

## IMPLANTAÇÃO DE UM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL (CCO) EM SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

### **Tiago A. Viana<sup>(1)</sup>**

Doutor em Ciências Biológicas/UFRJ. Analista de Qualidade/CEDAE. Professor Universitário. Pós-graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental/UFRJ. Coordenou os Laboratórios de Controle de Qualidade de Esgotos das ETEs Ilha do Governador e Barra da Tijuca/RJ. Foi Coordenador de Distribuição de Água e Coordenador de Meio Ambiente e Pesquisa no interior do Rio de Janeiro/CEDAE

### **Vitor Hugo Ferreira de Lima<sup>(2)</sup>**

Engenheiro de Produção. Pós-graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental/UFRJ. Bacharel em Farmácia. Pós-graduado em Tecnologia Industrial Farmacêutica. Chefe do Departamento de Manutenção dos Sistemas Acari e Ribeirão das Lajes/CEDAE

### **Renato da Silva Santos<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Ambiental. Supervisor do CCO/CEDAE

### **João Carlos Pinto Batista<sup>(4)</sup>**

Bacharel em Gestão e Planejamento Ambiental. Pós-graduado em Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente/UERJ. Coordenador de Operação e Manutenção dos Sistemas Xerém e Mantiquira/CEDAE

### **Mário Sergio Ruas Martins<sup>(5)</sup>**

Químico. Chefe do Departamento de Tratamento e Operação dos Sistemas Acari e Ribeirão das Lajes/CEDAE

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Mário Calderaro, 485 – Engenho de Dentro – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20735-330 - Brasil.  
Tel: +55 (21) 99593-3146 - e-mail: [tiago-viana@cedae.com.br](mailto:tiago-viana@cedae.com.br)

## RESUMO

O presente trabalho visa apresentar os resultados da implantação de novo Centro de Controle Operacional (CCO) em concessionária de água e esgotos no Estado do Rio de Janeiro. Esse CCO controla o segundo maior macrossistema produtor de água do estado do Rio de Janeiro, formado pelos sistemas Ribeirão das Lajes, Acari e pelas ETAs Japeri e Campos Elíseos, com capacidade de tratamento de 10,3 m<sup>3</sup> L/s. O CCO foi concebido a partir de ferramentas de *business intelligence* e foi baseado no mapeamento e remodelagem de todos os processos produtivos e de qualidade. A implementação foi baseada em iniciativas inovadoras e de baixo custo. Os principais resultados obtidos foram: (1) desenvolvimento operacional e maximização da segurança e eficiência operacional; (2) monitoramento do sistema de forma clara, intuitiva e remota; (3) obtenção de processos mais enxutos e ágeis; (4) centralização e consolidação de informações, resultando em resposta gerencial mais rápida e assertiva; (5) otimização da documentação e registros das informações operacionais; (6) disponibilização de informações de forma rápida a qualquer interessado; (7) maior interação com o CCO Central da Sede da Companhia; e, (8) melhoria nos processos de comunicação entre todas as unidades e setores, com redundância na comunicação (internet via satélite, rádio comunicadores e telefone rural).

**PALAVRAS-CHAVE:** Desenvolvimento operacional, inovação, mananciais de classe especial

## INTRODUÇÃO

A quantidade e qualidade da água de abastecimento público desempenham papel fundamental no desenvolvimento econômico sustentável de países emergentes como o Brasil. A eficiência e a segurança operacional são desafios significantes para os pequenos sistemas produtores de água e para aqueles em áreas mais afastadas dos grandes centros urbanos, mais carentes de tecnologia e recursos humanos. Neste contexto, o monitoramento da qualidade das águas dos mananciais é de fundamental importância para a obtenção de respostas rápidas e confiáveis, visando evitar que possíveis variações bruscas na qualidade da água bruta nas represas possam impactar o tratamento e atingir o consumidor final (TSUTIYA, 2014).

A fim de obter acesso a água bruta de melhor qualidade, “a opção mais lógica é a escolha de mananciais mais protegidos e, conseqüentemente, mais distantes, possibilitando que a água bruta seja passível de ser tratada por processos convencionais” (FILHO, 2020). Entretanto, a distância entre as unidades e o isolamento geográfico podem trazer dificuldades na comunicação dessas unidades com seus gestores. Sistemas como esses tendem a ter processos produtivos e de qualidade mal dimensionados e carentes de remodelagem.

Os sistemas produtores de água abordados neste trabalho abastecem a localidades e distritos periféricos ou carentes na Baixada Fluminense, além de bairros no subúrbio da cidade do Rio de Janeiro. Os sistemas mais antigos fazem parte de um sistema histórico, concebido e implementado a partir do fim do século XIX. Esses se encontram em áreas florestais (Reserva Biológica do Tinguá), nos municípios de Nova Iguaçu e Duque de Caxias e contam com sistemas de tratamento baseados em tecnologias simples. Os dois sistemas mais modernos, as ETAs Japeri e Campos Elíseos, por sua vez, são ETAs de pequeno porte, que tratam entre 150 e 200 L/s.

## **OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi implantar o Centro de Controle Operacional a partir da remodelagem de todos os processos produtivos e de qualidade dos sistemas citados.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

### **Sistemas produtores e parâmetros monitorados**

Os sistemas de produção monitorados pelo CCO são o Sistema Ribeirão das Lajes, em Paracambi, o Sistema Acari/Linhas Pretas, formado pelos subsistemas Rio D’Ouro (Figura 1), São Pedro e Tinguá, em Nova Iguaçu, e pelos subsistemas Xerém e Mantiquira, em Duque de Caxias. Além desses, as Estações de Tratamento de Água (ETA) Japeri e Campos Elíseos, em Seropédica e Duque de Caxias, respectivamente, também são monitoradas. Esses municípios fazem parte da Baixada Fluminense, no Estado do Rio de Janeiro.

Os parâmetros de qualidade monitorados são turbidez, cor aparente, potencial hidrogeniônico (pH), cloro residual livre e íon fluoreto, a cada duas horas, conforme Portaria Nº 888 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021). Outros parâmetros de qualidade monitorados são: oxigênio dissolvido, alcalinidade, coliformes totais e coliformes fecais. Os parâmetros operacionais monitorados, por sua vez, são clima, vazão, número de voltas nos registros das comportas das barragens, frequência de operação das bombas elevatórias e *boosters*, *status* operacional das captações, bombas, *boosters*, filtros e decantadores, nível de reservatório, volume de coagulante aplicado e estoque de produtos químicos (hidróxido de cálcio em pastilha, ortopolifosfato de sódio, ácido fluossilícico, sulfato de alumínio e cloreto de polialumínio (PAC). Especificamente no Sistema Ribeirão das Lajes, os seguintes parâmetros operacionais também são monitorados: nível do canal adutor do Túnel 4, pressão do canal adutor, vazão da Adutora de Ribeirão das Lajes 1 (ARL 1), vazão da Adutora de Ribeirão das Lajes 2 (ARL 2), vazão total (ARL1 + ARL2), *status* de uso de cloro líquido proveniente de cilindro 900 kg ou proveniente de carreta, *status* da dosagem de ácido fluossilícico e ortopolifosfato de sódio.

Especificamente nos subsistemas UTs Rio D’Ouro, São Pedro, Tinguá, Xerém e Mantiquira, localizados em área florestal (dentro da Reserva Biológica do Tinguá), foram instaladas antenas de internet rural via satélite (HughesNet) para viabilizar o uso do WhatsApp para envio dos dados para o CCO (Figura 2). Rádios comunicadores e celulares rurais também foram disponibilizados para garantir a comunicação e envio dos dados para o CCO. Também foram instalados placas solares e geradores a fim de garantir o fornecimento ininterrupto de energia elétrica (Figura 3).

**Figura 1. Subsistema Rio D'Ouro, em Nova Iguaçu, dentro da Reserva Biológica do Tinguá. Detalhe para a data de inauguração, no ano de 1880.**



#### **Desenvolvimento do Protótipo de viabilidade do CCO**

Uma versão inicial foi desenvolvida em maio/2023 utilizando-se os softwares Excel e Power BI (Microsoft Office 360) e linguagens de programação HTML e CSS. Foi obtida uma interface gráfica amigável e de fácil compreensão e leitura. Esta versão foi utilizada por apenas 1 mês para fins de testes.

#### **Desenvolvimento da Versão definitiva do CCO e implantação**

Uma versão definitiva começou a ser desenvolvida em junho/2023. A implantação da versão definitiva do CCO se deu em junho/2023 (Figura 4). Essa versão definitiva foi desenvolvida utilizando-se os softwares Excel (Microsoft Office 360 – Microsoft Corporation) e Qlik Sense® (QlikTech International AB). Uma versão *mobile* para uso em *smartphones* com sistemas IOS (Apple Inc.) e Android (Google LLC) também foi desenvolvida (Figura 5).

Na versão definitiva, foi estabelecido um sistema de alertas em que o CCO sinaliza ao operador sobre a ocorrência de não-conformidades quanto aos valores máximos permitidos dos parâmetros de qualidade.

O envio dos dados de qualidade e operacionais a partir dos sistemas produtores para o CCO é feito por meio de mensagens instantâneas pelo aplicativo de *smartphone* WhatsApp (WhatsApp LLC) a cada duas horas. Estes dados são então transferidos pelo operador do CCO para uma planilha Excel. Os parâmetros vazão da ARL1, vazão da ARL2, vazão total (ARL1+ARL2), nível do canal adutor do Túnel 4, e pressão do canal adutor, por sua vez, são enviados automaticamente através de protocolo ModBus, pelo software ElipseMobile (Figura 6).

## **RESULTADOS OBTIDOS**

Os resultados mais relevantes provenientes da implantação do novo Centro de Controle Operacional (CCO) da Companhia foram:

- (1) desenvolvimento operacional e maximização da segurança e eficiência operacional;
- (2) monitoramento do sistema de forma clara, intuitiva e remota;
- (3) obtenção de processos mais enxutos e ágeis;
- (4) centralização e consolidação de informações, resultando em resposta gerencial mais rápida e assertiva;
- (5) otimização da documentação e registros das informações operacionais;
- (6) disponibilização de informações de forma rápida a qualquer interessado;

- (7) maior interação com o CCO Central da Sede da Companhia; e,
- (8) melhoria nos processos de comunicação entre todas as unidades e setores, com redundância na comunicação (internet via satélite, rádio comunicadores e telefone rural).

**Figura 2. Antenas de internet rural via satélite instaladas no subsistema Mantiqueira.**



**Figura 3. Placas solares instaladas em Xerém, no Sistema Acari/Linhas Pretas.**



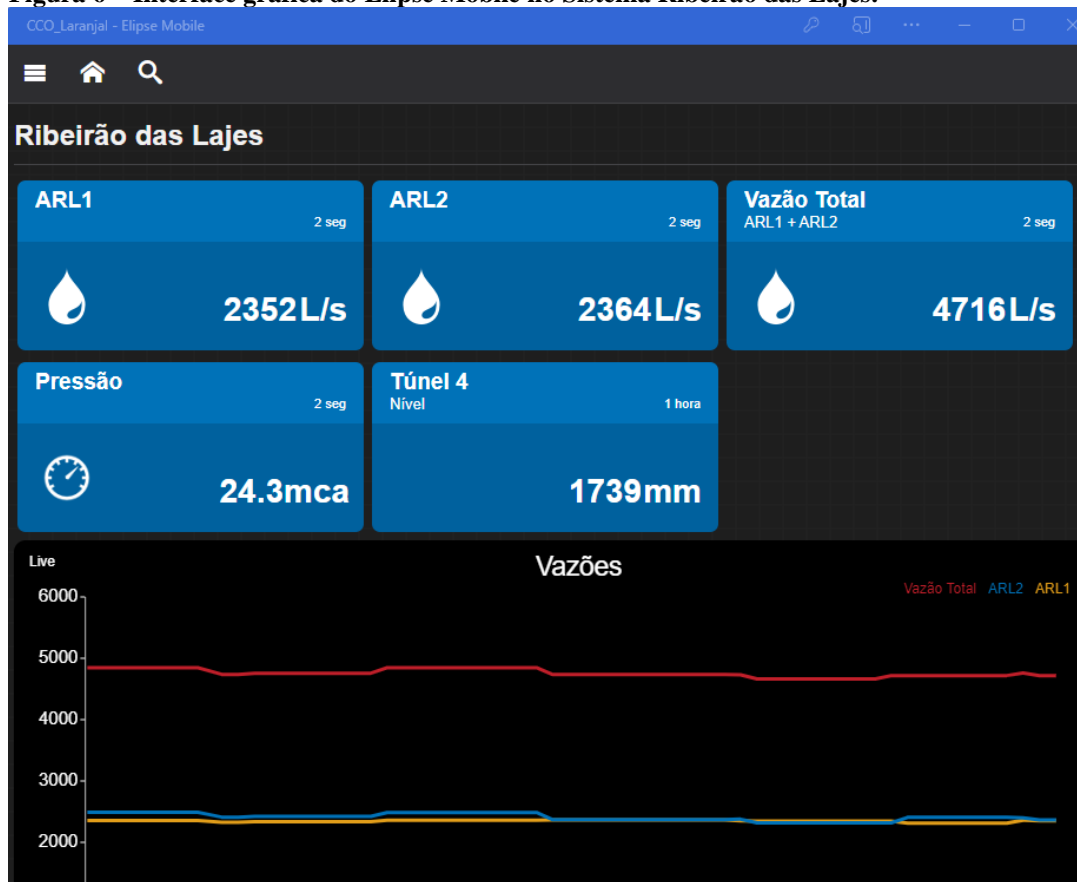
**Figura 4 – Interface gráfica do CCO mostrando a ETA Campos Elíseos.**



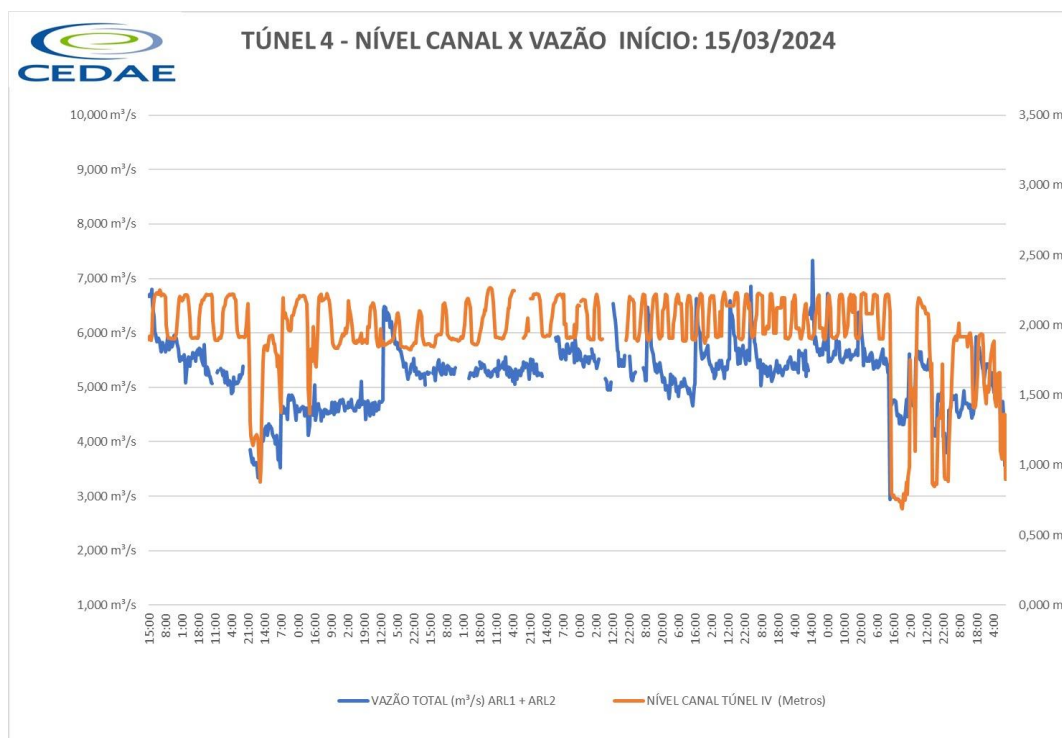
**Figura 5 - Interface gráfica do CCO acessível pelo *smartphone*.**



**Figura 6 – Interface gráfica do Elipse Mobile no Sistema Ribeirão das Lajes.**



**Figura 7 – Gráfico mostrando nível do canal de Túnel IV e vazão no Sistema produtor de Ribeirão das Lajes.**



## **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

A distância entre as unidades e o isolamento geográfico sempre foram desafios no que diz respeito à comunicação dessas unidades com o gestor do sistema, o que proporcionava um atraso nas tomadas de decisão. Nesse sentido, o CCO trouxe melhorias na comunicação entre as unidades operacionais e setores de coordenação, incluindo redundância na comunicação, conseguida pela internet via satélite, comunicação via rádio e telefone rural.

A remodelagem do fluxo de trabalho se deu em três tipos de processos: processos de monitoramento operacional, processos de monitoramento de qualidade e processos de controle de Estoque de Insumos e produtos químicos. Essa remodelagem removeu entraves e deu agilidade no envio de dados ao CCO. A revisão dos formulários operacionais, os ajustes realizados no espaço físico do CCO e o treinamento teórico e prático dos colaboradores foram fundamentais para o alcance dos objetivos e resultados supracitados.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria N° 888, de 04 de maio de 2021.
2. Companhia Estadual de Águas e Esgotos - CEDAE. Diretoria de Grande Operação. Gerência de Controle de Qualidade. Plano de Contingência e Emergência do Sistema Acari-Linhas Pretas. 2023.
3. FILHO, S.S.F. *Tratamento de Água – Concepção, Projeto e Operação de Estações de Tratamento*. 1ª edição. Grupo Editora Nacional – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda. Rio de Janeiro. 463 p. 2020.
4. JORDÃO, E.P., PESSÔA, C.A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 8ª edição. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro. 916 p. 2017.
5. TSUTIYA, M. T. 2014. *Abastecimento de Água*, 4ª edição. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 643 p. 2014.