

VIII-116 – UMA AULA SOBRE DETERMINAÇÃO DO PONTO ÓTIMO DE COAGULAÇÃO UTILIZANDO O TESTE DO JARRO (JAR TEST) COM ALUNO DEFICIENTE VISUAL DO CURSO TÉCNICO EM SANEAMENTO

Marco Dias de Moraes⁽¹⁾

Aluno do Curso Técnico em Saneamento do Instituto Federal do Pará (IFPA), campus Tucuruí.

Wagner Roberto dos Santos

Técnico em Química do Laboratório Multidisciplinar do Instituto Federal do Pará (IFPA), campus Tucuruí.

Maria Adezi de Moura

Aluna do Curso Licenciatura em Biologia do Instituto Federal do Pará (IFPA), campus Tucuruí.

João Elias Vidueira Ferreira

Professor de Química do Curso Técnico em Saneamento do Instituto Federal do Pará (IFPA), campus Tucuruí.

Endereço⁽¹⁾: Rua Porto Colombo, 12 – Vila Permanente - Tucuruí - PA - CEP: 68464-000 - Brasil - Tel: (94) 3778-4684 - e-mail: joao.elias@yahoo.com.br

RESUMO

O processo de coagulação química é muito importante durante o tratamento da água para consumo humano. Assim o entendimento do funcionamento e da finalidade dessa operação deve fazer parte da boa formação acadêmica dos discentes do curso de saneamento. Este trabalho relata um experimento relacionado com a determinação do ponto ótimo de coagulação utilizando o teste do jarro (*jar test*) com um aluno deficiente visual que possui cegueira total. Nele são descritos os materiais, reagentes e os métodos utilizados em um processo tratamento de água onde se faça uso de coagulantes. As atividades foram executadas em três etapas, em todas houve a participação direta do aluno. Inicialmente foram preparadas as soluções contendo dosagens diferentes do coagulante. Numa outra etapa foi utilizado o *jar test*, bem como o turbidímetro e o pHmetro. A última etapa consistiu na interpretação dos resultados, sendo usados gráficos táteis feitos com materiais de diferentes texturas. Essa estratégia de aprendizagem possibilitou ao aluno deficiente visual compreender melhor como funcionam os testes de coagulação realizados em um aparelho *jar test* e a finalidade desse processo em uma estação de tratamento de água.

PALAVRAS-CHAVE: *Jar test*, Coagulação, Deficiente Visual.

INTRODUÇÃO

A coagulação química é um importante processo que deve ser realizado em uma estação de tratamento de água (ETA). Caso esta etapa de coagulação não tenha êxito, todas as demais estarão prejudicadas, a ponto de, em certas situações, obrigar o descarte de toda a água da ETA, por estar fora dos padrões de potabilidade (CARVALHO, 2008).

O projeto das estações de tratamento de água convencionais para o tratamento de águas de abastecimento tem considerado como principais objetivos a otimização dos processos de remoção de material particulado e da cor aparente, bem como a produção de uma água segura do ponto de vista microbiológico e químico. Neste contexto, a escolha do coagulante e sua aplicação é muito importante no tratamento de água para abastecimento da população (SANTOS, 2011).

Diversos são os fatores que podem interferir no processo de coagulação. Dentre os principais fatores intervenientes destacam-se o pH e a alcalinidade da água bruta, a natureza das partículas coloidais, o tamanho das partículas causadoras da turbidez, a adequação do coagulante à água bruta e a uniformidade da dispersão dos produtos químicos. Em menor grau podem também interferir a concentração e a idade da solução de coagulante, a temperatura e, para o mecanismo de adsorção, o gradiente de velocidade e o tempo de agitação da mistura rápida (PEREIRA et al, 1997).

O teste de jarros, também conhecido como *jar test*, é um ensaio de coagulação bastante utilizado nas ETAs a fim de se determinar as dosagens dos coagulantes que possam ser mais adequadas para serem usadas no tratamento de águas.

Esse procedimento é realizado rotineiramente como forma de simular o que ocorre nas ETAs, visando aperfeiçoar o processo de coagulação, mas ao mesmo tempo reduzindo custos. Portanto visa otimizar esse processo levando em conta a melhor relação custo/benefício.

Este trabalho relata um experimento relacionado com a determinação do ponto ótimo de coagulação utilizando o *jar test* com um aluno deficiente visual que cursava na ocasião o 4º ano do curso técnico em saneamento do IFPA, *campus* Tucuruí.

Nele são descritos os materiais, reagentes e os métodos utilizados em um processo tratamento de água onde se faça uso de coagulantes. Pretende-se que o aluno deficiente visual do curso de saneamento possa compreender melhor como funcionam os testes de coagulação realizados em um aparelho *jar test* e a finalidade desse processo em uma ETA.

O acesso de alunos aos cursos das áreas de engenharias ainda é muito restrito, todavia, segundo Miner et al (2001), é preciso superar o paradigma de que uma incapacidade visual é suficiente para desqualificar por completo uma pessoa, impedindo-a, por exemplo, de seguir carreira nessas áreas.

O Instituto Federal do Pará, *campus* Tucuruí, possui no curso técnico em saneamento, um brilhante aluno deficiente visual acometido de cegueira total. Este trabalho traz a descrição de uma aula prática realizada com esse aluno muito especial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com um aluno deficiente visual que estava no último ano do curso técnico em saneamento e, portanto, possuía um conhecimento prévio dos conceitos a serem abordados. A realização das atividades compreendeu três etapas, realizadas em dias diferentes no laboratório de saneamento do *campus* e contou com a participação do aluno com deficiência visual.

Inicialmente foram preparadas as soluções contendo dosagens diferentes do coagulante. Numa outra etapa foi utilizado o *jar test*, bem como o turbidímetro e o pHmetro. A última etapa consistiu na interpretação dos resultados, sendo usados gráficos táteis feitos com materiais de diferentes texturas.

Para realizar o ensaio com o *jar test* é necessário que se conheça previamente as características da água bruta captada para o tratamento e suas características como: cor, turbidez, alcalinidade, pH e temperatura; além de parâmetros hidráulicos da estação de tratamento, tais como: vazão, tempo de detenção no floculador, velocidade de sedimentação no decantador, etc.

Percebe-se que o ensaio de coagulação não é uma operação muito simples, do ponto-de-vista da análise das variáveis interferentes no processo, pois diversos parâmetros devem ser medidos e deve ser interpretada a maneira como eles interferem no processo.

Essas variáveis são monitoradas para se saber como deverá ser conduzido o processo de coagulação. Por exemplo, se o pH da água está dentro da faixa ótima de coagulação, qual o melhor tipo de coagulante empregado, etc.

No exemplo prático realizado com o aluno deficiente visual, consideraram-se apenas os parâmetros turbidez e pH, haja vista que o objetivo principal do ensaio fora redução da turbidez da água, procurando aplicar uma menor quantidade de coagulante, mediante um pH dentro das normas legais.

A água utilizada nos testes foi coletada no lago formado pela construção da Hidroelétrica de Tucuruí, na vila conhecida como Km 11, localizada na margem do lago, no município de Tucuruí-PA. A escolha desse ponto de coleta foi porque no lago, próximo a este ponto, é coletada água a ser tratada e distribuída a uma parcela da população da cidade de Tucuruí.

Os procedimentos de coleta de amostra e de análise em laboratório, assim como o embasamento teórico para o tratamento da água, foram feitos tomando-se como referência o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AWWA/APHS/WEF, 1998) e os trabalhos de De Macedo (2005) e Di Bernardo (1993).

Com o desenvolvimento dessa atividade, pretende-se trabalhar com as seguintes habilidades:

- Conceitos básicos de tratamento de água convencional;
- cálculo para dosagem de produtos químicos; operação dos equipamentos: *jar-test*, turbidímetro e pHmetro;
- preparo de soluções químicas;
- determinação prática do pH de coagulação;
- determinação prática da dosagem de coagulante.

A seguir são descritas com detalhes as três etapas de trabalho realizadas:

1. Etapa do preparo de soluções:

No primeiro momento foram preparadas as soluções padrões. Para isso, foram apresentados ao aluno deficiente visual os materiais e reagentes a serem usados. Ele pôde tatear um dos materiais (vidro de relógio, balança analítica, balão volumétrico de 100 mL, espátula, pisseta, funil de vidro, bastão de vidro e becker), para poder perceber o formato e assim associar a forma ao uso do objeto. Quanto aos produtos químicos, suas características principais foram descritas oralmente.

1.1 Materiais:

Vidro de relógio, balança analítica, balão volumétrico de 100 mL, espátula, pisseta, funil de vidro, bastão de vidro e bécker.

1.2 Reagentes:

Sulfato de alumínio como coagulante e carbonato de sódio para ajuste do pH.

1.3 Procedimento experimental:

Para preparar a solução 2,5 % de coagulante (sulfato de alumínio), pesou-se 2,5 g desse produto, que foi transferido para um béquer de 100 mL contendo 50 mL de água destilada. Após homogeneização, o conteúdo foi transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 100 mL e o volume completado com água destilada.

Para preparar a solução 2,5 % de carbonato de sódio, pesou-se 2,5 g do sal, que foi transferido para um béquer de 100 mL contendo 50 mL de água destilada. Após homogeneização, o conteúdo foi transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 100 mL e o volume completado com água destilada.

2. Etapa do uso dos aparelhos *jar test*, turbidímetro e pHmetro

No segundo momento, também houve a oportunidade para o aluno explorar com o tato cada parte dos aparelhos utilizados (*jar test*, turbidímetro e pHmetro). Nessa etapa as soluções preparadas foram adicionadas aos jarros do aparelho a fim de serem submetidas a análises.

Também, houve um processo de memorização de tempo para enchimento dos béqueres com amostras de água coletadas nos jarros. Os valores de turbidez foram medidos com um aparelho turbidímetro, cuja escala de medida era em unidades nefelométricas de turbidez (UNT). A acidez foi avaliada utilizando-se um pHmetro.

2.1 Material:

Jar test: aparelho microcontrolado modelo JT-203, marca Milan. Este aparelho pode realizar até seis testes ao mesmo tempo. Portanto ele possibilita acompanhar a dosagem dos produtos químicos adicionados e a qualidade da água a ser analisada a partir de várias amostras de água.

pHmetro: aparelho de bancada com capacidade para medir faixa de pH 0.00 a 14.00, com eletrodo de pH HI110B e modelo pH 21.

Turbidímetro: modelo portátil 2100Q.

2.2 Procedimento experimental:

1º passo: foram verificados os valores de pH e turbidez da amostra sem a adição de coagulante.

2º passo: foram transferidos quantitativamente 2 L de amostra de água proveniente do lago da hidroelétrica de Tucuruí para cada um dos seis jarros do aparelho.

3º passo: programou-se o aparelho, especificando rotação de 120 rpm e tempo de 4 min.

4º passo: adicionou-se em um tubo de ensaio dos jarros a seguinte dosagem da solução 2,5 % do coagulante: 1º jarro: 8 mL, 2º jarro: 10 mL, 3º jarro: 15 mL, 4º jarro: 20 mL, 5º jarro: 25 mL e o 6º jarro: 30 mL.

5º passo: adicionou-se em um outro tubo dos jarros, 1 mL da solução 2,5% de carbonato de sódio.

6º passo: iniciou-se a rotação das hélices. O final da rotação era indicado por um sinal sonoro emitido pelo aparelho.

7º passo: após o tempo programado (4 min.), deixaram-se as amostras de água em cada jarro em repouso para sedimentação.

8º passo: verificou-se a sedimentação e a coagulação do material.

9º passo: realizou-se a leitura do pH e da turbidez da água.

3. Etapa de confecção e interpretação dos gráficos

Os resultados gerados durante o experimento foram transformados em gráficos táteis para que pudessem ser interpretados pelo aluno. Porém, nesse processo, foi explicado o significado de cada gráfico, bem como havia neles identificações escritas em Braille. Os gráficos mostravam a variação da dosagem, da turbidez e do pH.

3.1 Material:

Papel, reglete, punção, prancheta, papel milimetrado, espuma vinílica acetinada (EVA), papel camurça, tesoura, cola e pincel atômico.

RESULTADOS

O aluno deficiente visual pôde ter uma noção básica das características e do princípio de funcionamento do *jar test*. Através do tato ele conseguiu reconhecer as diferentes partes do aparelho e suas funções, o mesmo acontecendo com o pHmetro e o turbidímetro.

A amostra de água coletada no lago, antes de ser submetida ao tratamento de coagulação, apresentou valor de pH igual a 5,4 e turbidez 51 UNT. Após a adição do coagulante nos ensaios com *jar test*, a água sofreu uma redução de turbidez. Os resultados para cada um dos jarros são mostrados na tabela 1.

Tabela 1: Valores de dosagem de coagulante, pH e turbidez para cada jarro.

Jarro	Dosagem de coagulante (mL)	pH	Turbidez (UNT)
1	8	8,5	35
2	10	8,6	36
3	15	8,7	36
4	20	9,1	34
5	25	9,1	35
6	30	9,3	34

Para comparar os valores da dosagem de coagulante com os resultados de turbidez e pH da água do lago, foram construídos gráficos sobre papel milimetrado usando diferentes texturas, de modo que fosse possível ao aluno reconhecer com os dedos o formato dos gráficos e o seu conteúdo, pois as inscrições estavam em Braille.

De acordo com a tabela 1, percebe-se que, após a adição do coagulante em diferentes proporções, o pH aumentou em todos os jarros. Porém para a turbidez final da água, inicialmente houve um pequeno aumento (jarros 2 e 3), mas depois uma tendência de decréscimo.

A variação total da turbidez final foi entre 34 e 36 UNT. Pode-se aceitar essa variação como pequena se comparada com a turbidez inicial de 51 UNT, porém a redução de 51 UNT para esses valores pode ser entendida como considerável.

Os valores de pH e turbidez indicados como ideais se deram entre os jarros 1, 2 e 3. Nos demais jarros houve um aumento maior de pH (acima de 9). No teste em questão se indica usar a dosagem do jarro 1, onde houve a adição de 8 ml de coagulante, pois ele apresenta um valor aceitável de pH (8,5) e turbidez (16 UNT), aliada a uma dosagem mínima de reagente.

Os jarros 4 e 5 apresentaram valores apenas uma unidade mais baixos de turbidez (34 UNT). Todavia neles foram adicionadas quantidades bem maiores de coagulante (20 mL e 30 mL, respectivamente). Assim, a redução de turbidez de 35 para 34 em função de um aumento da quantidade de coagulante que passou de 8 mL para 20 ou 30 mL não demonstra vantagens sob os aspectos do custo-benefício.

O ensaio do *jar test* tem justamente essa finalidade, que seria indicar o ponto ótimo de uma operação de coagulação. Consequentemente se pode avaliar a real necessidade da dosagem de reagentes a fim de se obter uma economia no custo de insumos.

Essa interpretação dos resultados foi explicada ao aluno. Para isso foi preciso também usar gráficos em relevo. Dessa maneira, o aluno deficiente visual, por meio dessa metodologia, pode ter acesso ao conhecimento relativo ao estudo do processo de coagulação utilizando o *jar test*. Também, foi uma atividade experimental que abrangeu o manuseio de diversos aparelhos, materiais de laboratório e preparo de soluções químicas.

CONCLUSÕES

O aluno deficiente visual achou a atividade bastante interessante, pois algo que parecia muito complexo e abstrato, tornou-se mais simples. Foi importante nesse processo o contato tátil com os materiais. Além disso, o aluno teve facilidade em manusear os gráficos elaborados, que mostravam a variação da dosagem, da turbidez e do pH.

O ensino sobre determinação do ponto ótimo de coagulação utilizando o *jar test* com aluno deficiente visual, embora possa parecer até muito complicado para ser trabalhado com alguém com limitações de visão, na verdade pode ter um bom aproveitamento. Os conteúdos referentes a essa aula, se trabalhados de forma a atender as necessidades específicas dos alunos deficientes visuais, são capazes de serem transmitidos a esse público.

Na área do saneamento, profissionais com deficiência visual podem sim desempenhar funções úteis, compatíveis, obviamente, com suas limitações. Entretanto, cabe ressaltar que a questão do saneamento básico, passa, entre muitos pressupostos, de iniciativas provocadas pela sensibilidade para resolver a problemática. A

sensibilidade para a busca de melhorias nessa questão do saneamento básico tem sido uma qualidade no nosso aluno deficiente visual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, M. J. H. Uso de Coagulantes Naturais no Processo de Obtenção de Água Potável. Maringá-PR. 2008. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil - Universidade Estadual de Maringá. 2008.
2. SANTOS, G. R. Estudo de Clarificação de Água de Abastecimento Público e Otimização da Estação de Tratamento de Água. Rio de Janeiro. 2011. Dissertação de Mestrado. Escola de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2011.
3. PEREIRA, M. M.; VORCARO, B. M.; DOS REIS, R. C.; HELLER, L. Avaliação do emprego de sulfato de alumínio e do cloreto férrico na coagulação de águas naturais de turbidez média e cor elevada, XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 1997. Anais. Foz do Iguaçu PR, 1997.
4. MINER, D. L.; NIEMAN, R.; SWANSON, A. B.; WOODS, M. Teaching Chemistry to students with disabilities: a manual for high schools, colleges, and graduate programs. 4. ed. Washington, D. C.: American Chemical Society Committee on Chemists with Disabilities, 2001. 148 p.
5. AWWA/APHS/WEF. - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th. ed. American Public Health Association, New York, 1998.
6. DE MACÊDO, J. A. B. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. 3.ed., Belo horizonte-MG: CRQ-MG. 2005, 601p.
7. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.