



NORMA TÉCNICA

L5.156

Jan/1978
7 PÁGINAS

Determinação da turbidez em águas - método nefelométrico:
método de ensaio

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 São Paulo SP
Tel.: (11) 3133 3000 Fax.: (11) 3133 3402

<http://www.cetesb.sp.gov.br>

DETERMINAÇÃO DA TURBIDEZ EM ÁGUAS

MÉTODO NEFELOMÉTRICO

SUMÁRIO

	<i>Páginas</i>
<i>Introdução</i>	1
1 <i>Objetivo</i>	2
2 <i>Definições</i>	2
3 <i>Aparelhagem</i>	2/3
4 <i>Execução do Ensaio</i>	3/5
<i>Anexo A</i>	a/1
<i>Anexo B</i>	b/1

INTRODUÇÃO

A turbidez na água é causada pela presença de materiais em suspensão, tais como argila, sílica, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida e organismos microscópicos. Estes materiais ocorrem em tamanhos diversos, variando desde as partículas maiores que se depositam (tamanho superior a 1μ) até as que permanecem em suspensão por muito tempo (como é o caso das partículas coloidais).

Água límpida, isenta de turbidez, é importante quando ela se destina direta ou indiretamente ao consumo humano ou a processos industriais. Turbidez acima de 5 unidades é notada pelo consumidor e representa uma condição insatisfatória. As águas de sistemas de abastecimento são coaguladas, decantadas e filtradas para reduzir o número e o tamanho das partículas em suspensão a um nível admissível. Coagulação e filtração devem produzir água de turbidez inferior à da unidade; a ocorrência de turbidez na água filtrada pode indicar fendas no filtro de areia, precipitação de flocos coagulantes ou coagulação incompleta. A cloração nos sistemas de abastecimento é mais eficiente à baixa turbidez, pois material em suspensão pode envolver os organismos e dificultar a ação do desinfetante.

Turbidez excessiva reduz a penetração da luz na água e com isso reduz a fotossíntese dos organismos do fitoplâncton, algas e vegetação submersa. Materiais que se sedimentam preenchem os espaços entre pedras e pedregulhos do fundo, eliminando os locais de desovas de peixes e o habitat de muitos insetos aquáticos e outros invertebrados, afetando assim a produtividade de peixes.

Os métodos usualmente empregados para medir turbidez em água incluem medida de luz dispersa e medida de transmissão de luz.

As soluções verdadeiras, de partículas menores que 10^{-7} cm, não dispersam luz; as soluções coloidais (diâmetro das partículas 10^{-4} a 10^{-6} cm) dispersam luz e esta dispersão em vários ângulos em relação a luz incidente é função da intensidade da luz incidente, da diferença entre os índices de refração da partícula e do meio líquido, do comprimento de onda da luz incidente, do ângulo de medida da luz dispersa. Ocorre que quando as partículas são pequenas em relação a este comprimento de onda, a dispersão é angular e à medida que aumenta o tamanho das partículas aumenta a dispersão frontal.

Os turbidímetros podem medir luz dispersa em direção frontal (em ângulo de 150°) ou lateral ($90^\circ \pm 30^\circ$). O turbidímetro de vela de Jackson é de dispersão fron

tal e é o método padrão para a medida da turbidez. Consiste essencialmente de uma vela padrão e de um tubo de vidro calibrado. É um método visual, que se baseia na determinação da altura de uma coluna de suspensão que faz com que a imagem da chama da vela padrão se torne indistinta contra a iluminação geral de fundo, quando é observada verticalmente através da amostra. Quando isto ocorre, a luz transmitida e a luz dispersa têm a mesma intensidade. A calibração do tubo é feita de forma tal que o número correspondente à altura da amostra no tubo é a turbidez da amostra em unidades Jackson de turbidez (U.J.T.). 1 U.J.T. é a turbidez produzida por 1 mg SiO₂ quando suspenso em 1000 ml de água destilada.

Partículas muito pequenas não dispersam ou refletem energia de comprimentos de onda da faixa do amarelo-vermelho, que são os emitidos pela vela padrão. Assim, materiais finamente divididos não causam extinção da imagem no turbidímetro de Jackson; isto equivale a dizer que o turbidímetro de Jackson não lê valores baixos de turbidez, mais precisamente, inferiores a 25 unidades. Ainda, o turbidímetro não lê partículas pretas, porque o campo de observação se torna escuro antes da extinção da imagem da chama.

Águas tratadas têm baixa turbidez, em geral entre 0 e 5 unidades; foi, portanto, necessário desenvolver métodos secundários indiretos, baseados em dispersão lateral em relação à luz incidente. São os métodos nefelométricos, de maior sensibilidade à baixa turbidez porque a leitura zero corresponde turbidez zero, e de ângulo de leitura menos crítico, especialmente à dispersão a 90° em relação à direção da luz incidente. A suspensão-padrão adotada passou a ser a de formazina, que é um padrão mais reprodutível nas suas características dispersoras de luz.

Infelizmente, nenhum instrumento secundário reproduz os resultados obtidos no turbidímetro de Jackson para todas as faixas de turbidez e, devido a diferenças nos sistemas óticos, os resultados obtidos com diferentes tipos de instrumentos secundários não coincidem entre si, embora todos tenham sido pré-calibrados contra o turbidímetro Jackson empregando a mesma suspensão-padrão. Mas os valores são próximos e considerados correspondentes.

1 OBJETIVO

1.1 A presente Norma prescreve o método de determinação de turbidez em amostras de água de abastecimento público, águas naturais em geral, águas de abastecimento industrial.

2 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

2.1 Turbidez

É a redução da transparência de uma amostra devido à presença de material em suspensão.

2.2 A unidade para turbidez é U.N.T. unidade nefelométrica de turbidez, comparável às U.J.T. e U.F.T.

3 APARELHAGEM

3.1 Vidraria - Materiais e equipamento

3.1.1 Turbidímetro HACH, modelo 2100A, ou similar, com as seguintes características físicas:

- nefelômetro com 5 escalas de leitura 0-0,2 0-1,0 0-10,0 0-100 e 0-1000;
- fonte de luz - lâmpada de tungstênio operada a não menos de 85% da voltagem estabelecida;
- detetores fotoelétricos - com dispositivo para indicar a intensidade da luz dispersa em ângulo de 90° em relação à direção da luz incidente;
- sensibilidade - que permite a observação de diferenças de 0,02 unidades em amostras de turbidez inferior a 1;
- distância atravessada pela luz incidente e dispersa dentro do tubo de amostra não superior a 10 cm.

NOTA 1. Diferenças nas características físicas do turbidímetro causam diferenças nos valores medidos, apesar de ter sido usada a mesma suspensão para a calibração. Por essa razão deve-se observar as características acima.

NOTA 2. Ver em anexo, cuidados com o turbidímetro.

3.1.2 Acessórios do turbidímetro:

- padrões secundários permanentes de latex, de turbidez 0,61, 10,0, 100 e 1000, calibrados contra formazina;
- tubos para amostras;
- anel-suporte para tubos;
- aparador de luz;
- escala de turbidez.

NOTA: Ver, em anexo, cuidados com os acessórios.

3.2 Reagentes

3.2.1 Água destilada isenta de turbidez.

- filtrar a água destilada por filtro de membrana de 0,45 μ .

4 EXECUÇÃO DO ENSAIO

4.1 Princípio do Método

O método nefelométrico é um método secundário, indireto. Baseia-se na leitura da intensidade da luz dispersa pela amostra em ângulo de 90° com a direção da luz incidente, em relação à intensidade da luz dispersa por uma suspensão-padrão nas mesmas condições. A suspensão-padrão de referência é de formazina.

4.2 Interferentes

4.2.1 O presente método se aplica para determinação de turbidez a partir de zero. Não há limite superior, e para valores superiores a 40 unidades deverá ser feita a diluição da amostra.

4.2.2 Materiais flutuantes, óleos e graxas e partículas maiores que se sedimentam rapidamente interferem negativamente e devem ser excluídos da amostra.

4.2.3 Bolhas de ar, mesmo minúsculas, interferem positivamente e devem ser eliminadas antes da leitura.

4.2.4 Turbidez excessiva interfere negativamente, Porisso, para valores superiores a 40 unidades, deve-se diluir a amostra.

4.2.5 A cor absorve luz, portanto interfere negativamente.

4.3 Coleta de Amostras

4.3.1 Amostras para determinação de turbidez podem ser coletadas em frasco de vidro neutro, tipo Pyrex ou plástico. O volume necessário é 200 ml.

4.3.2 Amostras não analisadas logo após a coleta podem ser armazenadas por até 24 horas, ao abrigo da luz.

4.4 Procedimento

4.4.1 Aferição do aparelho:

- ligar o aparelho;
- esperar 10 minutos, para aquecimento;
- calibrar, isoladamente, as escalas do aparelho, inserindo o padrão permanente, cobrindo-o, colocando o botão seletor na escala apropriada e ajustando o valor do padrão na escala através do botão "standardização".

4.4.1.1 Quando se empregar as escalas de leitura 0-100 ou 0-1000, colocar o anel-suporte antes de colocar o padrão permanente, para diminuir a distância atravessada pela luz, aumentando assim a linearidade na medida de alta turbidez.

4.4.2 Processamento da amostra.

4.4.2.1 Agitar a amostra para dispersar perfeitamente os sólidos.

4.4.2.2 Esperar um pouco para eliminar bolhas de ar e encher o tubo de vidro com amostra quase completamente, tendo o cuidado de não incluir óleos e graxas, materiais flutuantes ou partículas maiores.

4.4.2.3 Inserir o tubo com amostra no lugar apropriado, cobri-lo com o aparador e fazer a leitura diretamente, usando a faixa mais baixa possível.

NOTA: Se a escala de leitura empregada for a de 0-100 ou 0-1000 unidades, colocar o anel-suporte antes de colocar o tubo com amostra.

4.4.2.4 Para valores superiores a 40 unidades, diluir a amostra com uma porção de amostra filtrada e repetir a leitura.

4.4.2.5 Entre uma leitura e outra, lavar os tubos com água destilada e, em seguida, com a amostra a ser analisada. Enxugá-los pelo lado de fora com papel macio.

5 RESULTADOS

5.1 Expressão dos resultados

5.1.1 A turbidez é expressa por:

$$\text{U.N.T.} = \frac{A(B+C)}{C}, \text{ onde:}$$

A = leitura.

B = ml água de diluição.

C = ml de amostra.

NOTA: Se foi utilizada a escala 0-0,2, subtrair 0,04 da leitura A, para descontar luz interferente.

5.1.2 O resultado é expresso em valores conforme a Tabela seguinte:

TABELA - Expressão do resultado

para valores de	arredondar para o valor
0 - 1,0	do múltiplo de 0,05 mais próximo
1 - 10	do múltiplo de 0,1 mais próximo
10 - 40	da unidade mais próxima
40 - 100	do múltiplo de 5 mais próximo
100 - 400	do múltiplo de 10 mais próximo
400 - 1000	do múltiplo de 50 mais próximo
>1000	do múltiplo de 100 mais próximo

5.2 Precisão e Exatidão

Num só laboratório da Environmental Protection Agency foram analisadas 4 amos tras de águas naturais, com os seguintes resultados:

U.N.T.	desvio padrao U.N.T.
26	± 0,60
41	± 0,94
75	± 1,2
180	± 4,7

ANEXO AA-1 CUIDADOS COM O TURBIDÍMETRO

A-1.1 Ocasionalmente, limpar o conjunto de lentes. Remover a tampa traseira e o parafuso que segura o conjunto de lentes que se acha na parte lateral do suporte do tubo. Limpá-las, cuidadosamente, com papel macio e com pincel e recolocar o conjunto na posição inicial para manter a focalização original.

A-2 CUIDADOS COM OS ACESSÓRIOS

A-2.1 Os tubos para amostra, bem como os padrões, devem ser manuseados com o máximo cuidado para não riscá-los ou lascá-los. Descarta-los se for o caso.

A-2.2 Os tubos para amostra, bem como os padrões, devem ter comprimento adequado para que não seja necessário tocá-los na região em que são atingidos pela luz.

A-2.3 Os tubos devem ser lavados diariamente com sabão ou com solução sulfocrômica e enxaguados com água destilada e desmineralizada. Deve-se enxugá-los pelo lado de fora com papel macio.

A-2.4 Entre uma leitura e outra, lavar os tubos com água destilada e, em seguida, com a própria amostra a ser analisada. Enxugá-los pelo lado de fora com papel macio.

ANEXO B

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - Standard methods for the examination of water and wastewater. 13 ed. New York, APHA, AWWA, WPCF, 1971.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - Standard methods for the examination of water and wastewater. 14 ed. New York, APHA, AWWA, WPCF, 1975.

ASTM - Annual book of ASTM standards. Philadelphia, 1975, vol. 31.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - Manual of methods for chemical analysis of water and wastes. Washington, EPA, Office of Technology Transfer, 1974. (EPA-625/6-74-003).

ENVIRONMENTAL CANADA. Water Quality Branch - Analytical methods manual. Ottawa, 1974

SAWYER, C.N. & McCARTY, P.L. - Chemistry for sanitary engineers. 2 ed. New York, McGraw-Hill Book Co., c.1967. (Series in Sanitary Science and Water Resources Engineering).

MANCY, K.H. & ALLEN, H.E. - Manual on analysis for water pollution control. II. Automated monitoring and analysis. s.l.p., World Health Organization, s.d. iv.

HACH - Model 2100A; laboratory turbidimeter, instruction manual. Iowa, s.d.

HELLIGE - Scientific instruments, testing outfits, glassware and reagents; catalog Nº 62. New York, s.d.