

## **INSTRUMENTAÇÃO ONLINE EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CONTROLE AUTOMÁTICO DE PRODUTOS QUÍMICOS**

**Lucas Rachid de Oliveira Lannes<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense (UFF). Analista de Pesquisa e Tecnologia do Grupo Águas do Brasil S/A.

**André Lermontov<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Químico pela Escola de Química da UFRJ. Mestre em Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Doutor em Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Superintendente de Tecnologia do Grupo Águas do Brasil S/A com mais de 18 anos de experiência em saneamento ambiental, tratamento de água e efluentes

**Silvana Andrea Perez Echude<sup>(1)</sup>**

Engenheira Química pela Universidade da República Oriental do Uruguai (UDELAR) e revalidado pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Coordenador de Tecnologia do Grupo Águas do Brasil.

**Helena de Souza Gobbi<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense (UFF). Analista de Pesquisa e Tecnologia do Grupo Águas do Brasil S/A.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Marquês do Paraná, 110 - Centro - Niterói - RJ - CEP: 24030- 211 - Brasil - Tel: +55 (21) 2729-9200 - e-mail: [lucas.lannes@grupoaguasdobrasil.com.br](mailto:lucas.lannes@grupoaguasdobrasil.com.br)

### **RESUMO**

O trabalho apresenta melhorias realizadas no sistema de dosagem de químicos em três estações de tratamento de água (ETA) de diferentes portes, visando automatizar os processos de monitoramento e controle de qualidade da água bruta, tratada e filtrada, além de realizar dosagem automática dos produtos químicos. Para isso, foi elaborado um termo de referência e contratação, com intuito de adquirir equipamentos analíticos online, bombas dosadoras, painéis elétricos, inversores de frequência e controladores lógicos programáveis (CLP). Os resultados esperados pela execução do projeto são reduzir os custos com produtos químicos e mão de obra, aumentar a resposta e confiabilidade na medição, aumentar a quantidade de dados dos parâmetros de qualidade e disponibilizar tempo ao operador para analisar dados, inspecionar e ajustar o tratamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação, Tratamento de Água, Dosagem automática, Análise Automática.

### **INTRODUÇÃO**

A qualidade da água, dentro de um sistema de tratamento de água, é a principal atividade a ser realizada pelo operador da unidade, onde deve ser monitorada e conhecida, pois a variação da característica da água bruta ocorre de acordo com o clima, pluviometria ou pela ação antrópica. Com isso, conforme maior detalhamento e monitoramento de parâmetros como a cor, turbidez, pH e alcalinidade, maior precisão será alcançada, em especial quanto a dosagem dos produtos químicos necessários para a otimização da água. Isto porque, os produtos químicos são o principal fator de custo para unidades de grandes vazões, enquanto o custo com pessoal é o principal para unidades de pequenas vazões. (DI BERNARDO, 2005)

Segundo LEGNER (2019), para a melhor gestão e eficiência no tratamento de água, a área do saneamento tem que investir em sistemas automatizados, que são um conjunto de componentes tecnológicos de acompanhamento do processo de forma automática e online, provém este resultado e geram dados importantes de acompanhamento, seja este diário ou de determinadas faixas temporais. Sistemas de saneamento automatizados apresentam altos índices de eficiência e precisão operacional, evitam desperdícios, geram históricos de variáveis e tomam decisões baseadas em padrões predeterminados (RUBIN, 2014). Sendo assim, o controle automático de produtos químicos por meio de instrumentação online no tratamento de água, se mostra uma excelente ferramenta operacional, mantendo a operação em seu ponto ótimo e com alto índice de precisão.

O setor de saneamento necessita de controles minuciosos nos seus processos de tratamento e, para auxiliar nestes trabalhos, a automação surge como uma poderosa ferramenta operacional, viabilizando sistematicamente a execução de tarefas (SOUZA, 2006).

## OBJETIVOS

Neste trabalho, visa-se automatizar os processos de monitoramento e controle de qualidade da água bruta, tratada e filtrada, além da dosagem automática dos produtos químicos (coagulante, alcalinizante, cloro e fluoreto), trazendo como objetivos específicos a redução de custos operacionais da ETA, a criação de um monitoramento com mais precisão da qualidade de água, garantindo o atendimento das normas e a eficiência na obtenção e registro dos dados de qualidade. Para as unidades com pequena vazão, foi realizada a inclusão da operação remota, através do controle da vazão de entrada e saída de água da estação. Todos esses dados e comandos de controle são acessados a partir do sistema supervisor da estação, proporcionando maior facilidade para a operação.

## METODOLOGIA

O estudo de caso foi em três estações de tratamento de água (ETA), sendo duas localizadas em dois distritos da região serrana do estado do Rio de Janeiro cujas vazões não ultrapassam 10 L/s, e uma ETA de grande porte, cuja vazão máxima é de 1.200 L/s, localizada na região norte fluminense do estado do Rio de Janeiro. O estudo visa mostrar as etapas executadas para implantação do sistema automático de dosagem e químicos, além de comparar a redução de custos após a instalação do sistema de dosagem automática de químicos em unidade de portes diferentes. As informações e dados dos processos de tratamento da ETA foram realizados por meio de visitas técnicas, enquanto dados de consumo de químicos foram extraídos de controles internos de ambas as estações.

Foram utilizados dados reais de monitoramento das concessionárias, que forneceram informações de consumo de produtos químicos (como coagulante, fluoreto, cloro), vazão média mensal e quantidade de operadores. Todos os dados são referentes ao ano de 2019 e 2020. A estimativa de redução com produtos químicos foi calculada com base em pesquisas em livros, periódicos, artigos científicos, trabalhos de graduação, pós-graduação e mestrado que tratavam de assuntos correlacionados, além dos dados internos das concessionárias após testes em outras unidades. Para o tratamento dos dados foram analisados possíveis valores da série de dados que aparentemente apresentavam erros.

Para a definição de quais unidades iriam entrar no projeto, houve uma análise interna de dados de consumo de produtos químicos, além de uma avaliação levando em consideração a localização geográfica, o tempo gasto de deslocamento para chegar a unidade e a dificuldade na gestão das análises de qualidade de água tratada e filtrada. A avaliação foi formada por um grupo multidisciplinar de especialistas na área de automação, processos, eletromecânica, tecnologia da informação e operação da concessionária e do setor corporativo. Em seguida, a continuidade do projeto foi a partir das etapas seguintes etapas: 1) Diagnóstico das unidades; 2) Elaboração do termo de referência; 3) Análise das propostas técnica e comercial; 4) Execução do serviço; 5) Comissionamento; 6) Obtenção dos Resultados.

Este grupo iniciou a primeira etapa, de diagnóstico das unidades através de visitas técnicas nas unidades escolhidas, em que se analisou cada etapa do processo de tratamento da água e verificou-se as necessidades para a realização da automação. Foi levado em consideração nesta primeira etapa: os pontos de dosagem de químicos, as bombas dosadoras existentes, os pontos de coleta da água bruta, tratada e filtrada para os instrumentos online, o caminho de recalque dos pontos de coletas até o laboratório e o local de instalação dos instrumentos online e do supervisor. Para os problemas encontrados, houve uma busca por soluções dos problemas pela equipe participante.

Após a definição do escopo do projeto, a equipe desenvolveu um termo de referência para licitação com as principais informações coletadas em campo, pois ficou definido que o projeto seria realizado por uma empresa terceirizada na modalidade *turn-key*. Na terceira etapa, foi realizada a análise das propostas técnicas e comerciais recebidas, onde a equipe analisou tecnicamente cada detalhe, correlacionando os dados e efetuando uma análise econômica financeira. A quarta etapa, foi realizada com acompanhamentos diários e visitas técnicas de todos os envolvidos da equipe durante um período de 3 meses.

A etapa do comissionamento variou dependendo da unidade, pois trata-se de um processo único para cada uma das estações envolvidas. Os testes de dosagem de químicos variam muito até se obter o ponto ótimo, pois a dosagem depende da qualidade da água bruta que varia de acordo com a estação do ano e os períodos de cheia e estiagem. Por fim, a última etapa será realizada com os resultados obtidos pela operação após o término do comissionamento, finalizado em junho de 2021. Logo, nesse momento os resultados são projetados com base nos resultados e dados existentes de outras unidades, dentro da concessionária, que já possuem o sistema similar.

## RESULTADOS ESPERADOS

### Diagnóstico das unidades

Com base nas visitas técnicas realizadas no início do projeto e a partir dos dados de consumo fornecidos pela concessionária, foram definidos os equipamentos (instrumentos online, bombas dosadoras, supervisorio e outros) para cada uma das três unidades, conforme observado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Equipamentos adquiridos para cada uma das unidades**

|  | ETA 01   | ETA 02   | ETA 03   |
|--|--|--|--|
| <b>Vazão máxima (L/s)</b>                          | 10   | 10   | 1200   |
| <b>Instrumentos Online - água Bruta</b>            | Sensor de Turbidez   | Sensor de Turbidez   | Potencial de Carga Iônica  |
| <b>Instrumentos Online - água tratada</b>          | sensor de pH, sensor de Cloro, sensor de turbidez, sensor de fluoreto, sensor de cor | sensor de pH, sensor de Cloro, sensor de turbidez, sensor de fluoreto, sensor de cor | sensor de pH, sensor de Cloro, sensor de turbidez, sensor de fluoreto, sensor de cor |
| <b>Bombas dosadoras</b>                            | dosagem de Coagulante, fluoreto e cloro  | dosagem de Coagulante, fluoreto e cloro  | dosagem de Coagulante, alcalinizante, fluoreto e cloro                               |
| <b>Operação remota de vazão de entrada e saída</b> | Atuadores  | Atuadores  | Não aplicável  |
| <b>Supervisorio</b>                                | PC, monitor, Nobreak, Licença do Elipse  | PC, monitor, Nobreak, Licença do Elipse  | PC, monitor, Nobreak, Licença do Elipse  |
| <b>Outros equipamentos</b>                         | Nobreak, CLP e cartões de comunicação  | Nobreak, CLP e cartões de comunicação  | Nobreak, CLP e cartões de comunicação  |

Comparando os equipamentos adquiridos no projeto, nota-se duas principais diferenças entre as ETA 1 e 2 em relação a ETA 3. Na ETA 3, foi utilizado o potencial de carga iônica na instrumentação online de água bruta, enquanto as ETA's 1 e 2 utilizou-se sensores de turbidez e operação remota de vazão de entrada e saída, por serem as unidades de pequena vazão.

A definição para a não aquisição de um potencial de carga para as unidades de menor vazão, ocorreu devido ao preço desse equipamento, que representa 48% do valor total de todos os instrumentos online (bruta e tratada) de uma única ETA. Com isso, o retorno do investimento seria mais longo, somado ao consumo de produtos químicos, que é relativamente baixo nas estações pequenas. Por esses motivos, o retorno do investimento nas unidades menores se dará através da operação remota da vazão de entrada e saída, a partir da instalação dos atuadores elétricos, configurados com os sensores analíticos, proporcionando o acionamento e intertravamento de toda a estação quando algum parâmetro sair da normalidade. Essa solução tornará a ETA inteligente fazendo com que o quadro de operadores das ETA 1 e 2 seja reduzido em 60 % (considerando o somatório dos operadores das ETA 1 e 2, devido à localização de ambas serem próximas), proporcionando a migração desses funcionários para outras unidades da concessão.

Para o funcionamento da dosagem automática, as unidades que não possuíam bombas dosadoras com comunicação para o Controlador Lógico Programável (CLP), equipamento que realiza os controles em toda planta, foram adquiridas bombas com comunicação 4-20 mA ou com saída de sinal para que a dosagem automática possa ser realizada com a programação definida na etapa do comissionamento. A equipe considerou para todas as unidades do projeto, mesmo aquelas em que a dosagem de químicos não fosse necessária para o funcionamento dos instrumentos analíticos, o acionamento remoto/manual dos produtos químicos existentes ETA, como é possível observar na ETA 3 com a dosagem de alcalinizante.

## Controle de dosagem

As três unidades do projeto possuem sistemas de tratamento convencionais, contemplando as etapas de mistura rápida, floculação, decantação e filtração. Cada etapa do processo possui uma finalidade específica no tratamento, sendo as etapas de coagulação, floculação e decantação, responsáveis pela remoção dos sólidos suspensos, enquanto a etapa de filtração é responsável pela remoção dos sólidos remanescentes da etapa de decantação, bem como pela remoção de organismos presentes na água bruta. Na etapa de dosagem de químicos, o controle de dosagem automática mudou para cada unidade, conforme Tabela 2 e Tabela 3, onde apresentam as descrições da automação.

**Tabela 2 - Descrição da automação da dosagem de produtos químicos da ETA 01 e 02**

| <b>ETA 01 e ETA 02</b>       |  |
|------------------------------|--|
| <b>Dosagem de coagulante</b> | <p>- A dosagem automática de coagulante ocorre em modo Automático/Remoto e Manual/Remoto em um ponto ótimo determinado por 01 analisador de turbidez na água bruta, sendo a alteração da dosagem de Coagulante de forma automática por “receita” com os parâmetros vazão de entrada e turbidez água bruta.</p> <p>- Quando atingir o valor crítico de turbidez de água bruta definido e cadastrado no supervisório pelo usuário nível Supervisão, o CLP gerará um alarme no supervisório e passados 10 minutos (tempo definido pela coordenação de operações) sem confirmação de conferência do alarme por parte do operador, e ambos atuadores elétricos de entrada assim como os de saída fecham automaticamente</p> |
| <b>Dosagem de fluoreto</b>   | A dosagem automática é controlada através do analisador de fluoreto na água tratada e o acionamento por controlador proporcional integral derivativo (PID) com a bomba dosadora, controlado pela tela do supervisório  |
| <b>Dosagem de Cloro</b>      | A dosagem automática é controlada através do analisador de cloro na água tratada e o acionamento por controlador proporcional integral derivativo (PID) com a bomba dosadora, controlado pela tela do supervisório   |

**Tabela 3 - Descrição da automação da dosagem de produtos químicos da ETA 03**

| <b>ETA 03</b>                |   |
|------------------------------|---|
| <b>Dosagem de coagulante</b> | A dosagem automática de coagulante ocorre em um ponto ótimo determinado pelo analisador de carga iônica.  |
| <b>Dosagem de fluoreto</b>   | A dosagem automática é controlada através do analisador de fluoreto na água tratada e o acionamento por controlador proporcional integral derivativo (PID) com a bomba dosadora, controlado pela tela do supervisório |
| <b>Dosagem de Cloro</b>      | A dosagem automática é controlada através do analisador de cloro na água tratada e o acionamento por controlador proporcional integral derivativo (PID) com a bomba dosadora, controlado pela tela do supervisório    |

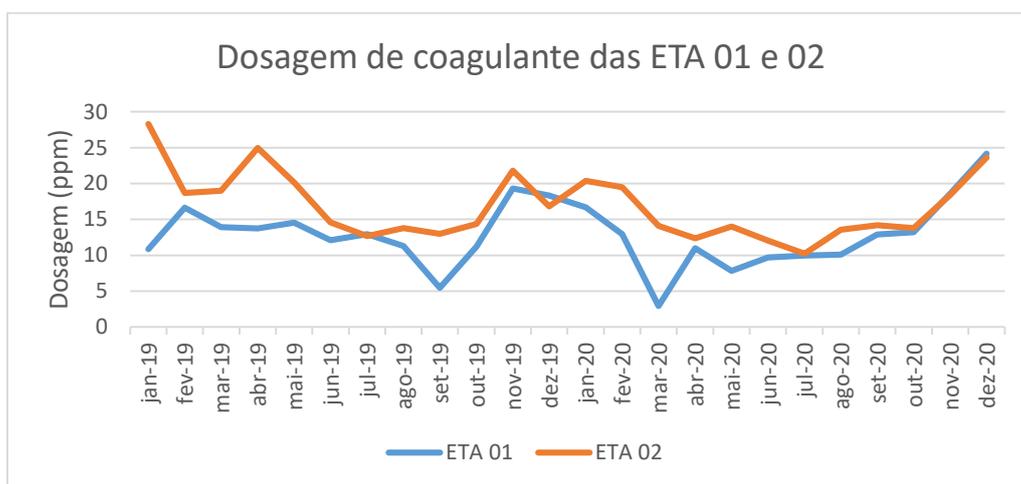
Além da descrição do controle de dosagem automática dos produtos químicos, foi considerado no projeto o envio automático dos parâmetros operacionais obtidos a cada 5 minutos pelos analisadores online em bancos de dados para registros e análise dos parâmetros de qualidade.

### Análise do parâmetro de água filtrada

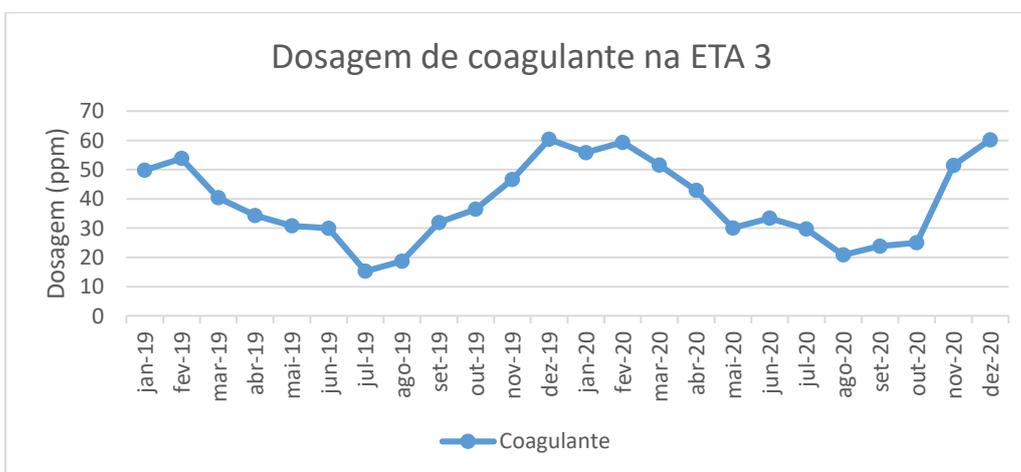
A coleta da água filtrada não pode ter influência de nenhuma dosagem de produto químico, e sua análise é para verificar o atendimento de turbidez filtrada conforme a Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2021 (antiga Portaria de Consolidação nº05 de 2017, anexo XX). Para o atendimento da legislação, turbidez abaixo de 0,5 NTU, foi definido pela equipe do projeto que análise de água filtrada deve ser realizada com o mesmo analisador de turbidez de água tratada, a partir do ponto de coleta manual existentes de água filtrada de cada filtro e da rede que leva a água do filtro composto até o laboratório, onde fica localizado os instrumentos online. Dessa forma, a alternância da turbidez de água filtrada do filtro 1, filtro 2, filtro composta e tratada é obtida a cada hora com único instrumento de medição online de turbidez existente no laboratório.

### Redução de produtos químicos

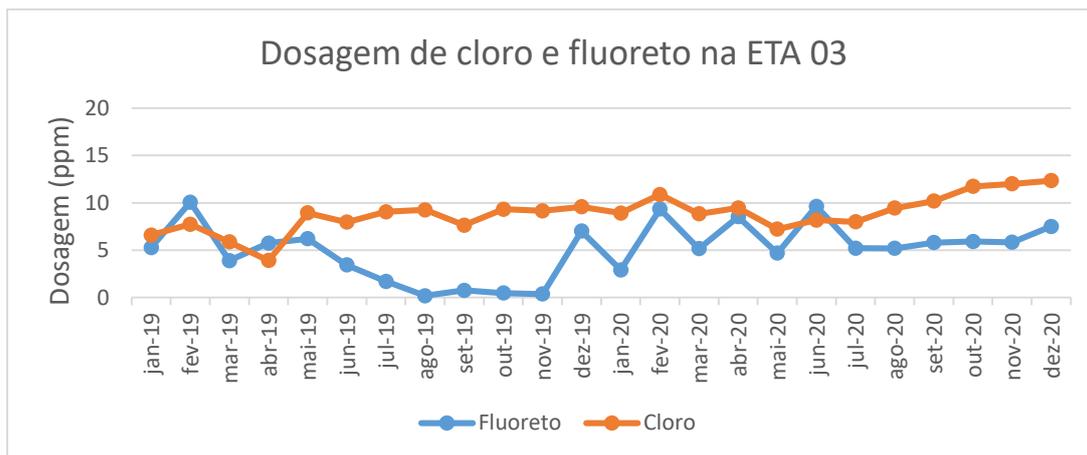
Considerando toda a série de dados obtidos com a concessionária, as Figura 1, Figura 2 e Figura 3 mostram respectivamente a grande variação de consumo de produtos químicos existentes antes do sistema de dosagem automática de produtos químicos.



**Figura 1 – Dosagem de coagulante das ETA 01 e ETA 02**



**Figura 2 - Dosagem de coagulante da ETA 03**



**Figura 3 - Dosagem de cloro e fluoreto da ETA 03**

O resultado esperado pelo sistema de dosagem automática de produtos químicos é que essa variação ao longo dos meses reduza entre os resultados mínimos e máximos apresentados. Sabemos que essa variação irá depender de cada ETA, onde a redução poderá ser maior dependendo da vazão de entrada, do desempenho de cada operador e da qualidade da água bruta e tratada antes e depois do projeto. Em relação à redução de custos, esperamos uma redução de 5% no consumo total de produtos químicos em cada unidade, devido a resultados em outras unidades. É importante esclarecer que aproximadamente 60% do custo de produtos químicos é de coagulante, enquanto o fluoreto representa aproximadamente 6%.

## ANÁLISE

O projeto finalizou a fase de comissionamento em junho de 2021, após toda a instalação e automação ter sido executada em abril de 2021. Avaliando os dados existentes até o momento é possível concluir que o consumo de produtos químicos pode ser reduzido devido à alta variação atual do sistema de dosagem. Com o sistema autônomo, o tratamento de água ganha mais eficiência operacional, fazendo com que o operador, que antes perdia muito tempo realizando análises, poderá se aprofundar e preocupar mais com a parte operacional da ETA.

A redução com custos de produtos químicos irá ocorrer independente da unidade, porém, a estimativa de redução pode variar de estação para estação, mas o resultado previsto é de uma redução de 5% em produtos químicos em cada uma das três ETAs. Além disso, houve uma redução no custo com pessoal nas ETA 01 e ETA 02 devido à migração dos operadores para outra unidade.

Em resumo, com a implantação do sistema, reduz-se os custos com produtos químicos e mão de obra, aumenta-se a resposta e confiabilidade na medição, a partir de um banco de dados mais completo, disponibilizando dados de 5 em 5 minutos (diferente de 2h em 2h, período de obtenção de dados anterior ao projeto) resultando em mais autonomia e tempo para o operador analisar os resultados, inspecionar e ajustar o tratamento.

## CONCLUSÕES

Observou-se que em todas as ETAs, que a variação do consumo atual com produtos químicos é alta e que se fosse aplicados os mesmos equipamentos online para as unidades consideradas, o retorno do investimento iria inviabilizar o projeto. Portanto, cada unidade teve uma análise personalizada para que o projeto pudesse ser implantado, de forma a obter os resultados esperados, otimizando a dosagem dos produtos químicos e reduzindo o consumo e custos.

Outro fato observado, além da redução de 5% nos custos de produtos químicos de ambas as ETAs e a redução de 60% dos funcionários das ETA 01 e ETA 02, foi que o investimento de um sistema desse tipo traz resultados intangíveis, como menor ocorrência de erros operacionais humanos na fase de análise de bancadas, aumento na eficiência operacional, aumento na resposta e confiabilidade, além de ter uma obtenção de dados abundante devido à alteração da coleta de dados que antes eram a cada 2 horas se a cada 5 min.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B.; Métodos e técnicas de tratamento de água; 2ª edição; Volume 1; Editora Rima, 2005.
2. LEGNER, C.; Automatização De Estações De Tratamento De Água E Efluentes; Revista Tae edição n° 50 – Ano 9, 2019.
3. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria GM/MS n° 888, de 4 de maio de 2021 (antiga Portaria de Consolidação n° 05 de 2017), 2021.
4. SOUZA, M.; Proposta de um sistema de gestão empregando instrumentação inteligente e redes de campo na automação do processo de tratamento de água. 2006. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. São Paulo, 2006.
5. RUBIM, C.; Para acelerar o processo de automação de Etas e Etes, smartphones, tablets e outros dispositivos entram em cena. Revista Tae edição n° 21 – Ano 4, 2014.