



O Laboratório de Propriedades de Líquidos tem por missão o desenvolvimento, a manutenção e a disseminação das unidades de massa volúmica, de viscosidade e de tensão superficial, bem como o desenvolvimento e a implementação de novos métodos e capacidades de medição. No âmbito da sua atividade tem por objetivo:

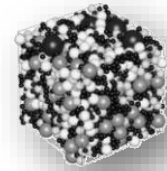
- o desenvolvimento, preparação e certificação de materiais de referência líquidos para estas grandezas;
- a participação e a coordenação de comparações interlaboratoriais;
- a realização de auditorias de medição para: a calibração de hidrómetros, densímetros de tubo vibrante e de viscosímetros capilares e para a determinação da massa volúmica, da viscosidade e tensão superficial de líquidos;
- realização de calibrações de: hidrómetros; densímetros de tubo vibrante; viscosímetros (capilares, rotacionais, Stabinger); reómetros e tensiómetros, para laboratórios acreditados;
- determinação da massa volúmica, da tensão superficial, da viscosidade e dos parâmetros reológicos de amostras líquidas;
- a realização de ações de formação em metrologia de propriedades de líquidos;
- a participação em projetos nacionais e internacionais de desenvolvimento e investigação.

Os domínios de atuação do Laboratório de Propriedades de Líquidos, para os quais possui reconhecimento internacional, são:

- Massa volúmica de líquidos: para a calibração de hidrómetros de vidro à temperatura de referência de 20 °C, pelo método de Cuckow, no intervalo de 750 kg m<sup>-3</sup> a 1 000 kg m<sup>-3</sup>, com uma incerteza expandida de 0,1 kg m<sup>-3</sup>;
- Viscosidade cinemática de líquidos newtonianos, determinada com recurso a viscosímetros capilares, à temperatura de referência de 20 °C, no intervalo de 1,2 mm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> a 17 000 mm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>, com uma incerteza expandida relativa de 0,16% - 0,46%;
- Viscosidade dinâmica de líquidos newtonianos, determinada com recurso a viscosímetros capilares, à temperatura de referência de 20 °C, no intervalo de 0,89mPa s a 15 000 mPa s, com uma incerteza expandida relativa de 0,45% - 1,0%;
- Constante de viscosímetros capilares, à temperatura de referência de 20°C, no intervalo de 0,001 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup> a 30,0 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>, com uma incerteza expandida relativa de 0,65%.

**Massa volúmica,  $\rho$** **Quilograma por metro cúbico,  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$** 

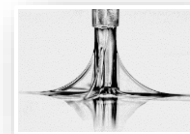
Propriedade da matéria correspondente à massa contida por unidade de volume, resultado do quociente da massa pelo volume. A **densidade** ou a **massa volúmica relativa** é uma grandeza sem dimensão ou adimensional visto resultar do quociente entre duas massas volúmicas, a da matéria em questão e a de referência, normalmente água a 4 °C.

**Viscosidade cinemática,  $\nu$** **Metro quadrado por segundo,  $\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$** 

Definida como a resistência de um fluido ao escoamento por ação da aceleração gravítica.

**Viscosidade dinâmica,  $\eta$** **Pascal segundo,  $\text{Pa}\cdot\text{s}$** 

Medida da resistência de um fluido ao escoamento, a uma dada temperatura. Resulta da relação entre a tensão de corte aplicada e a taxa de corte resultante, ou vice-versa.

**Tensão superficial,  $\sigma$** **Newton por metro,  $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$** 

A tensão superficial é uma consequência das forças intermoleculares. Pode ser definida como o quociente da força exercida perpendicularmente sobre um elemento linear numa superfície pelo comprimento desse elemento. Uma definição equivalente é o trabalho ou energia despendidos por unidade de área de modo a alterar a forma dessa interface ou superfície.



A rastreabilidade das medições é feita a padrões nacionais ou internacionais ou ainda a materiais de referência certificados.

O rigor das medições efetuadas é comprovado através da participação em projetos e comparações internacionais, e está demonstrado pela aceitação e inclusão na base de dados do BIPM das Capacidades de Medição e Calibração (CMC).

## Calibração de instrumentos de medição


| INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO   | INTERVALO DE MEDIÇÃO   | INCERTEZA EXPANDIDA ( $k=2$ )   |
|---|--|---|
| Hidrômetros (densímetros, areômetros, etc.)<br>Alcoómetros<br>a 20 °C                     | 500 kg m <sup>-3</sup> a 2 000 kg m <sup>-3</sup><br>0 cL L <sup>-1</sup> etanol a 100 cL L <sup>-1</sup> etanol | 0,1 kg m <sup>-3</sup><br>0,028 cL L <sup>-1</sup> etanol<br>[750 ; 1 000] kg m <sup>-3</sup> |
| Densímetros de tubo vibrante<br>(também disponível serviço de calibração <i>in situ</i> ) | 0 kg m <sup>-3</sup> a 1 700 kg m <sup>-3</sup>  | 0,01 kg m <sup>-3</sup> - 0,03 kg m <sup>-3</sup>   |
| Viscosímetros capilares (K) a 20 °C   | 0,001 mm <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> a 30 mm <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>                                       | 0,22 %  |
| Viscosímetros rotacionais   | -  | 2 %   |
| Copos de viscosidade  | -  | 5 %   |
| Reómetros   | -  | 2 %   |
| Tensiômetros a $t$ 20 °C  | 18 mN m <sup>-1</sup> a 73 mN m <sup>-1</sup>  | 0,1 mN m <sup>-1</sup> a 0,5 mN m <sup>-1</sup>   |

## Determinação de propriedades de líquidos

| GRANDEZA  | INTERVALO DE MEDIÇÃO   | INCERTEZA EXPANDIDA ( $k=2$ )  |
|---|--|--|
| Massa volúmica  | 0 kg m <sup>-3</sup> a 3 000 kg m <sup>-3</sup>  | 0,01 kg m <sup>-3</sup> a 0,03 kg m <sup>-3</sup>  |
| Viscosidade cinemática ( $\nu$ ) a 20 °C<br>(de líquidos newtonianos) | $\nu_1$ : 1,2 mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> a 36 mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup><br>$\nu_2$ : 65 mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> a 1 800 mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup><br>$\nu_3$ : 4 000 mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> a 17 000 mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup><br><br>Em breve:<br>a $t$ 15 °C<br>$\nu_4$ : 6 mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup><br>$\nu_5$ : 500 mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> | $U_{\nu_1}$ : 0,45 %; $U_{\nu_2}$ : 0,50 %;<br>$U_{\nu_3}$ : 0,60 %<br><br>Em breve:<br>$U_{\nu_4}$ : 0,16 %; $U_{\nu_5}$ : 0,29 % |
| Viscosidade dinâmica ( $\eta$ ) a 20 °C<br>(de líquidos newtonianos)  | $\eta_1$ : 0,89 mPa s a 28,0 mPa s<br>$\eta_2$ : 60,0 mPa s a 1 700 mPa s<br>$\eta_3$ : 3 000 mPa s a 15 000 mPa s   | $U_{\eta_1}$ : 0,45 %; $U_{\eta_2}$ : 0,50 %;<br>$U_{\eta_3}$ : 1,0 %  |
| Tensão superficial  | 18 mN m <sup>-1</sup> a 73 mN m <sup>-1</sup>  | 0,1 mN m <sup>-1</sup> a 0,5 mN m <sup>-1</sup>  |
| Propriedades reológicas   | Sob consulta   | -  |

## Materiais de referência certificados (MRC)

|   | MENSURANDA CERTIFICADA<br>(a 20 °C)  | INCERTEZA EXPANDIDA*<br>( $k=2$ )                   | ESTABILIDADE     |
|---|--|---|------------------|
| <b>Água e Soluções aquosas</b>  |  |   |                  |
| Etanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)   | 789 kg·m <sup>-3</sup> a 997 kg·m <sup>-3</sup>  | 0,38 kg·m <sup>-3</sup> a 0,08 kg·m <sup>-3</sup>   | 1 ano            |
| Água ultrapura (H <sub>2</sub> O)   | 998 kg m <sup>-3</sup>   | 0,010 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| Etanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)   | 984 kg·m <sup>-3</sup> a 978 kg·m <sup>-3</sup><br>10 cL L <sup>-1</sup> a 15 cL L <sup>-1</sup> | 0,017 kg·m <sup>-3</sup><br>0,1 cL L <sup>-1</sup>  | 1 ano            |
| Glucose (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )  | 1 140 kg·m <sup>-3</sup> a 1 170 kg m <sup>-3</sup>  | 0,2 kg·m <sup>-3</sup> a 0,38 kg·m <sup>-3</sup>    | 1 ano            |
| Cloreto de sódio (NaCl)   | 1 140 kg·m <sup>-3</sup> a 1 170 kg m <sup>-3</sup>  | 0,030 kg m <sup>-3</sup><br>0,10 kg m <sup>-3</sup> | 6 meses<br>1 ano |
| Brometo de sódio (NaBr)   | 1 140 kg·m <sup>-3</sup> a 1 370 kg m <sup>-3</sup>  | 0,19 kg·m <sup>-3</sup> a 0,72 kg·m <sup>-3</sup>   | 1 ano            |
| <b>Solventes orgânicos (1 componente)</b>   |  |   |                  |
| n-Hexano (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )  | 660 kg m <sup>-3</sup>   | 0,045 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| Isooctano (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> )   | 692 kg m <sup>-3</sup>   | 0,048 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| n-Nonano (C <sub>9</sub> H <sub>20</sub> )  | 718 kg m <sup>-3</sup>   | 0,051 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| n-Decano (C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> )   | 730 kg m <sup>-3</sup>   | 0,040 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| n-Undecano (C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> )   | 740 kg m <sup>-3</sup>   | 0,048 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| n-Dodecano (C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> )   | 749 kg m <sup>-3</sup>   | 0,034 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| Tolueno (C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> )  | 867 kg m <sup>-3</sup>   | 0,033 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| Dimetil ftalato (C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub> )   | 1 191 kg m <sup>-3</sup>   | 0,037 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| Tetracloroetileno (C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> )   | 1 623 kg m <sup>-3</sup>   | 0,059 kg m <sup>-3</sup>                            | 1 ano            |
| <b>Solventes orgânicos (2 componentes)</b>  |  |   |                  |
| Misturas de Isooctano (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> ) e Tetracloroetileno e (C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> ) | 692 kg·m <sup>-3</sup> a 1 623 kg m <sup>-3</sup>  | 0,31 kg·m <sup>-3</sup>                             | 1 ano            |

**Notas:**  - Incerteza expandida conforme o publicado na base de dados de comparações chave do BIPM (KCBD) do CIPM MRA; \*A incerteza expandida apresentada nas tabelas acima refere-se à menor incerteza possível de obter com os métodos nas condições de referência e com determinadas características metrológicas dos instrumentos de medição a calibrar ou características de homogeneidade e estabilidade em caso se amostras líquidas a ensaiar; cL L<sup>-1</sup> etanol - representa a unidade do SI para o teor alcoométrico dos alcoómetros – a escala apresenta vulgarmente a representação de % v/v.

### INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE

Rua António Gião, 2, PT-2829-513 Caparica

### LABORATÓRIO DE PROPRIEDADES DE LÍQUIDOS

### EQUIPA

Andreia Furtado  
(Responsável)

Tel (+351) 212 948 211

E-mail [afurtado@ipq.pt](mailto:afurtado@ipq.pt)

Sara Moura

Tel (+351) 212 948 211

E-mail [smoura@ipq.pt](mailto:smoura@ipq.pt)