

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE REUSO PARA ABASTECIMENTO DE TORRE DE RESFRIAMENTO EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.II-002>

Maria Fernanda da Silva Prado (*), Rafael Santos Borba, Marilu Rosa dos Santos Souza, Cristina Benincá

* Universidade Federal do Rio Grande, mariafernandaprado1@gmail.com

RESUMO

Neste trabalho de estudo de caso realizado em uma indústria do ramo moveleiro de fabricação de MDF, foram analisados os parâmetros da qualidade da água de reuso de alimentação de torre de resfriamento. Esta água de reuso é proveniente do processo produtivo e recebe tratamento físico-químico. As informações sobre a qualidade desta água foram obtidas através dos documentos e planilhas do laboratório de análises e após identificação das linhas que efetivamente abastecem a torre de resfriamento. Também foram verificados os fluxogramas da estação de tratamento de efluentes (ETE) e da estação de tratamento de água (ETA), visto que esta água de reuso passa por essas duas etapas, que são responsáveis pelo acondicionamento da água antes da mesma passar pelo processo de osmose reversa. Como este processo de osmose reversa é uma etapa crítica para garantir a produção de água de alimentação da torre de resfriamento, a qual deve possuir características físico-químicas compatíveis com o recomendado para sua operação, considerou-se necessário realizar o cálculo da eficiência dos parâmetros físico-químicos, os quais devem atender limites específicos. Dentre os parâmetros avaliados, o pH e a alcalinidade estavam ligeiramente fora dos limites químicos recomendados pelo fabricante, enquanto que dureza, cloretos, ferro, sílica e condutividade apresentaram teores adequados aos exigidos para operação da torre de resfriamento.

PALAVRAS-CHAVE: Água de reuso, Torre de Resfriamento, Indústria moveleira.

INTRODUÇÃO

Na indústria moveleira há geração de efluentes na etapa de descascamento das toras de madeira, na preparação e tratamento dos cavacos, e como resultado da lavagem dos equipamentos industriais, além de outras fontes (CHIPANSKI, 2006, MEYER, 2012). O desafio de tratar estes efluentes é decorrente das suas características físico-químicas que são variáveis, pois cada período de processamento gera efluentes com composições distintas (MEYER, 2012).

Em particular, para o reuso de efluente em torre de resfriamento, a adequação de parâmetros de qualidade específicos, pode ser conseguida com a utilização de um tratamento terciário, neste caso a osmose reversa, obviamente instalado na sequência de etapas básicas de remoção de compostos mais grosseiros do efluente (JAFARINEJAD, 2017).

Os principais parâmetros de qualidade da água para reuso em torre de resfriamento foram selecionadas neste estudo para ser objeto de análise em termos de eficiência de tratamento com base nos processos adotados por uma indústria moveleira para tratar seu efluente, destacando o processo de osmose reversa.

OBJETIVOS

Analisar os parâmetros da qualidade da água de reuso proveniente de processo produtivo de painéis de MDF, que recebe tratamento físico-químico e é usada para reabastecer torre de resfriamento.

METODOLOGIA

Neste trabalho foi verificado e analisado o controle e o monitoramento da qualidade das águas residuais tratadas, provenientes da produção de painéis de MDF em uma indústria moveleira, por meio de uma abordagem de estudo de caso.

Foram realizadas visitas técnicas na estação de tratamento de efluentes, na estação de tratamento de água e no laboratório de análises físico-químicas da indústria para coletar dados. Foram examinados documentos, planilhas e fluxogramas da ETE, da ETA, do laboratório de análises e linhas de abastecimento de água da torre de resfriamento.

Com base nos dados coletados, foram criados fluxogramas atualizados para a ETE e ETA contendo maior detalhamento de todas as etapas do tratamento físico-químico da água de reuso.

Na sequência, foi elaborada uma tabela referente aos parâmetros de controle físico-químicos, que relaciona a água que sai da ETA, a água após passar pelo processo de osmose reversa, e a água que alimenta a torre de resfriamento, para destacar a importância da osmose reversa em garantir a eficiência do tratamento da água. A partir desta tabela foram analisadas as variações dos dados relativos aos parâmetros físico-químicos e da qualidade da água tratada, confrontando com os limites químicos recomendados pelo fabricante da torre de resfriamento. Em uma etapa final, foi calculada a eficiência do processo de osmose reversa, utilizando os parâmetros físico-químicos monitorados pela indústria.

RESULTADOS

A ETE recebe águas residuárias utilizadas no processo produtivo de painéis de MDF, que após passar por tratamento adequado são enviadas ao sistema de reuso. Embora a ETE receba, em média, 13.484 m³ de efluente por mês do processo produtivo, nela são tratados uma média mensal de 19.214 m³ de efluentes. As etapas do processo de tratamento existente na ETE estão detalhadas na Figura 1.

Um fluxograma detalhando as etapas subsequentes do tratamento de água, realizadas na ETA também foi construído, e é mostrado na Figura 2. Verifica-se aqui que a última operação de polimento da água realizada é a filtração por osmose reversa. A água que passa por osmose reversa tem uma vazão média mensal de 11.757 m³. Após passar pela osmose, a água é direcionada para um sistema de armazenamento, dividido em dois reservatórios de concreto, cada um com capacidade de 750 m³.

Na etapa seguinte à osmose reversa, destaca-se que a água recém tratada é armazenada em um tanque de concreto e misturada com a água previamente tratada. Além disso, vale mencionar que este reservatório não recebe qualquer tipo de limpeza, seja mecânica, manual ou química.

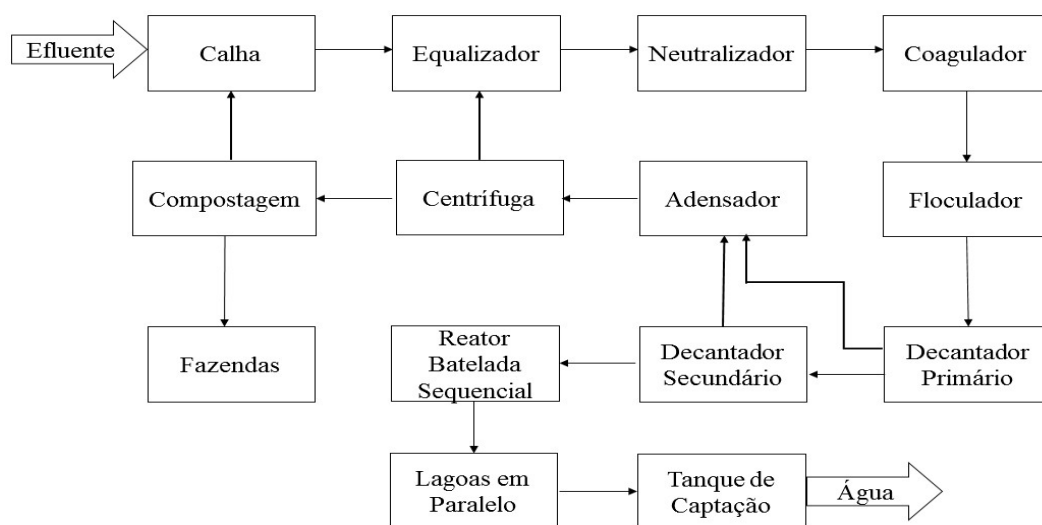


Figura 1: Fluxograma da estação de tratamento de efluentes. Fonte: Autores do Trabalho.

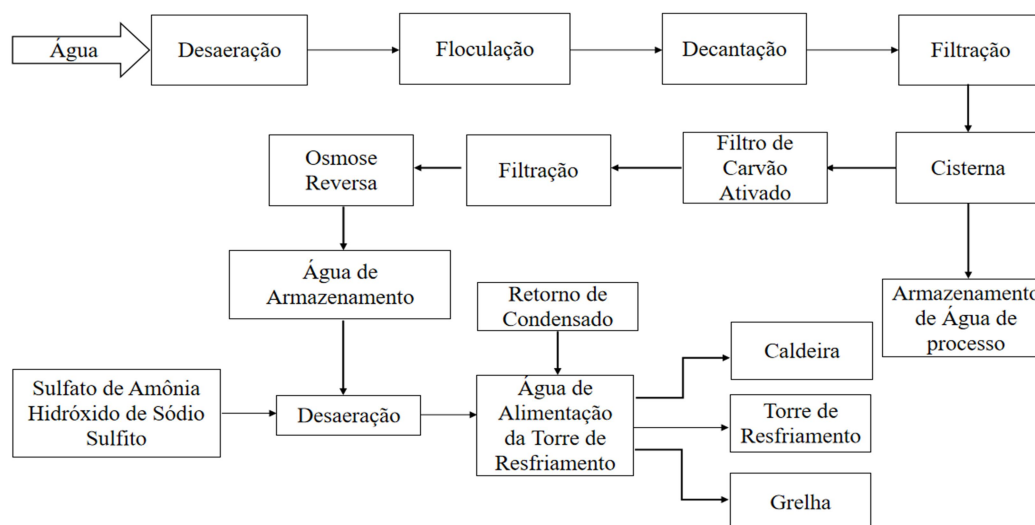


Figura 2: Fluxograma da estação de tratamento de água. Fonte: Autores do Trabalho

Com relação às informações sobre as características físico-químicas da água que abastece a torre de resfriamento (Tabela 1), é importante destacar que a variação dos dados obtidos por meio do monitoramento analítico pode estar relacionada a uma pausa na produção que ocorreu durante cinco meses, de outubro de 2022 a fevereiro de 2023, o que também resultou na inativação da ETE e da ETA. Durante este período, a maior variação nos dados foi observada com a retomada das atividades da linha de produção, em março de 2023. Os dados analisados indicam que, apesar das flutuações, os parâmetros físico-químicos estão, em sua maioria, dentro dos limites recomendados pelo fabricante para a água de alimentação da torre de resfriamento. Os dados utilizados neste estudo abrangem o período de janeiro de 2022 a julho de 2023.

Tabela 1. Comparação entre os parâmetros coletados e os limites químicos. Fonte: Autores do trabalho.

PARÂMETRO DA QUALIDADE DA ÁGUA	Água de Alimentação da Osmose Reversa	Água após Osmose Reversa	Água de Alimentação da Torre de Resfriamento	Limites Químicos
pH	7,16 ± 0,35	7,84 ± 0,52	5,98 ± 0,84	7,0-8,5
Alcalinidade total (mg L ⁻¹)	109,41 ± 23,99	14,67 ± 7,15	35,3 ± 45,08	50-500
Cloretos (mg L ⁻¹)	340,26 ± 84,51	19,71 ± 8,09	100,07 ± 94,87	0-500
Condutividade (µS cm ⁻¹)	1461,95 ± 357,82	50,97 ± 40,35	447,72 ± 226,21	500-2500
Dureza total (mg L ⁻¹)	166,76 ± 49,12	2,71 ± 2,54	52,81 ± 59,68	50-500
Ferro (mg L ⁻¹)	0,25 ± 0,34	0,20 ± 0,19	1,21 ± 1,42	0-3
Sílica (mg L ⁻¹)	6,42 ± 1,85	0,54 ± 0,43	2,08 ± 1,08	0-150
TRASAR (mg L ⁻¹)	4,58 ± 4,51	-	79,47 ± 50,03	100-200

Ao observar os dados da Tabela 1 na coluna “Água de Alimentação da Torre de Resfriamento” nota-se que o valor do pH encontra-se abaixo da faixa ideal requerida para operação da torre de resfriamento, assim como a alcalinidade. Quanto a estes parâmetros, uma correlação existente entre a presença de alcalinidade na água, que neste caso está abaixo do mínimo sugerido, e o pH é que o íon carbonato referente à alcalinidade contribui para o aumento do pH, juntamente com os íons hidróxido e bicarbonato (GRANELLS, RIBEIRO, 2018). Em relação aos níveis de cloreto, dureza, ferro e sílica observa-se que os mesmos estão adequados para a operação segura da torre de resfriamento. O parâmetro condutividade está relacionado ao teor de cloreto. Este, por sua vez, faz parte do grupo dos eletrólitos responsáveis pelo mecanismo de corrosão eletroquímica (GENTIL, 2003, DIAS DE CARVALHO, FARAH MACHADO, 2010), altamente indesejada nos circuitos das torres de resfriamento. O risco de corrosão, no caso, é um dos parâmetros incluídos no programa TRASAR.

Um ponto importante a ser considerado, conforme o fluxograma da ETA, é que o permeado da osmose reversa é armazenado e misturado com a água tratada nos meses anteriores. Na sequência, a água passa pelo processo de desaeração, recebe o tratamento químico e, finalmente, é utilizada como água de alimentação da torre de resfriamento. Além disso, essa água é combinada com a água de retorno do condensado. Estes detalhes devem ser levados em consideração quando se compara os dados da coluna “Água após a osmose reversa” com os dados da coluna “Água de alimentação da torre de resfriamento”. Aliado a isso, tem-se que a estrutura de concreto do sistema de armazenamento de água pode estar sofrendo algum processo de lixiviação de alguns de seus componentes do cimento, devido a reações químicas, com a água ligeiramente ácida e quase pura (OLIVEIRA, 2016).

Com base nos dados obtidos na Tabela 1, foi realizado o cálculo da eficiência de controle dos parâmetros físico-químicos. Os dados utilizados para este cálculo de eficiência, apresentados na Tabela 2, são respectivos aos dados das colunas “Água de alimentação da osmose reversa” e “Água após osmose reversa”.

Tabela 2. Eficiência de controle dos parâmetros físico-químicos. Fonte: Autores do trabalho.

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	Osmose Reversa
Alcalinidade total	86,59%
Cloretos	94,21%
Condutividade	96,51%
Dureza total	98,37%
Ferro	19,50%
Sílica	91,52%

Os dados de eficiência de controle dos parâmetros físico-químicos, em termos de redução de suas concentrações, com base na análise somente do processo de osmose reversa, se mostraram muito promissores e de acordo com a fundamentação de que o processo de osmose reversa é uma etapa crítica para garantir a eficiência do tratamento da água de alimentação da torre de resfriamento. Por fim, é importante destacar que a prática de reuso de efluente adotado pela empresa proporciona vantagens ambientais significativas em termos de gestão de água e efluentes.

CONCLUSÕES

Através da análise da água de alimentação da torre de resfriamento, constatou-se que os parâmetros de alcalinidade e principalmente o pH estão ligeiramente fora dos limites recomendados para operação da torre de resfriamento. A alcalinidade atua como reguladora do pH e este estando baixo pode causar corrosão no sistema. A condutividade também pode contribuir para um aumento na corrosão e sua constituição pode resultar da presença de sólidos totais dissolvidos.

Após analisar a estação de tratamento de água, foi observado que na etapa de armazenamento de água, pode ser projetado e implementado um sistema de limpeza periódica nos reservatórios de concreto, com o objetivo de reduzir a agressividade da água ao concreto e conseqüentemente, contribuir para a não alteração dos parâmetros de qualidade da água de alimentação da torre de resfriamento. Como alternativa, também poderia ser realizada a aplicação de uma camada impermeabilizante na parede interna do reservatório, que está em contato com a água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chipanski, E.R. **Proposição para melhoria do desempenho ambiental da indústria de aglomerado no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. 2006.
2. Dias de Carvalho, D. Farah Machado, B.J. **Reuso de efluentes em torres de resfriamento - estudo conceitual: Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro.** Acta Scientiarum. Technology, v. 32, n. 3, 2010.
3. Gentil, V. **Corrosão.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
4. Granells, A., Ribeiro, E. **Estação de Tratamento de águas de efluente industrial e o seu reuso em torres de resfriamento.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade São Francisco. 2018.
5. Jafarnejad S. **A comprehensive study on the application of reverse osmosis (RO) Technology for the Petroleum Industry Wastewater Treatment.** J. Water Environ. Nanotechnol. v. 2, n. 4, p. 243-264, 2017. DOI: 10.22090/jwent.2017.04.003
6. Meyer, S.A.S. **Aproveitamento de água residuária tratada e lodo físicoquímico provenientes da produção de painéis de MDF.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná. 2012.
7. Oliveira, T. V. **Estudo da lixiviação em desenvolvimento no concreto da eclusa 1, estrutura componente do sistema de transposição da barragem de Tucuruí.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará. 2016.