a seguir apresentam, separadamente, os resultados encontrados em relação ao cloro residual livre para cada mês monitorado.

Figura 03 – Concentração de cloro residual livre analisada nos setores durante o mês de março



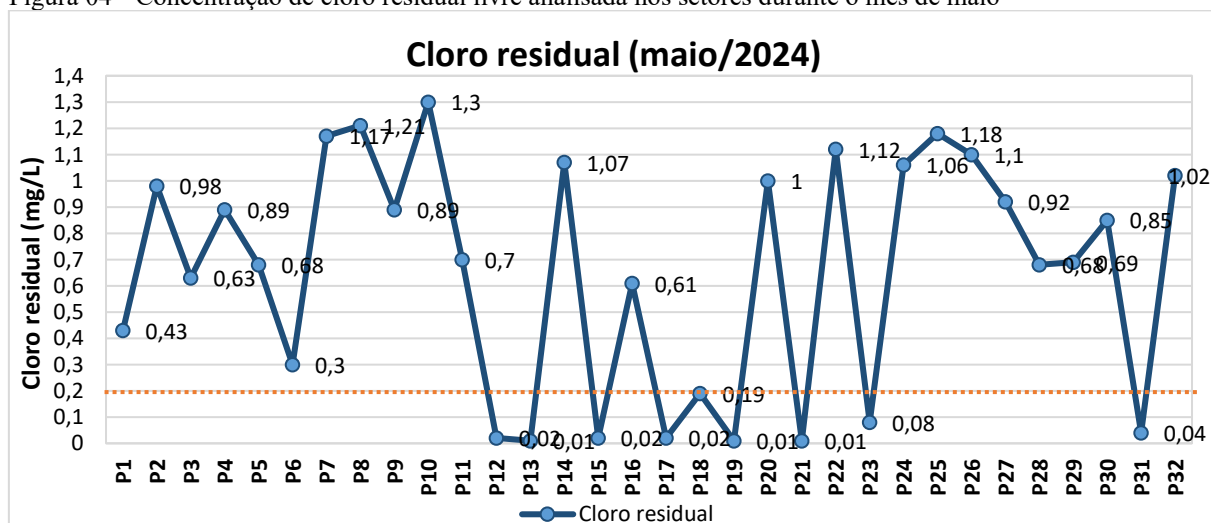
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como pode ser observado na Figura 03, referente ao mês de março, a maioria dos setores estiveram com concentrações de cloro residual dentro do recomendado pela legislação; entretanto, os pontos P12 (Setor Bueno), P13 (Marista), P15 (Parque dos Buritis), P17 (Serrano 1), P19 (Residencial Serra Verde), P21 (Parque das Águas), P23 (Alto Paraíso) e P31 (Universitário) apresentaram valores bem abaixo do recomendado, indicando um decaimento considerável do cloro residual ao longo da rede e representando potencial risco à saúde do consumidor (Lemos *et al.*, 2018).

É importante ressaltar que, durante o monitoramento microbiológico realizado para o mês de março, foi observada a presença de coliformes totais no ponto P5 (Vale do Araguaia), registrando-se valores de 16 NMP/100ml. O ponto analisado não apresentou concentrações de cloro abaixo do preconizado, no entanto, a faixa registrada manteve-se próxima ao limite mínimo recomendado, o que pode ter influenciado no aparecimento de microrganismos.

Apesar de o valor encontrado possuir pouca representatividade, sinaliza um alerta no que diz respeito ao controle das concentrações de cloro na rede, com vistas a evitar futuras contaminações, reforçando a ideia da importância da manutenção de residuais de desinfetante na rede em concentrações adequadas, visto que a identificação de microrganismos, como coliformes, sinaliza a possível existência de patógenos (Gregghi, 2005).

Figura 04 - Concentração de cloro residual livre analisada nos setores durante o mês de maio



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em relação aos resultados observados para o mês de maio, nota-se que a maior parte dos pontos atendeu o limite de cloro que a legislação exige. No entanto, cerca de quase um terço dos pontos monitorados apresentou uma concentração abaixo do valor mínimo, sendo eles: P12 (Setor Bueno), P13 (Marista), P15 (Parque dos Buritis), P17 (Serrano 1), P18 (Serrano 2), P19 (Residencial Serra Verde), P21 (Parque das Águas), P23 (Alto Paraíso) e P31 (Universitário 1).

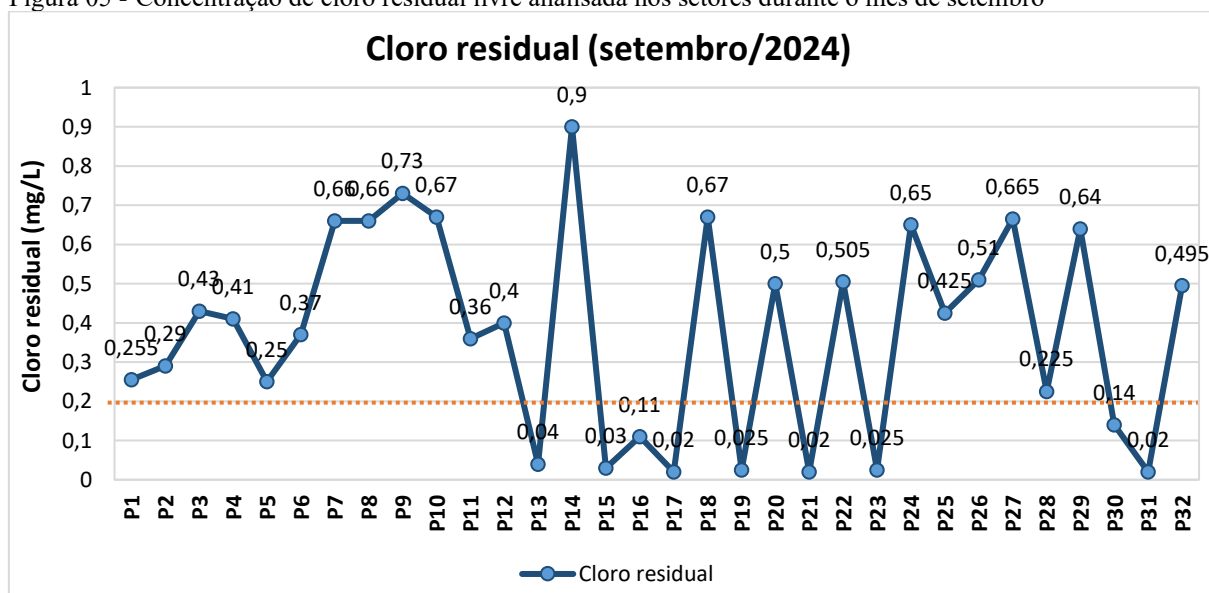
Ao analisar os dados, observou-se uma recorrência de concentrações de cloro livre abaixo dos padrões estabelecidos nos pontos P12, P13, P15, P17, P18, P19, P21 e P31 durante os meses de março e maio. O cenário sugere que a água sai da estação de tratamento com níveis aceitáveis, entretanto, o cloro vai sendo consumido ao longo do sistema (rede e reservatórios), fato este importante a ser investigado em estudos futuros. É imprescindível identificar quais fatores estão tendo maior influência neste processo.

Silva *et al.* (2019) ao estudarem o tempo de decaimento do cloro em reservatórios de distribuição de água observaram que a variação temporal da concentração simulada de cloro residual livre refletiu o modo de operação de cada reservatório, sendo observado para os reservatórios com tempo de detenção hidráulica alta, maior grau de degradação do desinfetante, visto que a água permanece estagnada por maior período.

A esse respeito, Sanabria e De Júlio (2013) afirmam que o objetivo da utilização do cloro como desinfetante é inativar os microrganismos presentes na água; quando ocorre o seu decaimento na rede, há uma diminuição de sua eficiência, podendo ocasionar o aparecimento de microrganismos.

Os resultados das análises microbiológicas para o mês de maio corroboram com esta análise, visto que foram identificadas a presença de coliformes totais nos pontos P11 (Setor Oeste) com 2,0 NMP/100ml, P12 (Setor Bueno) com 41,7 NMP/100ml, P18 (Serrano 2) com 13,4 NMP/100ml, P19 (Residencial Serra Verde) com 22, 8 NMP/100ml e no P26 (Nova Esperança). Nota-se que três dos pontos contaminados estavam com a concentração de cloro residual livre abaixo do que é exigido. Tais resultados confirmam a relação do aparecimento de microrganismos com o decaimento de cloro.

Figura 05 - Concentração de cloro residual livre analisada nos setores durante o mês de setembro



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como pode ser observado na Figura 05, o monitoramento realizado no mês de setembro revelou concentrações de cloro residual livre abaixo do recomendado para 9 dos 32 pontos monitorados no município (P13 - Marista, P15 - Parque dos Buritis, P16 - Serrano 1, P17 -

Serrano 1, P19 - Residencial Serra Verde, P21 - Parque das Águas, P23 - Alto Paraíso, P30 - Nova Fronteira e P31 - Universitário 1).

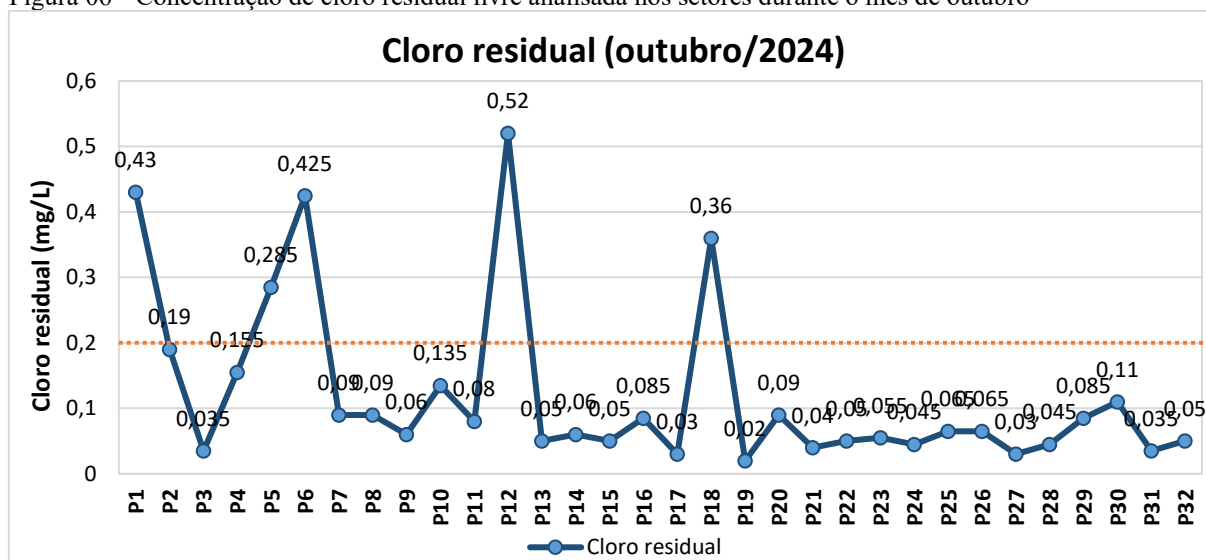
É importante mencionar que os pontos P13, P15, P17, P19, P21 e P31 se destacaram pelo terceiro mês consecutivo com concentrações de cloro livre abaixo do recomendado pela Portaria nº 888/2021. Tais resultados confirmam a suspeita do decaimento do cloro na rede, em especial, nos pontos citados, sugerindo que o sistema de distribuição de água de Paraíso do Tocantins não está conseguindo manter o residual de cloro com concentrações adequadas em toda a rede, sendo observados pontos críticos dentro do sistema.

Semelhante aos resultados encontrados em Paraíso, estudos realizados por Azevedo *et al.* (2019) a respeito da concentração de cloro livre em um bairro de Itabaiana/SE, apresentaram valores para alguns de seus pontos analisados de 0,17 mg/l e 0,1 mg/l, demonstrando que não é só um problema pontual, mas que também ocorre em outras cidades.

Freire e Lima (2012) citam que o decaimento do cloro residual na rede pode levar à degradação da qualidade da água. Em Paraíso, a grande preocupação com esses resultados se dá, sobretudo, pela vulnerabilidade apresentada pelo sistema em relação à entrada de microrganismos, o que foi registrado durante esta pesquisa.

Em relação ao monitoramento microbiológico, foi observada a presença de coliformes totais no P26 (Nova Esperança) com 1 NMP/100ml. Apesar de o valor registrado apresentar-se baixo, serve como um alerta para evitar contaminações futuras mais significativas.

Figura 06 - Concentração de cloro residual livre analisada nos setores durante o mês de outubro



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No que diz respeito ao mês de outubro (Figura 06), observa-se que, dentre os quatro meses de monitoramento, este foi o que apresentou o maior número de pontos com concentrações de cloro livre abaixo do que a legislação exige, restando apenas cinco pontos com concentrações entre 0,2mg/l e 5mg/l, que foram o P1 (Chapadão), P3 (Jardim Paulista), P6 (Novo Jardim Paulista), P12 (Setor Bueno) e o P18 (Serrano 2).

Conforme Lemos *et al.* (2018), valores de cloro residual livre inferiores a 0,20 mg/L podem indicar falhas no processo de desinfecção, consumo excessivo do cloro residual no sistema de distribuição ou necessidade de pontos secundários de cloração devido à extensão da rede de distribuição.

É importante mencionar que, assim como nos três meses anteriores de monitoramento, os pontos P13 (Marista), P15 (Parque dos buritis), P17 (Serrano 1), P19 (Residencial Serra Verde), P21 (Parque das Águas) e o P31 (Universitário 1) continuaram com concentrações abaixo do

recomendado, confirmando a vulnerabilidade de tais pontos a possíveis entradas de microrganismos.

Rodrigues e Scalize (2019) afirmam que o decaimento da concentração de cloro na água pode causar perda na qualidade da água, deixando-a suscetível a possíveis contaminações por microrganismos. Sobre essa assertiva, após analisar os resultados obtidos, foi observado um decaimento considerável do cloro residual para todos os pontos avaliados, registrando-se vários com concentrações de cloro abaixo do valor mínimo exigido.

Os resultados acima sugerem que a concentração de cloro abaixo do recomendado pode ter ocasionado a contaminação microbiológica por coliformes totais em diversos pontos, sendo eles o P3 (Jardim Paulista) com 1 NMP/100ml, P5 (Vale do Araguaia) com 4,1 NMP/100ml, P9 (Centro) com 12,7 NMP/100ml, P15 (Parque dos buritis) com 1 NMP/100ml, P19 (Residencial Serra Verde) com 69,1 NMP/100ml, P20 (Setor Bela Vista) com 3,1 NMP/100ml e o P31 (Universitário 1) com 56,9 NMP/100ml. Diante disso, sabendo que a concentração inadequada de cloro pode levar a contaminações e causar sérios problemas de saúde, reforça-se a importância de manter os níveis adequados.

Considerações finais

Os resultados do monitoramento da concentração de cloro residual livre na rede de abastecimento de água de Paraíso do Tocantins permitiram concluir:

- As concentrações de cloro residual na rede de abastecimento de Paraíso do Tocantins, para os 32 pontos monitorados, ao longo dos quatro meses analisados, apresentaram valores satisfatórios. No entanto, observou-se uma tendência à proximidade do limite mínimo, com diversas ocorrências abaixo do recomendado, especialmente no mês de outubro;
- Não foram registradas concentrações de cloro residual livre acima do limite máximo recomendado (5mg/L). Todavia, as análises revelaram que as concentrações do desinfetante, frequentemente, ficaram abaixo do valor mínimo exigido para muitos pontos, especialmente os localizados em pontas de rede e distantes da ETA;
- Somente os pontos P1 (Chapadão) e P5 (Vale do Araguaia) apresentaram concentrações de cloro residual livre dentro da faixa recomendada para todos os meses avaliados; todos os demais pontos apresentaram inconformidades em pelo menos um mês de monitoramento;
- Verificou-se a recorrência da concentração abaixo do exigido em todos os meses de análise nos pontos P13 (Marista), P15 (Parque dos buritis), P17 (Serrano 1), P19 (Residencial Serra Verde), P21 (Parque das Águas) e o P31 (Universitário 1);
- A baixa concentração de cloro residual livre, combinada com a presença de coliformes totais, destaca a necessidade de um monitoramento contínuo para prevenir possíveis contaminações no futuro;
- Acredita-se que a entrada de microrganismos na rede de distribuição tem sido influenciada pelo decaimento do cloro residual ao longo do sistema, ficando as pontas de rede e os setores mais afastados da ETA mais suscetíveis de contaminações.

Em suma, os resultados analisados em conjunto sugerem ineficiência do sistema de distribuição de água de Paraíso do Tocantins em relação à manutenção dos residuais de cloro em concentrações adequadas em toda a rede, sinalizando uma necessidade urgente de adequações no controle do cloro residual em todo o sistema, de forma a garantir concentrações do desinfetante dentro do que preconiza a legislação. Além disso, são necessárias adequações no controle da manutenção de residuais de cloro. Sugere-se a ampliação dos pontos de monitoramento realizados pela companhia e, ainda, a higienização periódica dos reservatórios e a realização de descargas na rede de distribuição, de modo a impedir a entrada de possíveis organismos patogênicos.

Referências

APHA - American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environmental Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 2017.

ANÁGUA, T. A. S. **Trihalometanos como Subprodutos da Cloração**. 2011. Dissertação. (Mestrado em Química Industrial) - Universidade da Beira Interior (Portugal). Disponível em:

<https://www.proquest.com/openview/b98d36e5c2b7896cd54fb578f55471c3/1?cbl=2026366&diss=y&pqorigsite=gscholar&parentSessionId=GGKPl4pQm%2BtoaZyK9lPvAMHswyjVoql0%2FtP8Xr7DkEM%3D>. Acesso em: 20 set. 2024.

ANJOS, E. E. P. dos A.; JALES, F. L. M. de L.; MACIEL, M. A. M. Padrões de qualidade de água potável e contaminação com cloro residual. In: MACIEL, M. A. M.; REIS, S. M. dos; RAMALHO, H. M. M. (orgs.). **Águas potáveis: padrões de qualidade, metodologias experimentais e técnicas de purificação princípios básicos de parasitologia, microbiologia, patologia e imunologia**. Campina Grande, PB: Editora Amplla, 2022.

AZEVEDO, A. C. R. et al. Avaliação da concentração de cloro residual livre na rede de distribuição de água em um bairro de Itabaiana/SE. In: XII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. **Anais [...]**. São Cristóvão (SE), 2019. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/100/ENREHSE0035-1-20190313-141621.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2024.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Potenciais fatores de risco à saúde decorrentes da presença de subprodutos de cloração na água utilizada para consumo humano**. Brasília: Funasa, 2007. 24 e 25p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

COSTA, A. M.; SILVAS, B. P. C.; CASTRO, R. R. O. **Análise da concentração de cloro livre, cloro total, pH e temperatura em alguns pontos de consumo abastecidos pela rede pública de distribuição na cidade de Curitiba/PR**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba (PR), 2015.

FREIRE, R. C.; LIMA, R. de A. Bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água potável no município de Olinda-PE e sua importância para a saúde pública. **Journal of Management & Primary Health Care**. 3 (2), p. 92 e 94, 2012.

GREGHI, S. de Q. **Avaliação da eficiência de métodos rápidos usados para detecção de coliforme totais e coliforme fecais em amostras de água, em comparação com a técnica de fermentação em tubos múltiplos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição)

– Universidade Estadual Paulista, Campus Araraquara (SP). Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/fa41ef05-1e80-4965-b1fe-e56c6e685cd7>. Acesso em: 13 dez. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022: indicadores sociais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to/paraíso-do-tocantins.html>. Acesso em: 23 set. 2024.

LEÃO, V. G. **Água tratada: formação de trihalometanos pelo uso de cloro e os riscos potenciais à saúde pública em cidades da mesorregião do leste rondoniense**. 2008. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/3636>. Acesso em: 16 de setembro de 2024.

LEAL, R. V. de O. Controle de qualidade microbiológico da água potável para o consumo humano: uma revisão bibliográfica. **Revista Movimenta**, v. 14, n. 3, p. 966, 2021.

LEMO, D. R. H.; SOUZA, F. F. G. de; MELO, M. M.; BUQUERONI, H. B.; OSÓRIO, L. G.; HENRIQUES, J. A.; CARVALHO, A. H. de O.; GARDIMAN JUNIOR, B. S.; CARDOSO, A. L. Análise da qualidade da água de abastecimento de Ibatiba – ES com base no cloro residual livre e cloro residual combinado. In: XXII Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, XVIII Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação e VIII Encontro de Iniciação à Docência - Universidade do Vale do Paraíba. **Anais [...]**. São José dos Campos, São Paulo, outubro, 2018. p. 06.

MELLO, C. N.; RESENDE, J. C. de P. Análise microbiológica da água dos bebedouros da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais campus Betim. **Sinapse Múltipla**, MG, v. 4, p. 16-28, 2015.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 10, p. 99-110, 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/pQy9fHxmbtW7Jx7BkxNjtp/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 23 set. 2024.

OLIVEIRA, R. R.; ARAÚJO, A. L. C.; DUARTE, M. A. C. Estudo do potencial de formação de trihalometanos na lagoa de Extremoz (RN). **Eng Sanit Ambient**, v. 25, n. 2, p. 315, mar/abr., 2020.

PARAÍSO DO TOCANTINS (Município). **Economia**. Disponível em: <https://www.paraíso.to.gov.br/A-Cidade/Economia/>. Acesso em: 5 nov. 2023.

RODRIGUES, M. F. da S.; SCALIZE, P. S. Decaimento de cloro residual livre em águas distribuídas em redes de abastecimento. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 16366-16375, 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3425>. Acesso em: 10 dez. 2024

SANABRIA, J. M.; DE JULIO, M. Decaimento do cloro residual em água de abastecimento do município de Campo Grande/MS. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 5, n. 4, p. 92 e 93, dez. 2013.

SANTOS, W. B. dos S. **Modelagem da degradação de cloro residual livre na rede de distribuição de água da cidade de Campina Grande – PB**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB, 2017. 14 p. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/306>. Acesso em: 20 set. 2024.

SILVA, P. V. F. da. **Calibração de coeficientes cinéticos de decaimento do cloro em rede de distribuição de Campus universitário**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia – MG. Uberlândia – MG, 2025. Disponível em: [https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/45114/1/Calibra%
c3%a7%a3oCoeficienteCin%
a9ticos.pdf](https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/45114/1/Calibra%c3%a7%a3oCoeficienteCin%a9ticos.pdf). Acesso em: 24 de julho de 2025.

SILVA, G. A. B da; MEIRA, C. M. B. S; SANTANA, C. F. D. de; COURA, M. de A.; OLIVEIRA, R. de; NASCIMENTO, R. S. do.; SANTOS, W. B. dos. Simulação do decaimento de cloro residual livre em reservatórios de distribuição de água. **Revista DAE**, n. 218, v. 67, p. 93, jul./set. 2019.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Tocantins (FAPT), através do Programa Institucional de Iniciação Científica – PIBIC pela bolsa concedida e ao Instituto Federal do Tocantins/Campus Paraíso do Tocantins pelo apoio prestado para o desenvolvimento desta pesquisa.

Informações complementares

Descrição		Declaração
Financiamento		Não se aplica.
Aprovação ética		Não se aplica.
Conflito de interesses		Não há.
Disponibilidade dos dados de pesquisa subjacentes		O trabalho não é um <i>preprint</i> e os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa não estão disponíveis.
CrediT	Thainara Lima Araújo	Funções: conceitualização, análise formal, investigação, metodologia, escrita – rascunho original.
	Rejane Freitas Benevides Almeida	Funções: conceitualização, análise, formal, investigação, administração do projeto, escrita – revisão e edição.

Avaliadores: Os avaliadores optaram por ficar em anonimato.

Revisor do texto em português: Marilene Barbosa Pinheiro.

Revisora do texto em inglês: Adriana de Oliveira Gomes Araújo.

Revisora do texto em espanhol: Graziani França Claudino de Anicézio.