

I-1165 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA PRODUZIDA PELA SOLUÇÃO ALTERNATIVA COLETIVA DE TRATAMENTO DE ÁGUA (SALTA-z) NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DE UM RESERVATÓRIO SUPERFICIAL DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Whelton Brito dos Santos⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutor em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais pela UFCG.

Aryadny Rodrigues Ferreira⁽²⁾

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Lívia Lara da Silva Oliveira⁽³⁾

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Weruska Brasileiro Ferreira⁽⁴⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutora em Engenharia Química pela UFCG. Professora efetiva do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (DESA/UEPB).

Vera Lucia Antunes de Lima⁽⁵⁾

Engenheira Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Engenharia Civil pela UFPB. Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Professora Titular da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA/UFCG).

Endereço⁽¹⁾: Rua Pedro Feitosa Nevez, 465 – Bela Vista – Campina Grande - PB - CEP: 58428-757 - Brasil - Tel: (83) 9 9654-6425 - e-mail: wheltonbrt@gmail.com

RESUMO

A SALTA-z é uma tecnologia de interesse social, que reúne em uma estrutura simplificada as etapas do tratamento convencional de águas, coagulação, floculação, decantação, desinfecção e filtração, nessa ordem, a fim de garantir água segura aos usuários desse sistema. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo verificar a eficiência da SALTA-z no tratamento da água do reservatório Epitácio Pessoa, localizado no semiárido paraibano, como também avaliar a contribuição da unidade de desinfecção na qualidade da água produzida. Como forma de avaliar se há efetiva contribuição da desinfecção na melhoria dos parâmetros de qualidade de água operou-se o sistema em duas configurações: Operação I composta pelas etapas do tratamento de água (coagulação, floculação, decantação, desinfecção e filtração) e a operação II pelo emprego de todas as etapas, exceto a desinfecção. Assim, a partir da avaliação da qualidade da água produzida pela SALTA-z, verificou-se o decaimento dos valores de cor aparente e turbidez ao longo das etapas de tratamento e o atendimento desses parâmetros em relação a portaria de potabilidade brasileira (Anexo XX da PRC N°5/2017). A turbidez atingiu valor médio de 0,3 uT, o que indica bom controle operacional do sistema. A Operação I, que teve o emprego da etapa de desinfecção, apresentou eficiência em relação a remoção de coliformes totais. Por seu turno, não foi identificada a presença de *E. coli* nas águas do reservatório Epitácio Pessoa, sendo assim, não foi possível avaliar a eficiência de remoção desse indicador pelo processo de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: SALTA-z, SAC, Tratamento de Água, Reservatório Epitácio Pessoa, Avaliação da Qualidade da Água.

INTRODUÇÃO

No contexto brasileiro, principalmente na região semiárida, há ocorrência irregular de chuvas, em distribuição espacial e temporal, aliada a elevada taxa de evaporação e às limitações relacionadas à gestão dos recursos hídricos contribuem para uma ação negativa no fenômeno da seca, num cenário caracterizado por baixa cobertura de ações de saneamento básico, na maior parcela dos municípios, cenário que se caracteriza pela suscetibilidade dos recursos naturais regionais à escassez e à contaminação (ANA, 2013; BEZERRA et al., 2020).

Essa conjuntura revela a necessidade da adoção de medidas de gestão e a inserção de tecnologias que promovam a universalização do acesso à água, sobretudo em comunidades rurais e tradicionais, a fim de minimizar os riscos frente ao seu consumo.

O atual padrão de potabilidade brasileiro explicitado pelo Anexo XX da Portaria de consolidação nº 5/2017 (PRC Nº5/2017) (BRASIL, 2017a), alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (BRASIL, 2021a) e pela Portaria GM/MS Nº 2.472/2021 (BRASIL, 2021b), retrata as soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano (SAC) como sendo uma modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição. A referida portaria estabelece os critérios de qualidade da água para sistemas dessa natureza, de forma análoga aos sistemas de abastecimento de água para consumo humano (SAA).

Nesse contexto, solução alternativa coletiva de tratamento de água (SALTA-z), apresenta-se como uma ferramenta que pode contribuir com a descentralização dos serviços de abastecimento. A concepção de sistema estabelecida para a SALTA-z (BRASIL, 2017a) visa critérios viáveis de instalação e operação; como a fácil aplicabilidade do sistema, baixo custo de implantação, operação e manutenção simplificadas. Suas etapas de tratamento estão baseadas nos processos convencionais, que inclui a clarificação (coagulação/floculação/decantação), desinfecção e filtração, nessa ordem.

Porém, o sistema de tratamento em questão apresenta condições hidráulicas e de funcionamento que diferem das estações de tratamento convencionais que são concebidas e dimensionadas em condições ideais, distingue-se também em relação à ordem dos processos de tratamento, quando se trata do ponto de aplicação do agente desinfetante, no caso da SALTA-z, a desinfecção acontece anterior à filtração.

OBJETIVO

Verificar a eficiência da SALTA-z no tratamento da água do reservatório Epitácio Pessoa, localizado no semiárido brasileiro, por meio do controle de parâmetros físicos e microbiológicos, como também avaliar a contribuição da unidade de desinfecção na qualidade da água produzida.

METODOLOGIA UTILIZADA

A água de estudo foi proveniente do reservatório Epitácio Pessoa (Figura 1), localizada no semiárido brasileiro, coletada e transportada para a SALTA-z por meio de carro-pipa. O referido manancial tem como usos principais o abastecimento humano e emprego na irrigação.

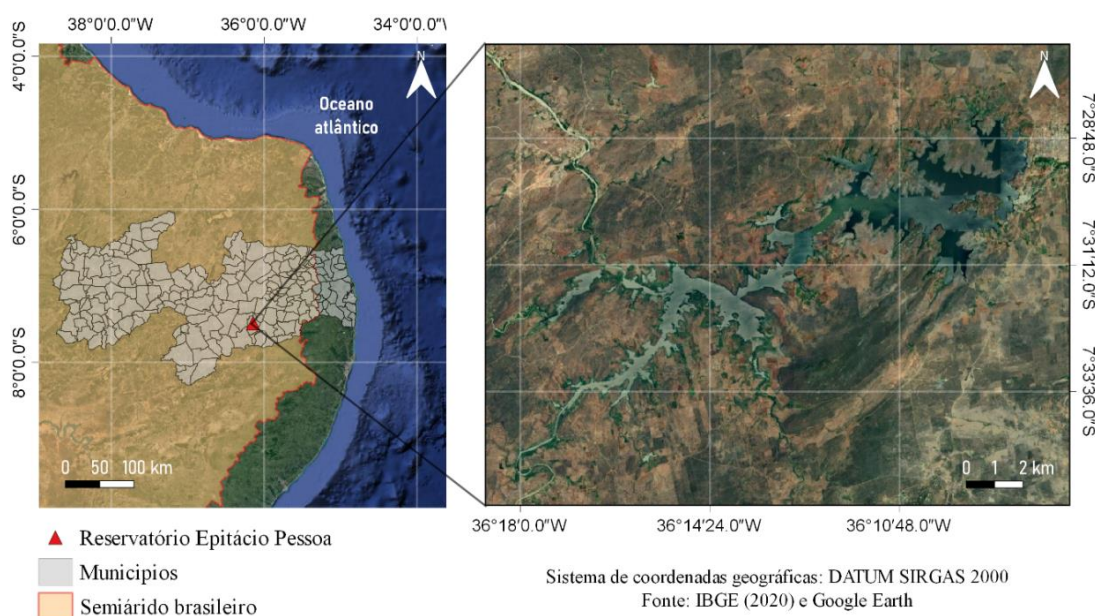


Figura 1: Localização do reservatório Epitácio Pessoa.

A SALTA-z tem seu funcionamento baseado nas etapas convencionais do tratamento de água, que inclui a clarificação (coagulação/floculação/decantação), desinfecção e filtração, nessa ordem. Com uma concepção operacional e manutenção facilitadas, tendo em vista o objetivo da referida tecnologia.

A Figura 2a esquematiza o funcionamento da SALTA-z em ciclo completo, que foi constituído pela (a) tomada de água previamente armazenada em um reservatório de água bruta com capacidade de 10.000 L; (b) introdução da solução coagulante pela tubulação de recalque, sendo esta composta por sulfato de alumínio na dosagem de 45 mg/L (definida por ensaios de clarificação em jarrest); (c) floculação pela mistura hidráulica que ocorreu entre a tubulação de recalque e o tanque de (d) decantação, onde a água ficou retida por 30 min como forma de sedimentação dos flocos formados, (e) após o decurso desse período a água recebeu a dosagem do agente desinfetante, hipoclorito de cálcio, (f) e seguiu para filtração em unidade composta por uma camada suporte de 0,3m de areia grossa e 1,0 m de zeólita clinoptilolita, com taxa de aplicação de taxa de filtração de $360\text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ (Figura 2b).

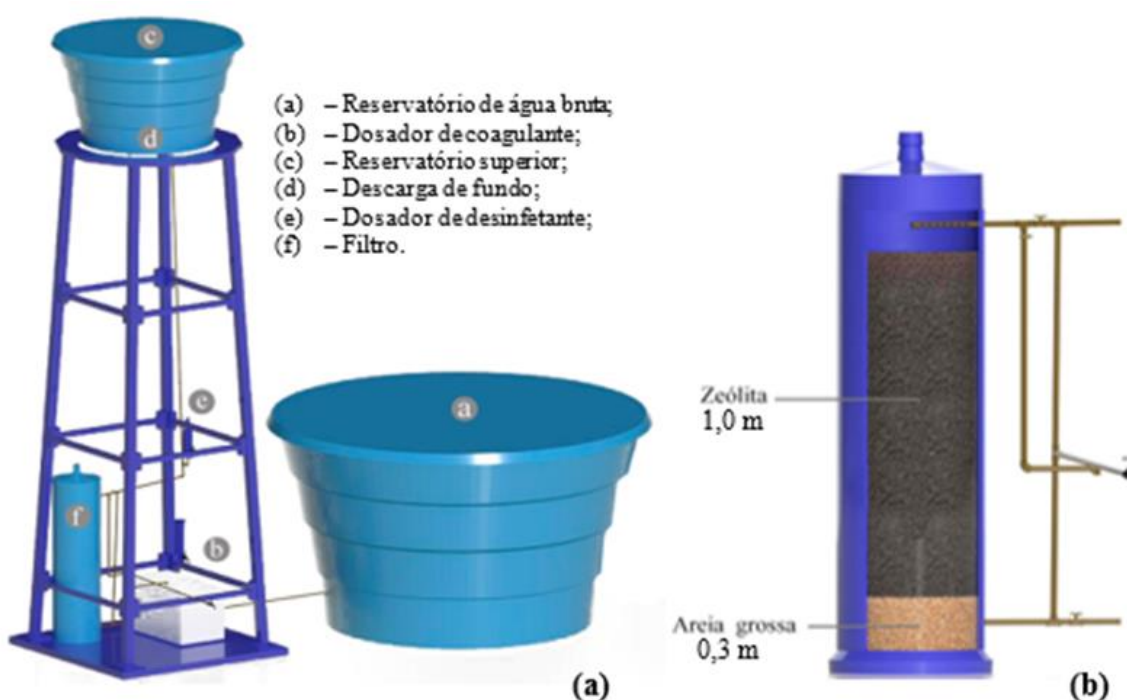


Figura 2: Esquematização do funcionamento da SALTA-z e detalhamento da unidade filtrante utilizada.

Como forma de avaliar se há efetiva contribuição da desinfecção na melhoria dos parâmetros de qualidade de água operou-se o sistema em duas configurações. Sendo a operação I composta por todas as etapas descritas anteriormente e a operação II pelo emprego de todos os processos, exceto a desinfecção.

Foram realizadas coletas da água bruta, decantada e tratada/filtrada para avaliação dos parâmetros: cor aparente, turbidez, Coliformes totais e *Escherichia coli* ao longo de 90 min de capa operação da SALTA-z com intervalos de 30min entre coletas. Os procedimentos de análises seguiram o estabelecido pelo *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WPCF, 2012).

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

A Figura 3 transcreve os resultados para os parâmetros físicos: cor aparente e turbidez, da água bruta decantada e tratada/filtrada nas operações I e II.

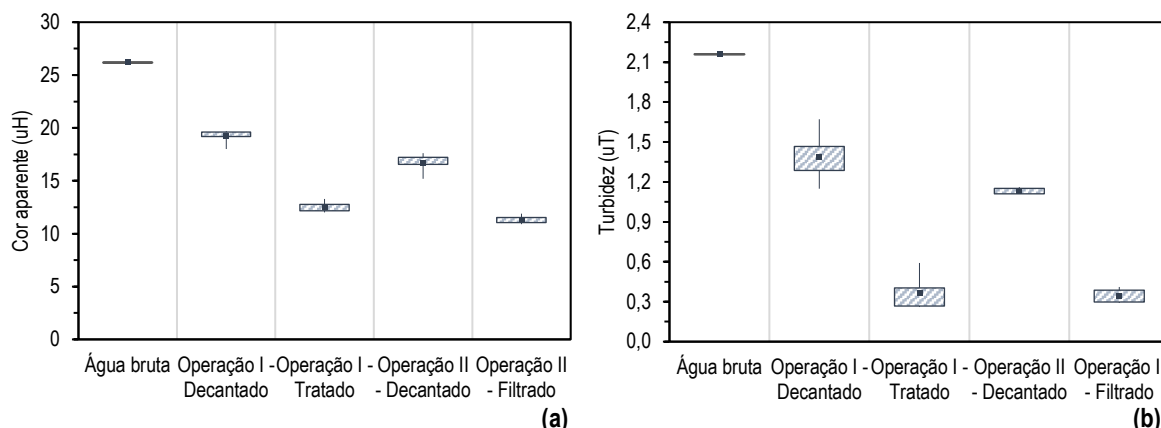


Figura 3: Variabilidade dos dados ao longo de 90 min de monitoramento dos parâmetros físicos: cor aparente (a) turbidez (b) para as diferentes operações.

A cor aparente (Figura 3a) manteve-se abaixo do valor máximo permitido pela PRC nº5/2017 de 15uH, ao longo de ambas as operações, com baixa variabilidade dos dados, para a água tratada e filtrada (operações I e II, respectivamente). Os valores de turbidez (Figura 3b) média variaram de 2,2 uT na água bruta, 1,4 e 1,1 uT para as águas decantadas e 0,4 e 0,3 uT para as águas filtrada e tratada, nas operações I e II, respectivamente. Ambos os parâmetros tendem a decair ao longo das etapas de tratamento.

A Tabela 1 apresenta os resultados do monitoramento de Coliformes totais e *E. coli*, verificou-se a presença de Coliformes totais em todas as amostras de água bruta, decantada e filtrada da operação I e nas amostras de água bruta, exceto na água tratada da operação II.

Tabela 1: Resultados das análises microbiológicas ao longo do monitoramento para as diferentes operações.

	Ponto	Nº de amostras	Coliformes totais (Ausência ou presença em 100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (Ausência ou presença em 100 mL)
Operação I	Água bruta	6	Presença*	Ausência**
	Água decantada	6	Presença*	Ausência**
	Água tratada	6	Ausência**	Ausência**
Operação II	Água bruta	6	Presença*	Ausência**
	Água decantada	6	Presença*	Ausência**
	Água filtrada	6	Presença*	Ausência**

* Presença em 100% das amostras; ** Ausência em 100% das amostras.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em relação à cor aparente, verifica-se um decréscimo dos seus valores ao longo das etapas do tratamento em relação à água bruta, como se era esperado, por estar relacionado à presença de substâncias de origem mineral e orgânicas dissolvidas, no estado coloidal ou em suspensão. Todavia, a diminuição gradual ao longo das etapas está relacionada principalmente a remoção dos sólidos em suspensão que são facilmente eliminados pelas etapas de coagulação, floculação, sedimentação e filtração, o que é confirmado pelo comportamento análogo do parâmetro turbidez.

O decaimento da turbidez ao longo das etapas demonstra a eficiência da SALTA-z no tratamento de águas de baixa turbidez e o atendimento ao limite preconizado pela PRC nº 05/2017 para a água pós-filtração rápida de 0,5 uT. Uma vez que a turbidez é o parâmetro tradicionalmente utilizado para o controle operacional e a avaliação da eficiência de processos de tratamento para remoção de partículas em suspensão ou coloidais (OLIVEIRA; BASTOS; SILVA, 2018).

Além disso, os resultados obtidos na água pós-filtração de 0,3 uT, em média, dispensam a avaliação da eficiência do tratamento através de esporos de bactérias aeróbias, quando observado média geométrica móvel dos últimos 12 meses maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100mL no ponto de captação e, consequente monitoramento de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. no ponto de captação, uma vez detectado a ineficiência da remoção de EBA na ordem de 2,5 log (BRASIL, 2017a).

Ressalta-se que não foi observada a presença de *E. coli* em nenhuma das amostras coletadas ao longo do monitoramento das operações I e II, na água bruta e, consequentemente na água decantada e tratada/filtrada. A ausência de *E.coli* na água do reservatório Epitácio Pessoa também foi observado por Farto e Silva (2020) em monitoramento da qualidade de água de cisternas abastecidas por esse reservatório.

A PRC nº 05/2017 preconiza a ausência em 100 mL de Coliformes totais na saída do tratamento, que inclui a desinfecção, indicando que a operação I, onde ocorre a desinfecção, está em acordo aos padrões microbiológicos exigidos por ela.

Por fim, verifica-se uma elevada eficiência na remoção de turbidez, na ordem de 1,0 uT, quando se compara as águas decantada e tratada/filtrada, em ambas as operações, o que demonstra a importância da unidade de filtração na potabilização das águas superficiais, sendo esta responsável pela remoção de protozoários.

CONCLUSÕES

A partir da avaliação da qualidade da água produzida pelo sistema de tratamento de água SALTA-z e dos diferentes tipos de operações propostas, pode-se concluir que:

Os parâmetros turbidez e cor aparente apresentaram valores satisfatórios de remoção, e decaimento ao longo das etapas de tratamento, estando ambos em conformidade com a PRC nº5/2017.

A turbidez atingiu valor médio de 0,3 uT o que indica bom controle operacional do sistema inclusive pela indicação na remoção de patógenos resistente ao processo de desinfecção;

A operação I, que inclui a etapa de desinfecção apresentou eficiência em termos de remoção de Coliformes totais;

Não foi identificada a presença de *E. coli* nas águas do reservatório Epitácio Pessoa, consequentemente, não foi possível avaliar desse indicador pela SALTA-z.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WPCF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22. ed. Washington, D.C.: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, 2012.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017*. Diário oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n.190, 03 out. 2017a.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/ Superintendência Estadual do Pará*. – Brasília: Funasa, 2017b. 49 p.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. (2021a) Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021. *Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, p. 127.
5. BRASIL. Ministério da Saúde. (2021b) Portaria nº 2.472, de 28 de setembro de 2021. *Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Diário Oficial da União, Brasília.

6. FARTO, C. D.; SILVA, T. C. *Variações da qualidade da água de chuva e de açudes armazenada em cisternas em municípios do semiárido do estado da Paraíba. Engenharia Sanitária e Ambiental [online].* 2020, v. 25, n. 6, pp. 859-871.
7. OLIVEIRA, K. C.; BASTOS, R. K. X.; SILVA, Carolina Ventura da. *Esporos de bactérias aeróbias são bons indicadores da eficiência do tratamento de água? Um estudo exploratório. Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, p. 1103-1109, 2018.