



Encontro Técnico **AESABESP**

31º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

TRABALHO TÉCNICO 31ETC-05519 O AUMENTO DE EFICIÊNCIA E SEGURANÇA DA OPERAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES POR BIORREATOR POR MEMBRANAS USANDO MONITORAMENTO REMOTO EM TEMPO REAL COM TECNOLOGIA INTERNET DAS COISAS INDUSTRIAL (IIOT)

Marcelo Martinez Ramos

José Alfredo Mattio

Above-Net – www.abovenet.com.br

Hydro Solution – www.hydrosol.com.br

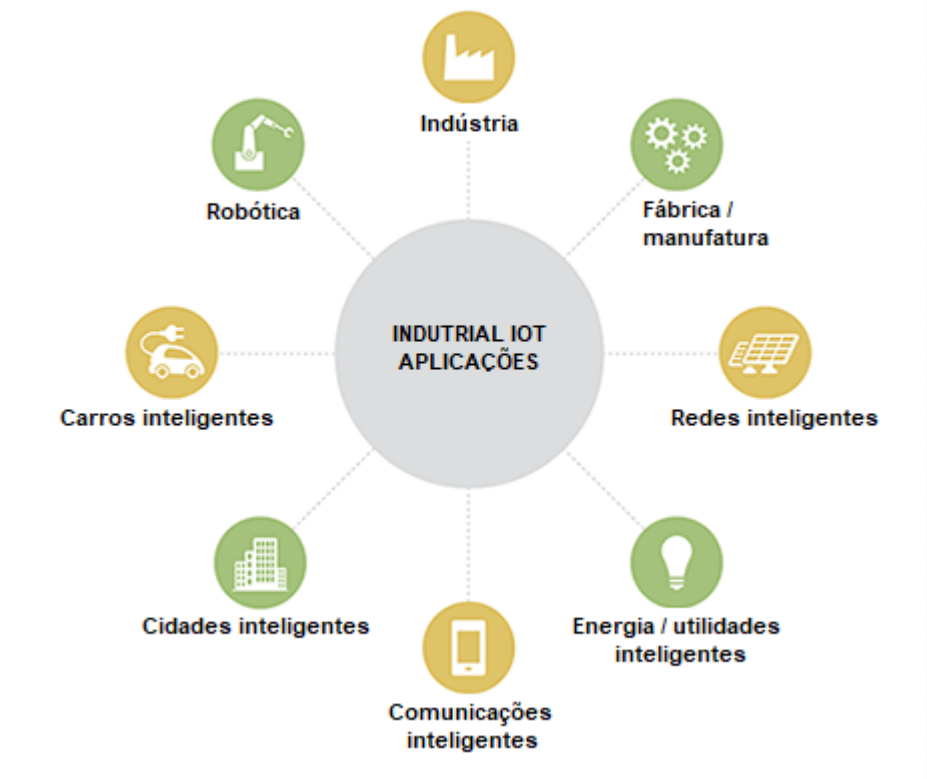
Relevância do Trabalho

O trabalho abrange pontos importantes da utilização de IIOT em sistemas de tratamento e reuso de esgotos sanitários, destacando-se:

- Implementação de controle e monitoramento de variáveis de processo em ETEs compactas e descentralizadas otimizando-se índices de CAPEX e OPEX.
- Possibilitar rápida avaliação, desenvolvimento e aplicação de tecnologias inovadoras como utilização de membranas cerâmicas de SiC de placas planas imersas em processos MBR.
- Inserir a aplicação do Sistema no contexto de sustentabilidade nas Smart Cities ou Cidades Inteligentes 4.0.

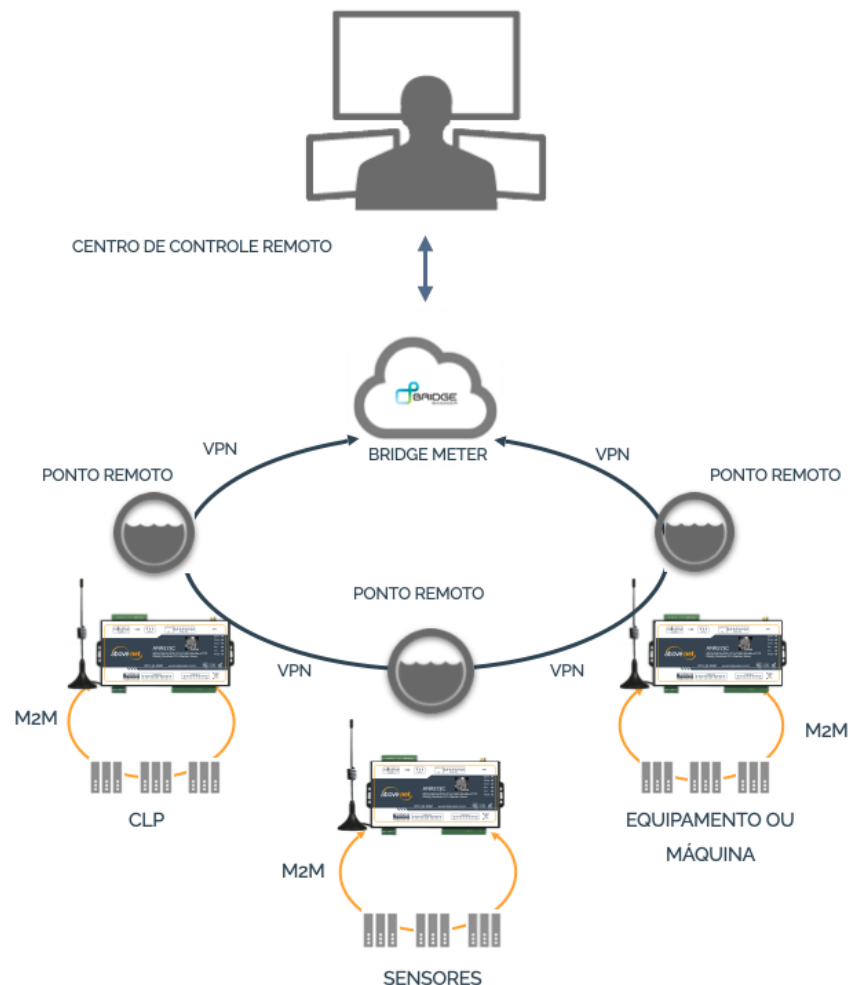
IoT Industrial

- A Internet das coisas industrial (IIoT) refere-se à extensão e uso da Internet das coisas (IoT) em aplicações e setores industriais. Com um forte foco na comunicação máquina-a-máquina (M2M), big data e aprendizado de máquina, a IIoT permite que setores e empresas tenham melhor eficiência e confiabilidade em suas operações. O IIoT abrange aplicações industriais, incluindo robótica, dispositivos médicos e processos de produção definidos por software.



Monitoramento IoT Industrial vantagens...

- Baixo custo de instalação
- Compatível com sensores e CLPs da Indústria
- Telecomando Remoto
- Monitoramento de produção
- Transmissão dados remotos
- Análise, alarmes, tendências

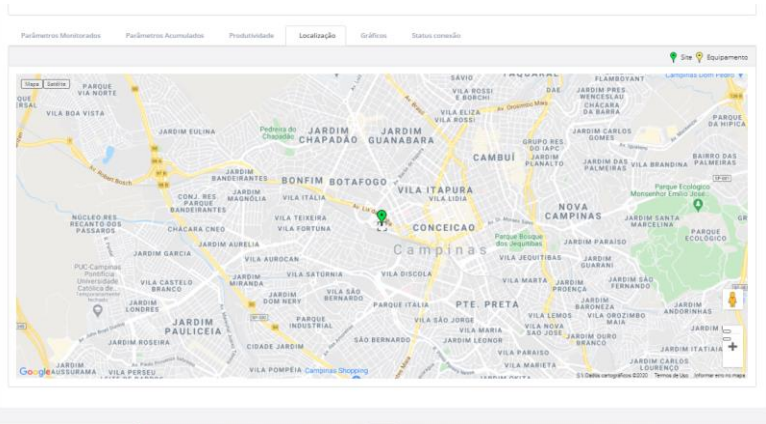


Monitoramento IoT Industrial ETE compacta...



Parâmetros Monitorados	Parâmetros Acumulados	Produtividade	Localização	Gráficos	Status conexão				
12h 24h 48h 72h									
Medida	Muito Baixo	Baixo	Alto	Muito Alto	Data	Última Leitura	Máximo	Mínimo	Unid. Med.
Sensor de Pressão		0,60	1,20	2,00	25/11/20 15:12:33	0,02	0,04	0,01	bar
Sensor de Vácuo	-0,65	-0,55	-0,40		25/11/20 15:12:33	-0,01	-0,01	-0,02	bar
Temperatura	19,0	21,0	50,0	60,0	25/11/20 15:12:33	32,1	32,1	22,3	°C
Tensão de Alimentação	7,00	9,00	36,00	38,00	25/11/20 15:12:33	23,67	23,72	23,65	v
Umidade	30,0	40,0	60,0	80,0	25/11/20 15:12:33	74,9	100,0	74,9	%

Selecione um parâmetro para ver histórico



Monitoramento

Relatório

Hydro Solution

Fuso Horário: America/Sao_Paulo

Home / Equipamentos Monitorados / Equipamento

ET Rodoviária Campinas Online Linha: Todas

Fuso Horário: America/Sao_Paulo

Destques

Bomba EEEQ 2

Bomba EEEQ1

Sensor de Pressão

6.562,58 m3
Última Leitura

0,00 m3
Consumo Fatura

Sensor de Vácuo

Tensão de Alimentação

ETEs Compactas e descentralizadas

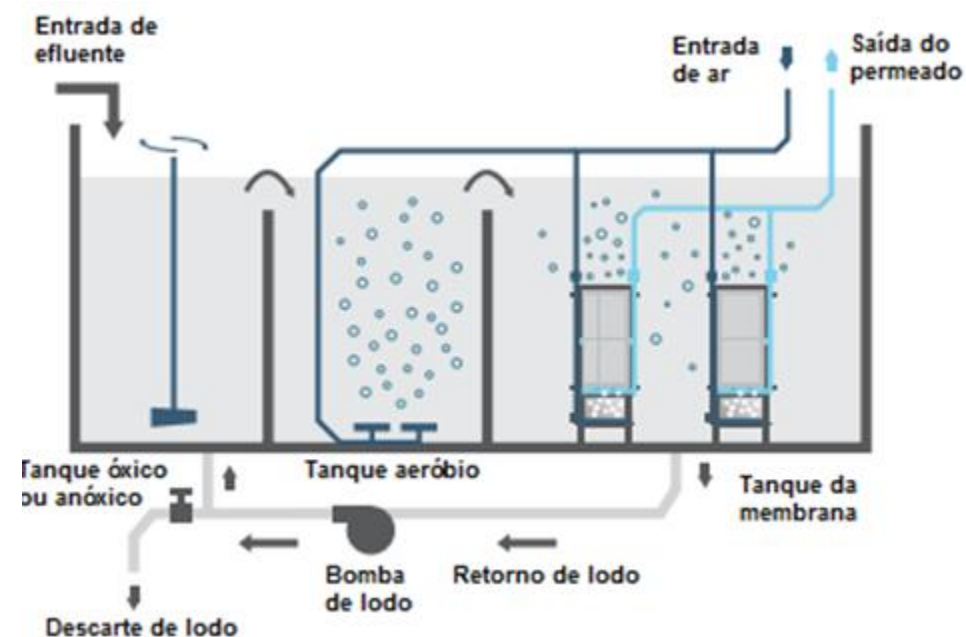
Comparativos de Tecnologias

	MBBR	IFAS	FBBR	Lodo Ativado	MBR	Biomassa Granulada
Tipo de Biomassa	Fixada em suportes plásticos móveis	Fixada em suportes plásticos móveis. Biomassa livre	Biomassa fixada em suportes fixos	Biomassa livre em suspensão	Biomassa livre em suspensão	Fixado em suportes granulares de biomassa
Superfície útil m ² /m ³	500 -1500	500-1500/--	250-1200	--	--	2000-3000
Biomassa especializada	Sim C; DN e N em estágios	Sim, Nitrificação na mídia, C- na biomassa livre	Sim C; DN e N em estágios	Não, Biomassa misturada	Não, Biomassa misturada	Sim, C, DN e N no próprio reator
Sensibilidade a sólidos	3-5 mm separação	3-5 mm separação	3-5 mm separação	Sedimentador Primário	1-3 mm separação	3-5 mm Separação
Concentração do Lodo no reator (g/l)	0.3 - 0.5	2-4	2-5	N/A	10-12	N/A
Separação do Lodo	Clarificador ou flutador	Clarificador	Clarificador	Clarificador	Membranas	N/A
Carga Volumétrica kg DBO ₅ /m ³ /d	0.7-3	0.6	0.5 - 2	0.3	0.5	3

Classificação dos biorreatores através da aglomeração microbiana (em suspensão, fixa ou granular).

Tecnologias : aumento da biomassa, flexibilidade na remoção de poluentes, performance.

Sistema MBR Fases Anóxica/Óxicas



Estações Tratamento MBR

- MBR (Membrane Bio Reactor)
- Barreira física para eliminar vírus e bactérias
- Efluente de melhor qualidade
- Degradação mais eficiente de poluentes
- Extremamente compactas
- Baixa produção de lodo
- Maior resistência à flutuações na alimentação



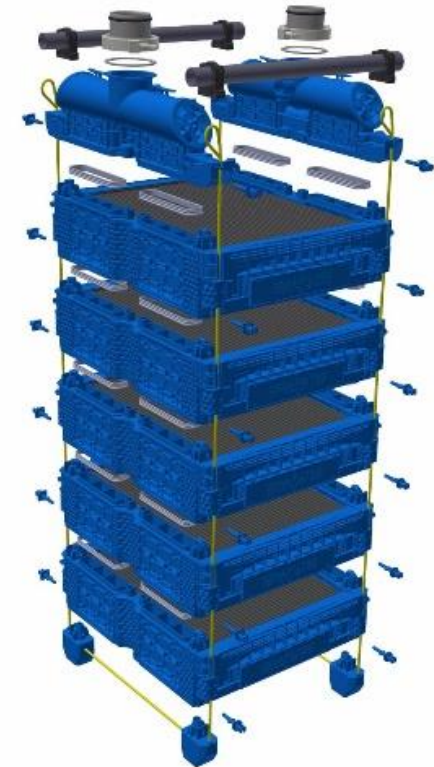
Membranas Cerâmicas em processos MBR

Características e vantagens da membrana de SiC

Hidrofilico	→	permeabilidade de água limpa de 10.000 LMH/bar
Anti-entupimento	→	a membrana repele partículas com carga negativa
Quimicamente inerte	→	sem degradação da membrana por qualquer químico ou solvente
Durável e robusto	→	9 em dureza Vickers e pode suportar temperatura de até 800 °C

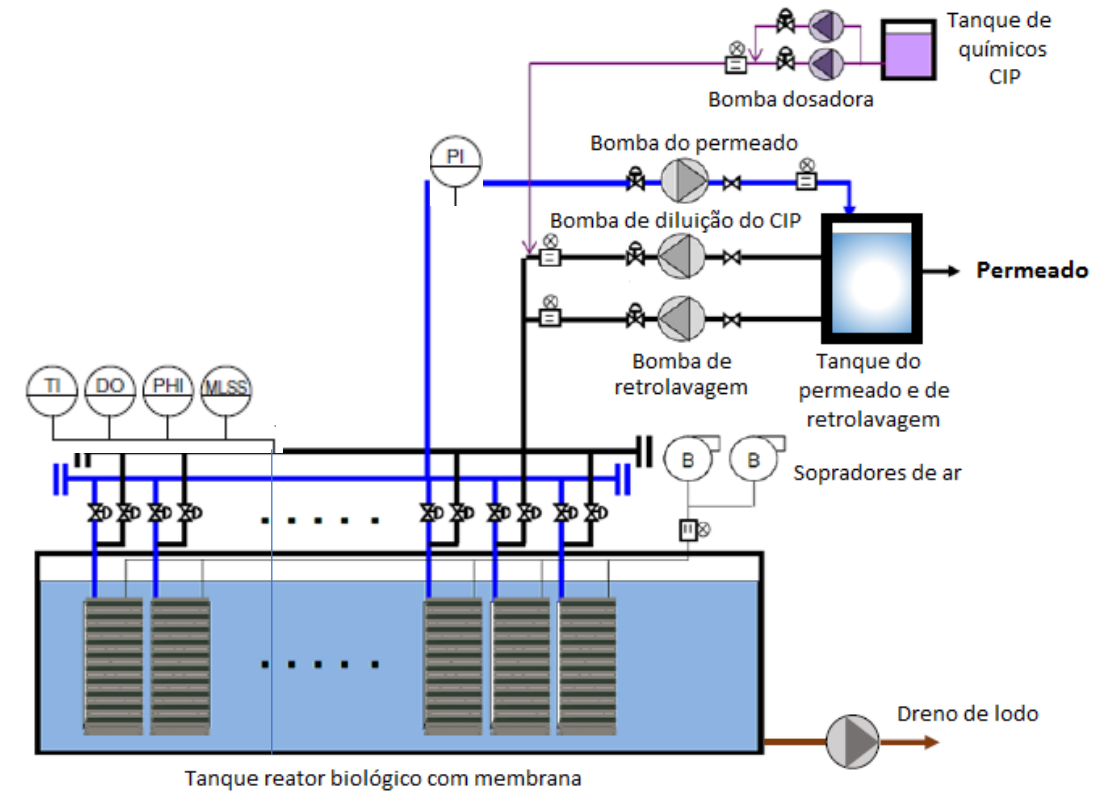
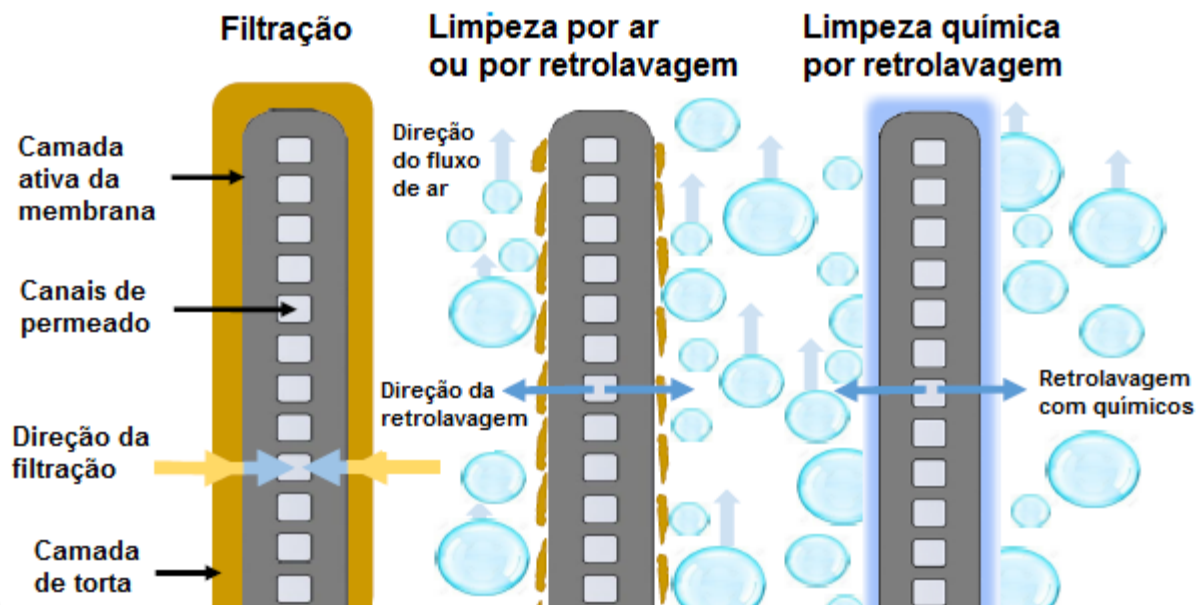
Características e vantagens operacionais

- ✓ Designs altamente compactos
- ✓ Alta recuperação - próxima a 100 % em balanço de massa
- ✓ Manutenção mínima e operação simples
- ✓ Vida útil superior a 10 anos
- ✓ Resistente a solventes, óleo, gordura, alta temperatura e alta pressão
- ✓ Menor consumo de energia



Controle de processo MBR e sujidade das membranas

Corte transversal da membrana de placa plana durante diferentes modos operacionais



- Processos físicos, químicos e biológicos podem provocar a sujidade.
- A sujidade pode ser reversível ou irreversível

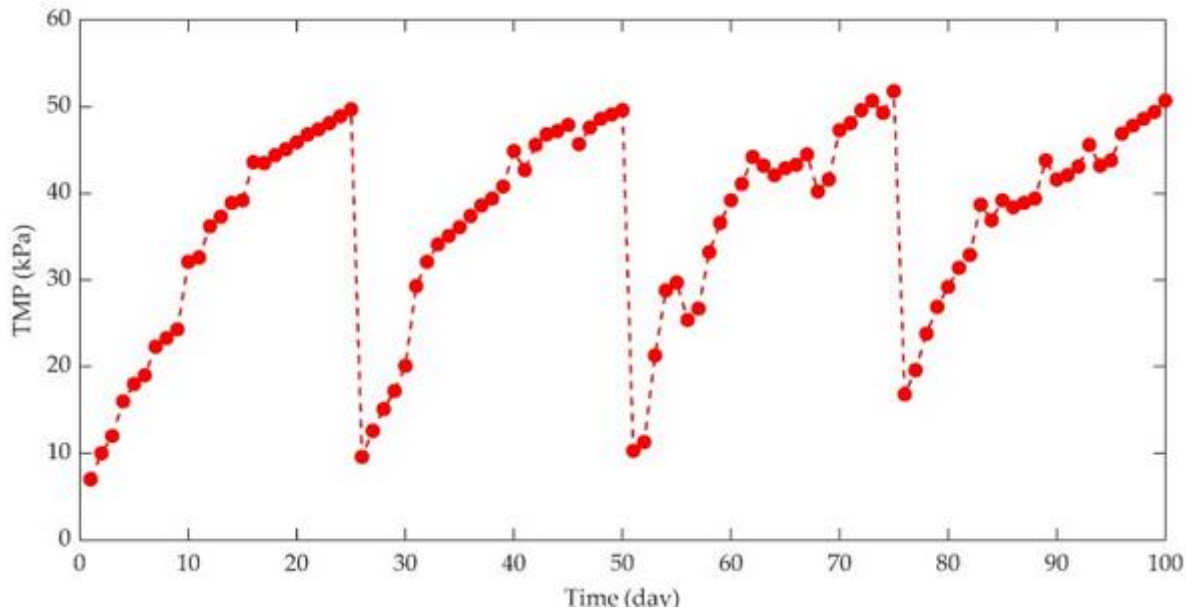
- CEB(chemical enhanced backwash)
- CIP(clean in place)

Etapas do trabalho

- **O trabalho foi dividido em três partes:**
- Atual, onde variáveis são coletadas para tomada de decisão, com consequentes ajustes manuais de processo.
- Futura, onde variáveis serão coletadas para tomada de decisão, com possibilidade de atuação a distância no CLP.
- Futura, onde machine learning otimizará a operação do sistema.

Machine learning é uma tecnologia onde os computadores têm a capacidade de aprender de acordo com as respostas esperadas por meio de associações de diferentes dados, os quais podem ser imagens, números e tudo que essa tecnologia possa identificar. Machine learning é o termo em inglês para a tecnologia conhecida no Brasil como aprendizado de máquina.

Ciclo do processo e pressão transmembrana (TMP)



CICLO OPERACIONAL			
Backwash	2	min	Retrolavagem (filtração reversa + aeração)
Operation	11	min	Operação (filtração + aeração)
Flush	1	min	Limpeza (apenas aeração)
Operation	11	min	Operação (filtração + aeração)
Flush	1	min	Limpeza (apenas aeração)
Operation	11	min	Operação (filtração + aeração)
Flush	1	min	Limpeza (apenas aeração)
Backwash	2	min	Retrolavagem (filtração reversa + aeração)
Operation	11	min	Operação (filtração + aeração)
Flush	1	min	Limpeza (apenas aeração)
Operation	11	min	Operação (filtração + aeração)
Flush	1	min	Limpeza (apenas aeração)
Operation	11	min	Operação (filtração + aeração)
Flush	1	min	Limpeza (apenas aeração)
Resting	5	min	Repouso (sem filtração e sem aeração)

TOTAL 81 min

Instrumentos de medição e painel em plataforma móvel



Figura 5: Hidrômetro com sensor digital para medição de fluxo da produção da estação de tratamento²

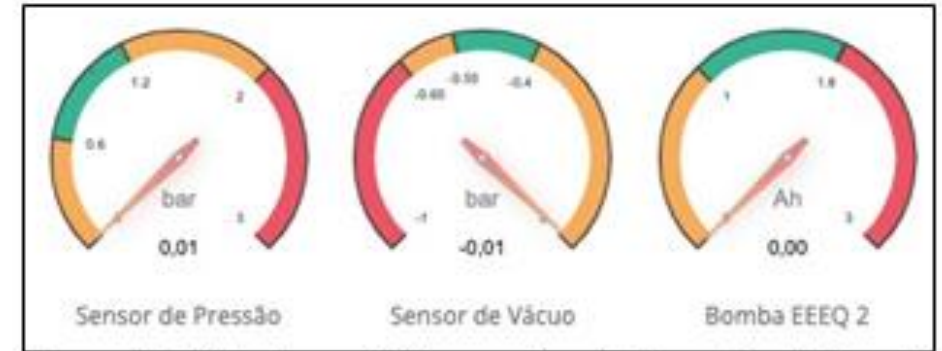


Figura 6: Painel com Informações de Pressão de Recalque, Pressão Transmembrana MBR e Corrente da Bomba.²

Foram instalados como parte da solução de monitoramento de IoT Industrial na estação de tratamento: sensores de vácuo da membrana, sensores de corrente da bomba de recalque e retrolavagem e um hidrômetro digital, para medição da pressão negativa (TMP) correntes das bombas, e fluxo da produção de efluente - respectivamente.¹

Resultados e avaliações

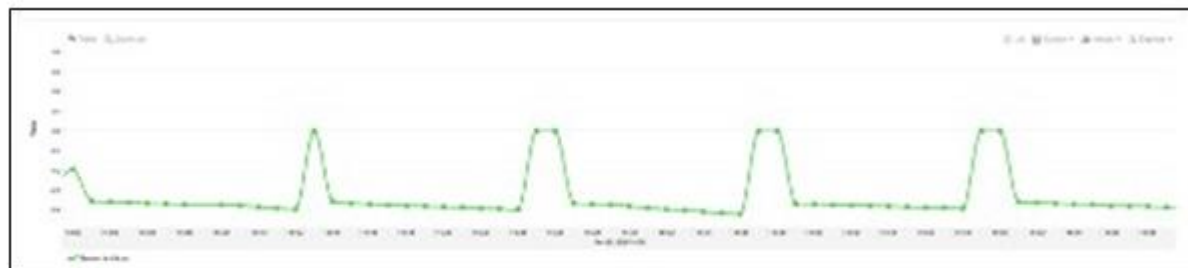


Figura 7: Gráfico da pressão de sucção da membrana do sistema de medição de IoT Industrial em tempo real em operação normal ²

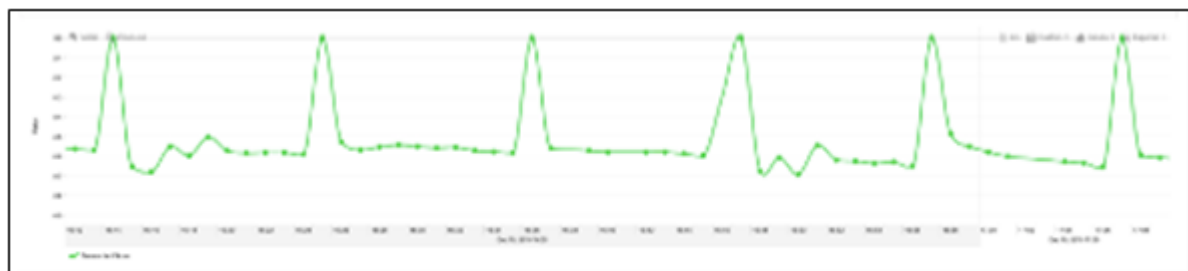


Figura 8: Gráfico da pressão de sucção da membrana do sistema de medição de IoT Industrial em tempo real em operação anormal ²

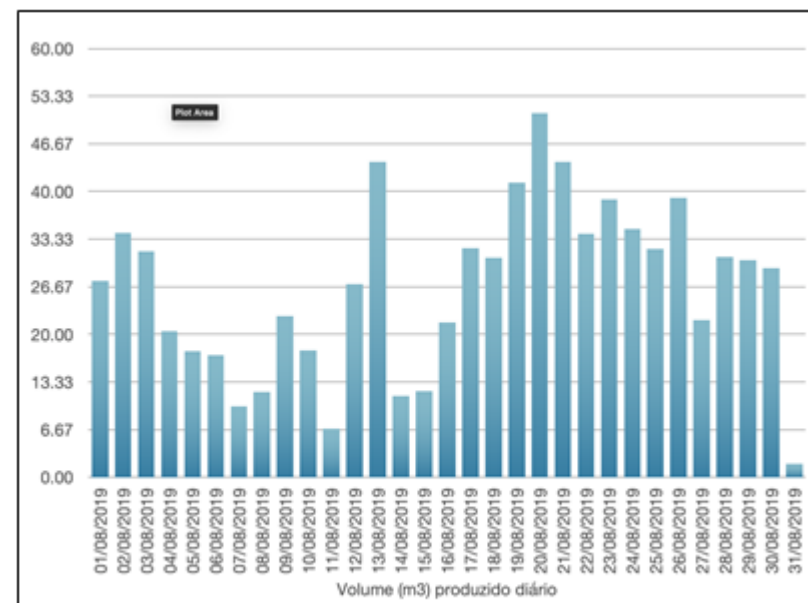


Figura 9: Gráfico da produção diária aferida automaticamente pelo sistema de telemetria e monitoramento ²

- Rápida tomada de decisão na otimização do ciclo da membrana.
- Avaliar mudanças de processo de Backwash introduzindo CEB com água ozonizada.
- Otimizar a produção de água de reuso.

O que faz o sistema ser atraente nas Smart Cities ou Cidades inteligentes 4.0 (Sustentabilidade)

ANÁLISE DE CUSTO/BENEFÍCIO

- (Menor CAPEX), menor investimento em redes coletoras, menor área de instalação
- (Menor OPEX), ÁGUA DE REUSO COM Payback curto, menor geração de lodo, menor custo de operação

ESCASSES DE RECURSOS

- Permite depender menos de coleta e tratamento de água para usos menos nobres devido ao reuso do efluente tratado.

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

- Frente a estações centralizadas o Sistema permite redução de consumo em estações elevatórias.

PREPARAÇÃO PARA O FUTURO

- Crescimento populacional (Sistema modular e móvel)
- Otimização de recursos naturais (consome menos água)
- Transição operacional (facilidade de aprendizado com o histórico de coletas de dados e otimização de variáveis de processo).

