



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888

NORMA DNIT 036/2004 - ME

Pavimento rígido - Água para amassamento do concreto de cimento Portland - Ensaio químicos - Método de ensaio

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo: 50.600.004.558/2003-24

Aprovação pela Diretoria Executiva do DNIT na reunião de 25 / 11 / 2004

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Pavimento rígido, concreto, água, ensaio

**Nº total de
páginas**
07

Resumo

Este documento define a sistemática a ser adotada na execução de ensaio para a determinação das propriedades e das substâncias dissolvidas em amostras de água destinadas ao emprego como água de amassamento do concreto de cimento Portland em obras de pavimentos rígidos de estradas de rodagem. São também, apresentados os requisitos concernentes a materiais, reagentes, aparelhagem, execução, cálculo e apresentação dos resultados dos ensaios.

Abstract

This document provides the method of performing the test to determine the properties and the substances dissolved in water samples to be employed as mixing water for the concrete with Portland cement of rigid road pavements. It includes the requirements concerning materials, reagents, equipment, execution, calculation and presentation of test results.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Referência normativa	2
3 Aparelhagem	2
4 Amostragem	2

5 Execução dos ensaios	2
Índice Geral	7

Prefácio

Esta Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, para servir como documento base na realização de ensaios químicos de água a ser usada para amassamento de concreto de cimento Portland em pavimentos rígidos de estradas de rodagem e está baseada na norma DNIT 001/2002 – PRO.

1 Objetivo

Esta norma fixa o procedimento a ser adotado nos ensaios químicos para a determinação das propriedades e das substâncias dissolvidas em água destinada ao amassamento do concreto de cimento Portland para uso em pavimentos rígidos de estradas de rodagem, a saber:

- Matéria orgânica, expressa em oxigênio consumido;
- Resíduo sólido;
- pH;
- Teor de Sulfatos, expresso em íons SO_4 ;
- Teor de Cloretos, expresso em íons Cl.

2 Referência normativa

O documento relacionado neste item serviu de base à elaboração desta Norma e contém disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta Norma. A edição apresentada é a que estava em vigor na data desta publicação recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, se houver.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12654*: controle tecnológico de materiais componentes do concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

3 Aparelhagem

3.1 Resíduo sólido

- balança com capacidade de 1 kg e precisão de 1mg;
- banho-maria;
- estufa capaz de manter a temperatura na faixa de $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- cápsula de platina ou porcelana com capacidade para 1000ml;
- balão volumétrico com capacidade de 500ml;
- secador.

3.2 Matéria orgânica

- balança com capacidade de 1 kg e precisão de 1mg;
- frasco de Erlenmeyer com capacidade de 500ml;
- banho-maria.

3.3 pH

- potenciômetro para medição de pH na faixa de 4,5 a 8,5, com precisão de 0,1 de pH;
- eletrodo de referência de calomel saturado;
- eletrodo de vidro (dependendo da concentração de íon hidrogênio da solução).

3.4 Teor de sulfatos

- balão volumétrico com capacidade de 1000cm^3 ;
- papel de filtragem média;
- papel de filtragem lenta;
- béquer com capacidade de 500ml;
- bico de Bünsen;
- cadinho de porcelana;
- forno mufla com capacidade de manter a temperatura entre 800°C e 900°C ;
- secador ou dessecador;
- balança com capacidade de 1 Kg e precisão de 1mg.
- Estufa capaz de manter a temperatura na faixa de $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

3.5 Teor de cloretos

- frasco de Erlenmeyer com capacidade de 500ml.

4 Amostragem

A amostra de água representativa do material a ser ensaiado deverá ser coletada de acordo com a norma NBR 12654.

5 Execução dos ensaios

5.1 Resíduo sólido

Para determinação do índice de resíduos sólidos devem ser obedecidas as seguintes etapas:

- a) Medir, no balão volumétrico, 500ml da amostra de água;
- b) Transferir, progressivamente, a água para a cápsula de platina ou porcelana, previamente tarada e mantida em banho-maria. A operação de transferência deve ser feita sob agitação;
- c) Completada a operação, levar a cápsula à estufa, mantendo a temperatura na faixa de $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante uma hora;

- d) Esfriar a cápsula em secador;
- e) Pesar a cápsula com o resíduo;
- f) Calcular o teor de resíduo sólido com base na seguinte expressão:

$$\text{Resíduo sólido (mg/l)} = \frac{G}{0,5}$$

onde:

G = massa de resíduo sólido, em miligramas.

5.2 Matéria orgânica

Nesta Norma se descreve a determinação da matéria orgânica por oxidação.

Denomina-se oxidação da água ao equivalente em oxigênio de permanganato de potássio consumido, quando se aquece a água em banho-maria por 30 minutos, adicionando-se uma quantidade determinada de solução de permanganato de potássio e ácido sulfúrico ou de hidróxido de sódio (se a concentração de cloretos for elevada).

A oxidação é uma medida aproximada da quantidade de matéria orgânica contida na água; seu valor depende da composição da matéria orgânica. Se a água contiver nitritos, sulfetos, íons ferrosos ou quaisquer outras substâncias minerais redutivas do permanganato, deve-se efetuar a correção correspondente.

Os resultados comparativos somente serão obtidos quando forem empregadas, de forma rigorosa, a mesma técnica e as mesmas quantidades de reagentes.

5.2.1 Reagentes

- a) Água bi-destilada sobre permanganato de potássio
Adicionar 1g de permanganato de potássio e 1g de carbonato de sódio por litro de água destilada e destilar novamente.
- b) Solução de ácido sulfúrico (1:3)
Adicionar um volume de ácido sulfúrico (d=1,84) p.a. a três volumes de água destilada conforme o item anterior. Adicionar, gota a gota, a quente, solução de permanganato de potássio preparada

conforme alínea d, até se obter uma débil coloração rosada persistente.

- c) Solução 0,0125N de ácido oxálico
Pesar 0,788g de ácido oxálico p.a. e dissolvê-la em 1000cm³ de água destilada preparada conforme alínea "a" (1cm³ desta solução reduz 0,1mg de oxigênio). Esta solução deve ser preparada um mês antes de sua utilização, por não ser estável.
- d) Solução 0,0125N de permanganato de potássio

Medir 125cm³ de solução 0,1N de permanganato de potássio e diluir com água destilada (conforme alínea "a") até formar 1000cm³. O título desta solução deve ser verificado vertendo-se em frasco de Erlenmeyer 500ml da solução de ácido oxálico (conforme alínea "c"), 100cm³ de água destilada (conforme alínea "a") e 10cm³ de ácido sulfúrico diluído (conforme alínea "b"). Aquecer entre 60°C e 80°C e titular com a solução de permanganato de potássio, com uma bureta, gota a gota, até se obter uma coloração debilmente rosada. Se necessário, corrigir a solução até 0,0125N, conservando-a em frasco de vidro âmbar hermeticamente fechado (1cm³ equivale a 0,1mg de oxigênio).

- e) Solução de hidróxido de sódio a 33%, em massa

Dissolver 500g de hidróxido de sódio p.a. em 1000cm³ de água destilada (conforme alínea "a"). Sedimentar e decantar o líquido sobrenadante.

5.2.2 Ensaio

Para execução do ensaio devem ser observadas as seguintes etapas:

- a) Medir 100cm³ da amostra, vertendo-a em frasco de Erlenmeyer com capacidade de 500ml e adicionar 10cm³ de solução 0,0125N de permanganato de potássio e 10cm³ de ácido sulfúrico diluído.
- b) Submergir o frasco em um banho-maria fervente, tomando cuidados para que o

nível do líquido contido no frasco seja inferior ao da água do banho-maria. Deixar nesta condição durante 30 minutos.

- c) Retirar do banho-maria, adicionar 10cm³ da solução 0,0125N de ácido oxálico e titular por retorno com a solução 0,0125N de permanganato de potássio. O líquido deve estar a uma temperatura compreendida entre 60°C e 80°C e a operação deve prosseguir até se obter uma débil coloração rosada persistente.
- d) Simultaneamente e da mesma forma descrita anteriormente, efetuar um ensaio em branco, empregando no lugar da amostra, 100cm³ de água destilada (conforme 5.2.1 alínea “a”).
- e) A quantidade de solução 0,0125N de permanganato de potássio empregada na titulação por retorno deve ser menor do que 5cm³. Caso seja maior, é necessário repetir a titulação, tomando uma quantidade adequada de amostra, diluindo-a até formar 100cm³, com água destilada (conforme 5.2.1 alínea “a”).
- f) A correção pela presença de substâncias minerais, redutivas do permanganato de potássio deve ser efetuada medindo um volume de amostra de 100cm³, adicionando 10cm³ da solução de ácido sulfúrico (conforme 5.2.1 alínea b) e titulando a frio com a solução de 0,0125N de permanganato de potássio, até se obter uma débil coloração rosada, persistente durante 30 minutos.

5.2.3 Cálculo

Calcular o teor de oxigênio consumido com base na seguinte expressão:

$$\text{Oxigênio consumido (mg/l)} = \frac{10t}{V - V_1}$$

onde:

V = volume total da solução 0,0125N de permanganato de potássio, utilizado na titulação, expresso em cm³;

V₁ = volume da solução 0,0125N de permanganato de potássio, utilizado no ensaio em branco, expresso em cm³;

t = equivalente em oxigênio da solução 0,0125N de permanganato de potássio, expresso em mg.

5.3 Determinação do pH

Nesta Norma descreve-se o método eletrométrico, devendo-se seguir as orientações do fabricante de cada aparelho, sendo observada as seguintes etapas:

- a) Calibrar o potenciômetro e os eletrodos, utilizando soluções-tampão, que podem ser preparadas em laboratório ou adquiridas no mercado. Quando a escala do potenciômetro estiver graduada em milivolts (mV), deve-se estabelecer uma correlação linear entre os valores do pH das soluções e as leituras correspondentes da referida escala. Deve ser observada a influência da temperatura nas leituras obtidas.
- b) Colocar a amostra em um recipiente adequado e submergir no líquido a parte inferior dos eletrodos.
- c) Medir a força eletromotriz da pilha formada, determinando o pH por interpolação entre os valores encontrados para as soluções-tampão.
- d) Os resultados devem ser expressos com aproximação de 0,1 de pH.

5.4 Teor de sulfatos

5.4.1 Reagentes

- a) Ácido clorídrico (d = 1,19) p.a.
 - b) Solução a 10% de cloreto de bário
- Pesar 100g de cloreto de bário p.a. e dissolver em água destilada até completar o volume de 1.000cm³.

5.4.2 Ensaio

- a) Medir, no balão volumétrico, 1000cm³ da amostra de água e adicionar 5cm³ de ácido clorídrico (conforme 5.4.1 alínea “a”).
- b) Evaporar até aproximadamente 200cm³ e filtrar com papel de filtragem média, coletando o líquido em béquer com capacidade de 500ml.
- c) Aquecer até próximo à ebulição e adicionar, gota a gota, aproximadamente 10cm³ de solução de cloreto de bário (conforme 5.4.1 alínea “b”).
- d) Manter à temperatura de (80 ± 5)°C durante, no mínimo, 8 horas.
- e) Filtrar a solução em papel de filtragem lenta.
- f) Lavar o precipitado com água quente (aproximadamente a 80°C) até se obter teste negativo de cloretos.
- g) Passar o papel de filtragem juntamente com o precipitado para um cadinho previamente tarado, secando em estufa.
- h) Calcinar, inicialmente, em bico de Bunsen, sem deixar o papel inflamar, e, posteriormente, em forno de mufla, à temperatura de 800°C a 900°C, até massa constante.
- i) Esfriar em dessecador e determinar a massa do precipitado.

5.4.3 Cálculo

Calcular o teor de sulfatos com base na seguinte expressão:

$$\text{Teor de sulfatos (mg/l)} = \frac{0,414.G}{V} \times 10^6$$

onde :

G = massa do precipitado (sulfato de bário), expressa em gramas;

V = volume da amostra de água, expresso em mililitros;

0,414 = fator de conversão de sulfato de bário em íon sulfato.

5.5 Teor de cloretos

5.5.1 Reagentes

- a) Solução de nitrato de prata 0,01N;
- b) Solução de tiocianato de amônia 0,01N;
- c) Ácido nítrico p.a.;
- d) Sulfato férrico amoniacal. Saturar 25ml de água com 9g de sulfato férrico amoniacal e gotejar ácido nítrico 6N até clarear a cor marrom da solução.

5.5.2 Ensaio

- a) Colocar 200ml da amostra de água em um frasco Erlenmeyer com capacidade de 500ml e acidular com ácido nítrico (2 a 5ml);
- b) Adicionar nitrato de prata (conforme 5.5.1 alínea “a”) para precipitar o cloreto em excesso;
- c) Adicionar 2ml de sulfato férrico amoniacal como indicador;
- d) Titular o excesso de nitrato de prata, adicionado segundo alínea “b”, utilizando tiocianato de amônia até que a coloração resulte levemente rosada.

5.5.3 Cálculo

Calcular o teor de cloretos com base na seguinte expressão:

$$\text{Teor de cloretos (mg/l)} = \frac{(A.f - B.F).Q}{V} \times 10^6$$

onde:

A = volume de nitrato de prata adicionado, expresso em cm³;

F = fator do nitrato de prata;

B = volume do tiocianato de amônia, expresso em cm³;

F = fator do tiocianato de amônia;

V = volume da amostra de água, expresso em cm³.

Q = fator equivalente, em g/ml, da solução de nitrato de prata;

_____ /Índice Geral

Índice Geral

Abstract	.....	1	pH	3.3.....	2
Amostragem	4.....	2	Prefácio	.....	1
Aparelhagem	3.....	2	Reagentes	5.2.1;5.4.1;5.5.1....	3;4;5
Cálculo	5.2.3;5.4.3;5.5.3 ...	4;5;5	Referência normativa	2.....	2
Determinação do pH	5.3.....	4	Resíduo sólido	3.1;5.1.....	2
Ensaio	5.2.2;5.4.2;5.5.2 ...	3;5;5	Resumo	.....	1
Execução dos ensaios	5.....	2	Sumário	.....	1
Índice geral	.....	6	Teor de cloretos	3.5;5.5.....	2;5
Matéria orgânica	3.2;5.2.....	2;3	Teor de sulfatos	3.4;5.4.....	2;4
Objetivo	1.....	1			
