

Segunda edição
17.11.2008

Válida a partir de
17.12.2008

**Álcool etílico e suas misturas com água —
Determinação da massa específica e do teor
alcoólico — Método do densímetro de vidro**

*Ethanol and its mixtures with water – Determination of the density and
alcoholic strength – Glass densimeter method*

Palavras-chave: Álcool etílico. Massa específica. Teor alcoólico. Densímetro de vidro.

Descriptors: Ethanol. Density. Alcoholic strength. Glass densimeter.

ICS 71.080.60; 75.160.20; 17.060

ISBN 978-85-07-01102-6



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 5992:2008
5 páginas

© ABNT 2008

© ABNT 2008

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio.....	iv
1 Escopo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Termos e definições.....	1
4 Aparelhagem.....	2
5 Procedimento.....	2
6 Expressão dos resultados.....	3
6.1 Métodos de cálculos.....	3
6.2 Precisão do método.....	3
Anexo A (informativo) Equação para cálculo das tabelas alcoolométricas.....	4
A.1 Massa específica.....	4
A.2 Grau alcoólico.....	5
A.3 Fator de correção.....	5

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidade, laboratório e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras das Diretivas ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 5992 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Álcool Combustível (ABNT/CEE-61). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 12, de 23.11.2007 a 21.01.2008, com o número de Projeto ABNT NBR 5992.

O Programa de Tabelas Alcoométricas é parte integrante desta Norma. Este Programa foi desenvolvido pela Gatec com o patrocínio da ÚNICA e ambas entidades abrem mão dos direitos sobre este Programa.

A configuração mínima do computador para instalação deste Programa é a seguinte:

- memória de 128 Mb;
- espaço livre em disco de pelo menos 50 Mb;
- sistema operacional: Windows 98, 2000, XP ou Vista;
- resolução de vídeo de 1024 x 768 pixels.

A equação utilizada no Programa de Tabelas Alcoométricas é mostrada no Anexo A.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 5992:1980), a qual foi tecnicamente revisada.

Álcool etílico e suas misturas com água — Determinação da massa específica e do teor alcoólico — Método do densímetro de vidro

1 Escopo

Esta Norma especifica o método do densímetro de vidro para determinação da massa específica e do teor alcoólico do álcool etílico e suas misturas com água.

NOTA O método de ensaio especificado nesta Norma envolve o uso de materiais e equipamentos perigosos, e esta Norma não pretende tratar de todos os aspectos de segurança relacionados ao seu uso. É de responsabilidade do usuário estabelecer as práticas de segurança apropriadas.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

Portaria nº 201 do Inmetro, de 21.08.2000, *Densímetros utilizados na determinação da massa específica do álcool etílico e suas misturas com água*

Portaria nº 245 do Inmetro, de 17.10.2000, *Termômetros utilizados na determinação da temperatura do álcool etílico e suas misturas com água*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

massa específica

massa por unidade de volume de uma substância a uma determinada temperatura

3.2

°GL

quantidade em mililitros de álcool absoluto contida em 100 mL de mistura hidroalcoólica

NOTA O °GL é equivalente à porcentagem em volume.

3.3

°INPM

quantidade em gramas de álcool absoluto contida em 100 g de mistura hidroalcoólica

NOTA O °INPM é equivalente à porcentagem em massa.

4 Aparelhagem

NOTA Recomenda-se que a aparelhagem utilizada seja calibrada conforme as boas práticas de laboratório.

4.1 Proveta de vidro transparente sem escala, com diâmetro interno de pelo menos 25 mm maior que o diâmetro externo do densímetro. A altura da proveta deve ser tal que o densímetro flutue na amostra com pelo menos 25 mm de espaço entre a extremidade inferior do densímetro e o fundo da proveta.

4.2 Densímetro de vidro conforme Portaria nº 201 do Inmetro.

4.3 Termômetro conforme Portaria nº 245 do Inmetro.

5 Procedimento

5.1 Lavar e secar o termômetro, o densímetro e a proveta de modo que fiquem isentos de gordura.

5.2 Colocar a proveta contendo a amostra em uma superfície plana, sem vibração e livre de corrente de ar.

5.3 Imergir o termômetro e prendê-lo na borda da proveta com o dispositivo apropriado, sem que o mesmo toque nas paredes da proveta, aguardar a estabilização da temperatura e anotar.

5.4 Imergir o densímetro na amostra efetuando um leve movimento giratório, para que entre rapidamente em equilíbrio e flutue livremente sem tocar a parede da proveta, evitando molhar a haste acima do nível provável de flutuação.

5.5 Atingida a posição de equilíbrio do densímetro, fazer a leitura na escala, ao nível de interseção do plano da superfície livre do líquido com a haste (ver Figura 1). Anotar os valores da massa específica, indicado pelo densímetro e a temperatura final da amostra. Se a diferença entre a temperatura inicial e final da amostra for superior a 0,5 °C, repetir o ensaio.

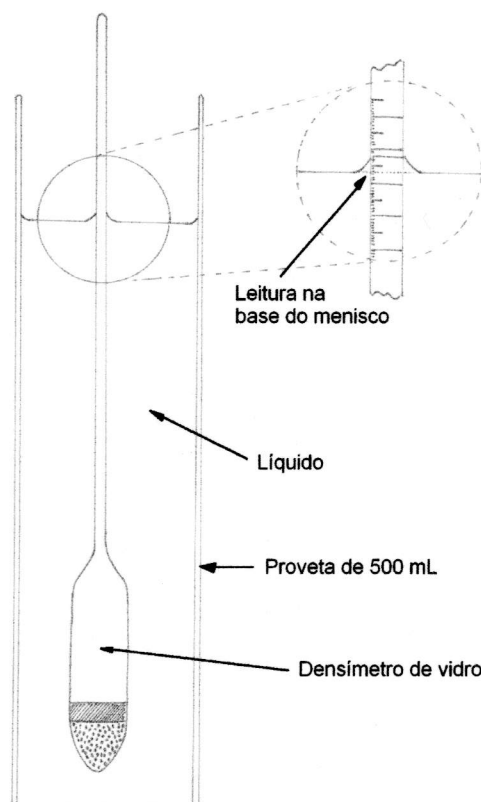


Figura 1 — Ponto de leitura da escala

6 Expressão dos resultados

6.1 Métodos de cálculos

6.1.1 Obter o valor da massa específica a 20 °C a partir do valor da massa específica lida (com as correções do termômetro e densímetro, quando necessário), utilizando o Programa de Tabelas Alcoolométricas.

6.1.2 Obter o teor alcoólico em °INPM e °GL no programa, de acordo com o valor da massa específica a 20 °C.

6.1.3 Expressar o valor da massa específica a 20 °C, em quilogramas por metros cúbicos, com uma casa decimal e o teor alcoólico, em °INPM ou °GL, com uma casa decimal.

6.2 Precisão do método

6.2.1 A repetitividade e a reprodutibilidade deste método são determinadas pela avaliação estatística dos resultados de ensaios interlaboratoriais, ao nível de confiança de 95 %. Não existindo material com valor de referência aceito para massa específica e teor alcoólico, a tendência não pode ser determinada.

6.2.2 A diferença entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos pelo mesmo operador, com o mesmo equipamento, sob condições constantes de operação e em amostras de material idêntico, com a execução correta deste método, não deve exceder 0,2 °INPM a 20 °C (repetitividade – r).

6.2.3 A diferença entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios distintos e em amostras de material idêntico, com a execução correta deste método, não deve exceder 0,3 °INPM a 20 °C (reprodutibilidade – R).

NOTA Os programas interlaboratoriais foram realizados pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC).

Anexo A (informativo)

Equação para cálculo das tabelas alcoométricas

A.1 Massa específica

A equação a seguir é utilizada no programa para calcular a massa específica do álcool e está de acordo com o modelo de Bettin e Spieweck (Bettin, H. & Spieweck, F. A Revised Formula for the Calculation of Alcoholometric Tables, PTB Mitteilungen 6/90, p.457, 1990). Esta equação é válida de - 20 °C a 40 °C.

$$ME = A_1 + \sum_{k=2}^{12} A_k \times \left(\frac{GM}{100} - 0,5 \right)^{k-1} + \sum_{k=1}^6 B_k \times (t - 20)^k + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} C_{i,k} \times \left(\frac{GM}{100} - 0,5 \right)^k \times (t - 20)^i$$

onde:

ME é o valor numérico da massa específica do álcool, expresso em quilogramas por metro cúbico (kg/m³);

GM é o valor numérico do grau alcoólico, expresso em porcentagem mássica (kg de etanol/100 kg álcool);

t é o valor numérico da temperatura de leitura da amostra de álcool etílico, expresso em graus Celsius (°C);

A, B e C são os coeficientes de Bettin e Spieweck, conforme Tabela A.1;

n = 5; m₁ = 11; m₂ = 10; m₃ = 9; m₄ = 4; m₅ = 2.

Tabela A.1 – Coeficiente de Bettin e Spieweck

	A	B	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅
1	913,76673	- 0,7943755	- 0,39158709	- 0,000120832	- 3,86832E-05	- 5,60249E-07	- 1,44417E-08
2	- 221,75948	- 0,001216841	1,1518337	- 0,005746625	- 0,000209114	- 1,26492E-06	1,34705E-08
3	- 59,61786	3,50178E-06	- 5,0416999	0,12030894	0,002671389	3,4864E-06	
4	146,82019	1,77094E-07	13,381608	- 0,23519694	0,004104205	- 1,51687E-06	
5	- 566,5175	- 3,41388E-09	4,5899913	- 1,0362738	- 0,049364385		
6	621,18006	- 9,98802E-11	- 118,21	2,1804505	- 0,017952946		
7	3782,4439		190,5402	4,2763108	0,29012506		
8	- 9745,3133		339,81954	- 6,8624848	0,023001712		
9	- 9573,4653		- 900,32344	- 6,9384031	- 0,54150139		
10	32677,808		- 349,32012	7,4460428			
11	8763,7383		1285,9318				
12	- 39026,437						

A.2 Grau alcoólico

Conhecendo o grau alcoólico, em porcentagem em massa e a massa específica (kg/m^3) da mistura hidroalcoólica a $20\text{ }^\circ\text{C}$ ($ME_{20\text{ }^\circ\text{C}}$), o grau alcoólico em porcentagem em volume é calculado pela equação:

$$GV = GM \times \frac{ME_{20\text{ }^\circ\text{C}}}{789,23}$$

onde

GV é o valor numérico do grau alcoólico, expresso em porcentagem em volume (L de álcool etílico/100 L de álcool);

GM é o valor numérico do grau alcoólico em porcentagem em massa (kg de álcool etílico/100 kg álcool);

$ME_{20\text{ }^\circ\text{C}}$ é o valor numérico da massa específica do álcool a $20\text{ }^\circ\text{C}$, expresso em quilogramas por metro cúbico (kg/m^3);

789,23 é o valor numérico da massa específica do etanol ou álcool 100 % m/m a $20\text{ }^\circ\text{C}$, expresso em quilogramas por metro cúbico (kg/m^3).

A.3 Fator de correção

O fator de correção do volume (FCV) do álcool em função da temperatura é calculado pela equação:

$$FCV = \frac{ME_{lida}}{ME_{20\text{ }^\circ\text{C}}} \times (1 + 0,000036 \times (t - 20))$$

onde:

ME_{lida} é a massa específica na temperatura da medida;

$ME_{20\text{ }^\circ\text{C}}$ é a massa específica corrigida a $20\text{ }^\circ\text{C}$;

0,000036 é o coeficiente volumétrico de expansão.