

I-197 - APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA DE ULTRAFILTRAÇÃO EM COMUNIDADE DE PEQUENO PORTE COM GESTÃO UNICOMUNITÁRIA

Érica Andrade Rebouças⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Faculdade Centro Leste (UCL). Especialização em Engenharia Ambiental pela Faculdade Cândido Mendes (FACAM). Mestranda em Engenharia de Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Tecnóloga de Sistemas de Saneamento na Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN).

Márcia Maria Parreira Alves de Azevedo⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Especialização em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal do Estado do Espírito Santo – UFES (2002 a 2003). MBA em Gestão Empresarial – FGV (20012-2013). Analista de Sistemas de Saneamento na Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN).

Endereço⁽¹⁾: Av. Isaac Lopes Rubim, 131, apto 501 – Jardim Camburi - Vitória - ES - CEP: 29.092-100 - Brasil - Tel: (27) 2127-5570 - e-mail: erica.areboucas@gmail.com

Endereço⁽²⁾: R. Renato Nascimento Daher Carneiro, 780, apto 208 – Ilha do Boi - Vitória - ES - CEP: 29.052-730 - Brasil - Tel: (27) 2127-5306 - e-mail: marcia.azevedo@cesan.com.br

RESUMO

A autogestão é uma solução para algumas populações, normalmente localidades isoladas e de pequeno porte, nas quais a arrecadação é limitada e inferior aos investimentos aportados no sistema. O sucesso de um modelo de gestão comunitária implantado advém da capacidade de gerenciar o sistema para garantir seu funcionamento adequado de forma continuada, sendo seu sucesso relacionado à boa articulação e organização da comunidade. O presente estudo objetivou analisar o projeto piloto implantado na localidade de Limoeiro, município de Castelo, no interior do Espírito Santo, que contempla a utilização de uma estação de tratamento de água compacta de ultrafiltração com capacidade de tratamento de 3,0 l/s, visando análise de uma alternativa de tratamento que proporcionaria disponibilização à comunidade de água tratada, em um sistema com facilidade operacional e baixo custo de operação. O desafio do tratamento de água contempla restrições de áreas disponíveis para instalação dos sistemas, degradação da qualidade dos mananciais disponíveis, além de condições operacionais adequadas, visando assim diminuição no custo operacional e perenidade do sistema implantado.

Diante do estudo foi possível identificar peculiaridades que devem ser analisadas e consideradas na fase de estudos e elaboração dos projetos como: definição da casa de operação com arquitetura adequada para receber a unidade de tratamento; previsão de equipamentos de laboratório essenciais para a operação; atenção à pressão mínima de entrada necessária ao pleno funcionamento hidráulico do conjunto; previsão de reuso do efluente de retrolavagem; prévia composição de custos de manutenção incluindo os tempos de substituição dos elementos filtrantes, visando haver caixa disponível para tal, a comunidade deve ser ativa e manter contínua a gestão do sistema. Como pontos de melhorias faz-se necessário o controle do volume de água gasto na retrolavagem e assepsia das membranas, bem como de controle de vazão de entrada e saída da ETA. Além disso, é importante que a comunidade tenha um número de ligações compatível com a arrecadação necessária para manter a operação e substituição de elementos de forma preventiva e periódica.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão unicomunitária, Localidade de Pequeno Porte, Comunidade Rural, Ultrafiltração.

INTRODUÇÃO

A carência no acesso à água potável implica em situações de riscos à população, como a utilização de mananciais sem qualidade sanitária e, por esse motivo, as comunidades necessitam de instalações adequadas de abastecimento de água. O desafio do tratamento de água contempla ainda, as restrições de áreas disponíveis para instalação dos sistemas, degradação da qualidade dos mananciais disponíveis, além de condições operacionais adequadas, visando assim a diminuição no custo operacional e perenidade do sistema implantado (FERREIRA et al, 2015; MIERZWA et al, 2008; DARONCO et al, 2015).

Lermontov et al (2015) dissertam sobre a dificuldade da aplicação de inovações no tratamento de água por serem consideradas onerosas, tanto na implantação quanto na operação, se comparado às tecnologias convencionais. Entretanto, com o rigor nos parâmetros impostos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde faz-se necessária a busca por novas tecnologias de tratamento que atendam aos requisitos normativos. Schneider e Tsutya (2001) descrevem a capacidade de atender às novas rigorosas metas da legislação, o esgotamento de mananciais de água potável próximo aos núcleos urbanos e a redução no custo de operação, como diferenciais que impulsionam a adoção da tecnologia de membranas para tratamento de água. Já States et al (2000) põe como desvantagem a necessidade de pressões específicas para funcionamento do sistema de membranas e o tempo de troca dos materiais filtrantes, fatores que podem onerar a operação do sistema, seja com custos de energia elétrica ou com aquisição periódica de materiais.

O Modelo de Gestão Unicomunitário, é entendido como aquele arranjo de gestão para operação e manutenção do sistema de abastecimento e tratamento de água de uma única comunidade (SÉRIE ÁGUA BRASIL, 2016). A autogestão é uma solução para algumas populações, mas nessas localidades isoladas e de pequeno porte, a arrecadação é limitada e inferior aos investimentos aportados no sistema. O sucesso de um modelo implantado advém da capacidade de gerenciar o sistema para garantir seu funcionamento adequado de forma continuada, sendo seu sucesso relacionado à boa articulação e organização comunitária. Assim, como em grandes sistemas, a composição da tarifa a ser paga pela população deve prever inadimplência, custos de manutenção, quantidade de água consumida e condições econômicas dos usuários (GONTIJO, 2016; ATAÍDE et al, 2012).

Diante disso, o presente trabalho objetiva demonstrar a aplicabilidade da tecnologia de ultrafiltração em localidades de pequeno porte com gestão unicomunitária, e para tal apresenta-se o projeto piloto em Limoeiro, município de Castelo, interior do Estado do Espírito Santo. A referida comunidade possui gestão unicomunitária/autogestão, com carências específicas que limitam a definição da tecnologia de tratamento, seja por simplicidade operacional ou por baixa arrecadação para manutenção e operação de um sistema de abastecimento de água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, quanto à abordagem do problema, e exploratória, referente a um estudo de caso ocorrido na Localidade de Limoeiro, no sistema de abastecimento e tratamento de água implantado através do Programa de Saneamento Rural da CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento, denominado por PRÓ-RURAL/CESAN. Foram utilizadas informações, dados e experiências obtidos durante o trabalho de implantação do modelo de gestão e operação do sistema de água pela própria comunidade usuária deste sistema. Realizaram-se visitas técnicas, reuniões com o fabricante do equipamento, registros fotográficos e anotações do operador sobre o sistema.

O sistema de Limoeiro iniciou a operação em Julho/2016, com vazão projetada de 3,0 l/s, e seu monitoramento variou diante de algumas dificuldades operacionais, tal como será descrito nos itens a seguir. Ainda assim é possível identificar vantagens, desvantagens e recomendações para novos projetos com a tecnologia de ultrafiltração em localidades de pequeno porte.

Os sistemas de saneamento de pequeno porte geridos no modelo PRÓ-RURAL são implantados incluindo em sua casa de operação equipamentos de controle de qualidade de água simplificados: colorímetro, turbidímetro e pHmetro. Com problemas de aferição, apenas o colorímetro e pHmetro estiveram em funcionamento desde julho/2016. Para fins de adequação deste projeto-piloto foram iniciadas em Janeiro/2017 campanhas quinzenais de coleta de água para análise no laboratório da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN). Diante disso, os valores dos parâmetros são insuficientes para fins de comparação neste trabalho.

RESULTADOS OBTIDOS

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

O sistema de abastecimento de água de Limoeiro é suprido por um manancial superficial, Córrego Monte Alverne, sendo que, para fins de tratamento e pela legislação vigente deve ser submetido ao processo de filtração. A captação é realizada por barramento de nível em local protegido, entretanto, a montante o

manancial sofre com aumento de turbidez em períodos chuvosos, oriundo de terras desmatadas e execução de estradas vicinais.

O projeto foi concebido para atender a 532 habitantes, em um horizonte de projeto de 30 anos, totalizando uma vazão de produção de aproximadamente 3,0 l/s, considerando 12 horas de operações diárias em final de plano. Na fase atual o sistema trabalha com tempo de operação reduzido, considerando a quantidade de ligações em início de plano.

ETA COMPACTA DE ULTRAFILTRAÇÃO

Para a comunidade rural de Limoeiro optou-se por implantar uma estação de tratamento de água compacta que, segundo o fabricante, possui como principais características ser: “compacta, móvel, modular, com uso de tecnologia de retenção de contaminantes por retenção/obstrução física, sem o uso de produtos químicos para as etapas de tratamento de água bruta e sem geração de lodo residual na forma de uma ETA convencional”. Conforme o mesmo, a estação tem a capacidade de produção de 3,0 l/s (10,8 m³/h) mediante uma pressão de entrada mínima ideal de 3,5 bar, não devendo a exceder a 4,0 bar. As fases do tratamento são dotadas de manômetros para controle das pressões ideais em cada uma de suas fases.

A ETA (estação de tratamento de água) compacta implantada na localidade possui as seguintes etapas de tratamento: filtração nominal, composta pelos filtros plissados nominais (16 elementos de sacrifício) e 02 filtros de argila; filtração absoluta (02 filtros); sistema de ultrafiltração (02 unidades com membranas filtrantes); sistema ultravioleta (desinfecção); 01 unidade de carvão ativado vegetal (polimento); 02 filtros de proteção residual (filtros discos); cloração (desinfecção). Há um reservatório de água bruta e uma bomba para garantia da pressão mínima de serviço do sistema. A Figura 1 apresenta a configuração da ETA compacta descrita e a Figura 2 apresenta visão da unidade de operação completa.



Figura 1: Configuração da ETA compacta Limoeiro – Castelo/ES



Figura 2: ETA compacta Limoeiro – Castelo/ES

As orientações do fabricante para lavagem das unidades consistem em executar a retrolavagem a partir do acionamento manual de bombeamento que proporciona a lavagem dos elementos filtrantes de dentro para fora, eliminando as partículas acumuladas. A retrolavagem dura 30 segundos e o intervalo de realização são definidos de acordo com a turbidez, seguindo o padrão médio como referência:

- Entrada de água bruta abaixo de 30 NTU: intervalo médio de 4 horas;
- Entre 31 e 75 NTU: intervalo médio de 3 horas;
- Acima de 76 NTU: intervalo médio de até 2 horas.

Em Limoeiro a retrolavagem é acionada manualmente de segunda a sexta, quando o operador está na estação e, aos fins de semana, como a ETA não é automatizada, a mesma trabalha até a pressão máxima das unidades e quando ultrapassada ela desliga.

O fabricante orienta ainda a desinfecção dos filtros plissados em solução de hidróxido de sódio e ácido cítrico, informação verificada em conjunto que deve constar de forma detalhada em manual de operação.

IMPLANTAÇÃO DA ETA DE ULTRAFILTRAÇÃO

Através de contrato vigente para implantação do sistema completo de abastecimento de água da comunidade de Limoeiro, a estação de tratamento compacta foi adquirida pela contratada da CESAN dentro do escopo de projeto e com especificações técnicas da CESAN.

O serviço contemplava fornecimento e instalação do equipamento completo, com garantia mínima de um ano e obrigatoriedade de treinamento de operação. O valor total da aquisição do equipamento perfaz a ordem de R\$ 335 mil reais, contratado no ano de 2014.

A opção pelo modelo compacto de ultrafiltração resultou em adequações ao projeto considerando os seguintes fatores:

- A estação não necessita da aplicação de produtos químicos para coagulação (tal como sulfato de alumínio), desta maneira a casa de química ou casa de operação, não necessita de tanques de diluição e dosadores para tal produto;
- A unidade é única, compacta e toda fabricada em aço inox, sendo interessante sua inserção dentro de um abrigo fechado, sob proteção contra intempéries e calor excessivo. Esse abrigo deve possuir portão de acesso com tamanho suficiente para receber a unidade que possui rodas para facilitar seu transporte. O abrigo de Limoeiro possui 5,35m x 3,45m (01 sala no interior da casa de química);
- A entrada no sistema necessita de pressão mínima de 3,5 bar para produção de 3,0 l/s, que, no caso de Limoeiro, necessitou da instalação de bomba horizontal anterior à ETA para fornecimento da pressão mínima.
- A área disponível para implantação da ETA é distante do manancial para lançamento dos efluentes de drenagem e a ETA de ultrafiltração prometia um efluente livre de coagulantes.

OPERAÇÃO

Em uma localidade com gestão unicomunitária é extremamente relevante que o sistema implantado tenha facilidade de operação. A escolaridade mínima exigida ao operador foi ensino fundamental, visto a dificuldade de candidatos com escolaridade superior. Diante disso, seguem descritos os principais aspectos sobre a operação:

- Em um sistema de autogestão é importante o engajamento da população e, desta maneira, a opção de projeto foi não automatizar totalmente a unidade, devendo o operador estar diariamente envolvido na operação;
- O operador inicia a operação pela manhã, ligando a unidade de tratamento para encher os reservatórios de distribuição. Durante o dia de trabalho o operador ainda realiza outras atividades como leitura dos hidrômetros, acertos necessários na rua (vazamentos), operação do booster existente na distribuição, manter a área da estação limpa e acompanhar o abastecimento da comunidade;
- Durante o período de acompanhamento da operação, houve fortes chuvas na região, chegando a 248 unidades de cor. A unidade de tratamento foi capaz de manter a qualidade de saída abaixo de 0,6 unidades de cor;
- A lavagem dos elementos das etapas do tratamento garante que ela funcione com carga máxima. Assim, são realizadas retrolavagens a cada 3 horas da filtração nominal; assepsia das membranas filtrantes, duas vezes por semana, com água e produto químico (ácido cítrico e hidróxido de sódio); lavagem manual dos elementos de sacrifício a cada 10 dias (ou diária quando no período chuvoso);
- O equipamento, para lavagem e manutenção, possui conexões simples que podem ser retiradas manualmente pelo operador, sem necessidade de ferramentas de grande porte.
- A nível de testes e verificações, optou-se por trabalhar com pressões de entrada diferenciadas, determinando que com 1,8 bar a ETA produz cerca de 1,7 l/s;
- Objetivando a obtenção de controle mais preciso de vazão, até então realizadas manualmente por vasilhames, recentemente instalou-se medidores (hidrômetros);
- Detectou-se que os filtros com 20 micra não eram os mais adequados, pois dificultavam a operação ao necessitarem de um número maior de retrolavagens, e desta maneira definiu-se junto ao fabricante a troca para utilização de elementos com 50 micra;

ORIENTAÇÕES PARA LIMPEZA DAS UNIDADES

Como o fabricante não era explícito sobre o procedimento de desinfecção das membranas no manual de operação, apesar de ter fornecido os produtos sem custos adicionais na instalação da ETA, buscou-se na literatura, que define que a incrustação em membranas pode ser eliminada através de limpeza química preventiva. O hidróxido de sódio é *“útil na remoção de incrustações orgânicas de origem natural, incrustações coloidais de origem orgânica/inorgânica, e material biológico (fungos e biofilme)”*, enquanto o ácido cítrico *“é útil na remoção de incrustação inorgânica (carbonato de cálcio, sulfato de cálcio, etc),*

óxidos de metais (ferro, manganês, níquel, cobre, zinco) e material coloidal inorgânico” (FRICKORN e NETO, 2009).

Conforme instrução do fabricante quando iniciada a operação, as unidades filtrantes são lavadas com soluções de hidróxido de sódio e ácido cítrico (ou ácido clorídrico); os efluentes gerados são armazenados em tanque para neutralização e posterior destinação final. Cada lavagem consome 100 gramas de Hidróxido de Sódio (em 132 L de solução) e 150 gramas do Ácido Cítrico (em 132 L de solução).

O operador realizava retrolavagens de 30 em 30 minutos, com consumo de mais de 30% da água tratada produzida. O excesso de retrolavagens prejudicava o abastecimento do reservatório de distribuição e consequente o start automático da ETA com frequência. Em contato com o fabricante, a orientação foi a lavagem de 3 em 3 horas.

CUSTOS E RECEITAS DE OPERAÇÃO

No modelo de autogerenciamento preconizado no município em questão, a gestão do sistema é compartilhada com a comunidade e a prefeitura. Desta maneira, alguns custos operacionais são absorvidos pela prefeitura para fins de sustentabilidade das funções básicas do sistema e diminuição do valor da tarifa. Em Limoeiro a Prefeitura Municipal de Castelo assume o pagamento dos custos de energia elétrica das unidades do sistema e o salário do operador, que é funcionário contratado da Prefeitura.

- De posse das contas de energia de 07/2016 a 04/2017, a ETA consumiu em média 304 kWh/mês perfazendo um valor médio de R\$ 230,00;
- Média de consumo por ligação: 8,5 m³, sendo a tarifa definida como R\$ 25,00 até 10m³, de 11 a 25 m³ acrescem R\$ 3,00/m³ e acima de 26m³ acrescem R\$ 5,00 por m³. A comunidade arrecada cerca de R\$ 2.000,00 por mês para arcar com os custos de operação e realizar reserva em caixa para posteriores manutenções.

GESTÃO DO SISTEMA – SAA LIMOEIRO

Na gestão unicomunitária a comunidade é responsável pelos custos de operação e manutenção do sistema, sendo necessário estimar um valor de tarifa condizente com os gastos mensais e previsões futuras, subsidiando a existência de um caixa para eventuais despesas não previstas. O custo operacional da ETA compacta foi estimado, considerando as instruções do fabricante, para troca de cada elemento que compõe as etapas de tratamento, tal como mostra a Tabela 1.

Em acordo com a Prefeitura Municipal, esta se comprometeu com o pagamento do salário do operador e pela energia elétrica gasta pelo sistema. Assim, o custo mensal para a comunidade engloba os valores de operação da ETA, pagamento extra ao operador referente ao meio expediente de trabalho nos sábados e ajuda de custo para o combustível, e caixa para fundo de reserva, perfazendo o valor mínimo (consumo = 10 m³) de R\$ 25,00 por ligação, considerando as 80 ligações atualmente usufruindo do sistema. Essa operação contempla aquisição de conexões e tubos para pequenas manutenções na rede de distribuição, aquisição de produtos, implantação de novas ligações domiciliares, troca de equipamentos e quaisquer novos ônus advindos da operação do sistema de abastecimento de água. As novas ligações são custeadas pelo próprio solicitante.

A troca dos elementos da filtração nominal, inicialmente previstos para troca em seis meses, precisou ser adquirida com dois meses de operação do sistema. Tais custos oneraram o caixa da comunidade antes do previsto, prejudicando a gestão do sistema com as reservas insuficientes para o período.

Outra lacuna verificada na gestão adveio da troca de gestão municipal, que cessou o contrato com o operador do sistema que necessitou ter seu salário pago pela comunidade. A contratação de mão de obra diretamente pela comunidade necessita de regulação e organização comunitária forte, e a retomada dessa parceria pela Prefeitura Municipal foi de suma importância para manutenibilidade do sistema implantado.

Além disso, houve necessidade de diversas visitas do fabricante a ETA para ajustes e treinamentos, inclusive para orientar as trocas dos elementos filtrantes. No caso do projeto piloto essas visitas não foram onerosas, mas é imprescindível a contabilização desse custo para composição da taxa e manutenção da reserva em caixa.

Tabela 1: Previsão de aquisição de elementos da ETA .

FASES TRATAMENTO	NOME	TEMPO (MESES)	UNIDADE	TROCAR ATÉ
FILTRAÇÃO NOMINAL	Filtro plissado nominal (elementos de sacrifício)	18	16	6 meses
	Filtro de argila troca o que tem no interior - argila granulada	96	2	de 8 a 10 anos (adotado o tempo de 8 anos)
FILTRAÇÃO ABSOLUTA	Filtro absoluto	6	2	6 meses
ULTRAFILTRAÇÃO	Membranas	78	2	adotado 6,5 anos de duração
ASSEPSIA	Limpeza das membranas (ácido cítrico e hidróxido de sódio)	1	1	
POLIMENTO	Carvão ativado vegetal (litros)	24	400	24 a 36 meses no máximo (adotado 24 meses)
PROTEÇÃO RESIDUAL	Filtro disco		2	não troca (troca só no último caso)
DESINFECÇÃO	Lâmpadas uv	12	2	(8000 horas de vida útil, em uso de 24 horas)
DESINFECÇÃO	Cloro líquido (kg)	1	1	

APRENDIZADO NA OPERAÇÃO DA ETA LIMOEIRO

A operação do projeto piloto em Limoeiro possibilitou verificação de itens relevantes para replicação da aplicabilidade do sistema compacto de ultrafiltração em comunidades de pequeno porte com gestão unicomunitária. Seguem pontos de aprendizado relevantes:

- Padronização dos procedimentos operacionais e analíticos adotados na ETA, com treinamento in loco ao operador. No caso específico estudado a baixa escolaridade do operador implicou em dificuldade de entendimento técnico para solução de alguns problemas na operação, necessitando de acompanhamento de supervisão técnica para verificação de anomalias e necessidades de alterações na operação;
- A etapa de filtração nominal deve ser analisada de acordo com a qualidade da água bruta, visando utilizar materiais com permeabilidade compatível para melhor operação do sistema;
- Através da alteração da quantidade de micra utilizada nos filtros plissados, compatíveis com o manancial de captação, e através do controle adequado de nível do reservatório de distribuição, houve redução da frequência de start do sistema, reduzindo o custo de operação/manutenção do sistema,
- Avaliação da possibilidade do sistema trabalhar por gravidade evitando custos de bombeamento para garantia da pressão mínima de serviço do equipamento;
- Melhoria do procedimento, neutralização e gerenciamento de resíduos oriundos da etapa de desinfecção das membranas: adequação dos efluentes gerados pela ETA, bem como sua destinação final adequada;
- Previsão de reuso das águas de retrolavagens da ETA, considerando não serem utilizados produtos químicos no tratamento. Em Limoeiro foi improvisado o descarte para uma plantação de café adjacente à área da ETA.
- Espaço estruturado (tanque, bombonas, etc) para limpeza dos filtros de sacrifício, pois em Limoeiro não foi previsto e o operador tem dificuldades de ter um ponto para lavagem do material;

- Monitoramento de cor e turbidez da água bruta para ampliação da vida útil dos filtros de sacrifício e consequente redução do custo operacional e melhoria do controle operacional;
- Atestar se o equipamento opera em condições ideais de pressão de entrada, assegurando a efetividade de produção de 3,0 l/s a 3,5 bar de pressão (recomendações do fabricante para a ETA de Limoeiro);
- Instalação de hidrômetros (macromedidores) para medição de vazão e avaliação precisa do tempo de operação da ETA para caracterização, quantificação e avaliação dos custos.
- Estudo de automatização integral do sistema;
- Necessário haver suporte técnico para a operação: aferição dos equipamentos de laboratório (turbidímetro, colorímetros), monitoramento da qualidade da água distribuída, reciclagem do operador;
- A parceria com o fornecedor foi imprescindível para sanar problemas na operação, contornar dificuldades encontradas com a variação de qualidade da água do manancial de abastecimento, bem como aperfeiçoamento do manual de operação.

CONCLUSÕES

Em suma, o sistema compacto de ultrafiltração é uma alternativa altamente positiva para comunidades de pequeno porte, devido a grande facilidade operacional, eliminando o acompanhamento da operação em tempo integral, no entanto, são imprescindíveis de adequações e verificações operacionais precisas tais como dados de qualidade de água e apuração integral de custos do sistema. Além disso, é importante que a comunidade tenha um número de ligações compatível com a arrecadação necessária para manter a operação e substituição de elementos de forma preventiva e periódica.

Há peculiaridades que devem ser analisadas e consideradas na fase de estudos e elaboração dos projetos como: definição da casa de operação com arquitetura adequada para receber a unidade de tratamento; previsão de materiais e equipamentos de laboratório necessários para a operação; atenção à pressão mínima de entrada necessária ao pleno funcionamento hidráulico do conjunto; previsão de reuso dos efluentes (retrolavagens e assepsia das membranas); prévia composição de custos de manutenção incluindo os tempos de substituição dos elementos filtrantes, visando haver caixa disponível para tal, a comunidade deve ser ativa e manter contínua a gestão do sistema. Como pontos de melhorias faz-se necessário o controle do volume de água gasto na retrolavagem e assepsia das membranas, bem como de controle de vazão de entrada e saída da ETA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATAÍDE, G.V.T.L.; MORAES, L.R.S.; BORJA, P.C. Autogestão em saneamento básico no Brasil: experiências e aprendizado. In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO, XVI, 2012, Maringá. Anais..., Maringá, 2012.
2. DARONCO, G.C.; CUNHA, R.P.; MACHADO, R.R. Aprimoramento operacional de um sistema de abastecimento de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015, Rio de Janeiro. Anais..., Rio de Janeiro, 2015.
3. FERREIRA, E.P.; FERREIRA, Y.P.; VENTURINI, A.F.; MOURA, A.S.; ROLIM NETO, F.C. Saneamento Rural – O desafio para o abastecimento de água em comunidades quilombolas no Estado de Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015, Rio de Janeiro. Anais..., Rio de Janeiro, 2015.
4. FRISCHKORN, H; NETO, J.L.R. Osmose reversa: limpeza química em membranas de dessalinizadores do Ceará. Revista Tecnologia, Fortaleza, v.30, n.1, p. 61-76, 2009.
5. GONTIJO, H.M. Sustentabilidade econômica no sistema de água e esgoto na comunidade rural de Amadeu Lacerda em Divinópolis/MG. 2016. 92f. Dissertação (Mestrado Profissional)– Universidade Federal de Lavras, Belo Horizonte.
6. LERMONTOV, A.; PEREIRA, R.A.S.; NAGAOKA, I.A. Teste piloto com membrana de ultrafiltração para remoção de turbidez e cor em mananciais superficiais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015, Rio de Janeiro. Anais..., Rio de Janeiro, 2015.
7. MIERZWA, J.C.; SILVA, M.C.C.; RODRIGUES, L.D.B.; HESPANHOL, I. Tratamento de água para abastecimento público por ultrafiltração: avaliação comparativa através dos custos diretos de implantação e operação com os sistemas convencional e convencional com carvão ativado. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.13, n.1, p.78-87, 2008.

8. SCHENEIDER, R. P.; TSUTIYA, M. T. Membranas filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reuso. 1º edição. São Paulo: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental. 2001. 324 p.
9. SÉRIE ÁGUA BRASIL. Estudo de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil: BANCO MUNDIAL, n.13, p. 3, mai. 2016.
10. STATES, S. ; BUZZA, E. ; CASSON, L. ; EVANS, R. ; GIGLIOTTI, T. ; MOVAHED, B. ; SCHEURING, M. Membrane filtration as posttreatment. Journal AWWA, v. 92, n. 8, p. 59-68, 2000.