276 – ANÁLISE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE CORPOS RECEPTORES DE FORMA AUTOMATIZADA – CASE PILOTO DO PROGRAMA REVIVA PAMPULHA

Filipe Nepomuceno Bicalho Santos [(1)]
Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Especialista em Engenharia Sanitária pela UFMG. Especialista em Gestão de Projetos pela Fundação Dom Cabral (FDC). Mestre em Engenharia Sanitária pelo DESA/UFMG. Gerente da Gerência de Manutenção Eletromecânica de Esgoto Metropolitana na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (GMME/COPASA MG).
Jackson Teles Jaques [(2)]
Biólogo pelo Centro Universitário UNA. Especialista em Saneamento Ambiental pelo IBMEC. Licenciado em Biologia pelo Centro Universitário Claretiano - CEUCLAR. Técnico em Meio Ambiente e Edificações pela Escola Politécnica Brasileira. Atua como Técnico em Projetos e Obras Especialista pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG).
Fernando de Oliveira Silva [(3)]
Engenheiro Civil pela Faculdade Izabela Hendrix. Técnico em Meio Ambiente pelo CEFET-MG. Técnico em Edificações pela Mônaco Escola Técnica. Atua como supervisor de Projetos e Obras pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG).
Luiz Henrique de Oliveira [(4)]
Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atua como Engenheiro Eletromecânico na Gerência de Manutenção Eletromecânica de Esgoto Metropolitana na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (GMME/COPASA MG).
Fabrício Alexandre [(5)]
Engenheiro da Computação pelo Centro Universitário UNA. Técnico em Mecânica Industrial pela E.E Professor Fontes. Atua como Supervisor de Eletromecânica na Gerência de Manutenção Eletromecânica de Esgoto Metropolitana na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (GMME/COPASA MG).

Endereço [(1)]**:** Rua Mar de Espanha, 453 – Santo Antônio - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.330-900 - Brasil - Tel.: (31) 3250-1456 - e-mail: filipe.bicalho@copasa.com.br.

RESUMO

A avaliação e acompanhamento dos reflexos das obras de implantação e ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário-SES, assim como a operação do mesmo, é um desafio constante, tendo em vista as grandes extensões das redes de esgoto. Diante disso, o monitoramento de qualidade da água dos corpos hídricos surge como uma importante ferramenta que fornece informações estratégicas para o gerenciamento do SES. A obtenção de forma precisa e ágil de dados analíticos da qualidade da água nestes corpos hídricos exige monitoramento de qualidade de água em tempo real ou quase real. Sendo assim, visando complementar a estratégia de monitoramento convencional, buscou-se avaliar o uso de sonda multiparâmetros embarcada em um painel de telemetria, como um instrumento a ser aplicado em estratégias de monitoramento contínuo com coletas a cada 1 hora da qualidade da água in loco. O teste desta metodologia foi conduzido pela GMME no âmbito do Núcleo de Macro-operação de Esgoto e realizado na Estação Elevatória de Esgoto Pampulha, localizada as margens do córrego Água Funda que foi corpo d'água monitorado, município de Belo Horizonte, Minas Gerais. Na comparação com os métodos usuais de análise dos parâmetros feitos em laboratório, a sonda mostrou resultados próximos e com forte correlação, sendo confiável nas determinações para os parâmetros testados, e representando um instrumento eficaz de avaliação in loco.

PALAVRAS-CHAVE: monitoramento, corpos receptores, tempo real, sondas, qualidade da água.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de esgotamento sanitário convencionais contam com redes coletoras e interceptoras de esgoto, estas últimas recebem o esgoto coletado e são responsáveis pelo transporte dos esgotos da bacia de contribuição, interceptando-o de forma que estes não atinjam os corpos d'água (Borges et al. 2002). Diante do exposto, assoma a importância de garantir que todo esgoto coletado seja transportado com segurança até a estação de tratamento de esgoto, evitando perdas no caminho e os consequentes danos ambientais provocados pelos lançamentos indevidos de esgoto nos corpos d'água.

O lançamento de esgotos nos corpos hídricos sem o tratamento adequado compromete a qualidade da água, principalmente próximo às áreas urbanas, e pode até inviabilizar o atendimento aos usos dos recursos hídricos, sobretudo o abastecimento humano, além de impactar a saúde da população (ANA 2024).

A Gerência de Manutenção Eletromecânica de Esgoto Metropolitana (GMME) da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA MG) é responsável pela rede de monitoramento de qualidade da água dos corpos d'água, instrumento do Programa de Monitoramento de Corpos Receptores (PMCR). Os dados analíticos do monitoramento de qualidade da água são disponibilizados no Sistema de Controle de Qualidade da Água (QualiÁgua) e são utilizados para avaliar os reflexos das obras de implantação e ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), bem como sua operação.

Em março de 2023 foi homologado o acordo firmado pelos municípios de Belo Horizonte e Contagem, COPASA e Ministério Público Federal, amparado em um Plano de Ação da Bacia da Lagoa da Pampulha (Programa Reviva Pampulha), que propõe atuações conjuntas entre a Concessionária e as Prefeituras. Entre os compromissos firmados estão a rede de monitoramento da Bacia da Lagoa da Pampulha que conta com pontos estratégicos para acompanhamento da evolução da qualidade das águas, identificação de tendências e apoio à elaboração de diagnósticos.

A avaliação das condições de qualidade da água dos corpos hídricos é fundamental, tendo em vista o impacto ambiental causado pelo lançamento indevido de esgoto nos cursos d'água, destinos preferenciais dos efluentes produzidos pela população. Moruzzi et al. (2012) citam que dependendo da quantidade de águas residuárias, bem como a concentração de poluentes presentes nestas, o seu lançamento pode ser considerado lesivo ao meio ambiente, com consequências catastróficas, pois podem ultrapassar a possibilidade de assimilação e autodepuração destes ambientes.

A dificuldade que se tem em promover uma adequada gestão da qualidade dos recursos hídricos tem como uma das causas a escassez de dados, seja espacial ou temporalmente. Os programas de monitoramento da qualidade da água convencionais possuem uma taxa de amostragem baixa, que em muitos casos se resume a algumas amostras por ano (SILVA, 2018). Daí a necessidade de um monitoramento mais efetivo da qualidade da água dos corpos receptores, principalmente ao considerar que, nas fontes pontuais, os poluentes atingem os sistemas hídricos de forma concentrada no espaço, enquanto que nas fontes difusas, estes adentram os sistemas hídricos distribuídos ao longo de sua extensão (Von Sperling, 2007).

Atualmente, o monitoramento das águas da bacia da Lagoa da Pampulha, realizado pela COPASA, por meio do PMCR, conta com 22 pontos de amostragem distribuídos em locais estratégicos para o acompanhamento da evolução da qualidade da água, o que permite fornecer subsídios para a gestão do sistema de esgotamento sanitário (Figura 1). Entretanto, as informações levantadas tardiamente, devido a periodicidade mensal das amostragens, impedem uma resposta imediata diante de possíveis irregularidades.

Buscando complementar a estratégia de monitoramento convencional, com intervalos de medições usualmente maiores ou iguais a um mês, a GMME tem buscado por monitoramentos mais ágeis e mais frequentes. Desta forma, espera-se verificar a efetividade das ações ambientais implementadas e identificar as áreas prioritárias de atuação.

Assim, por ora a ideia é verificar a viabilidade da solução que conta com um sistema de monitoramento por meio de uma sonda multiparâmetros, com estações fixas de monitoramento a serem instaladas na margem dos cursos de água. O sistema de gerenciamento dos dados analíticos coletados de hora em hora, permite a criação de alertas nas telas do centro de controle operacional, que por sua vez possibilita uma tomada de decisão mais diligente e acertada.

OBJETIVOS

Avaliar o uso de sonda multiparâmetros embarcada em um painel de telemetria como um instrumento a ser aplicado em estratégias de monitoramento contínuo com coletas a cada 1 hora da qualidade da água in loco. Pretende-se avaliar a sua eficácia como instrumento de determinação de ações nos corpos receptores da bacia da Lagoa da Pampulha.

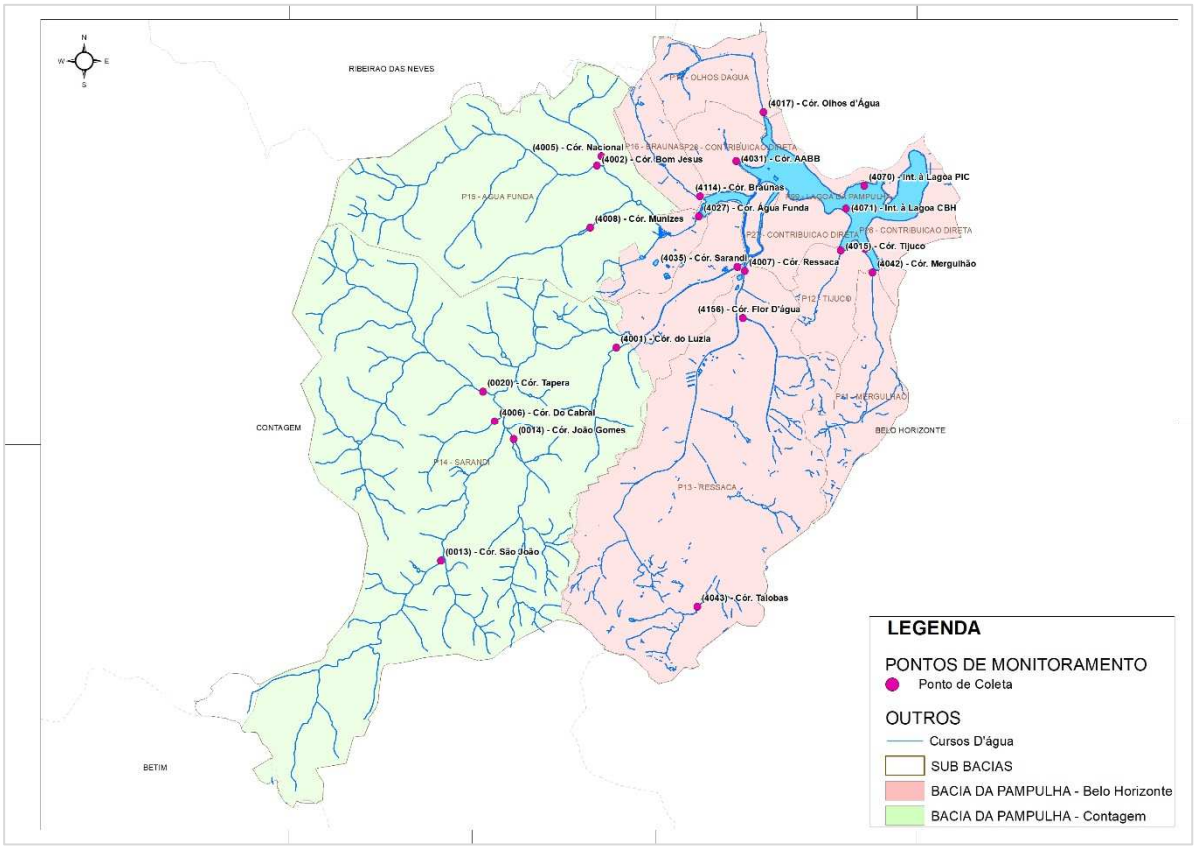

Figura 1: Rede de monitoramento da Bacia da Lagoa da Pampulha: COPASA, 2024.

METODOLOGIA

A rede de monitoramento da Bacia da Lagoa da Pampulha conta com 19 pontos de coleta nos tributários e 3 pontos internos à Lagoa, totalizando 22 pontos. Atualmente as coletas são realizadas com periodicidade mensal, sendo que os resultados analíticos representam as condições observadas naquele dia específico do mês de realização da amostragem. Por se tratar de coletas pontuais, os resultados podem ser afetados devido a fatores diversos como: intempéries, manutenções pontuais e descartes clandestinos.

Diante das diversas exigências do poder concedente, os córregos da bacia da Lagoa da Pampulha requerem o monitoramento full time para garantir a qualidade, integridade e melhoria continuada dos tributários e, consequentemente, da Lagoa da Pampulha.

Nesse sentido, a GMME está buscando a contratação de dados de qualidade da água em pontos distintos, instalados nos córregos afluentes à lagoa da Pampulha e seus tributários. Serão utilizadas sondas multiparamétrica de quatro parâmetros de qualidade da água, sendo eles: turbidez, oxigênio dissolvido (OD), condutividade e temperatura (figura 2). A turbidez permite, além de verificar o aumento de sólidos em suspensão, indicar o caráter sistêmico da poluição, haja vista as inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente para outro. As águas poluídas incluem aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), sendo este um importante indicador de enriquecimento orgânico. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral. Por fim, a elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais, sendo que, os organismos aquáticos possuem limites de tolerância relacionados ao ciclo de vida. Desta forma, com estes parâmetros será possível inferir possíveis contaminações nos cursos d'água e permitir a atuação imediata para correção. Os dados de monitoramento a serem adquiridos terão frequência mínima de 24 análises diárias (monitoramento horário).

Figura 2 1: Sonda Multiparamétrica composta de sensores de temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido (OD) e condutividade e temperatura, com módulo de comunicação: COPASA, 2024.

O projeto piloto compreendeu a instalação de painel com os equipamentos necessários para a análise de turbidez, OD, condutividade e temperatura. O painel foi instalado no interior da EEE Pampulha utilizando sua estrutura interna de segurança e alimentação elétrica. O painel está conectado a uma bomba responsável pela coleta das amostras de água no córrego Água Funda, um dos tributários da Lagoa da Pampulha (Foto 1). O painel de monitoramento foi integrado ao sistema da COPASA através do protocolo MQTT. Os dados disponibilizados permitiram a avaliação da qualidade do córrego, bem como subsidiar as tomadas de decisão, permitindo ações preditivas e corretivas imediatas em caso de alterações na qualidade da água.

Foto 1: Equipamento para monitoramento instalado no córrego Água Funda: COPASA, 2024.

RESULTADOS OBTIDOS

Os testes foram realizados no córrego Água Funda, tributário direto da lagoa da Pampulha, trecho localizada na avenida Otacílio Negrão de Lima, 8100, bairro Braúnas, Belo Horizonte MG. A sonda foi instalada na Estação Elevatória de Esgoto - EEE Pampulha, juntamente com a infraestrutura responsável pela captação e bombeamento das amostras. As amostras analisadas em bancada (Laboratório Central) foram coletadas de forma simultânea com as aferições realizadas pela sonda in loco. Os resultados obtidos com a sonda foram avaliados por meio de análise comparativa com os resultados das análises realizadas em laboratório convencional.

Data/Hora		Resultados de Bancada - Laboratório Central					Resultados *in loco* - sonda multiparâmetros - Hydrolab HL4				
Data	Hora	Turbidez UNT	Oxigênio Dissolvido	Condutividade	pH	Temperatura	Turbidez UNT	Oxigênio Dissolvido	Condutividade	pH	Temperatura
07/10/2024	09:00:00	7,68	6,90	256,00	7,92	22,00	12,30	6,50	245,60	-	22,60
07/10/2024	10:00:00	8,64	7,87	251,30	8,17	23,00	18,40	7,60	251,70	-	24,60
07/10/2024	11:00:00	8,61	8,36	248,60	8,28	25,30	13,60	7,30	257,50	-	26,90
07/10/2024	12:00:00	11,8	8,68	242,70	8,57	26,80	37,70	7,70	259,80	-	28,20
07/10/2024	13:00:00	6,07	8,34	239,00	8,70	27,40	23,90	7,40	261,60	-	29,40
07/10/2024	14:00:00	8,99	7,95	238,80	8,74	28,00	202,40	7,00	260,30	-	30,00
07/10/2024	15:00:00	7,48	7,04	237,50	8,65	27,80	24,2	6,50	260,60	-	30,10
08/10/2024	09:00:00	164,00	3,15	218,90	7,43	22,90	176,80	3,50	217,30	-	24,00
08/10/2024	10:00:00	175,00	4,00	188,80	7,50	24,60	284,10	4,20	190,00	-	26,20
08/10/2024	11:00:00	139,00	4,83	185,00	7,58	26,50	156,90	4,40	195,20	-	28,50
08/10/2024	12:00:00	95,00	7,64	190,80	5,06	27,90	132,00	4,60	207,60	-	30,40
08/10/2024	13:00:00	62,00	7,70	195,10	5,21	28,70	90,20	4,60	218,20	-	31,80
08/10/2024	14:00:00	46,20	5,45	204,90	7,72	28,80	64,00	4,60	228,50	-	31,80
08/10/2024	15:00:00	36,20	4,76	213,60	7,73	28,80	43,90	4,40	239,00	-	31,60
09/10/2024	09:00:00	7,05	5,69	295,20	7,83	24,20	17,40	5,10	299,20	-	27,80
09/10/2024	10:00:00	8,28	6,46	289,30	7,97	25,90	16,20	5,70	305,80	-	27,80
09/10/2024	11:00:00	8,88	6,51	286,10	8,03	27,10	14,70	5,90	308,20	-	29,40
09/10/2024	12:00:00	12,00	6,76	281,00	8,09	28,20	33,70	6,00	310,90	-	30,60
09/10/2024	13:00:00	15,00	6,73	276,20	8,14	28,80	56,10	5,80	311,10	-	31,50
09/10/2024	14:00:00	35,00	6,09	277,60	8,07	28,20	55,60	5,30	312,50	-	31,60
09/10/2024	15:00:00	11,60	5,90	277,20	8,00	28,50	29,90	5,10	311,10	-	31,40

Tabela 1 - Análise comparativa dos resultados obtidos através da Sonda Multiparamétrica: COPASA, 2024.

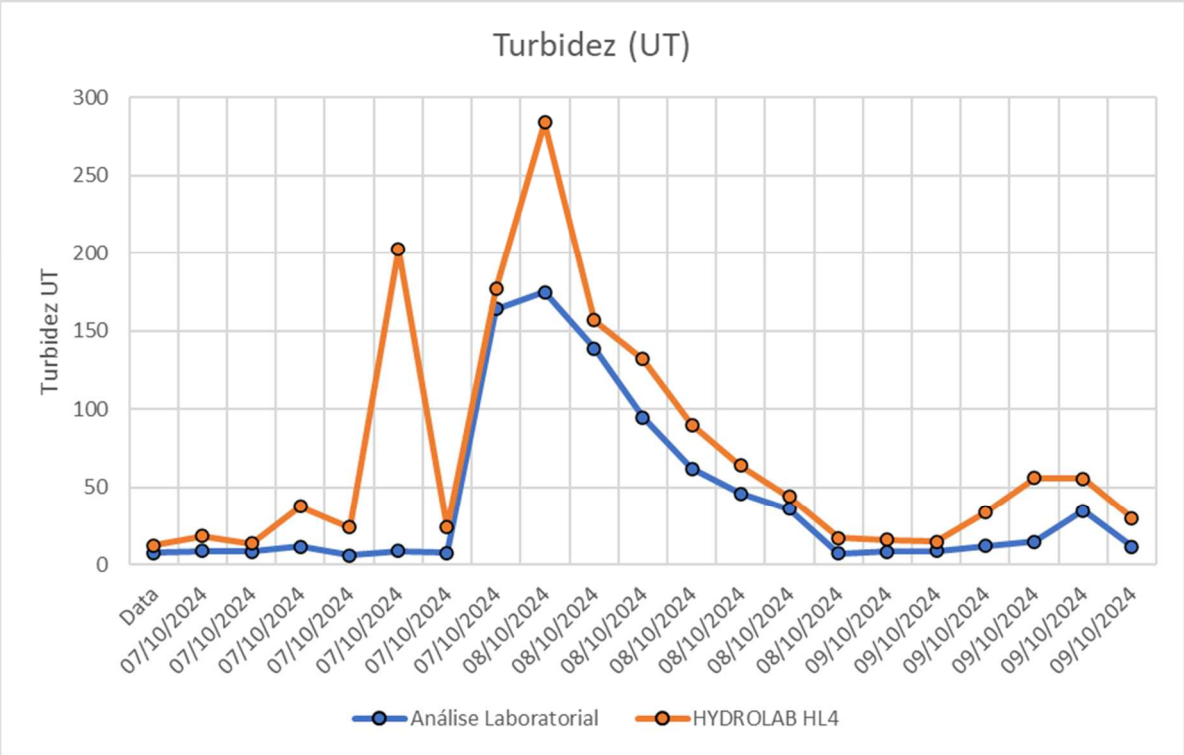

Gráfico 1 - Análise comparativa de resultados - Turbidez

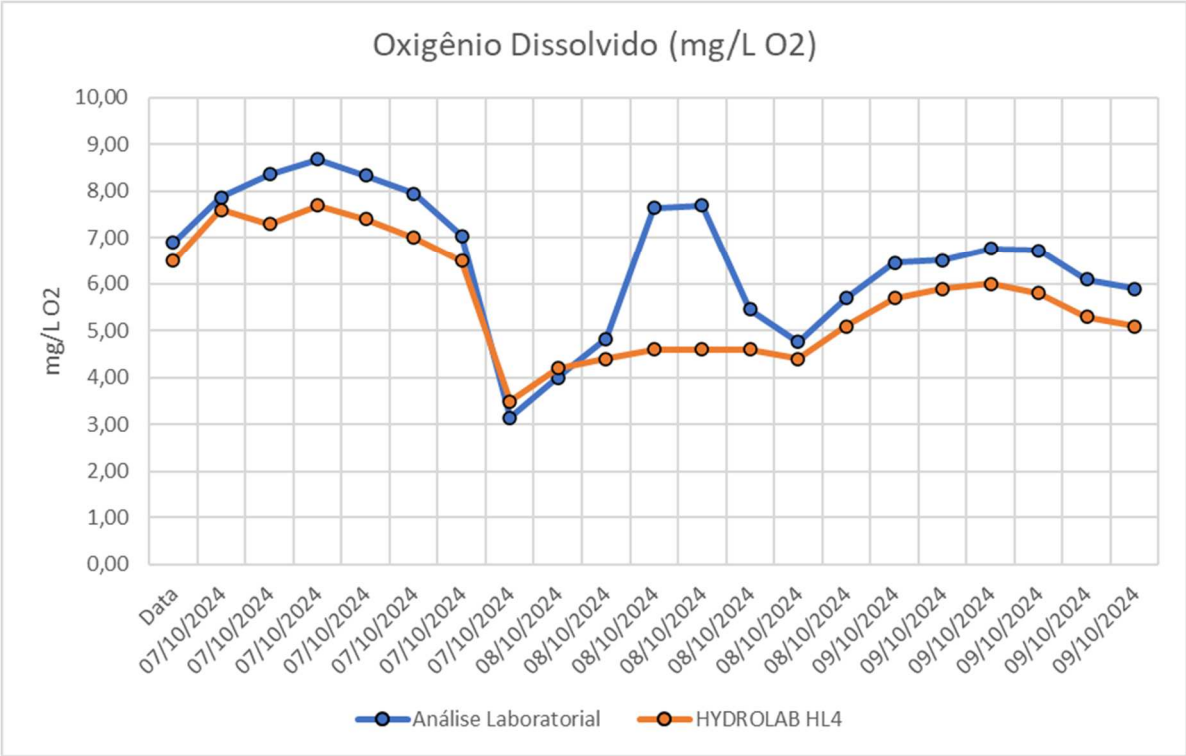

Gráfico 2 - Análise comparativa de resultados – Óxigênio dissolvido (OD)

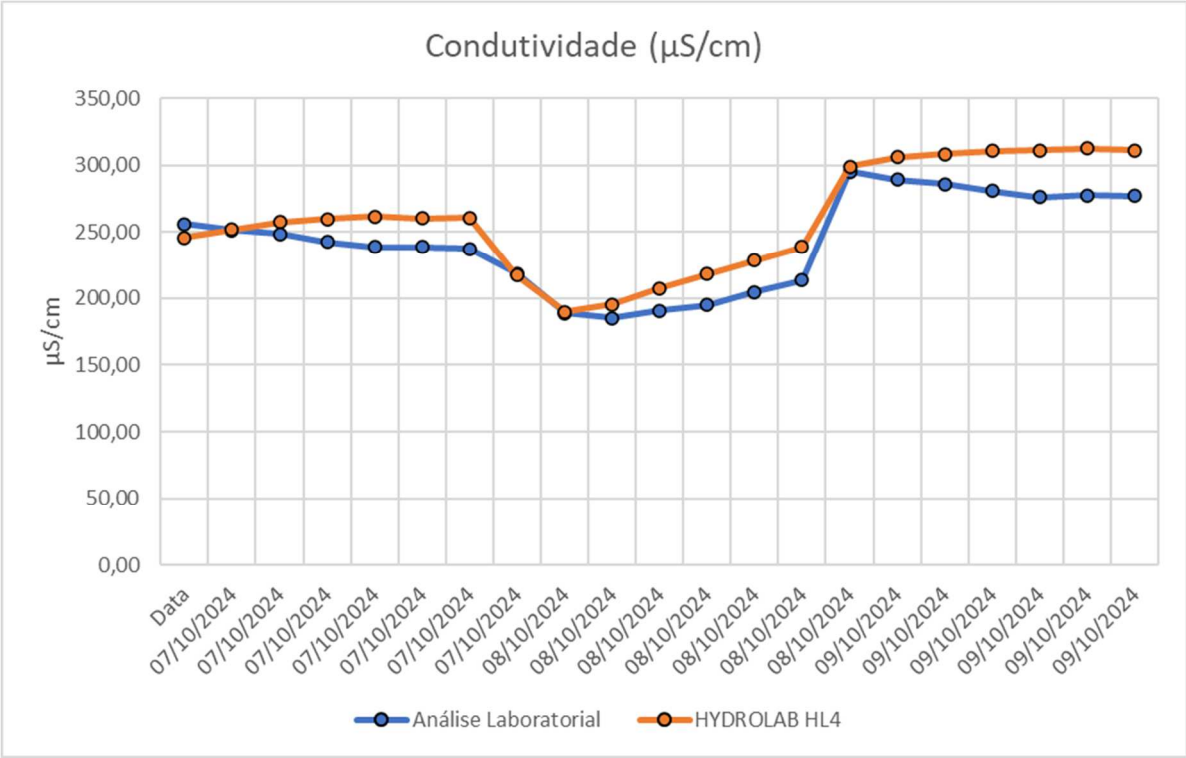

Gráfico 3 - Análise comparativa de resultados – Condutividade

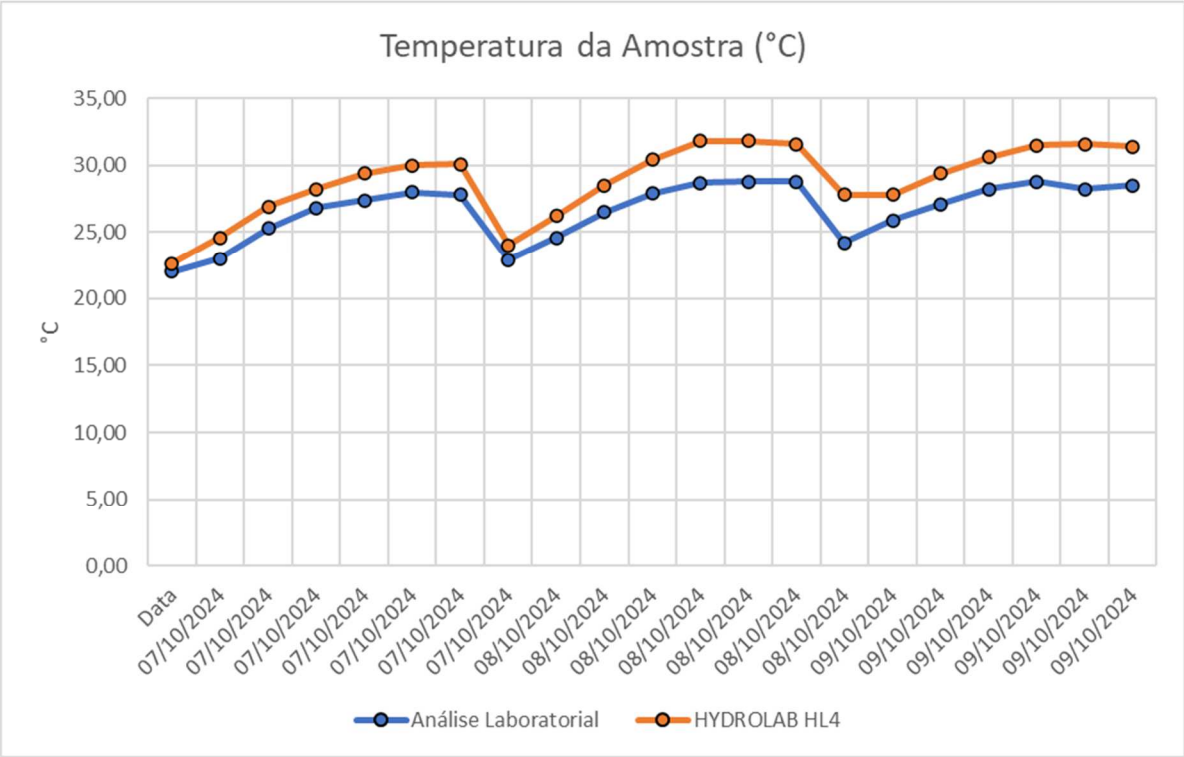

Gráfico 4 - Análise comparativa de resultados – Temperatura

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na comparação com os métodos usuais de análise dos parâmetros feitos em laboratório, a sonda mostrou resultados próximos e com forte correlação, sendo confiável nas determinações para os parâmetros testados, e representando um instrumento eficaz de avaliação in loco.

Considerando que, no modelo proposto a sonda não ficará inserida no corpo d'água, a infraestrutura de coleta, armazenamento das amostras e transmissão de dados foram avaliadas com a presença de um operador durante todo o período de amostragem. De maneira geral, a infraestrutura de coleta de amostras, assim como, a transmissão dos dados analíticos através do protocolo MQTT, se mostraram bastante satisfatórias.

Análise das curvas e dados obtidos pela sonda demonstram alteração na turbidez entre os dias 07 e 08/10/2024 provocada por movimentação de maquinário próximo ao leito do córrego ocasionando alterações no referido parâmetro. É sabido que o aumento da turbidez se deve à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos. Desta forma, a disponibilidade dos dados on-line permitiu ações proativas e imediatas para restabelecimento das condições normais.

Ressalta-se que, o foco deste estudo é a confiabilidade dos dados analíticos, uma vez que, a proposta inicial é a aquisição dos dados, ficando sob responsabilidade da contratada a operação e manutenção de toda estrutura necessária para obtenção dos dados de monitoramento.

CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu a conclusão da eficiência e ganhos possíveis com a automatização do processo de coleta e análise dos dados de qualidade da água, além de permitir o monitoramento on-line e tomadas de decisões rápidas e assertivas.

O monitoramento on-line permitirá acompanhamento em tempo real quanto às condições de qualidade dos corpos receptores trazendo ganhos imensuráveis em relação ao tempo de resposta às alterações bruscas de determinados

parâmetros. Possibilitará também a análise quanto a evolução histórica dos parâmetros de forma a obter curvas de tendência permitindo planejamento adequado e coerente.

Tais práticas vão de encontro também aos Objetivos Sustentáveis da Organização das Nações Unidas (ONU), com destaque para: 6 - Água Potável e Saneamento; 3 - Saúde e Bem-Estar; 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura; 14 – Vida na Água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023: informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. - Brasília: ANA, 2024.

BORGES, M. J. et al. Eficiência de Interceptores de Esgoto sobre a Qualidade da Água: Uma contribuição ao Planejamento Urbano Aplicado à Cidade de Jaboticabal – SP – Holos Environment, V.2 n.1, 2002 – P. 87-105.

MORUZZI, Rodrigo Braga et al. Avaliação de cargas difusas e simulação de autodepuração no córrego da Água Branca, Itirapina (SP). Geosciences=Geociências, v. 31, n. 3, p. 447-458, 2012.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Disponível em: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil. Acesso em: 07/04/2025.

SILVA, Régis Leandro Lopes da. Monitoramento da qualidade da água em tempo quase-real: uma alternativa para a gestão de recursos hídricos. 2018. 192 f. RBRH, Porto Alegre, v. 24, e46, 2019.

VON SPERLING, Marcos. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. DESA/UFMG, 2007.