TT 261 - ESTUDO DE CASO : IMPACTO DO REDIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO NA EFICIÊNCIA DA LAVAGEM EM FILTRAÇÃO DIRETA ASCENDENTE EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA, NA CIDADE DE SANTA QUITÉRIA CEARÁ

Francisca Daniele Moreira Sampaio[(1)]
Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Técnico Operacional da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) na Unidade de Negócio da Bacia do Acaraú e Coreaú (UNBAC).
José Germano Morais[(2)]
Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Especialista em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Supervisor de Produção da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) na Unidade de Negócio da Bacia do Acaraú e Coreaú (UNBAC).
Inácio Evangelista e Silva Neto[(3)]
Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Coordenador Industrial da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) na Unidade de Negócio da Bacia do Acaraú e Coreaú (UNBAC).
Marcos Venício de Moraes do Nascimento [(4)]
Tecnólogo Eletromecânica pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Supervisor de Eletromecânica (CAGECE) na Unidade de Negócio da Bacia do Acaraú e Coreaú (UNBAC).

Endereço[(1)]**:** Rua Raimundo Arruda Carneiro, 1361 – Quadra 33 – BV01 – Bairro Antônio Carlos Belchior - Sobral – Ceará – CEP: 62053-840– Brasil – Tel: +55 (88) 992928700– e-mail: danisampaio@gmail.com

RESUMO

A operação de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), são vários fatores, muitas vezes é analisado com mais criticidade os produtos químicos utilizados e suas dosagens, mas há ainda outros dois fatores essenciais para um bom funcionamento da ETA que são: operação humana e instalações hidráulicas.
Desconsiderar um desses três fatores: operação humana, instalações hidráulicas e produtos químicos prejudicará o tripé do equilíbrio da estação e prejudicará o insumo objetivado: água tratada dentro dos padrões da portabilidade exigidas pelo Ministério da Saúde. (Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021).
Outro mito que necessita ser desconstruído e que é mostrado com esse trabalho, são os custos enquanto fator de empecilho para intervenções hidráulicas, acreditando-se que para isso serão necessários grandes investimentos. Mas pequenas ações, aumento de pequenos tamanhos da tubulação e aumento de suas dimensões já auxiliam a melhoria hidráulica e operacionalização da limpeza dos filtros da ETA. Em um sistema de filtração direta assedente, a atenção com a eficiência de lavagem tornam-se essenciais e diminuição da carreira de filtração para economizar as perdas de água, todo esse processo englobam ajustes hidráulicos como fator central.

PALAVRAS-CHAVE: Ajustes hidráulicos, Melhoria da Qualidade da Água tratada, Lavagem de filtros.

INTRODUÇÃO

A água como um bem natural e essencial a todas as necessidades para a existência e sobrevivência da vida, sobretudo a humana, tem-se demonstrado cada dia mais escassa, especialmente em condições que permita seu uso para atividades básicas para o desenvolvimento e manutenção das populações. Para seu uso, exige cada dia mais um esforço em seu tratamento e disposição.

Os sistemas de abastecimento de água surgem com a necessidade de atender os padrões de qualidade, com vazões e pressões adequadas, estabelecidos pelos órgãos reguladores e fornecer água potável para o consumo humano e demais demandas de consumo, é necessário conhecer em pormenor toda a estrutura da Estação de Tratamento de Água, além das características físico-químicas da água bruta que será tratada nessa Estação.

O ideal é que ela esteja superdimensionada, ou seja, que esteja adequada para operar e tratar a condição mais desafiadora que a água bruta pode atingir. Porém, não se pode olhar apenas para as características da água a ser tratada, mas também para a estrutura que será composta tal Estação de Tratamento de Água, nesse contexto que surge a importância de observar características hidráulicas, sem as quais não será possível o tratamento, especialmente se a água bruta passa por mudanças sazonais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema em estudo, localiza-se em uma comunidade rural no município de Santa Quitéria/CE. O sistema de abastecimento de água é de responsabilidade da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) . A Estação de Tratamento de Água (ETA) é do tipo de filtração direta ascendente, contém 6 filtros (5 de 2,5m de diâmetro e 1 de 3,5m de diâmetro), vazão média de 220 m3/h na captação e o manancial fica no Açude Edson Queiroz.

Atualmente o sistema é responsável por 8.123 ligações água na sede e adjacências do município de Santa Quitéria.

Foram realizadas visitas de campo, medições de pressão manométrica nas tubulações de lavagem, dos filtros, cálculos de velocidades de lavagem de filtros, análise dos equipamentos e suas funcionalidades, pesquisas bibliográficas e coleta de dados, para diagnosticar e planejar as ações para possíveis melhorias.

Aplicou-se também registros fotográficos e registros escritos, coleta de análises diárias e semanais, observando os parâmetros: Cloro Residual Livre, Cor Aparente, Potencial Hidrogeniônico (pH) e Turbidez (Tu), da água bruta, tratada e filtrada.

Foram feitas observações das estruturas físicas e constantes acompanhamentos diretos com os operadores da ETA (Estação de Tratamento de Água).

ESTUDO EM CAMPO

Foi feito um estudo dos parâmetros da água bruta, tratada e filtrada, bem como foram feitos cálculos para detectar a velocidade ascensional e expansão do leito dos seis filtros, com a bomba de lavagem e tubulações antes das melhorias propostas. Foi também feito um estudo das condições mecânicas e hidráulicas dos componentes dos filtros: condições dos registros de lavagem, descarga e de entrada de água bruta; foi também avaliado a altura dos leitos filtrantes e sua capacidade de expansão durante a lavagem.

A Tabela 1 contém as principais características das águas bruta, tratada e filtrada estudadas., no mês de dezembro de 2022.

Tabela 1: Características das águas estudadas na ETA-Santa Quitéria – Dez/22 – valores máximos

Turbidez da água bruta uT	**Turbidez da água tratada** uT	**Turbidez da água filtrada** uT	**Cor aparente água bruta** uH	**Cor aparente água tratada** uH	**pH água bruta**	**PH água tratada**
14,6	6,91	9,33	60	10	9,1	8,39

Durante estudos de campo foram detectados vazamentos, travamentos e quebras de registros de água bruta nos filtros 1, 2 e 3. Isso demonstra que mesmo quando se fechava esses registros para lavagem, a água bruta continuava a entrar no filtro, fazendo a lavagem ser ineficaz. Mostrando que é necessário uma atenção não só às dosagens dos produtos químicos, que no caso da ETA de Santa Quitéria, usa-se o CLORETO DE POLIALUMÍNIO (PAC-23), POLÍMERO CATIÔNICO LÍQUIDO, CLORO GASOSO e DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO na rede para reforçar o residual de cloro, devido a distância da ETA para a cidade ser em média 25 km.

Os outros aspectos que devem ser levado em consideração numa Estação de Tratamento de Água, além da dosagem de produtos químicos, é a operação, e isso inclui as ações humanas, onde deve-se observar como estão sendo feitas as análises, as descargas, drenagens, lavagens e demais ações cotidianas; outro fator é o aspecto hidráulico que é o fator em destaque nesse estudo.

Após os cálculos necessários, chegou-se às seguintes velocidades ascensionais de lavagem dos filtros 1 ao 6 na ETA de Santa Quitéria, cálculos realizados em dezembro de 2022:

Tabela 2: Velocidade ascensional de lavagem da ETA- Santa Quitéria – Dez/22

Filtros	**Velocidade ascensional (cm/min)**
1	40
2	45
3	46
4	52
5	78
6	65

Segundo a NBR 12216/1992 a velocidade de lavagem para filtros ascendente deve ser superior a 80 cm/min, conforme mostra a tabela acima todos os filtros estão abaixo da velocidade ascensional considerada eficiente para a lavagem dos filtros, onde mostra que há pouca expansão do leito e pouca eficiência na lavagem.

RESULTADOS

Após verificar que os filtros 1,2 e 3 estavam com os registros da água bruta sem vedação, os mesmos foram substituídos e logo se percebeu uma melhora na expansão do leito durante a lavagem , bem como melhoria na turbidez filtrada e tratada.

As intervenções concentraram-se de início nos 3 filtros, devido urgências nas intervenções, poucos recursos e velocidades ascensionais mais baixas, portanto os resultados focaram-se mais nesses filtros (1,2,3).

Na figura 1, mostra-se os 3 filtros (1,2 e 3) com os registros de água bruta após substituição, são registros borboleta de ferro de 150 mm flangeados.

Figura 1: Substituição dos registros de água bruta dos filtros 1,2 e 3

Um outro fator que foi constatado era o excesso de perda de carga ocasionado na lavagem dos filtros, devido presença desnecessária de curvas em uma curta distância, da bomba de lavagem dos filtros para a entrada dos mesmos. A presença de reduções flangeadas para conectar as bombas às tubulações, também atrapalhavam a eficiência da mesma. A figura 2 mostra essas conexões, uma parte está exposta e as demais estão abaixo do solo, pois não são tubulações expostas.

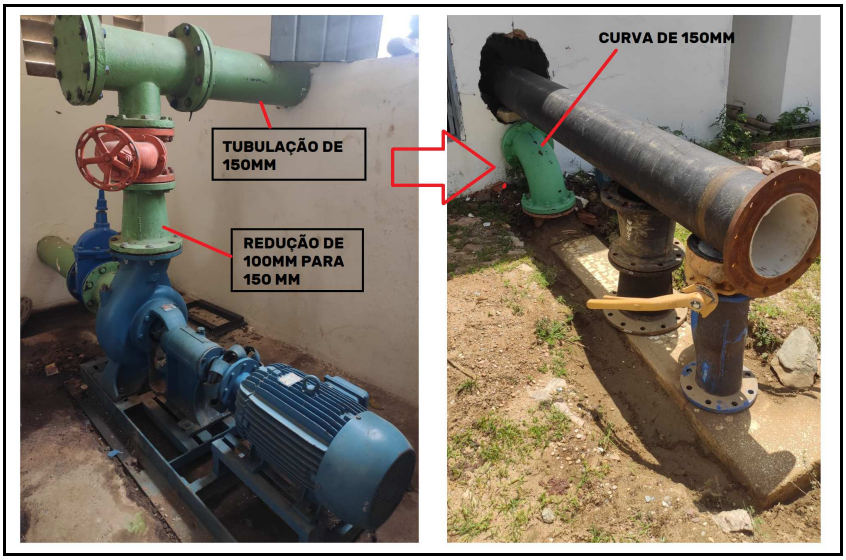

Figura 2: Bomba de lavagem e suas conexões internas e externas – ETA Santa Quitéria

As melhorias hidráulicas propostas concentram-se especialmente em aumentar a dimensão da tubulação de lavagem, que antes eram de 150 mm , passando a ser de 200 mm, outra ação foi a diminuição das perdas de carga através da eliminação de curvas e reduções desnecessárias, bem como agora a tubulação de lavagem passa a ser aérea e não mais abaixo do solo, o que facilita intervenções mecânicas, visualização e retirada de vazamentos e substituição de peças. Nas figuras 3 e 4 é apresentado parte do desenho do projeto e fotos da instalação de uma bomba reserva já com as tubulações em dimensões de 200 mm.

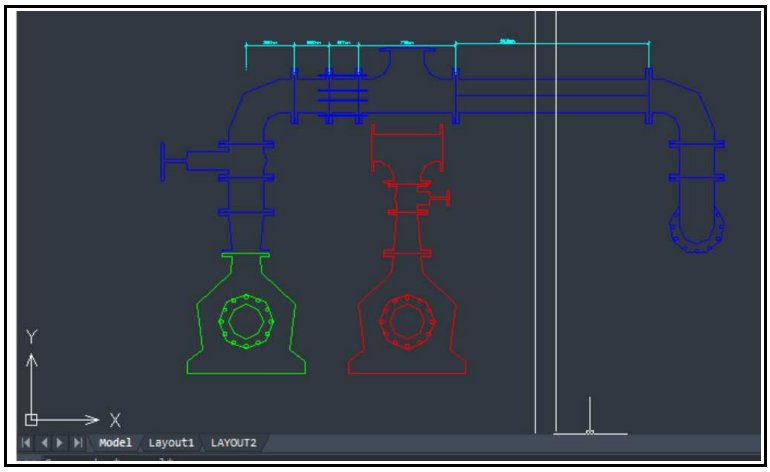

Figura 3: Desenho do projeto da bomba de lavagem de filtros – ETA Santa Quitéria

Figura 4 : Instalação do conjunto motor bomba e tubulações de lavagem dos filtros – ETA Santa Quitéria

Após novos cálculos de velocidade ascensional nos filtros onde foi feita a intervenção, ou seja, filtros 1, 2 e 3, nota-se que pequenas mudanças hidráulicas, são de grande valia e causa impactos positivos na qualidade da água que uma Estação de Tratamento de Água, de filtração direta ascendente. Os custos dessa melhoria foram baixos, comparando com a instalação de um novo sistema, pois basicamente houve

o aumento do dimensionamento das tubulações de 150 mm para 200 mm, mostrando assim que não é necessário investimento de grandes cifras para atingir grandes resultados no quesito qualidade. Os resultados foram analisados comparando a visão hidráulica com a mesma dosagem de produtos químicos de antes, e o mesmo produto químico. Para que a questão hidráulica seja o foco do trabalho, ou seja, dosagens não serão alteradas e produtos químicos não serão mudados também, tão pouco a operação.

Na tabela 3 é apresentado dados da qualidade (média de análises), de quando se iniciou o processo de melhorias, no quarto trimestre do ano de 2022, comparando com quando foram concluídas as intervenções, no primeiro trimestre de 2023. Há de se ressaltar que os valores da qualidade merecem uma atenção ao fato de o início do ano ter acontecido variações na qualidade da água bruta, devido o período chuvoso na região.

Tabela 3 – Comparativo dos dados da qualidade do 4º trimestre de 2022 (antes da intervenção hidráulica) e o 1º trimestre de 2023 (após a intervenção hidráulica) – ETA Santa Quitéria

Dados do Sistema de Abastecimento

Indicadores	Unidade	10/2022	11/2022	12/2022
VAZAO CAPTADA	m³/h	221,88	218,85	221,85

Produto Químico - Dosagem	Unidade	10/2022	11/2022	12/2022
CLORETO DE POLIALUMÍNIO (PAC-23)	mg/L	26,15	26,52	26,36
CLORO GASOSO	mg/L	20,07	19,04	18,29
DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO	mg/L	0,94	0,96	0,96
POLÍMERO CATIÔNICO LÍQUIDO	mg/L	0,89	0,99	0,98

Análises - Média	Unidade		10/2022	11/2022	12/2022
CLORO RESIDUAL LIVRE - ÁGUA DISTRIBUÍDA	mg/L	min	5,00	5,00	3,00
		med	5,00	5,00	3,00
		max	5,00	5,00	3,00
CLORO RESIDUAL LIVRE - ÁGUA TRATADA	mg/L	min	10,00	10,00	10,00
		med	10,00	10,00	10,00
		max	10,00	10,00	10,00
COR APARENTE - ÁGUA BRUTA	uH	min	60,00	60,00	60,00
		med	60,00	60,00	60,00
		max	60,00	60,00	60,00
COR APARENTE - ÁGUA TRATADA	uH	min	2,50	2,50	2,50
		med	4,03	3,56	3,18
		max	7,50	5,00	5,00
TURBIDEZ - ÁGUA BRUTA	uT	min	4,47	3,86	4,06
		med	6,39	6,00	5,70
		max	11,60	8,25	14,60
TURBIDEZ - ÁGUA FILTRADA	uT	min	0,15	0,15	0,22
		med	2,44	2,15	1,35
		max	28,40	12,30	9,33
TURBIDEZ - ÁGUA TRATADA	uT	min	0,31	0,36	0,49
		med	3,35	3,17	2,17
		max	10,50	9,85	6,91
PH - ÁGUA BRUTA		min	7,23	5,29	5,40
		med	8,49	8,41	8,30
		max	9,24	9,65	9,10
PH - ÁGUA TRATADA		min	6,86	6,93	6,81
		med	7,60	7,63	7,60
		max	8,56	8,44	8,39

Indicadores	Unidade	01/2023	02/2023	03/2023
VAZAO CAPTADA	m³/h	211,01	180,32	177,23

Produto Químico - Dosagem	Unidade	01/2023	02/2023	03/2023
CLORETO DE POLIALUMÍNIO (PAC-23)	mg/L	22,33	26,19	26,23
CLORO GASOSO	mg/L	20,77	26,24	18,40
DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO	mg/L	0,99	1,16	1,23
POLÍMERO CATIÔNICO LÍQUIDO	mg/L	1,03	2,17	1,22

Análises - Média	Unidade		01/2023	02/2023	03/2023
CLORO RESIDUAL LIVRE - ÁGUA DISTRIBUÍDA	mg/L	min	5,00	5,00	5,00
		med	5,00	5,00	5,00
		max	5,00	5,00	5,00
CLORO RESIDUAL LIVRE - ÁGUA TRATADA	mg/L	min	10,00	10,00	10,00
		med	10,00	10,00	10,00
		max	10,00	10,00	10,00
COR APARENTE - ÁGUA BRUTA	uH	min	60,00	60,00	60,00
		med	60,00	60,00	60,00
		max	60,00	60,00	60,00
COR APARENTE - ÁGUA TRATADA	uH	min	2,50	2,50	2,50
		med	3,20	2,78	3,08
		max	5,00	5,00	5,00
TURBIDEZ - ÁGUA BRUTA	uT	min	3,76	3,31	4,18
		med	6,20	5,81	5,74
		max	19,30	13,20	11,40
TURBIDEZ - ÁGUA FILTRADA	uT	min	0,15	0,08	0,00
		med	1,13	0,89	0,86
		max	6,82	5,16	5,28
TURBIDEZ - ÁGUA TRATADA	uT	min	0,34	0,30	0,23
		med	1,97	1,28	1,30
		max	6,39	4,49	4,50
PH - ÁGUA BRUTA		min	7,40	7,99	8,15
		med	8,41	8,64	8,75
		max	9,20	10,18	10,41
PH - ÁGUA TRATADA		min	5,87	6,57	6,77
		med	7,48	7,39	7,44
		max	8,50	8,64	8,68

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O abastecimento de água com a qualidade necessária para o atingimento dos padrões exigidos sejam alcançados, envolve aspectos econômicos, físicos, sociais e estruturais.

Por essa razão nenhum aspecto pode ser desconsiderado ou levado em conta individualmente, é necessário estudar e observar características de uma Estação de Tratamento de Água, que estão em constantes mudanças, em especial as características físico-químicas de um manancial que não é utilizado apenas para o consumo humano, mas também para outras atividades antrópicas das comunidades que circundam o manancial.

Por essa razão, a tarefa de manter a ETA em um estado que consiga manter os padrões de água , independente das mudanças da característica da água bruta, exige um olhar atento a todos os fatores que são possíveis de serem controlados, em especial os fatores: dosagem, operacional e hidráulico.

O aspecto hidráulico muitas vezes é desconsiderado ou deixado para depois em virtude de se acreditar que são necessários grandes custos e que os serviços são complexos. Outro fator que é pouco observado são as perdas de carga ocasionadas por várias conexões que são colocadas sem necessidade ou falta de se observar melhores maneiras de instalar as peças na estação de tratamento. Fixou-se como quase uma norma, a necessidade de se colocar as tubulações enterradas , o que dificulta intervenções necessárias.

Nota-se também que pequenas alterações sem necessariamente grandes custos podem ocasionar grandes melhorias na qualidade da água filtrada e tratada.

Todos os anos, no começo do período chuvoso que ocorre do mês de dezembro até o primeiro semestre do ano, a turbidez da água bruta aumenta em virtude das enxurradas, embora o manancial seja um açude, e não aja tanta interferência com as enxurradas, sua turbidez bruta aumenta, como mostram os resultados em dezembro/22 o valor máximo chegou a 14 ut e janeiro/23 a 19 ut, ainda assim, a água filtrada melhorou consideravelmente e isso deve-se aos processos de melhoria hidráulicos realizados na Estação de Tratamento de Água (ETA) de Santa Quitéria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BITTENCOURT, Claudia; PAULA, Maria Aparecida Silva. Tratamento de água e efluentes: fundamentos de saneamento e gestão de recursos hídricos. 1 ed. São Paulo: Érica, 2014.
2. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357:Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.Acesso em: 25 nov 2022.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação n°5, Anexo XX. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html#ANEXOXX>. Acesso em: 25 nov. 2019
4. RICHTER, Carlos A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher. 2009.
5. VIANNA, M. R. (1992). Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água. Belo Horizonte, Instituto de Engenharia Aplicada Editora. 344 p.
6. DI BERNARDO, L. Comunicação pessoal sobre Técnicas de Tratabilidade. 1993/1995.