

AVALIAÇÃO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO DE MENDONÇA, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE JUAZEIRINHO- PB

Júlia Câmara de Freitas¹
Deoclecio Francisco do Nascimento Filho²
George Antonio Belmino da Silva³
Célia Regina Diniz⁴
Weruska Brasileiro Ferreira⁵

RESUMO

O município de Juazeirinho, estado da Paraíba, encontra-se na área de abrangência do semiárido brasileiro, que é acometido pela escassez de água. Desta forma, quando a água superficial, de fácil acesso, se esgota, é necessário recorrer a outras formas de abastecimento, como a água subterrânea. Porém, por assentar-se sobre o escudo oriental, os poços perfurados no município apresentam águas com altos teores salinos, o que inviabiliza seu consumo direto, requerendo tratamento com técnicas avançadas, uma vez que o tratamento convencional não é efetivo na remoção de sais. Para a realização deste trabalho foram coletadas amostras das águas bruta e permeada do sistema de dessalinização da comunidade rural Mendonça, para análise dos parâmetros físico-químicos sólidos dissolvidos totais, cor, turbidez, cloreto, alcalinidade, dureza, sódio e potássio. Verificou-se alta remoção para quase todos os parâmetros analisados, exceto para turbidez, quando se compara as concentrações das águas bruta e permeada. Constatou-se que os parâmetros analisados na água permeada atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria de consolidação nº 5/2017 do ministério da saúde.

Palavras-Chave: Água subterrânea; Semiárido; Água permeada; Escassez hídrica.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), o município de Juazeirinho-PB possui um índice pluviométrico anual médio de 522,3 mm, o que, conforme a Resolução do Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) de nº 107/2017, o insere na área de abrangência do

¹Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, juliacamaradefreitas@gmail.com;

²Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, deocleciofh@gmail.com;

³Doutorando em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, george_belmino@hotmail.com;

⁴Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, c.r.diniz@uepb.com.br;

⁵Professora orientadora: Doutora, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, weruska_brasileiro@yahoo.com.br

semiárido brasileiro, que caracteriza-se como uma região com evapotranspiração potencial anual superior a precipitação.

A zona urbana do município de Juazeirinho é dotada de rede de abastecimento com fornecimento regular de água, através do sistema adutor do Cariri, que capta água no açude Epitácio Pessoa, no município de Boqueirão-PB. No entanto, a realidade do abastecimento na zona rural é distinta da realidade da zona urbana, pois não há rede de abastecimento pública.

A fonte de água de mais fácil acesso para a população é a água superficial, que fica armazenada em cacimbas e açudes. Porém, com o prolongamento do período de estiagem ocasionando secas, o volume desses reservatórios pode cair a níveis críticos, onde muitos chegam a secar completamente.

A água subterrânea se apresenta em diversas ocasiões como a única alternativa de abastecimento em muitas localidades, suprimindo a demanda de água nos períodos de seca. Contudo, a água extraída de diversos poços no semiárido brasileiro apresenta alto teor de sais, pois grande parte da região está localizada sobre o escudo oriental, que é constituído de rochas cristalinas, o que restringe o armazenamento da água à fissuras nas rochas, proporcionando a dissolução dos sais da rocha na água (INSA, 2017). Daí a necessidade de implantação de sistemas de dessalinização das águas captadas em poços, e a avaliação da qualidade da água permeada para atestar sua potabilidade.

Esta pesquisa visou avaliar a operação do sistema de dessalinização Mendonça, localizado na comunidade rural homônima no município de Juazeirinho-PB, a partir de dados como a quantidade de famílias atendidas, volume distribuído, tempo de acionamento do sistema, e da concentração dos principais parâmetros físico-químicos da água permeada e comparar os valores obtidos com os valores da água bruta, para verificar a capacidade de rejeição das membranas, além de averiguar se as concentrações obtidas na água dessalinizada atende aos padrões de potabilidade.

Foram coletadas amostras da água do poço (bruta) e da água permeada (dessalinizada) para análise da concentração de sólidos dissolvidos totais (SDT), cor, turbidez, cloreto, alcalinidade, dureza, sódio e potássio.

O sistema apresentou uma elevada taxa de remoção para quase todos os parâmetros avaliados, exceto para turbidez, fato que pode ser explicado pela baixa concentração deste parâmetro na água bruta. A eficiência na remoção de potássio não foi calculada pois, pelo

método utilizado, não foi identificada concentração deste elemento tanto na água bruta quanto na permeada.

Todos os parâmetros avaliados nesse estudo para a água permeada se encontram dentro dos padrões de potabilidade preconizados pela portaria de consolidação nº 5/2017 do ministério da saúde.

METODOLOGIA

A coleta das amostras foi realizada in loco no dia 17 de maio de 2019 e todas as análises ocorreram no Laboratório de Referência em Tecnologia de Águas (LARTECA), localizado no Campus I da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Os dados sobre o tempo de operação do sistema e a vazão distribuída para as famílias foram estimados pelo operador do sistema.

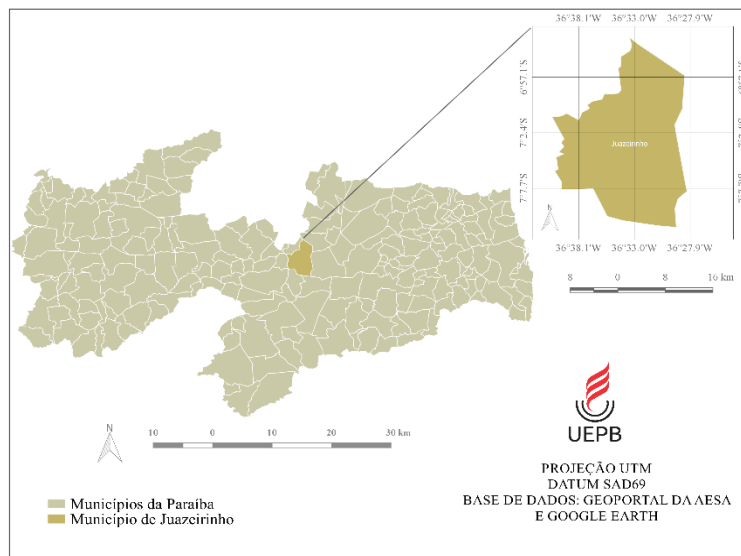
A leitura da concentração de SDT, turbidez e cor foi realizada de forma direta pela sonda multiparâmetro da marca HANNA® instruments de modelo HI 9829, pelo turbidímetro digital da marca PoliControl de modelo AP 2000, e pelo colorímetro da marca PoliControl de modelo aquacolor cor, respectivamente.

As análises de cloreto, alcalinidade e dureza total foram feitas conforme preconiza o Standard Methods, já as análises de sódio e potássio foram realizadas no fotômetro de chama. Todas os procedimentos foram realizados em triplicata.

DESENVOLVIMENTO

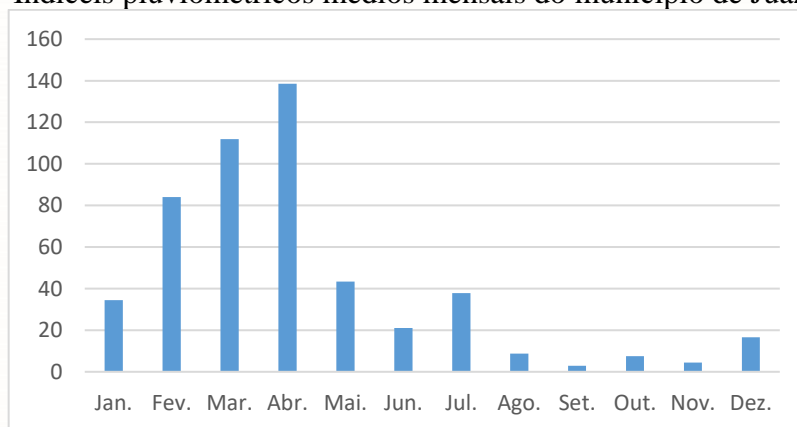
O município de Juazeirinho está localizado no estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil, conforme ilustrado na Figura 1, integrando a mesorregião da Borborema. Possui uma população total de 16.776 habitantes, dos quais 9.124 residem na zona urbana e 7.652 na zona rural (IBGE, 2010).

Figura 1 – Localização do município de Juazeirinho no estado da Paraíba



O índice pluviométrico anual médio do município é de 522,3 mm, o que, por ser inferior a 800 mm, o inclui na área de abrangência do semiárido brasileiro (SUDENE, 2017). Os índices pluviométricos mensais estão disponíveis no gráfico ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Índices pluviométricos médios mensais do município de Juazeirinho-PB

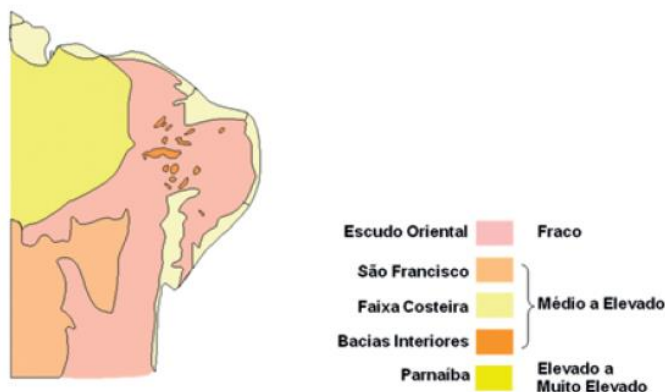


Fonte: AESA (2019).

A distribuição temporal de chuvas no município é desigual, sendo os maiores índices registrados no final do verão e início do outono, e os menores no final do inverno e início da primavera. Desta forma, o período chuvoso pode ser considerado como sendo os meses de fevereiro a maio, e os demais como sendo período de estiagem.

O município, bem como grande parte do semiárido brasileiro, encontra-se sobre o Escudo Oriental que possui fraco potencial hidrogeológico, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Potencial hidrogeológico do Nordeste do Brasil



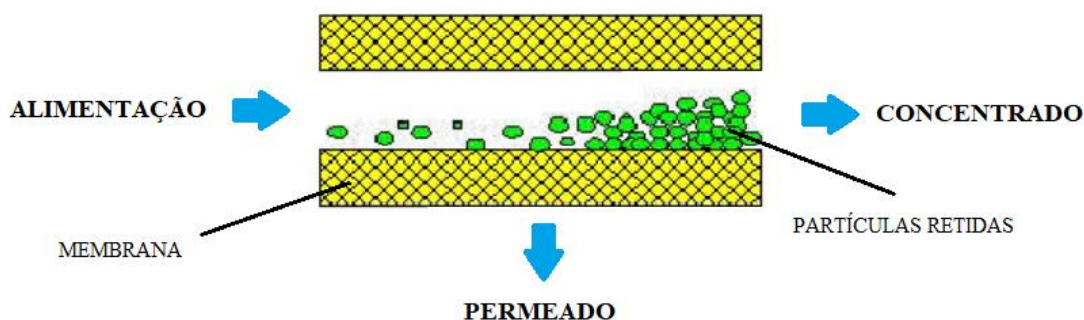
Fonte: CPRM (2003).

O Escudo Oriental dispõe de baixo potencial hidrogeológico em virtude da presença do embasamento cristalino, que são rochas com minerais bem cristalizados, que devido à porosidade e permeabilidade primárias baixas, desfavorece o armazenamento de água no subsolo. Este embasamento possui imensos maciços de rochas aflorantes ou subaflorantes, o que limita a infiltração e o acúmulo de água à fissuras e fraturas da rocha, formadas pelos movimentos tectônicos da Terra. Como resultado, a água subterrânea dissolve os sais constituintes dessas rochas, apresentando altos teores salinos (BRASIL, 2012).

A osmose é o processo natural de transferência de água de uma solução menos concentrada para uma mais concentrada até que ambas possuam a mesma concentração, devido a pressão osmótica existente. O princípio utilizado no processo de separação por membranas, que é um dos métodos utilizados na dessalinização de água, é o inverso do processo de osmose, onde há uma membrana semipermeável entre as duas soluções, e uma bomba de alta pressão para que seja possível superar a pressão osmótica (BRASIL, 2012).

O processo de separação por membranas consiste na divisão da corrente de alimentação em duas: a de efluente concentrado e a de efluente permeado, sendo o efluente permeado o produto desejável no processo, e o efluente concentrado o indesejável. Os solutos e as partículas que ficam retidos na superfície da membrana são constantemente removidos pelo efluente concentrado, que flui de forma tangencial ao longo da superfície da membrana, enquanto o efluente permeado flui purificado através das membranas, conforme ilustra a Figura 4 (MOURA, 2008).

Figura 4 – Processo de separação por membranas



Fonte: Adaptado de Moura (2008).

O programa água doce (PAD) é um projeto do governo federal que visa a instalação de sistemas de dessalinização de água subterrânea em comunidades rurais do Nordeste brasileiro. A escolha dos locais a serem contemplados leva em consideração a inexistência de outras fontes de abastecimento, baixo IDH-M, baixos níveis pluviométricos, e características do poço de alimentação, como concentração de SDT não superior a 6 g/L, e vazão superior a 3 m³/h (BRASIL, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de dessalinização da comunidade rural Mendonça é o mais robusto dentre todos os sistemas existentes no município de Juazeirinho, não apenas pela estrutura e por ter sido contemplado no PAD, mas também pela quantidade de famílias atendidas.

O funcionamento do sistema acontece intermitentemente, três vezes na semana: segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira, com horário de funcionamento das 7 h às 9 h 45 min da manhã. No período chuvoso o sistema atende a cerca de 40 famílias, enquanto no período de estiagem atende a aproximadamente cerca de 100 famílias, de acordo com os dados disponíveis na Tabela 1.

Tabela 1 – Famílias atendidas e tempo de operação do sistema Mendonça

Sistema de Mendonça	Nº Famílias	Volume de água (L/viagem.familia)	Horas de operação (h/dia)	Dias de operação (d/semana)
Período chuvoso	40	40	2,75	3
Período de estiagem	100	40	-	3

Mais famílias recorrem ao sistema como forma de abastecimento no período de estiagem, pois no período chuvoso há recarga dos mananciais superficiais, como açudes, barreiros e até mesmo cisternas. O uso preponderante da água é para dessedentação e preparação de alimentos, que são usos mais nobres, o que indica que a população percebe a água permeada como de boa qualidade.

O operador não informou a estimativa de horas de operação por dia para o período de estiagem. A vazão da água permeada, conforme é possível observar na Figura 5, é de cerca de 10 L/min.

Figura 5 – Medidores de vazão do sistema Mendonça



Foi calculada a vazão distribuída para as famílias e a vazão ofertada pelo sistema para o período chuvoso, conforme disponibilizado na Tabela 2.

Tabela 2- Comparativo entre as vazões do sistema Mendonça

Vazão distribuída para as famílias (L/semana)	Vazão de água permeada produzida (L/semana)
4800	4950

Há uma discrepância de 150 L por semana entre a vazão distribuída para as famílias e a vazão produzida informada pelo rotâmetro, porém, esta diferença pode ser explicada por alguns fatores:

- Tempo de operação do sistema ser um pouco menor que 2 h 45 min por dia estimado pelo operador, pois apenas 5 min de operação a menos por dia já seria o suficiente para reduzir esse excedente de 150 L para apenas 2 L.

- Pequeno erro no rotâmetro de água permeada, apontando vazão um pouco acima da real;
- Evaporação na caixa d'água que armazena a água permeada;
- Perdas por derramamento no momento da retirada pelas famílias.

As concentrações dos parâmetros estudados tanto na água bruta quanto na água permeada estão disponíveis na Tabela 3.

Tabela 3 – Concentrações dos parâmetros físico-químicos analisados nas águas bruta e permeada

Parâmetro	SDT (mg/L)	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Cl ⁻ (mg/L)	Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L)	Dureza (mgCaCO ₃ /L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)
Bruta	1606	4,63	0,17	900	710	360	500	0
Permeada	145	1,30	0,16	58	16	29	56	0

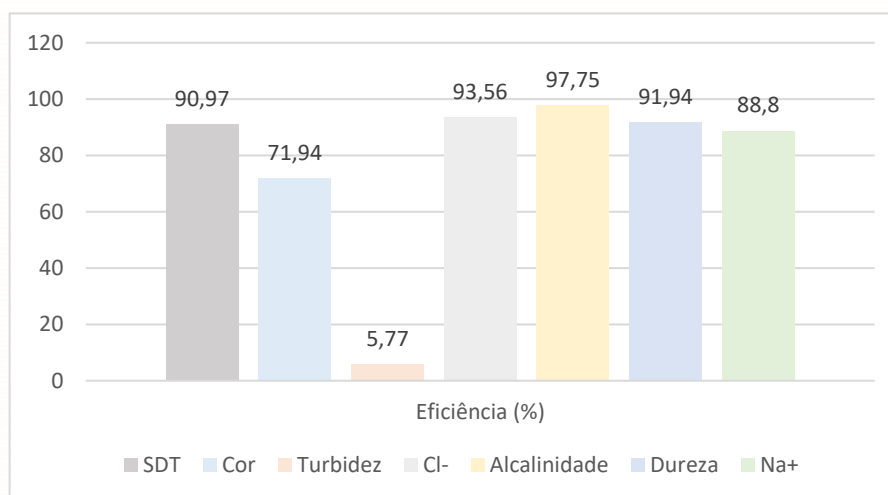
Os dados disponíveis na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** permitem verificar, de acordo com a resolução 357 do CONAMA, que a água bruta é salobra, pois a concentração de SDT encontra-se entre 500 mg/L e 30.000 mg/L, já a água permeada pode ser considerada doce, pois a concentração de SDT obtida é inferior a 500 mg/L.

Comparando as concentrações dos parâmetros obtidos na água permeada com as respectivas concentrações apresentadas na água bruta, foi possível avaliar a eficiência de remoção entre a água de alimentação e a água dessalinizada, conforme disponível na Tabela 4.

Tabela 4 – Eficiência de remoção dos parâmetros físico-químicos

Parâmetro	SDT (mg/L)	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Cl ⁻ (mg/L)	Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L)	Dureza (mgCaCO ₃ /L)	Na ⁺ (mg/L)
Eficiência (%)	90,97	71,94	5,77	93,56	97,75	91,94	88,80

Figura 6 – Gráfico da eficiência de remoção dos parâmetros físico-químicos



A eficiência na remoção da maioria dos parâmetros foi elevada, conforme é possível perceber no gráfico ilustrado na Figura 6, acima de 90% para SDT, cloreto, alcalinidade e dureza total, de 85% para sódio e de 70% para cor. A eficiência na remoção de turbidez foi abaixo de 6%, e a remoção de potássio não foi possível ser calculada, pois a concentração de potássio apresentada foi nula em ambas as águas.

A insignificante remoção de turbidez se deve à sua baixa concentração apresentada na água bruta, de apenas 0,17 uT, que já é inferior ao valor máximo permitido (VMP), de 1 uT.

Tabela 5 – Comparação das concentrações apresentadas na água permeada com o VMP

Parâmetro	SDT (mg/L)	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Cl ⁻ (mg/L)	Dureza (mgCaCO ₃ /L)	Na ⁺ (mg/L)
VMP	1000	5,00	1,00	250	500	200
Água Permeada	145	1,30	0,16	58	29	56

Dentre os oito parâmetros estudados seis possuem o valor máximo permitido preconizado pela portaria de consolidação nº 5/2017 do ministério da saúde, e de acordo com os dados disponibilizados na Tabela 5, todos estão dentro do padrão de potabilidade. Porém, não é possível afirmar que a água esteja potável, pois para tanto é necessário atender todos os parâmetros e padrões preconizados pela portaria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período de estiagem o sistema atende a mais famílias, pois com a ocorrência de chuvas no período chuvoso a população dispõe de outras formas de abastecimento como a água acumulada em barreiros e cisternas.

A água do poço que alimenta o sistema, denominada água bruta, apresentou-se salobra por possuir elevada concentração de sólidos dissolvidos totais, o que limita seu uso. Desta forma, justifica-se a instalação de um sistema de dessalinização, uma vez que o tratamento convencional não é efetivo na remoção de sais. Já a água permeada, que é distribuída para a população, apresentou-se doce, apropriada para o consumo humano.

O sistema apresentou alta eficiência na remoção dos parâmetros analisados, quando se compara as concentrações apresentadas pela águas bruta e permeada.

Foi possível atestar o atendimento da água dessalinizada aos padrões de potabilidade no tocante aos parâmetros analisados

REFERÊNCIAS

AESA, 2019. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Climatologia. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/climatologia/>> Acesso em: 15 de maio de 2019.

APHA, 2017. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 23rd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

BRASIL. Ministério da Saúde. 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, 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 357, de 18 de março 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. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Programa Água Doce: Documento Base. Brasília: SRHU, 2012.

IBGE, 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em: 15 de maio de 2019.

MOURA, J. P. et al. Aplicações do processo de osmose reversa para o aproveitamento de água salobra do semi-árido nordestino. LABDES - Laboratório de Dessalinização. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008