

AQUALAB IA - SISTEMA AUTÔNOMO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZANDO MACHINE LEARNING, VISÃO COMPUTACIONAL E MICROSCOPIA



E. E. Prof.^a Maria das Dores Ferreira da Rocha – Santa Rita D'Oeste- SP



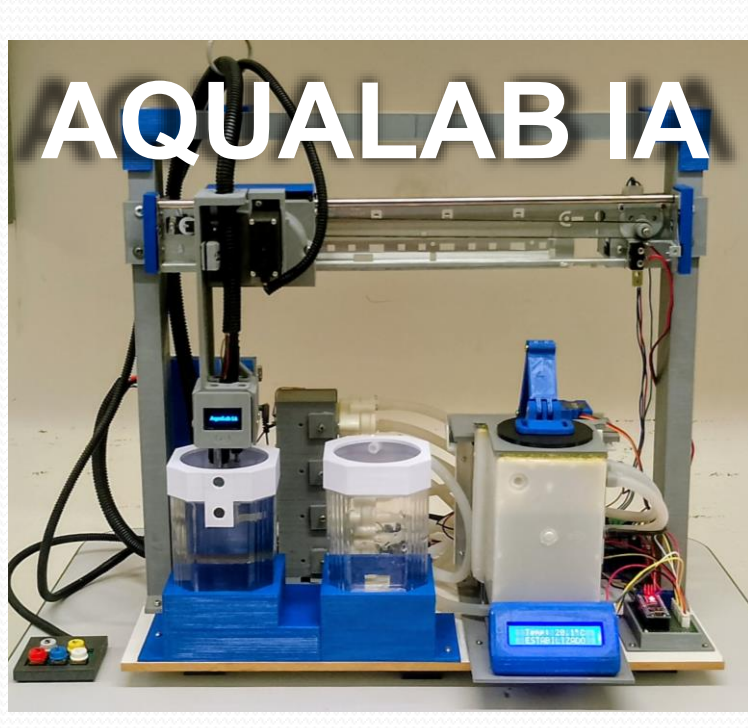
Autores: Daniel Ponzani Fernandes, Raynan V. Garrio e Tiago Murilo M. Dias; **Orientador:** Eder Carlos Antoniassi ;**Coorientador:** Edson Antônio Henrique

INTRODUÇÃO



Dados da qualidade da água em âmbito mundial ainda são escassos devido à baixa capacidade de análise e monitoramento (ONU, 2023).

Análises tradicionais são pouco frequentes, demoradas e possui custos elevados, dificultando a detecção precoce (FERNANDES; GOIS, 2015).



Análises em tempo real de 10 parâmetros – físico, químicos e biológicos da qualidade da água.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

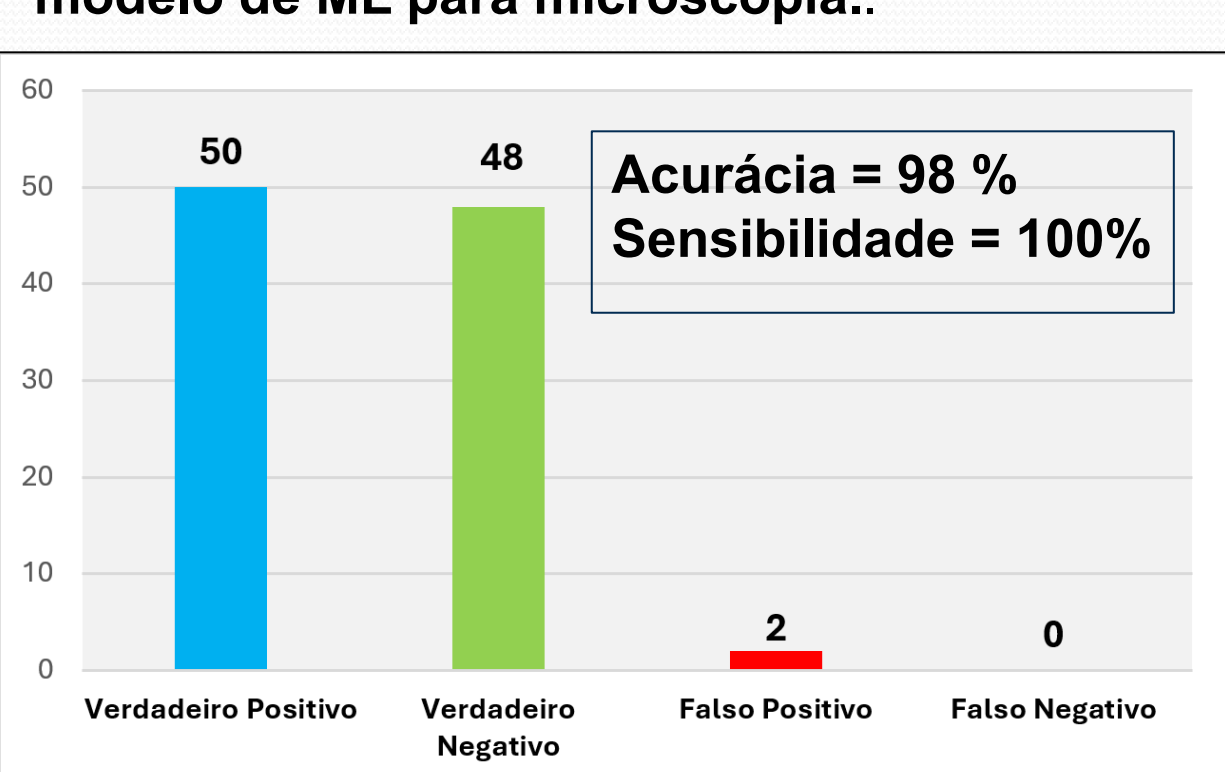
O modelo de Aprendizado de Máquina do sistema de microscopia obteve **98%** de acurácia e **100%** de sensibilidade em testes realizados com 100 amostras, eliminando o risco de falsos negativos (Figura 1 e Gráfico 1).

Figura 1 – Matriz de confusão do ML para microscopia.

	REAL	
	Água com Micro-organismos	Água sem Micro-organismos
PREVISTO	Água com Micro-organismos	Água sem Micro-organismos
Água com Micro-organismos	50 (VP)	2 (FP)
Água sem Micro-organismos	0 (FN)	48 (VN)

Fonte: Autores, 2026.

Gráfico 1 – Quantidade de Acertos e erros do modelo de ML para microscopia..



O modelo de Aprendizado de Máquina para análise de Coliformes Totais e *E. coli* alcançou **100%** nas métricas de acurácia, sensibilidade e precisão, não ocorrendo falsos positivos ou falsos negativos na classificação das amostras, validando a eficácia do sistema (Figuras 2 e 3).

Figura 2 - Teste de eficiência - Edge Impulse

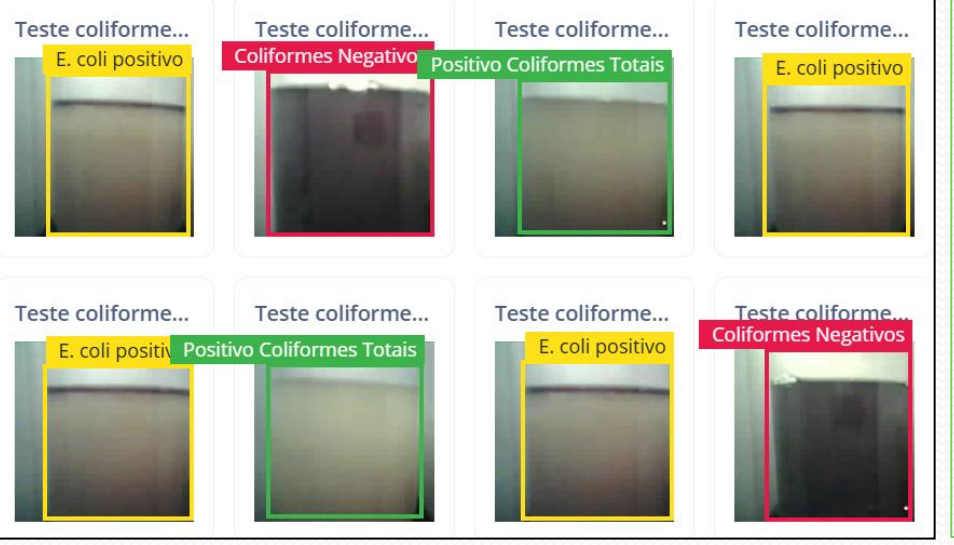
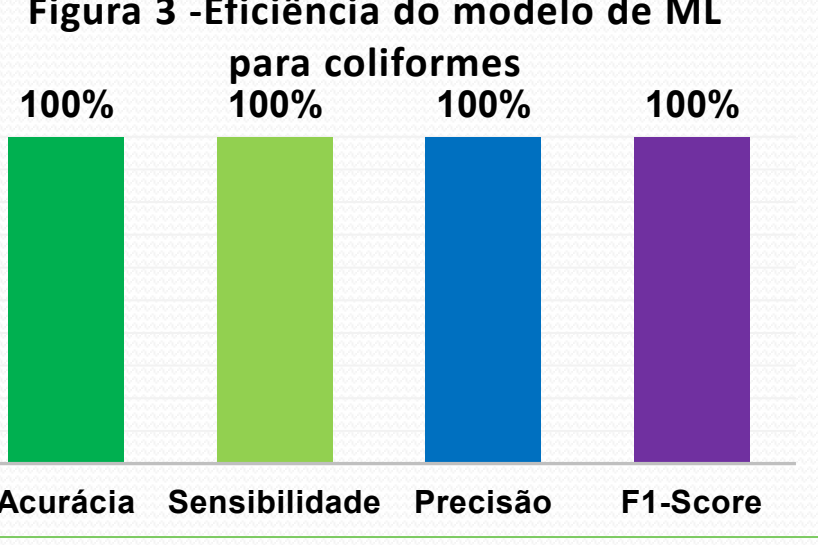
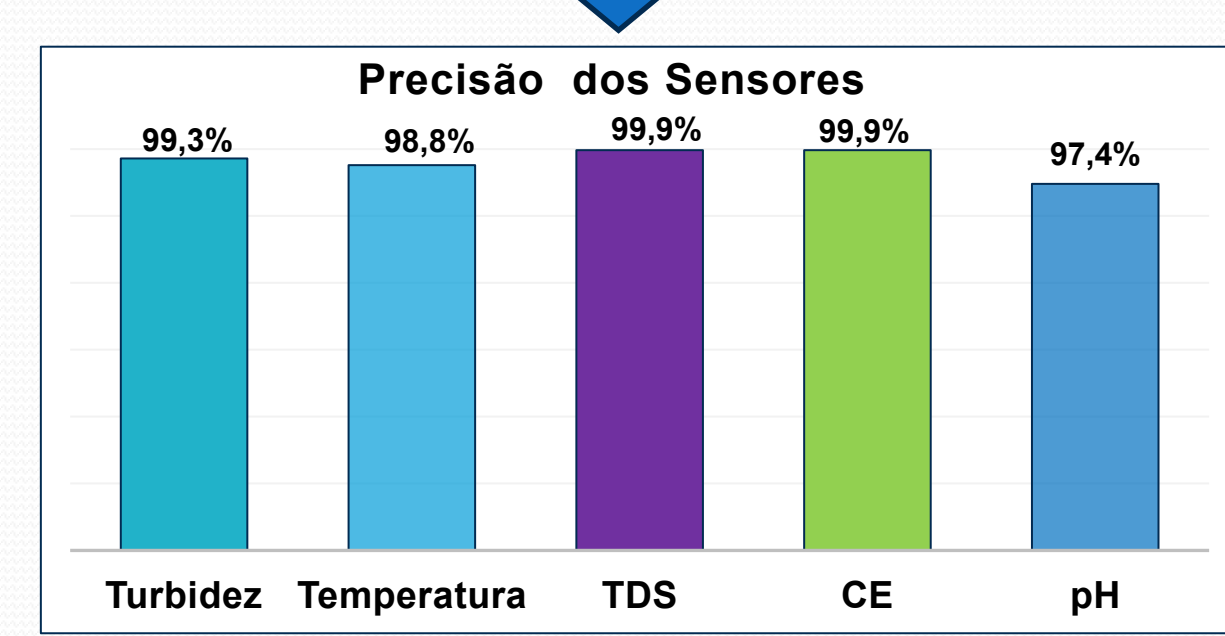


Figura 3 - Eficiência do modelo de ML para coliformes



Fonte: Autores, 2026.

Todos os sensores ambientais alcançaram precisão acima de **97%** após a calibração com soluções de referência.



Fonte: Autores, 2026.

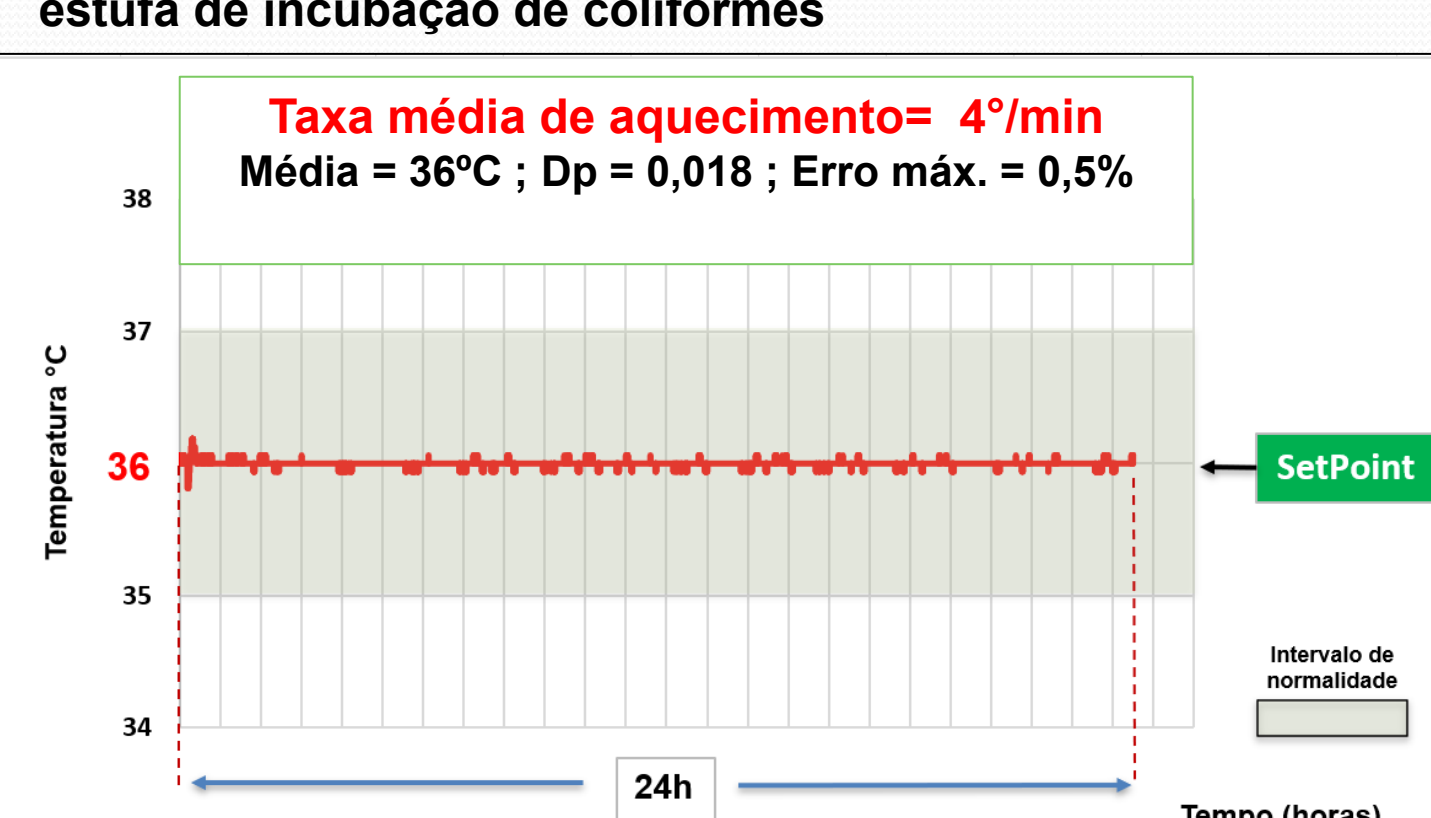
Os 10 parâmetros analisados pelo sistema AquaLab IA



Fonte: Autores, 2026.

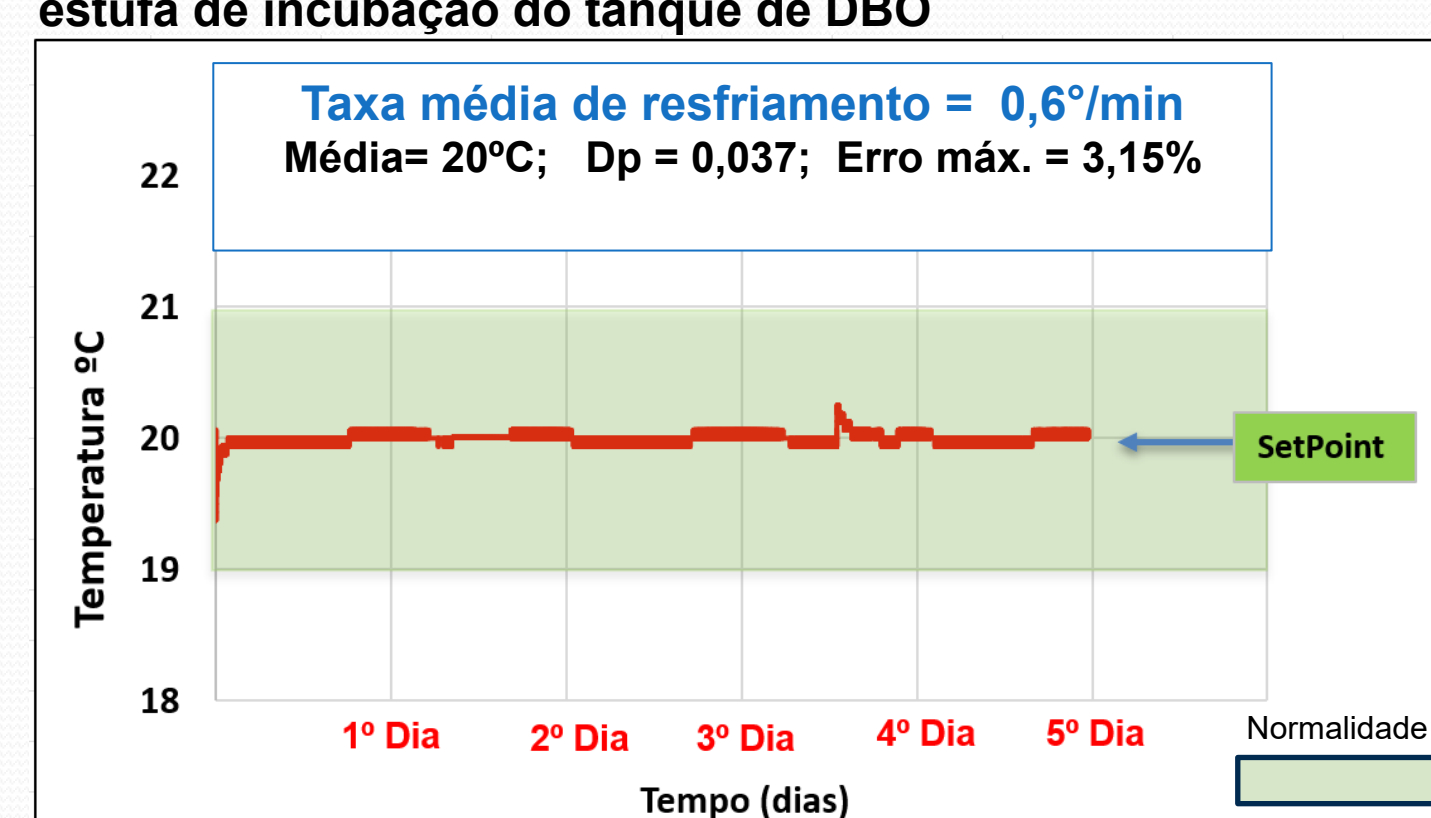
Os controles de temperatura PID dos sistemas de incubação alcançaram **99,5%** de precisão para a estufa de coliformes (Gráfico 2) e **96,5%** para o tanque de DBO (Gráfico 3), mantendo a temperatura sempre dentro do intervalo de normalidade.

Gráfico 2 - Eficiência e estabilidade de temperatura da estufa de incubação de coliformes



Fonte: Autores, 2026.

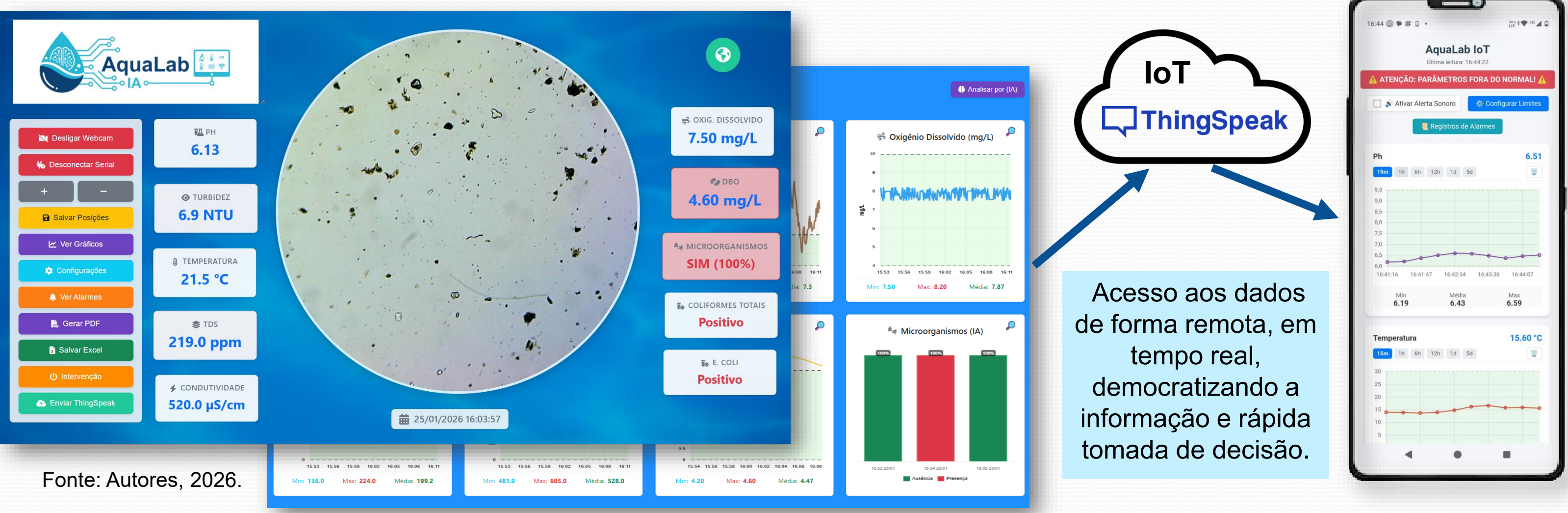
Gráfico 3 - Eficiência e estabilidade de temperatura da estufa de incubação do tanque de DBO



Fonte: Autores, 2026.

A interface desenvolvida em JS, para computadores e dispositivos móveis, exibe em tempo real os 10 parâmetros coletados pelo sistema, incluindo: gráficos de histórico das variáveis, registro de alarmes, relatórios em PDF, exportação dos dados para planilhas Excel, análise dos dados por IA via API, envio dos dados para a plataforma IoT, intervenções autônomas e manuais e configuração dos limites de normalidade dos parâmetros (Figura 4).

Figura 4 - Interface do sistema AquaLab IA para computadores e dispositivos móveis.



Fonte: Autores, 2026.

Revolução na Análise da Qualidade da Água com Engenharia e Inteligência Artificial

- Não fora encontrado no mercado equipamentos que ofereçam todas as funcionalidades do Sistema AquaLab, sendo o **único** com a capacidade de realizar de forma autônoma análises microbiológicas da água utilizando IA, e com o custo de produção de apenas **2,6%** do valor de aparelhos comerciais.
- Nosso sistema realiza a análise de **10 parâmetros** da qualidade da água, um **recorde** em sistemas de baixo custo, que se limitam a parâmetros físico-químicos.
- O projeto alinha-se diretamente com **7 dos 17 objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**, com grande potencial para proteger a saúde pública e os ecossistemas aquáticos.

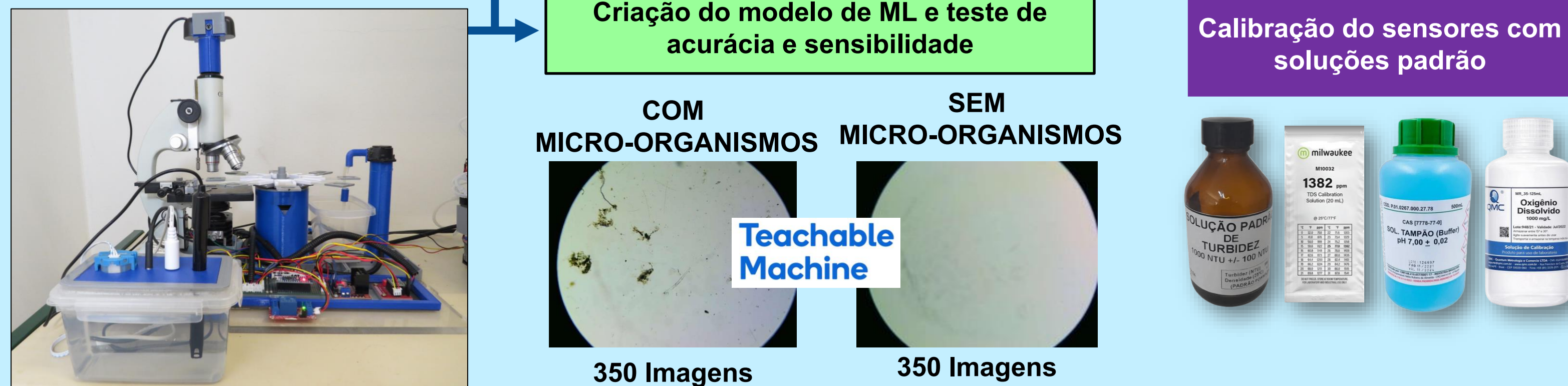
REFERENCIAL TEÓRICO

FERNANDES, Luana Leal; GOIS, Rosineide Vieira. Avaliação das principais metodologias aplicadas às análises microbiológicas de água para consumo humano voltadas para a detecção de coliformes totais e termotolerantes. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Paragominas, PA, v. 6, n. 2, p. 49-64, jul.-dez. 2015. FREITAS, Fernando Garcia de; MAGNABOSCO, Ana Leila. Saneamento é saúde: como a falta de acesso à infraestrutura básica afeta a incidência de doenças relativas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil? São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2025. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos 2023: parcerias e cooperação para a água. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384657_por. Acesso em: 13 de Jul. 2025.

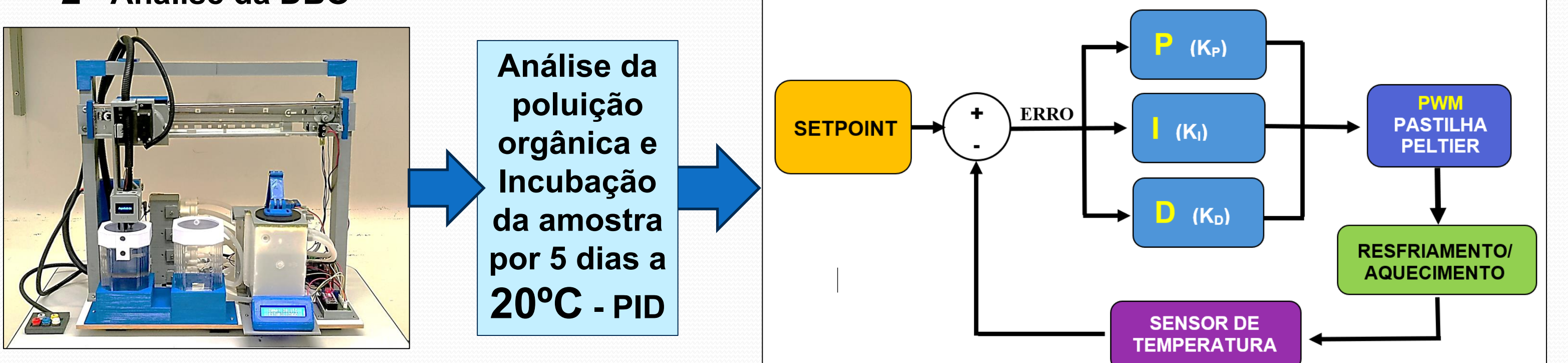
METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

EXTRUTURA MODULAR

1- Microscopia e Sensoriamento



2 - Análise da DBO



3 - Coliformes Totais e E. coli



Fonte: Todas as imagens desta seção são dos autores, 2026.