

USO DE CAL VIRGEM NO TRATAMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

Data de aceite: 02/06/2023

Milena Ripoll

Cementos del Plata S.A.

Eduardo Mena

Cementos del Plata S.A.

Flavia Piñeiro

Cementos del Plata S.A.

RESUMO: 99% da população tem acesso a água potável durante todo o ano através das diferentes estações de tratamento de água que a OSE possui, onde a água bruta obtida maioritariamente de fontes superficiais é convertida em água potável através de **tratamento convencional**. Consiste em duas grandes etapas, clarificação cujo objetivo é a eliminação de partículas que contribuem com a Turvação da água e desinfecção para eliminar microorganismos patogênicos. A clarificação é composta por diferentes processos unitários, sendo a **coagulação** uma etapa crucial do processo. Para obter uma coagulação correta, a água bruta deve atingir valores adequados de **alcalinidade** e pH, razão pela qual geralmente deve ser pré-condicionada por meio de um tratamento químico. Atualmente, a OSE utiliza o

carbonato de sódio como alcalinizante na maioria de suas fábricas, que é exportado. O objetivo deste projeto é determinar o uso de **cal virgem** produzida e comercializada em nosso país pela Cementos del Plata S.A., como alternativa ao alcalinizante convencional. Para isso, foram realizados diferentes testes, avaliando os parâmetros de alcalinidade e pH, simulando o processo de clarificação e comparando-os com o alcalinizador convencional. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a cal viva é uma alternativa promissora, pois consegue um aumento maior nesses parâmetros em comparação com o agente alcalinizante convencional. Além disso, indica uma vantagem competitiva, pois pode não exigir ajustes de pH em etapas anteriores à desinfecção, onde o pH desempenha um papel fundamental.

INTRODUÇÃO

O processo de purificação da água é um processo controlado através do qual a água bruta ou bruta é transformada em água potável. No Uruguai, a definição de água potável e suas características estão estabelecidas no Regulamento

Bromatológico Nacional. Define-a como água própria para consumo humano, que não apresente risco à saúde durante toda a vida do consumidor ou que gere rejeição por parte do consumidor (2).

Atualmente, 99% da população do país tem acesso à água potável durante todo o ano, por meio de 77 estações de tratamento de água que a Obras Sanitárias del Estado (OSE) possui, sendo a mais importante a Estação de Tratamento de Águas Corrientes, já que abastece a área metropolitana. Anualmente, são produzidos 361 milhões de m³ de água potável (1).

A água para abastecimento das estações de tratamento de água pode vir de fontes superficiais ou subterrâneas. Na OSE, 90% da água produzida provém de fontes superficiais, enquanto os restantes 10% provêm de fontes subterrâneas. Quando a fonte utilizada é água superficial, utiliza-se um tratamento denominado convencional para sua purificação. Este tratamento físico-químico consiste basicamente em duas etapas, a primeira de clarificação na qual são eliminadas as partículas que tornam a água menos límpida e por último a desinfecção que tem como objetivo inativar os microorganismos patogênicos presentes. Os processos unitários que se desenvolvem no tratamento convencional são: pré-tratamento, coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção (2).

O pré-tratamento pode incluir condicionamento físico e químico. No condicionamento físico, o material sedimentável é removido, especialmente útil quando a água bruta contém um excesso de areia que pode afetar as etapas seguintes do tratamento. Por outro lado, o condicionamento químico pode consistir em várias etapas: pré-oxidação, adsorção e pré-alcalinização. O principal objetivo da primeira etapa é a oxidação da matéria orgânica e a remoção de odor e sabor. Na etapa de adsorção, são retiradas substâncias dissolvidas na água bruta, como vestígios de matéria orgânica, toxinas e metabólitos que geram odor e sabor. A etapa de pré-alcalinização é necessária quando a alcalinidade presente na água bruta não é suficiente para uma correta coagulação. Para isso, é necessário condicionar a água bruta, alcançando uma alcalinidade adequada que é fornecida pela dosagem de carbonato de sódio (carbonato de sódio, Na₂CO₃), soda cáustica (hidróxido de sódio NaOH) ou cal hidratada (Ca(OH)₂). Atualmente, a OSE utiliza principalmente carbonato de sódio em suas estações de tratamento de água. Outro parâmetro de grande relevância para a etapa de coagulação é o pH. O valor de pH no qual a máxima eficiência de coagulação é obtida é chamado de pH ótimo e pode ser determinado por testes de jarros. Nesta etapa, o sulfato de alumínio reage com a alcalinidade, produzindo uma diminuição da alcalinidade, acompanhada também de uma diminuição do pH. A **coagulação** consiste na neutralização dessas partículas que compõem a Turvação por meio de um produto denominado coagulante (OSE utiliza sulfato de alumínio). Dessa forma, não há impedimentos e as partículas se juntam, dando origem a partículas maiores e mais pesadas chamadas flocos. Esse processo é chamado de **floculação**, e deve ser feito em condições controladas, pois uma agitação muito violenta pode provocar a ruptura dos flocos já formados, enquanto

uma agitação muito lenta pode dar origem à formação de flocos “esponjosos” e fracos, difíceis de sedimentar. A **sedimentação** ou decantação é o primeiro estágio efetivo de separação das partículas de água. É nesta fase que se consegue uma redução da Turvação e da cor em relação à água bruta. A **filtração** é a etapa final do processo de clarificação da água e na qual devem ser cumpridos os parâmetros de qualidade em termos de Turvação e cor. Consiste na passagem da água por um meio poroso. A finalidade é reter aquelas partículas de menor densidade (pequenos flocos) e aquelas que por algum motivo não foram eliminadas no decantador. Além do indicado, a filtração é considerada uma das principais barreiras para a retenção de microrganismos patogênicos. Finalmente, nesta etapa, também pode ser necessário adicionar um agente alcalinizante se a queda do pH, como resultado da etapa de coagulação, for menor do que o estabelecido nas especificações de qualidade. O produto final desta etapa é chamado de *água filtrada*. A **desinfecção** é a última etapa do processo de purificação da água e consiste na adição de um agente químico para eliminar microrganismos patogênicos que podem transmitir doenças. É imprescindível que os parâmetros de Turvação e cor sejam atendidos, pois caso contrário dificulta a ação dos desinfetantes (2 e 3).

Ao longo de todo o processo de purificação da água, a OSE realiza controles operacionais de acordo com a Norma Interna de Qualidade da Água Potável da OSE, monitorando a eficácia das medidas de controle estabelecidas. A regulamentação estabelece que a água liberada para consumo deve ter Turvação máxima de 1 NTU, sendo que é recomendável que seja inferior a 0,5 NTU ao sair da usina para que o processo de desinfecção seja realizado de forma eficaz. Já o pH deve estar entre 6,5 e 8,5 (3).

O objetivo deste projeto é avaliar o uso da cal virgem produzida em Cementos del Plata S.A como alcalinizante para o tratamento de água potável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma série de testes foram realizados na Estação de Tratamento de Água da cidade de Treinta y Tres. Primeiramente, o processo de pré-alcalinização da água bruta foi simulado e os parâmetros de Turvação, alcalinidade e pH foram avaliados, utilizando diferentes concentrações de cal virgem e carbonato de sódio. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela I.

	Turvação (NTU)	Alcalinidade (p.p.m CaCO₃)	pH
Água bruta	20,1	58	7,4
Água bruta + 10 p.p.m. carbonato de sódio	19,5	75	7,7
Água bruta + 20 p.p.m. carbonato de sódio	20,0	88	8,7
Água bruta + 10 p.p.m. cal virgem	19,9	78	8,9
Água bruta + 20 p.p.m. cal virgem	21,6	95	9,4

Tabela I: Resultados de Turvação, alcalinidade e pH usando água bruta e carbonato de sódio ou cal virgem.

Como mencionado anteriormente, na etapa de pré-alcalinização, são necessários valores de alcalinidade adequados para obter uma coagulação correta após a adição de sulfato de alumínio. Como podemos ver na Tabela I, a mesma concentração de cal virgem como carbonato de sódio atinge um aumento maior nos parâmetros de alcalinidade e pH. Esse resultado indica que nosso produto pode ser utilizado na etapa de pré-tratamento e também apresenta forte vantagem competitiva em relação ao alcalinizante mais utilizado em estações de tratamento de água.

Em segundo lugar, os parâmetros de pH e Turvação na água filtrada após a adição de cal virgem foram avaliados e comparados com o corretor de pH convencional (carbonato de sódio). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela II.

	Turvação (NTU)	Alcalinidade (p.p.m CaCO₃)	pH
Água filtrada	0,49	45	6,8
Água filtrada + 10 p.p.m. carbonato de sódio	0,47	55	7,1
Água filtrada + 20 p.p.m. carbonato de sódio	0,37	65	7,2
Água filtrada + 10 p.p.m. cal virgem	1	50	7,7
Água filtrada + 20 p.p.m. cal virgem	2,32	75	9,5

Tabela II: Resultados obtidos dos parâmetros de Turvação, alcalinidade e pH do jar test usando água filtrada e carbonato de sódio ou cal virgem como corretor de pH.

Como podemos ver, a mesma concentração de cal virgem como carbonato de sódio atinge um aumento maior no parâmetro de pH. No entanto, causa um aumento significativo na Turvação. Nesta etapa do processo de purificação, a água filtrada deve atender a especificações de qualidade onde o pH deve estar na faixa de 6,5 a 8,5 e a Turvação deve ser menor ou igual a 1 NTU. Portanto, nosso produto é útil como corretor de pH com concentrações não superiores a 10 p.p.m.

No jar test final, foi simulado o processo completo de pré-alcalinização, coagulação, floculação e sedimentação, utilizando cal como alcalinizador e sulfato de alumínio como

coagulante para determinar a concentração ótima de coagulante. Portanto, a dosagem de cal virgem (5 p.p.m) foi mantida fixa e diferentes concentrações de sulfato de alumínio (30 p.p.m a 80 p.p.m) foram analisadas. Parâmetros de Turvação, alcalinidade e pH foram avaliados. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela III.

	Turvação (NTU)	Alcalinidade (p.p.m CaCO₃)	pH
Água bruta	22	26	7,3
Água bruta + 5 p.p.m. cal virgem + 30 p.p.m de sulfato de alumínio	5,1	40	6,7
Água bruta + 5 p.p.m. cal virgem + 40 p.p.m de sulfato de alumínio	3,9	35	6,5
Água bruta + 5 p.p.m. cal virgem + 50 p.p.m de sulfato de alumínio	3,3	32	6,4
Água bruta + 5 p.p.m. cal virgem + 60 ppm de sulfato de alumínio	4,6	28	6,4
Água bruta + 5 p.p.m. cal virgem + 70 p.p.m de sulfato de alumínio	5,5	26	6,1
Água bruta + 5 p.p.m. cal virgem + 80 ppm de sulfato de alumínio	5,5	20	6,0

Tabela III: Resultados obtidos dos parâmetros de Turvação, alcalinidade e pH do jar test usando uma concentração fixa de cal virgem (5 p.p.m) e diferentes concentrações de sulfato de alumínio (30 p.p.m – 80 p.p.m).

Com base nos resultados obtidos e no que foi observado durante o teste, determinou-se que com 5 p.p.m de cal virgem a concentração ideal de sulfato de alumínio é de 50 p.p.m porque se consegue o menor valor de Turvação e um pH muito próximo do exigido pela norma. No entanto, recomenda-se trabalhar com uma concentração ligeiramente superior de cal virgem ($5 < \text{p.p.m} < 10$) para respeitar o intervalo de pH.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a cal viva tem um potencial significativo para ser utilizada como alcalinizante na etapa de pré-alcalinização. Isso se baseia no aumento substancial da alcalinidade e do pH da água bruta em comparação com o alcalinizante atualmente usado na estação de tratamento de água Treinta y Tres. Por outro lado, também pode ser utilizado na etapa de pós-alcalinização como corretor de pH em água filtrada utilizando concentrações adequadas de cal virgem.

REFERÊNCIAS

1. Obras Sanitarias del Estado. 2022. Água Potable. Ose.com.uy. (2022). Recuperado el 16 junio de 2022 de <http://www.ose.com.uy/Água/Água-potable>

2. Obras Sanitarias del Estado. 2022. Etapas del Proceso de Potabilización. Ose.com.uy. Recuperado el 16 junio de 2022, de <http://www.ose.com.uy/Água/etapas-del-proceso-de-potabilizacion>

3. Obras Sanitarias del Estado. 2014. Operadores de Plantas Potabilizadoras de Águas Superficiales [PDF]. Recuperado el 18 junio de 2022 de http://www.ose.com.uy/descargas/reclutamiento/manual_de_usinas_08_2014.pdf