

## **ESTUDO DE CASO SOBRE PERDAS DE PRODUÇÃO EM SISTEMA DE FILTROS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**Nome do Autor Principal** <sup>(1)</sup> **Éverson Gardel de Melo**

Bacharelado em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal Sul-riograndense-Sapucaia do Sul/ RS; Mestrado em Engenharia Civil-Universidade do Vale do Rio do Sinos.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Avenida Independência, 486/apartamento32- Bairro Centro-São Leopoldo-Rio Grande do Sul- CEP 93010-002-Brasil- Telefone +55(51)997393808- email egmbr@egmbr.

### **RESUMO**

O presente estudo aborda técnicas de automação e controle de um sistema de filtração em uma estação de tratamento de água (ETA) promovendo eficiência através da inserção de modernas tecnologias à operação de filtros. O trabalho quantifica e qualifica as oportunidades de melhoria através da redução de perdas físicas, eficiência de filtração e disponibilidade do sistema. A implantação de novas tecnologias de controle e operação resulta num sistema mais eficiente de tratamento de água impactando de forma significativa nas perdas de produção e na eficiência da filtração em si aproximando a operação da ETA aos conceitos da produção mais limpa e da sustentabilidade. As análises feitas demonstram um formato de filtração possível onde as perdas físicas aproximam-se do valor nulo e o formato operacional confere ao sistema o máximo de rendimento dos filtros, maior disponibilidade e ampliação do tempo de atuação. Como conclusão, o artigo explicita a viabilidade operacional obedecendo premissas da produção mais limpa como a redução na fonte de matérias primas, a mudança de processo e de tecnologia; a significativa redução de custos operacionais e a disponibilidade do sistema de distribuição demonstrando que estratégias de produção mais limpa também são economicamente viáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perdas de produção; filtração; atuadores.

### **INTRODUÇÃO**

A qualidade da água potável é fundamental para a saúde pública e o bem-estar da sociedade, tornando-se imprescindível a implementação de sistemas eficientes de tratamento. As estações de tratamento de água (ETAs) desempenham um papel crucial nesse processo, especialmente na etapa de filtração, que remove partículas, impurezas e contaminantes presentes na água bruta (TARDELLI FILHO, 2015). Para garantir a eficácia e a automação desses sistemas, o uso de atuadores para o controle de válvulas tem se destacado como uma solução inovadora. Esses atuadores permitem a abertura e fechamento precisos e automatizados das válvulas, otimizando o fluxo de água, reduzindo o consumo de energia e aumentando a confiabilidade do processo de filtração, principal “gargalo” da produção de água tratada. Além disso, a adoção de estratégias de produção mais limpa é essencial para minimizar impactos ambientais, reduzir desperdícios e promover uma operação mais sustentável das ETAs. Essas estratégias envolvem a otimização de recursos, o uso de tecnologias limpas (UNEP, 1999) e a implementação de práticas que visam a redução de resíduos e a extração na fonte de recursos contribuindo para uma gestão ambiental mais responsável. Este trabalho técnico tem como objetivo analisar a eficiência dos sistemas de filtração em ETAs, com ênfase na aplicação de atuadores para o controle das válvulas, buscando identificar melhorias operacionais, redução de perdas e aprimoramento na qualidade da água tratada, alinhando-se às práticas de produção mais limpa para promover uma operação mais sustentável e eficiente.

### **OBJETIVOS**

- Análise da eficiência em sistemas de filtração;
- Implementar padronização de processos por meio da aplicação de atuadores para controle de válvulas;
- Reduzir perdas de produção em sistemas de filtração;
- Implementar estratégias de produção mais limpa em sistemas de abastecimento de água.



## METODOLOGIA

A metodologia de execução tratou inicialmente da análise de eficiência da filtração através do levantamento da estrutura existente para, a seguir, definir o escopo do projeto, variáveis consideradas, dimensionamento, orçamentação dos componentes e a execução propriamente dita.

### Levantamento da estrutura existente

Nesta etapa a estrutura existente no momento do projeto foi avaliada do ponto de vista das suas condições de aproveitamento. Os atuadores do sistema de filtração antigo, formado por 10 filtros, somando 40 equipamentos, foram substituídos devido à defasagem tecnológica que limitavam os equipamentos a introdução de mecanismos de controle e automação. As válvulas de controle existentes em cada filtro (válvula água filtrada, lavagem, decantada e expurgo) foram avaliadas quanto aos dimensionais, em especial, as características do conjunto eixo/haste, para projetar a introdução de atuadores elétricos em substituição aos comandos manuais existentes nestas válvulas. A verificação das válvulas também observou a estanqueidade destes equipamentos bem como a plenitude de abertura quando na posição totalmente aberta.

### Escopo do projeto

A elaboração do escopo do projeto de automação considerou como principal condicionante o aumento da disponibilidade do sistema por meio da redução das perdas de produção e do aumento da eficiência de filtração. Estratégias de produção mais limpa foram consideradas para a concepção deste projeto como mudança de tecnologia, processo e redução na fonte.

### Dimensionamento e orçamentação

Nesta etapa ocorre o dimensionamento dos serviços e componentes baseados nas condicionantes especificadas no escopo do projeto.

A lista dos serviços e equipamentos dimensionados e devidamente orçados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Lista de serviços e equipamentos

Item	Descrição	Quantidade
01	Atuador elétrico/válvula expurgo	10
02	Atuador elétrico/válvula água decantada	10
03	Atuador elétrico/válvula filtrada	10
04	Atuador elétrico/válvula lavagem	10
05	Painel de controle geral	01
06	Painel remoto IHM	02
07	Tablet	01
08	Switch com roteador	01
09	Pedestais de fixação	40
10	Hastes de acionamento	40
11	Serviço de substituição de válvulas	30
12	Instalação de atuadores	40
13	Serviço de desenvolvimento, aplicação e testes	01

Conforme a Tabela 1, observa-se a lista de componentes, serviços e a relação de conformidade com as premissas estabelecidas no escopo do projeto. Destaca-se a instalação de atuadores e a substituição das válvulas de expurgo dos filtros como principais componentes para a redução das perdas e para alterar processos e tecnologias existentes.

### Execução do projeto

O critério estabelecido para a execução das ações foi a manutenção da vazão de tratamento o mais próximo possível da vazão de demanda, deste modo, não haveria desabastecimento. Desta forma, a execução foi realizada filtro a filtro priorizando as válvulas de água decantada por ser estes equipamentos a entrada do sistema de filtração. A avaliação dos equipamentos teve a participação de equipes de mergulho com intuito de reduzir a indisponibilidade dos filtros. A Figura 1 apresenta a detecção de não-estanqueidade em válvula de expurgo do sistema de filtros.

**Figura 1** Não-estanqueidade de válvula de expurgo do sistema de filtração.



Através da Figura 1, é possível visualizar a não-estanqueidade de uma válvula de expurgo do sistema de filtros, a seta em vermelho mostra a posição fechada da válvula ainda com área que permite passagem de água. A correção das posições on/off diminui as perdas físicas na produção e aumenta o tempo disponível para a substituição de válvulas, atividade que pode comprometer o abastecimento pois diminui a oferta de água devido a inoperância do filtro ao qual se executa esta atividade.

## RESULTADOS OBTIDOS

A partir da implantação do projeto fora obtido os seguintes resultados:

### Redução de perdas na produção

A estimativa de redução é de **11.685,23 m³ mensais** o que totaliza um ganho anual para o sistema de **140.222,80 m³**. A redução das perdas de produção foi auferida considerando a estimativa de perdas existentes antes da execução do projeto detectadas na inspeção visual da tubulação de saída da rede de expurgos do sistema de filtração. A não-estanqueidade das válvulas de expurgos incute ao sistema uma perda constante ao longo das 24 horas. A Figura 2 apresenta a perda total na tubulação de saída da rede de expurgos.

**Figura 2 Perdas de produção dos filtros.**



A estimativa de perdas na produção é dada pela equação do “Método Califórnia” (NETTO e FERNANDEZ Y FERNANDEZ, 2015):

$$Q_{exp} = \{k \cdot (H^{1,88})\} \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

- $Q_{exp}$  é a vazão de saída da rede de expurgos;
- $K$  é o coeficiente relacionada ao diâmetro;
- $H$  é a altura da lâmina d’água na saída da tubulação de expurgo.

O coeficiente  $K$  é dado por:

$$K = (0,057 + (0,01522 \cdot D)) \quad \text{equação (2)}$$

Onde  $D$  é o diâmetro da tubulação de expurgo.

Se considerarmos os reservatórios semi-enterrados da ETA onde se encontram o sistema de filtração em estudo, com capacidade total de reservação de 3000 m<sup>3</sup>, obtém-se uma equivalência de **48 conjuntos**.

### **Redução de perdas econômicas**

A redução das perdas econômicas está projetada em **R\$ 381.405,90/ano**; A redução está diretamente ligada a redução do volume de perdas no processo e seus custos operacionais. A estimativa de perdas econômicas é dada pela equação a seguir:

$$Pe = (Q_{ent} \cdot 86400) \cdot 1000 \cdot Cop \quad \text{equação (3)}$$

Onde:

- $Pe$  é a perda econômica em R\$/dia;
- $Cop$  é o custo operacional em R\$/m<sup>3</sup>.

### **Redução dos custos de manutenção dos filtros**

A expectativa é de redução em médio/longo prazo dos custos de manutenção. Isto deve ocorrer com a padronização do processo de lavagem, assegurando a velocidade de filtração adequada para a perfeita operação

dos filtros diminuindo de forma significativa o arraste do leito filtrante, causa principal da necessidade de reforma e ou readequação destes equipamentos.

## **ANÁLISE DE RESULTADOS**

A análise de resultados é feita considerando, eficiência, disponibilidade do sistema, modificação de processo e tecnologia. Sob esses aspectos é correto afirmar que o sistema de filtros aumentou a disponibilidade da ETA, visto que a tecnologia implementada proporciona robustez quanto à filtração, principal “gargalo” de uma estação de tratamento de água. Os filtros possuem maior eficiência por aumentarem o tempo médio entre falhas (MTBF), fruto da transformação de processo e tecnologia, mas também de redução, na fonte, da matéria prima, neste caso água bruta.

A mudança tecnológica conferiu maior estanqueidade ao sistema o que resulta numa redução importante de extração de água bruta. Este resultado é fruto da redução do volume perdido na tubulação de expurgo consequência da capacidade dos novos atuadores de ajustar a posição on/off ao longo do tempo de operação.

Na esteira da mudança tecnológica tem-se a modificação do processo. A filtração precisa ocorrer dentro de determinados parâmetros, sendo um deles, a velocidade de lavagem dos filtros. Assim como é fundamental que o tempo entre lavagens precisa ser o maior possível dentro dos padrões de qualidade da água, também é necessário observar a velocidade de lavagem de cada filtro sob risco de perdermos a médio/longo prazo a eficiência na filtração. A tecnologia introduzida nos filtros permite padronizar procedimentos através do controle do tempo de lavagem e da velocidade de filtração o que possibilita o aumento da vida útil de cada filtro, reduzindo custos de reforma e manutenção.

## **CONCLUSÕES**

O estudo de caso descrito corrobora com as iniciativas de tornar o sistema de abastecimento de água mais eficiente, uma condição primordial para se atingir a plenitude de cobertura na distribuição de água nos municípios brasileiros. Os resultados alcançados confirmam que aliar tecnologia com mudança de processo é benéfico e virtuoso ao saneamento, a análise que inicia no levantamento da estrutura existente até os ganhos obtidos de redução de perdas e aumento de disponibilidade da ETA confirma a premissa de que eficiência e disponibilidade precisam estar acompanhadas de modificações tecnológicas e de processos e este precisa ser o principal elemento norteador quando se propõe melhorar o tratamento de água. Este estudo de caso também demonstra que todas as ações descritas neste trabalho podem perfeitamente serem implementadas em outras ETAs o que traz ao projeto uma grande possibilidade de replicar as iniciativas executadas. Por fim, vislumbra-se o potencial de maior eficiência e disponibilidade, a partir dos dados gerados via sistema supervisorio, parte integrante deste projeto a posterior análise.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EPA. WATER AUDITS AND WATER LOSS CONTROL FOR PUBLIC WATER SYSTEMS, Julho 2013. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/epa816f13002.pdf>. Acesso em: 11 abril 2020.
2. EPA. **Best Practices to Consider When Evaluating Water Conservation and Efficiency as an Alternative for Water Supply Expansion**. US Environmental Protection Agency. Whashington, p. 63. 2016.
3. LABORATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE-LASSU. Pilares da sustentabilidade. **USP**, 16 novembro 2019. Disponível em: <http://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/pilares-da-sustentabilidade/>.
4. NETTO, José M. D. A.; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, Miguel. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.
5. TARDELLI FILHO, Jairo. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. **Revista DAE**, p. 06-20, 2015.
6. UNEP. **DECLARAÇÃO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO MAIS LIMPA**. [S.l.]. 1999.