



I-010 – AVALIAÇÃO DE LAVAGEM DE FILTRO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA NAS CIDADES DE BRAZABRANTES E RIO VERDE NO ESTADO DE GOIÁS (ESTUDO DE CASO)

Maria Cecília Rodrigues Borges⁽¹⁾

Química Industrial pela Universidade Estadual de Goiás. Direito pela Faculdade Cambury. Técnica Industrial da SANEAGO-GO. Pós-Graduada em Sistema de Abastecimento de Água pelo IPOG.

Carlos Roberto Alves dos Santos⁽²⁾

Mestre em Ecologia pela Universidade Federal de Goiás, Bacharel e Licenciado em Biologia pela Pontifícia Universidade Católica, Técnico em Saneamento pela Escola Técnica Federal de Goiás e Biólogo da SANEAGO-GO

Maura Francisca da Silva⁽³⁾

Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Especialista em Saúde Pública pela Universidade de Ribeirão Preto. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás. Bióloga na empresa Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

Patrícia Pereira Ribeiro Keller⁽⁴⁾

Farmacêutica e Bioquímica pela Universidade Federal de Goiás - UFG. Mestra em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás - UFG. MBA em Sistema de Abastecimento de Água pelo IPOG. Técnica em Saneamento pela ETFGO. Gestora da Gerência de Proteção Ambiental e Qualidade do Produto na Saneago.

Sandra Cristina dos Santos Macedo⁽⁵⁾

Técnica em Saneamento pela Escola Técnica Federal de Goiás/ atual CEFET. Licenciatura em Biologia pela Faculdade Estadual Vale do Acarau/. Técnica Industrial da SANEAGO-GO.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Fued José Sebba, 1245 – Jardim Goiás – Goiânia - GO - CEP: 74805-100 - Brasil - Tel: (62) 3243- 3400 – e-mail: mariacecilia@saneago.com.br.

RESUMO

Essa atividade busca melhoria na qualidade do produto sem modificações estruturais, fez o estudo da lavagem do filtro em Brazabrantés/GO, em que os operadores gastavam 50 minutos para lavar um filtro. Para entender a situação, avaliou a velocidade da lavagem, expansão do material filtrante e eficiência na limpeza do filtro. O objetivo foi verificar as condições da lavagem, segundo as especificações descritas na NBR12.216:1992, e aplicando uma avaliação mensurável a eficiência da limpeza do material filtrante com referências bibliográficas. Já em Rio Verde/GO, aplicou a metodologia, com o diagnóstico de colmatação, então a equipe operacional realizou algumas atividades para regular a lavagem do filtro, que foram ajuste de velocidade e jateamento do material filtrante. O resultado foi na diminuição do consumo interno de água. Os instrumentos fora: uma vara com câmaras com espessamento de 10 cm, régua centimétrica, vara coletora e turbidímetro. Em Brazabrantés, o filtro avaliado não atingia a velocidades ascensional de lavagem, logo houve remoção da sujeira no material filtrante. Em Rio Verde, houve uma diminuição significativa no consumo interno de água. Conclui-se: o método de diagnóstico da lavagem do filtro mensura a condição em que o filtro está sendo lavado e operado, e a eficiência dessa limpeza, conforme especifica a norma NBR 12.216:1992.

PALAVRAS-CHAVE: Água, Lavagem de Filtro, Velocidade, Turbidez, Potabilidade.

INTRODUÇÃO

No ano de 1920, foi publicado pelo Decreto-Lei 3.987, esse decreto teve a função em direcionar profilaxia para aplicar no saneamento público, esta norma trouxe as diretrizes, tanto que foi criado função de diretorias de serviços sanitários. Já no ano de 1961 pelo Decreto nº 49.974, no qual veio regulamentar o Código Nacional da Saúde (Lei 2.312/1954), este traz de forma genérica as questões sobre defesa e proteção da saúde



pública. Agora, no ano de 1977, foi publicado o Decreto 79.367, esta norma foi mais específica, conforme está no título que vem a dispor sobre padrão de potabilidade de água. No mesmo ano foi publicado a Portaria nº 56/1977, essa norma trouxe de fato os parâmetros para que água fosse considerada potável. A norma seguinte foi na Portaria nº 36 GM/1990 do Ministério da Saúde, nesta norma apresenta o parâmetro turbidez apenas na saída do tratamento e na rede de distribuição, não havia a necessidade de realizar especificamente a turbidez das unidades operacionais como critério de potabilidade. Agora, já no ano de 2000, pela Portaria nº 1.469 do Ministério da Saúde no seu art. 12 atribui que para conseguir estabelecer uma garantia da qualidade microbiológica da água era necessário que a turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção deveria ser menor que 1,0 uT em 95% das amostras avaliadas, para os sistemas de filtração rápida, este não teve alteração pela revisão da Portaria GM/MS nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Já no ano de 2011, houve revisão para os critérios de potabilidade, tanto que foi publicado a Portaria GM/MS nº 2.914, nessa norma traz a mensuração da turbidez da água filtrada ser menor que 0,5 uT, sem diagnosticar precisamente cada filtro.

Agora na Portaria de Consolidação nº 5/2017, em seu § 3º do art. 30 do anexo XX traz que preferencialmente era para avaliar a turbidez no efluente individual de cada unidade filtrante, e mesmo com alteração ao critério dos pontos de avaliação, entretanto esse o valor de 0,5 uT permaneceu. Por fim, pela atual Portaria nº 888/2021, trata-se de uma norma mais exigente, tanto que no §3º do art. 28 descreve que deve ser verificado mensalmente com base em amostras coletadas no efluente individual de cada unidade filtração. Ao avaliar no percurso histórico do tratamento de água, na Estação de tratamento tinha-se por objetivo apenas ter uma turbidez que pudesse ser considerada como potável na saída deste tratamento, mas desde ano 2000 é que esta unidade operacional se tornou um ponto crítico para ser avaliado sobre a eficiência/eficácia da potabilidade do tratamento, assim vem diagnosticar se produto pode ser distribuído no Sistema de Abastecimento de Água.

Conhecendo o percurso legislativo para conseguir entender a importância da funcionalidade desta unidade operacional, que é o filtro; então segue as definições e normas para esta etapa de separação de materiais. Segundo Atinks (2002), a filtração trata-se de uma técnica que utiliza as diferenças de solubilidade para fazer a separação, no qual a amostra passa por uma fina malha (filtro), o material solúvel percorre no filtro, já o material insolúvel fica retido. Ressalve, que filtração é comumente o primeiro estágio no tratamento de água fornecida no sistema de abastecimento. Agora, ao aplicar essa técnica na Estação de Tratamento de Água (ETA) tem-se a seguinte função e definição:

- A filtração consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais e de microrganismos presentes na água que escoam através de um meio poroso. Em geral, a filtração é o processo final de remoção de impurezas realizado em uma estação de tratamento de água e, portanto, o principal responsável pela produção de água com qualidade condizente com o padrão de potabilidade. (DI BERNARDO, 2005:513).

É notório que existem várias tecnologias, no qual tornará a água potável para ser distribuída, entretanto o custo, a confiabilidade operacional e manutenção poderá dificultar na implantação e instalação de novas tecnologias. Mesmo que a ETA já esteja em funcionamento, tentar fazer mudanças abruptas e abandonar estruturas de alvenarias (alto custo de construção) com a finalidade de atender os padrões de Potabilidade exigidos pela norma em vigor, torna-se inviável também.

Agora, o CONAMA 357/2005, traz as classificações dos corpos hídricos e suas diretrizes ambientais, dentre essas diretrizes no art. 4º traz as classificações de água doce e especifica qual o tratamento deverá ser realizado afim de ter uma água potável para consumo. Avaliando os tipos de tratamento proposto, percebe-se que em todos tipos de água deve-se aplicar alguma técnica que poderá ser: simplificado, convencional ou avançado. Observa a figura 1, demonstra as unidades operacionais e dentre eles vários tipos de filtração. Verifica que mesmo de forma complexa ou simples, em todos os tipos de tratamento a unidade operacional de filtração é contemplada.

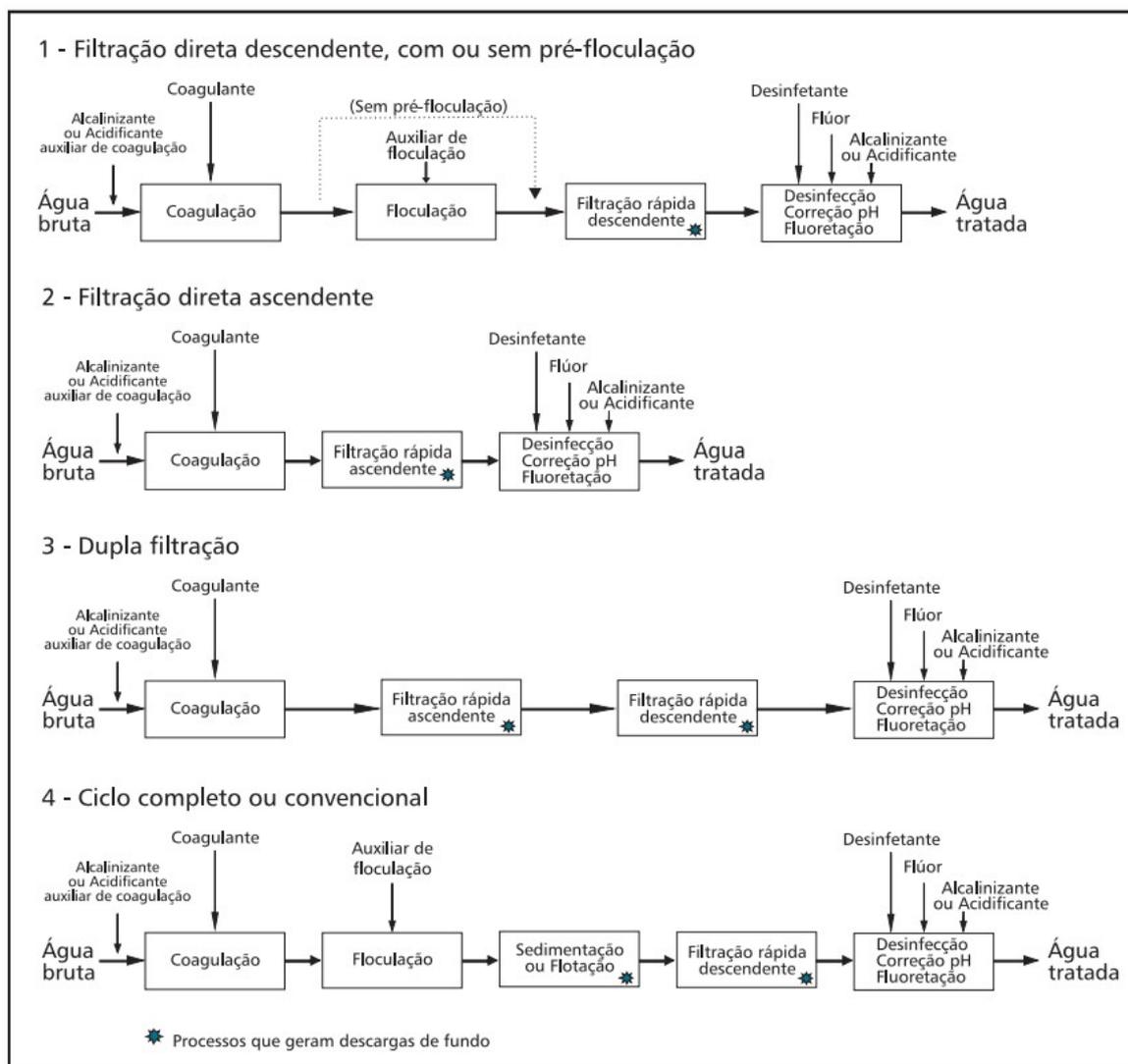


Figura 1 – Técnicas de Tratamento com uso da Filtração Rápida

Logo, percebe-se que a filtração é importante para o tratamento, e a sua manutenção dar-se-á pela limpeza através do procedimento de lavagem. Segundo Vianna (2019), diz que a necessidade de lavar o filtro é por ter atingido a carga máxima suportada hidraulicamente pela instalação, ou, quando houver risco de deterioração da qualidade da água filtrada se for mantida em operação. Caso essa lavagem ocorra de forma inadequada terá consequências diversas.

A lavagem inadequada dos filtros apresenta diversos problemas, tais como: a) aparecimento de bolas de lodo no interior do meio filtrante, b) menor volume de água produzido por carreira de filtração, c) água filtrada de pior qualidade no reinício da filtração e d) aumento da perda de carga no meio filtrante. (DI BERNARDO, *et al.*, 2017: 611).

Assim, o objetivo desse trabalho é trazer técnica de avaliação de limpeza do filtro, conforme é especificado na NBR 12.216:1992 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para abastecimento público, aplicação aos itens 5.12.6 e 5.12.7. Nesses itens estabelecem quais deverão ser as velocidades, o tempo e expansão de material filtrante. Outra variável para diagnosticar esse processo será avaliação da turbidez da água de lavagem, pois esse parâmetro consegue mensurar a remoção de sujeira durante a lavagem, e visualmente é um critério utilizado pelo operador durante a limpeza. Logo esse conjunto de fatores ao serem avaliados e



corrigidos, consegue, portanto, evitar troca de material filtrante e melhorar as condições de limpeza para a unidade operacional de filtração, além de diminuir o consumo de água utilizado no processo. Com essas informações a equipe técnica terá dados mensuráveis e consegue ter argumento para fazer os ajustes necessário no processo de lavagem com as interfaces: operador, equipe de manutenção e engenharia, água com qualidade insatisfatória. Procurando suprir a demanda sempre crescente de água, mantendo sua qualidade, defronta-se com a escassez de recursos. A partir de tal constatação, faz-se necessário que se investiguem em laboratório novas tecnologias, que permitam estudar as inúmeras possibilidades de se obter água em quantidade mantendo a qualidade e custos baixos.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia de Saneamento de Goiás (SANEAGO-GO).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a lavagem de filtro alguns critérios estabelecidos na NBR 12.216:1992 são utilizados como referência para a avaliação. O critério de expansão do material filtrante (item 5.12.7; NBR 12.216:1992), traz que a vazão da água de lavagem em contracorrente deve promover a expansão do leito filtrante de 20 a 30 % em relação a altura do material filtrante. Outro critério a ser aplicado nessa avaliação será a velocidade ascensional de água de lavagem, que pelo item 5.12.6 as velocidades ascensionais não deverão ser menores que 60 cm/min para filtração descendente com o tempo de 10 minutos; 80 cm/min para filtração ascendente, o tempo de no mínimo de 15 min. Segundo Vianna (2019:10-70) recomenda-se que a lavagem do filtro esteja entre 60 cm/min a 100 cm/min. O tempo máximo não é estabelecido pela norma, mas no diagnóstico operacional a utilização excessiva de água tratada, para lavagem do material filtrante, trata-se de um critério para mensurar no consumo interno da produção.

PRIMEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DA EXPANSÃO

A expansão da areia durante a lavagem do filtro é avaliada pela porcentagem da expansão do material filtrante em relação à altura da camada de areia preparada na unidade operacional. No momento da lavagem utiliza-se uma régua feita no torno, com as dimensões especificadas na figura 2 – Vara de Avaliação de Expansão de Material Filtrante.

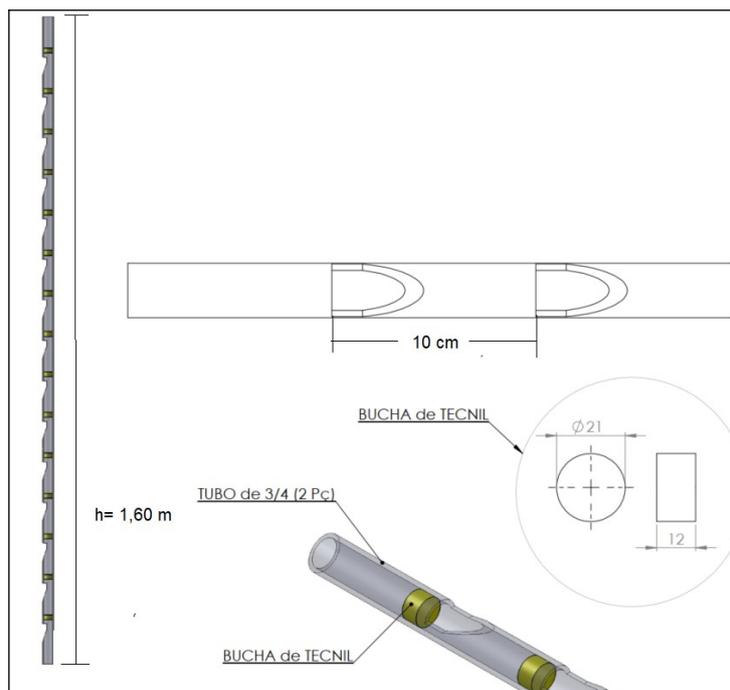


Figura 2 – Vara de Avaliação de Expansão de Material Filtrante

A equipe coloca a régua dentro do filtro, o operador faz a lavagem, ao término do processo, retira a régua com cuidado, pois a avaliação verifica as câmaras que estão com material filtrante. Um exemplo que poderá ser aplicado se houver o preenchimento apenas da primeira câmara, significa que houve a expansão de 10 cm, assim contabiliza as expansões conforme as câmaras que tiverem areia. Vale ressaltar, que a distância entre as câmaras será de 10 cm, com vara de aproximadamente 160 cm. Caso seja necessário de ter uma régua maior, faz uma conexão para expandir a vara, as câmaras de expansão deverão estar no intervalo do material filtrante até calha coletora de água de lavagem.

Na régua utilizou-se uma bucha de tecnil, por não deslocar com a força da água de lavagem, nem com a deposição da areia/antracito.

SEGUNDA ETAPA: DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE ASCENCIONAL DE LAVAGEM

A velocidade ascensional da água de lavagem é de 60 cm/min até 100 cm/min. Utiliza-se uma Régua centimétrica de Mira de nível (figura 03), a área que utiliza normalmente é a topografia, mas pode ser utilizada para outras finalidades também. Utiliza um cronometro, recomenda-se que seja do celular, por ter a marcação de voltas. Ao fazer as marcações de volta permitirá o registro de tempos sucessivos sem parar o tempo inicial, no qual continua a ser marcado em segundo plano.

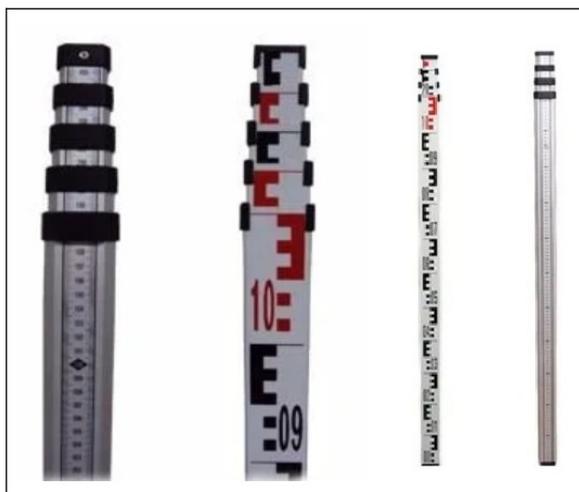


Figura 03 – Régua Centimétrica Mira de Nível Topografia

Na avaliação é necessário que a lâmina de água esteja no máximo 10 cm do leito filtrante. Ao aplicar essa avaliação no filtro ascendente, recomenda-se que faça uma descarga de fundo. Agora, se o filtro é descendente, fecha a entrada de água decantada e espera ocorrer a filtração, até numa altura próximo a camada filtrante. O cuidado para que não ocorra a drenagem total, pois é importante esse procedimento para não haver o comprometimento do leito filtrante.

O cálculo que se aplica nessa avaliação é de velocidade (fórmula 01):

$$\text{Velocidade} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Fórmula 01 – Cálculo de Velocidade

Sabendo que a distância numérica na régua é de 10 cm que água percorre, já pode utilizar esse valor na variável da distância (fórmula 02).

$$Velocidade = \frac{10(cm)}{t(s)}$$

Fórmula 02 – Cálculo de Velocidade

Entretanto, a NBR12.216:1992 traz as medidas das unidades nos valores em cm/min, portanto é necessário converter segundos para minutos, essa conversão faz-se com a multiplicação de 60 (fórmula 03).

$$Velocidade = \left(\frac{10(cm)}{t(s)}\right) * 60 \Rightarrow Velocidade = \frac{10(cm)}{t(min)}$$

Fórmula 03 – Cálculo de Velocidade

Nesse tipo de atividade, deve ter atenção as unidades de medidas que são extraídas as informações com as unidades de medidas referências, pois pode ocorrer distorção das informações da avaliação.

TERCEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DA LIMPEZA DO FILTRO POR TURBIDEZ

A limpeza do filtro trata-se de fazer a remoção de sujeira ao leito filtrante pode-se encontrar a definição que:

A principal ação de limpeza dos grãos do meio filtrante, durante a lavagem apenas com água, é devida aos esforços de cisalhamento causados pelo líquido que escoar junto aos grãos. Como no meio filtrante granular expandido, os efeitos da abrasão e das colisões entre os grãos são limitados, sugerem a lavagem simultânea com ar e água. (DI BERNARDO, *et al.*, 2017: 611).

O critério para realizar as avaliações de limpeza sugerida pelo Di Bernardo (2017:621), foi avaliar a variação da turbidez da água de lavagem em função do tempo, esse método é para determinar o tempo de aplicação de ar, depois aplicando o uso da água.

Assim este método foi aplicado para verificar a eficiência da lavagem pelo parâmetro turbidez, pois justifica em ser um parâmetro que visualmente é perceptível para o operador. Ao realizar a lavagem do filtro, faz a coleta deste efluente. Segundo Di Bernardo (2017:618), em geral o tempo recomendado é aquele para o qual a turbidez da água e lavagem resulta menor que 5 uT. Segue na figura 04 – sugestão de equipamento para auxiliar na coleta da água de lavagem.

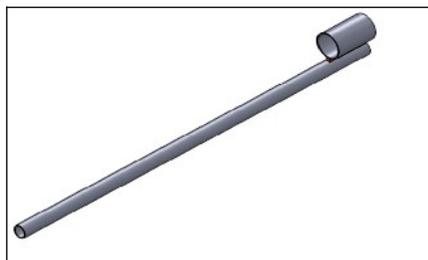


Figura 04– Vara com coletor de água de lavagem

QUARTA ETAPA: LOCAIS DE AVALIAÇÕES –BRAZABRANTES E RIO VERDE

Essa avaliação foi realizada em Brazabrantres – GO, distância de 42 Km de Goiânia, com população de aproximadamente 4 mil (IBGE 2020). Objetivando em realizar melhorias operacionais, recebeu a visita da equipe técnica, que trabalha especificamente nessa área, tanto que ao realizaram a avaliação geral no sistema evidenciou alguns diagnósticos operacionais, que trouxe o problema no sistema de lavagem do filtro no tratamento.

As unidades operacionais do sistema de tratamento de água Brazabrantes são: unidade de floculação e decantação, por acontecer num único local esta unidade operacional é definida como floco-decantador (4), com filtro ascendente (3). Observando a imagem a unidade n° 2 identifica é um filtro-duplo que foi desativado por haver necessidade de reforma, mas o alto custo em realizar a obra, a equipe operacional fez a instalação de outro filtro ascendente (3). O número 01 é a casa de produto químico da estação.

A vazão é de 15 L/s, o período de trabalho é de 18 horas aproximadamente. O floco-decantador é um tipo de sistema que foi implantado na empresa com o objetivo de tratar água bruta com turbidez alta que ocorre sazonalmente no período chuvoso, logo nesse período, conforme descreve o CONAMA 357/05, somente o filtro ascendente não é o equipamento ideal para o tratamento de água. Veja a figura 5.



Figura 5– Estação de Tratamento de Água – Brazabrantes/GO

Então, as avaliações foram realizadas no ano de 2021 nos dias 28 de outubro, 04 e 09 de novembro. Nos dias 28 e 09 foi o mesmo operador da ETA, já no dia 04 foi outro profissional que nos acompanhou. Nas duas primeiras visitas, realizamos a avaliação completa de expansão, velocidade de lavagem e eficiência de limpeza do filtro. Segue abaixo o diagnóstico dos resultados.

Essa avaliação foi realizada, também, em Rio Verde– GO, distância de 230 Km de Goiânia, com população de aproximadamente 241 mil habitantes (IBGE 2020). Em julho de 2022, a equipe de treinamento fez uma aplicação deste método para a avaliação do filtro da ETA de Rio Verde. Nisso, diagnosticou que este estava com baixa velocidade de ascensão, tanto que a equipe fez a sugestão de realizar a desincrustação física, com o revolvimento do material filtrante, e jateamento da areia, assim melhora a condição do leito filtração e retiraria os lodos de colmatação.

A estrutura operacional da ETA Central de Rio Verde é um sistema de ciclo completo (tratamento convencional), tem-se a unidade de floculação mecânica (1) e decantação de alta taxa (2), com filtro descendente (3) e casa de produto químico (4). No complexo 04 tem os reservatórios elevados, que são utilizados para fazer a lavagem dos filtros, mas que não teve nenhuma alteração estrutural, desde a sua concepção se compara com o caso anterior. As alterações operacionais davam-se ao número de voltas para não jogar material filtrante fora, não havia a preocupação específica para a limpeza dessa unidade filtrante. Veja a figura 04.



Figura 04 – Imagem de Satélite da ETA Central.

Em julho de 2022, a equipe de treinamento da Gerência de Proteção Ambiental Qualidade do Produto realizou em Rio Verde um treinamento para fazer a qualificação e melhorias operacionais para o corpo técnico e operacionais da Região de Jataí e Rio Verde. Fez a avaliação do filtro e diagnosticou que este estava com baixa velocidade de ascensão, tanto que a equipe fez a sugestão de realizar a desincrustação física, com o revolvimento do material filtrante, e jateamento da areia, assim melhoraria a condição do leito filtração e retiraria os lodos de colmatação.

RESULTADOS

Na ETA de Brazabranes tem o filtro é ascendente, diâmetro de 3 m; altura de 1,35m, entre distância da camada filtrante com a calha coletora de água de lavagem. O sistema tem um reservatório elevado com volume de 30 m³, que é utilizado para fazer lavagem do filtro. Em entrevista com operador, realizamos alguns questionamentos básicos operacionais, dentre uma das informações cruciais para tomada de decisão em fazer essa avaliação no filtro é que foi reportado que a equipe gastava 50 min para realizar a lavagem do filtro, e que a periodicidade era mais que 24 horas, conforme recomendações técnicas.

As avaliações foram em 2021, nas visitas dos dias 28 de outubro, 04 e 09 de novembro. Nas duas primeiras visitas, realizaram as avaliações completa de expansão, velocidade de lavagem e eficiência de limpeza do filtro. Segue abaixo o diagnóstico dos resultados.

A equipe que fez avaliação não tem o equipamento de verificação da espessura da camada de filtrante, entretanto, foi posicionado a régua (figura 02) e 4 câmaras ficaram com material filtrante. Logo a expansão foi de 40 cm. Mesmo sem a espessura do leito filtrante, verificou a distância da altura da calha coletora que tem aproximadamente altura de 135 cm, com a altura de expansão, o diagnóstico que aplica é não está ocorrendo a perda de material filtrante. Agora, para avaliar se essa expansão é eficiente precisa de ter as medidas do leito filtrante.

A avaliação da velocidade do filtro foi realizada, com as seguintes manobras operacionais:

- Fez a descarga de fundo do filtro ascendente.
- O operador abriu a água de lavagem com a manobra de 6 voltas.
- Após 7 min houve a necessidade de utilizar água decantada para fazer a limpeza, pois o volume do reservatório elevado não foi suficiente.
- A lavagem desse filtro durou aproximadamente 50 min.

Segundo a nota do Item 5.12.9.1 da NBR 12216:1992, traz que que a velocidade mínima de lavagem deve ser de 80 cm/min e o tempo de lavagem mínimo, de 15 min. Nessa avaliação a velocidade de lavagem foi 46,98

cm/min, as velocidades oscilarem entre 30 cm/min até 62,4 cm/min. Veja na figura 07, a velocidade de lavagem ficou abaixo.

No dia 04 de novembro, realizamos outra avaliação para verificar se poderia ocorrer alguma melhoria operacional, tanto que foi apresentado para o operador qual foi a avaliação anterior, este nos informou que o procedimento de lavagem que realizava era diferente e oportunamente já fizemos a avaliação. Esse operador não abriu de imediato todo registro abriu 3 voltas, depois de expandir o material, é que fez a abertura total, que foi 10 voltas.

Ao comparar as duas lavagens percebe-se que o sistema não consegue ter a velocidade mínima de 80 cm/min. A manobra do segundo operador foi mais eficaz pois manteve uma velocidade ascensional maior se compara com a manobra de lavagem do dia 28 de outubro. Entretanto, é importante nessa situação reavaliar o sistema de lavagem para que possa atender a velocidade ascensional de 80 cm/min. 2 minutos com água da Elevatória, depois ficou 10 min com a água decantada. No tempo 12 min reiniciamos a lavagem com Reservatório. Abriu 3 voltas até expandir, depois abriu o restante com total de 10 voltas. Com 18 min colocou a água decantada, pois não foi possível conseguir limpar. Veja a figura 07

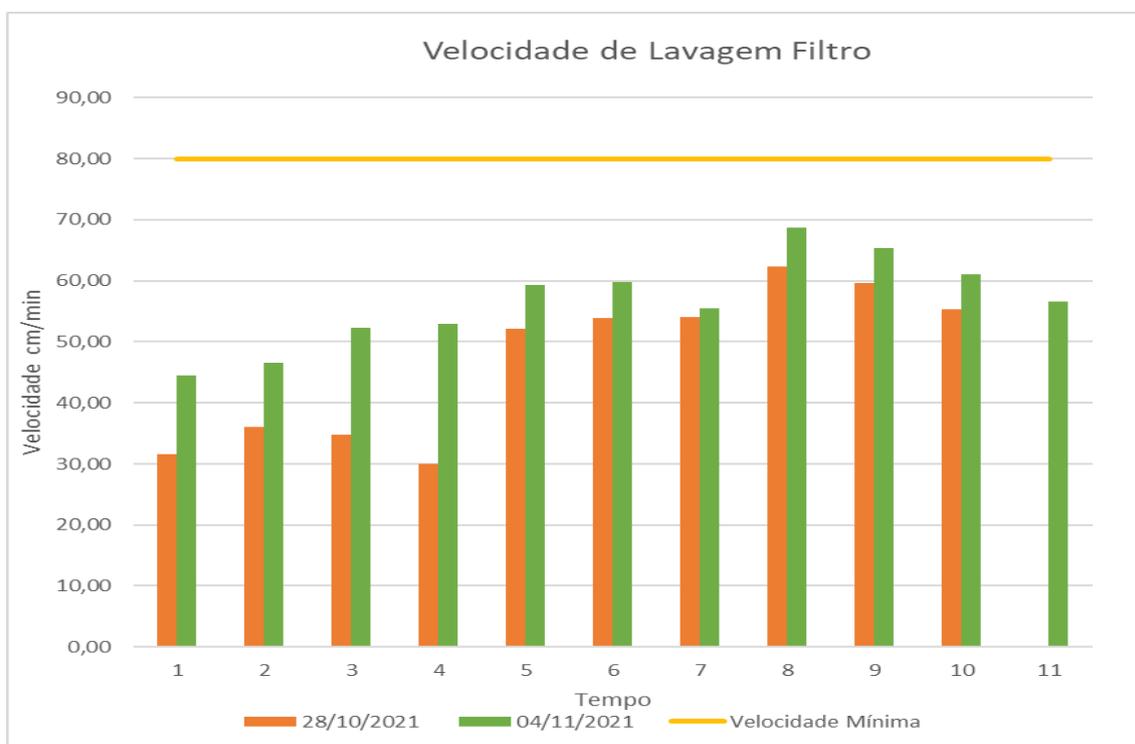


Figura 07 - Avaliação da Velocidade de Lavagem do Filtro de Brazabrantres.

Por ocorrer essa lavagem com a velocidade errada, percebe-se que houve de fato a formação de bolas de lodo no interior do meio filtrante, a água filtrada de pior qualidade no reinício da filtração. Com esse contexto apresentado, os operadores justificavam em não realizar diariamente a lavagem do filtro, pois após cada lavagem a água filtrada apresentava qualidade insatisfatória em cada limpeza. Assim, evidência os fatos com as imagens de colmatação do material filtrante, conforme a figura 08.

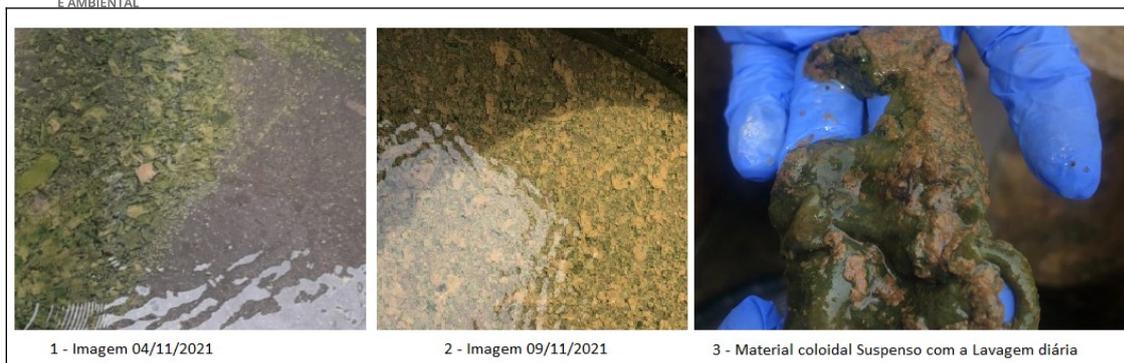


Figura 08 – Comparação da Parte Superior do Filtro Ascendente

Trata-se de um fenômeno que os grãos de areia ficam revertidos de uma camada gelatinosa de hidróxido alumínio, matéria orgânica e ou materiais absorvidos pelos coágulos; uma espessa camada gelatinosa fica na superfície da areia, tudo concorrendo para o aumento da perda de carga. Assim, o acúmulo desse material, gradativamente, faz que o filtro fica deficitário as condições de filtração e caso extremo, poderá danificar a estrutura. Por exemplo, se essa bola de lodo chega ao fundo, poderá ocorrer o entupimento dos aspersores, e danificar o fundo do filtro. Logo, houve a evidência dos fatos que os operadores reportaram com a mensuração da velocidade de lavagem.

Os operadores informaram que o tempo de lavagem era de aproximadamente 50 minutos, entretanto a norma estabelece que o tempo de lavagem deverá ser no mínimo 15 min. Mesmo sem estabelecer um tempo máximo foi notório que o sistema estava gastando muita água para realizar a limpeza, então para verificar e confrontar as informações que foi reportada a equipe técnica realizou o teste de avaliação da eficiência da lavagem do filtro. Segundo Di Bernardo (2017:728) para avaliar a eficiência da lavagem faz-se a coleta da água, coloca todas em seqüências e consegue fazer visualmente a comparação, ou pela análise de turbidez também se verifica que se trata de um parâmetro eficaz para essa avaliação

Agora, para verificar a eficiência utilizou o parâmetro de turbidez da água de lavagem, o critério de utilizar esse parâmetro advêm da facilidade em ser detectado, tanto que visualmente é perceptível a falta de transparência, devido a presença de materiais suspensos, tanto que visualmente consegue ver se a limpeza foi eficiente pela transparência da água de lavagem. Abaixo tem as figuras (08 e 09) comparativas das coletas realizadas nos dias 28 de outubro e 04 de novembro, as coletas são enumeradas conforme ao tempo de coleta. Esse tempo de coleta inicia ao momento que água verte na calha coletora da água de lavagem. No primeiro dia, as coletas de 1 até 10 foram realizadas a cada um minuto; já, as coletas seguintes o intervalo foi de 5 minutos. Nas coletas realizadas no segundo dia, o intervalo de 1 minuto foi o critério de intervalo a 20ª coleta, as coletas seguintes já foram com intervalo de 5 min. Veja as figuras 09 e 10, visualmente é notório a limpeza ao comparar todas as coletas, entretanto na coleta nº15 que seria o intervalo aproximado em que deveria finalizar a lavagem há grande quantidade de material suspenso, eis o motivo notório do prolongamento do tempo de lavagem. Tanto que apenas nas duas ultimas amostras é que houve de fato uma limpeza perceptível.



Figura 09 – Coleta da água de Lavagem do Filtro Ascendente de Brazabrantres – 28 de out. de 2021.



Figura 10 – Coleta da água de Lavagem do Filtro Ascendente de Brazabrantes – 04 de nov. de 2021.

Com as amostras da água de lavagem conseguiu avaliar que a duração da limpeza, visualmente é justificável a tomada de decisão dos operadores. Entretanto, foi solicitado para os operadores que realizassem a limpeza diariamente até o dia 09 de novembro. Ao retornarmos foi perceptível que a eficiência da limpeza, pois 20 minutos após a lavagem a turbidez da água de lavagem foi de 7,2 uT e seguindo com 30 minutos de lavagem a turbidez foi de 5,22 uT, ou seja, melhoria efetiva ao gasto, tempo e custo para realizar o processo da limpeza da unidade operacional. Veja a Figura 11 que traz eficiência de limpeza comparando os dias 28 de novembro, 04 e 09 de novembro.

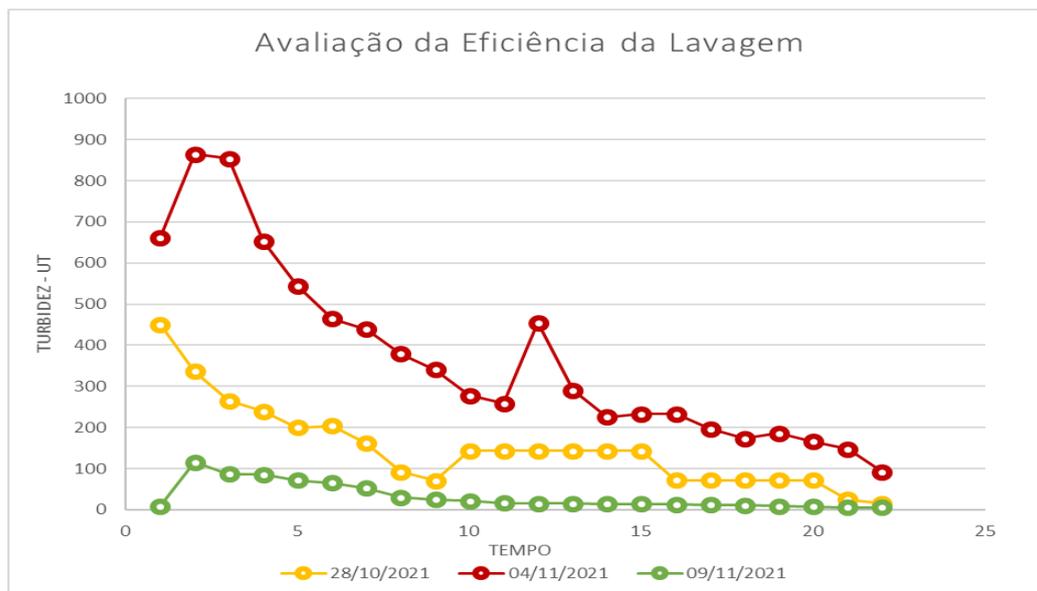


Figura 11 – Avaliação da Eficiência de Limpeza do Filtro Ascendente de Brazabrantes.

Ao avaliar a turbidez dos dias 28/10 e 04/11, percebe-se aumento da turbidez, pois houve a necessidade que os operadores realizarem a limpeza com água decantada do floco-decantador, pois conforme foi informado pela equipe operacional o volume do reservatório não é suficiente para realizar o procedimento. No 3º dia da



visita, já é notório que não houve ponto de elevação da turbidez, por utilizarem água do tanque de contato e bombear para o Reservatório Elevado e finalizar a limpeza.

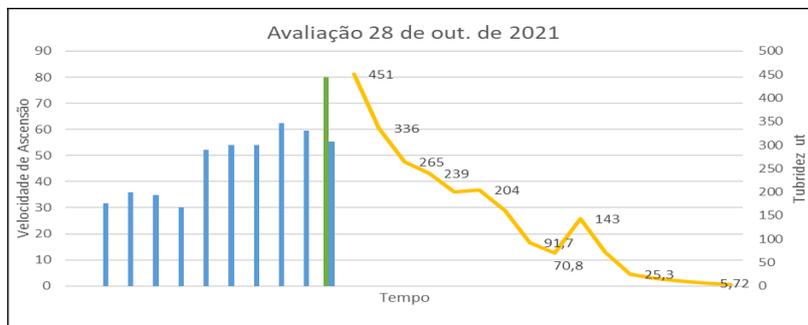


Figura 12 – Avaliação da Velocidade e da Limpeza do Filtro no dia 28/10/2021 - Brazabrantes.

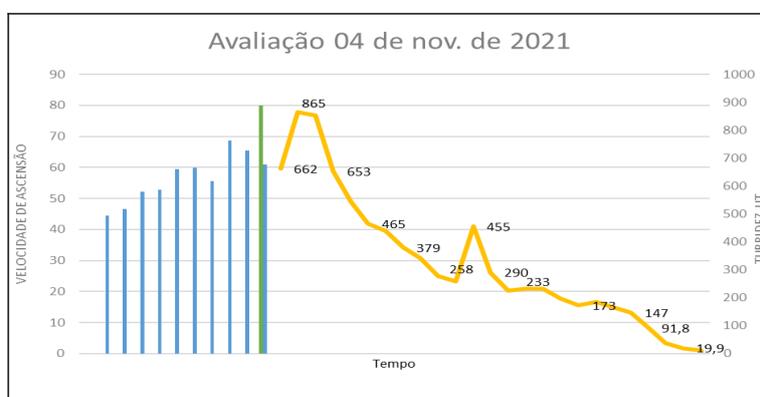


Figura 13 – Avaliação da Velocidade e Limpeza do Filtro no dia 04/11/2021- Brazabrantes.

Portanto, percebe-se que a velocidade é primordial para fazer a limpeza dos grãos de areia do material filtrante, e que se essa velocidade for reduzida, conforme traz na figura 12, ocorrerá uma menor limpeza do material filtrante e colmatação do leito filtrante. E comparando a velocidade maior na figura 13 houve de fato uma limpeza mais eficaz, tanto que houve maior remoção das incrustações no grão de areia. Ainda que nessas duas avaliações não atingiram a velocidade mínima de lavagem do filtro conforme preconiza a NBR 12.216:1992.

Em Rio Verde a situação semelhante ao caso anterior, fazia uma limpeza do filtro, mas não há remoção da sujeira nos grãos de materiais filtrantes. Tanto que ficou acordado com a Responsável Técnica do Tratamento de Água realizar uma nova avaliação e fazer a desincrustação física do material filtrante, ajustar as velocidades de lavagem com o engenheiro.

A atividade foi realizada pela equipe operacional de Rio Verde, no mês de agosto, conforme NOTA TÉCNICA – 820/2022 (anexo 01), contemplando as atividades realizadas para a questão de melhoria da lavagem do filtro. Veja figura 14, a equipe fazendo o revolvimento do material filtrante.

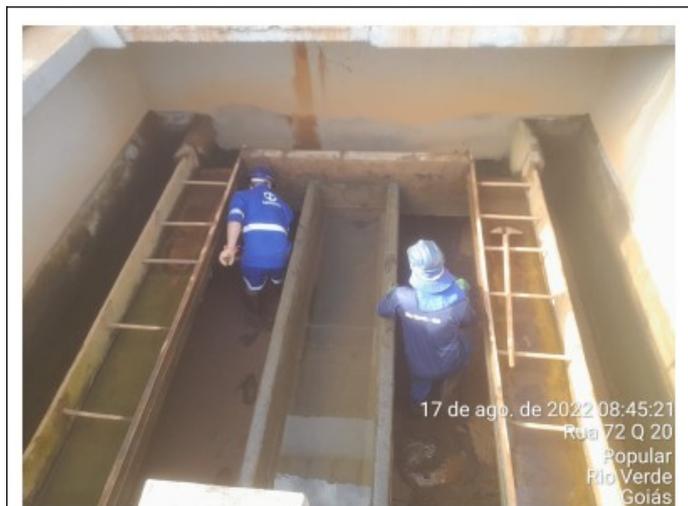


Figura 14 – Revolvimento do Material Filtrante. Fonte: Saneago (2022)

Em abril de 2023, para confirmar se os ajustes e atividades realizados pela equipe foi eficiente, realizou-se uma avaliação da operação de lavagem do filtro, a equipe da Gerência de Proteção Ambiental e Qualidade do Produto. Fez, então, outra avaliação do filtro 03, que avaliou a expansão, a velocidade e limpeza superficial dos grãos de areia através da turbidez. Na figura 15 demonstra a disposição dos equipamentos e jateamento do material filtrante antes de realizar a lavagem.



Figura 15 – Avaliação da Lavagem do Filtro 03 – Abril de 2023 (Rio Verde/GO)

Não foi possível avaliar a espessura da camada filtrante, entretanto, foi posicionado a régua (figura 02) e 9 câmaras ficaram com material filtrante. Logo a expansão foi de 90 cm. Mesmo sem a espessura do leito filtrante, verificou a distância da altura da calha coletora que tem aproximadamente altura de 100 cm, com a altura de expansão, o diagnóstico que aplica é não está ocorrendo a perda de material filtrante. Agora, para avaliar se essa expansão é eficiente precisa de ter as medidas do leito filtrante, também não se aplica nesse caso. Referente a expansão, é importante mencionar, também, que a distância do material filtrante até a calha coletora de água de lavagem é de 100 cm, já a expansão na lavagem do filtro foi de 90 cm; logo, não houve perda de material filtrante e houve uma boa expansão do leito, nessa lavagem o volume gasto foi de 93 m³.

A avaliação da velocidade do filtro foi realizada, com as seguintes manobras operacionais:

- Fechou a comporta de entrada de água decantada.
- Esperou o nível da água ficar aproximadamente 10 cm de distância do leito filtrante.
- Fez o jateamento com água pressurizada para cortar o material filtrante.



- O operador abriu a água de lavagem com a manobra de 15 voltas.
- Após 9 minutos encerrou a lavagem do filtro.

No diagnóstico, verificou que a velocidade média ficou na faixa estabelecida pela norma de ser maior que 60,0 cm/min, tanto que está em destaque na figura 16 a coluna verde, trata-se da média dessas velocidades de lavagem do filtro. Assim, comprova que ao atingir a velocidade preconizada em norma consegue então fazer uma limpeza eficiente/eficaz no leito filtrante, isso percebe-se pela redução da turbidez foi uma lavagem eficiente, conforme o próximo item a ser apresentado.

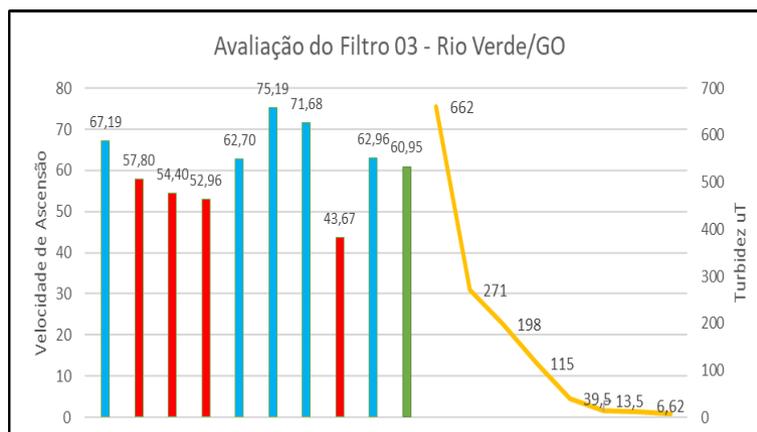


Figura 16 – Avaliação da Velocidade e Limpeza do Filtro no dia 04/11/2021- Brazabrantas.

2.2.2.3 – Avaliação de Eficiência da Limpeza do Filtro por Turbidez

Na avaliação de eficiência da Limpeza do Filtro por turbidez, percebe-se que a turbidez teve uma excelente remoção, no tempo de aproximadamente de 9 min. Ainda que a última turbidez não tenha ficado abaixo de 5,0 (conforme preconiza Di Bernardo). Mas ao realizar a análise de turbidez após 30 minutos, a água filtrada estava com a turbidez de 0,3 NTU. Veja a figura (17) abaixo:



Figura 17 – Coleta da água de Lavagem do Filtro Ascendente de Rio Verde – Abril de 2023.

Enfim, com essas atividades realizadas desde o revolvimento do leito filtro, corte com jato de água antes da lavagem e ajuste da velocidade de lavagem, percebe-se que desde agosto de 2022 até abril de 2023. É notório que o consumo interno diminui significativamente, passando então a Estação de Tratamento de Água a realizar uma atividade operacional, conforme os parâmetros preconizados pela NBR 12.216:1992 e atendendo ao quesito de diminuir o consumo interno de água produzida na Estação. Logo, tem um volume maior para fazer a distribuição no sistema de abastecimento, assim se torna eficaz toda a captação e distribuição de água na cidade de Rio Verde.

Veja pela figura 18 os percentis de consumo interno da Estação de Tratamento de Água da ETA Central, que após as intervenções na unidade filtrante 03, na figura abaixo tem a meta de até 5% de consumo interno, sendo este o valor estabelecido pelo Planejamento Integrado da Companhia de Saneamento de Goiás – Saneago.

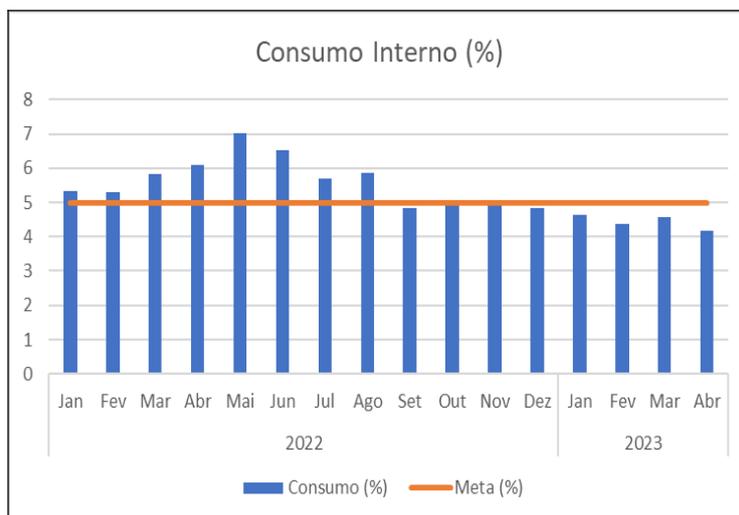


Figura 18 – Avaliação da Eficiência de Limpeza do Filtro Ascendente de Rio Verde.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O procedimento de lavagem é um conjunto de ações, os quais deverão ser seguidas para que não ocorra o comprometimento na qualidade da água a ser distribuída no sistema de abastecimento. A frequência da lavagem interfere diretamente na manutenção e preservação do material que compõe essa unidade do tratamento. É notório que qualquer ação de alteração no tratamento deve-se observar se os dispositivos instalados atenderão a nova unidade operacional adaptada.

Para o caso 01 – Brazabrantes, foi diagnosticado que a lavagem não estava atingindo a velocidade determinada pela NBR 12.216:1992 a própria equipe operacional apresentou a sugestão de realizar a lavagem do filtro com água do tanque de contato. Ao avaliar a eficiência da lavagem com a ação de lavar o filtro diariamente e utilizar água do tanque de contato houve uma eficiência no procedimento de lavagem.

Agora, para o caso 02 – Rio Verde, verificou efetividade no revolvimento do material da areia, ajuste da velocidade e jateamento do leito filtrante, trouxe a eficácia/eficiência na limpeza, tanto que diminui o consumo interno de água na Estação de Tratamento. Assim, essa unidade operacional conseguiu atingir as metas estabelecidas pela empresa. Há de ressaltar sem nenhuma mudança estrutural, que viesse a comprometer ou paralisar o tratamento com obras civis.

Portanto, avalia-se que o conjunto de ferramentas traz tecnicidade nas discussões que os operadores questionam e argumentam nas suas atividades realizadas diariamente, principalmente, quando ocorre as visitas técnicas, é perceptível o deslumbre e participação do operacional. É, também, perceptível que ao trazer as informações para as equipes envolvidas a resposta será uma mudança comportamental e ações precisas para as não-conformidades evidenciadas, pois se buscar melhorias nos resultados dependerá de mudança das ações.

Evidencia-se que mesmo sendo unidades filtrantes diferentes, essa avaliação também poderia ser aplicada para o conjunto de dupla-filtração, juntando os dois casos apresentados nesse trabalho. Com a busca de melhoria contínua, é importante saber, “é loucura é querer resultados diferentes fazendo tudo exatamente igual” (Albert Einstein).



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COSTA, E. R. H. Estudo de Polímeros Naturais como Auxiliares de Floculação com Base no Diagrama de Coagulação do Sulfato de Alumínio. São Carlos. 1992. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 1992.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12216: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 1992.
3. ATINKS, Peter. Princípios de Química: Questionando a vida moderna e meio ambiente. Tradução de Ignez Caracelli, *et al.* Porto Alegre: Bookman, 2002.
4. BRASIL. Lei nº 3.987, de 02 de janeiro de 1920. Reorganiza os serviços da Saúde Pública. Rio de Janeiro: Diário Oficial da União, 1920.
5. BRASIL. Decreto-Lei nº 49.974, de 21 de janeiro de 1961. Regulamenta, sob a denominação de Código Nacional de Saúde, a Lei nº 2.312, de 3 de setembro de 1954, de normas gerais sobre defesa e proteção da saúde. Brasília: Diário Oficial da União, 1961.
6. BRASIL. Decreto nº 79.367, de 09 de março de 1977. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1977.
7. BRASIL. Portaria MS nº 36, de 19 de janeiro de 1990. Regulamenta as atribuições do art. 2º do Decreto 79.376, de 09 de março de 1977. Brasília: Diário Oficial da União, 1990.
8. BRASIL. Portaria MS nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2000.
9. BRASIL. Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2004.
10. BRASIL. Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe os procedimentos e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Diário Oficial da União, 2011.
11. BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do sistema Único de Saúde. Brasília: Diário Oficial da União, 2017.
12. BRASIL. Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 para dispor sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Diário Oficial da União, 2021.
13. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE Boas práticas no abastecimento de água: procedimento para a minimização de risco à saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 61p. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas_praticas_agua.pdf. Acesso em 23 fev. 2023.
14. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005. 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/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 01 outubro 2012.
15. DI BERNARDO, L.; DANTAS; A. D. B. Métodos e técnicas de tratamento de água. São Carlos: RiMa, 2005.
16. DI BERNARDO, L.; *et al.* Métodos e técnicas de tratamento de água. São Carlos: RiMa, 2017.
17. VIANNA, Marcos Rocha. Hidráulica aplica às estações de água. Belo Horizonte: 3i Editora, 2019.