



|   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>   | Data da<br>Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaaios de Recebimento de Medidores de Água de<br>Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m <sup>3</sup> /h, Classe de<br>Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                    |


## ANEXO A

### **ENSAIOS DE RECEBIMENTO DE MEDIDORES DE ÁGUA DE VAZÕES PERMANENTES (Q3) ATÉ 2,5M<sup>3</sup>/H, CLASSE DE EXATIDÃO 2 – AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO**

|   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>   | Data da<br>Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaio de Recebimento de Medidores de Água de<br>Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m <sup>3</sup> /h, Classe de<br>Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                    |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. OBJETIVO .....                          | 3  |
| 2. DISPOSIÇÕES GERAIS .....                | 3  |
| 3. DEFINIÇÕES .....                        | 3  |
| 4. REFERENCIAS NORMATIVAS .....            | 4  |
| 5. REQUISITOS .....                        | 5  |
| 6. PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS .....          | 6  |
| 7. ÍNDICE DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO .....   | 11 |
| 8. PERFIS MÉDIOS DE CONSUMO .....          | 11 |
| 9. CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO E REJEIÇÃO ..... | 11 |

|   |   |                               |
|---|---|-------------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>  | Data da<br>Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaios de Recebimento de Medidores de Água de<br>Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m <sup>3</sup> /h, Classe de<br>Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                    |

## 1. OBJETIVO

Estas especificações definem as condições gerais relativas aos ensaios de recebimento técnico de medidores com vazões permanentes até 2,5m<sup>3</sup>/h, classe de exatidão 2, com avaliação do “Índice de Desempenho da Medição – IDM”.

Estes ensaios deverão ser aplicados na Qualificação dos Medidores e em lotes de recebimento aleatórios, determinados e informados com antecedência pela Gerência de Gestão da Micromedição da CAGEPA.

A execução destes ensaios deverá ser efetuada em instituição externa ou nas instalações do fornecedor, desde que pertençam a “Rede Brasileira de Laboratórios Certificados” (INMETRO).

## 2. DISPOSIÇÕES GERAIS


2.1. Os medidores deverão atender as especificações deste Anexo A em conjunto com as Especificações Técnicas CAG.GEGM.IN.NT 02.

2.2. As demais “Disposições Gerais” permanecem aquelas descritas pela CAG.GEGM.IN.NT 02.

## 3. DEFINIÇÕES

Para efeito deste Anexo A, aplicam-se as definições da Especificação Técnica CAG.GEGM.IN.NT 02, bem como:

- **Perfil de Consumo** – característica proveniente do consumo de água potável de um determinado consumidor, relacionando a vazão instantânea de operação e os volumes escoados em cada faixa de vazão por um período significativo.

|   |   |                               |
|---|---|-------------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>  | Data da<br>Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaio de Recebimento de Medidores de Água de<br>Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m³/h, Classe de<br>Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                    |

- **Erro Ponderado (EP)** – parâmetro de avaliação de desempenho, obtido pela associação entre o perfil de consumo e o erro relativo apresentado pelo medidor de água, em faixas de vazões previamente especificadas, representado pela Equação 1:

$$EP (\%) = \frac{\sum[(EQ_x) \times (PQ_x)]}{100}$$

Onde:

EQ<sub>x</sub> é o erro relativo na vazão Q<sub>x</sub>, expresso em porcentagem (%);


PQ<sub>x</sub> é o volume consumido em cada faixa de vazão indicada na Tabela 2, expresso em porcentagem (%).

- **Erro Médio Ponderado (EMP)** – é a somatória dos erros ponderados (EP) verificados em cada faixa de vazão descrita no perfil de consumo.
- **Índice de Desempenho da Medição (IDM)** – valor numérico percentual que corresponde ao desempenho de um medidor de água, sob condições específicas de ensaio, obtido pela Equação 2:

$$IDM = 100 + EP$$

#### 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- **ABNT NBR 15538** – Medidores de água potável – Ensaio para avaliação de eficiência;
- **ABNT NBR 8194** – Medidores de água potável – Padronização;
- **ABNT NBR 5426** – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- **ABNT NBR 8009** – Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m³/h de vazão nominal – Terminologia;
- **Portaria INMETRO nº 155** – Aprova o Regulamento Técnico Metrológico consolidado para medidores para consumo de água potável fria e água quente.
- **CAG.GEGM.IN.NT 01** – Especificações Técnicas CAGEPA.
- **CAG.GEGM.IN.NT 02** – Especificações Técnicas CAGEPA.

|   |   |                               |
|---|---|-------------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>  | Data da<br>Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaio de Recebimento de Medidores de Água de<br>Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m³/h, Classe de<br>Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                    |

## 5. REQUISITOS

### 5.1. Gerais

5.1.1. A temperatura da água durante o ensaio: T30, T50 é de 20 °C ± 5 °C.

5.1.2. Faixa de pressão operacional: 0,03 MPa (0,3 bar) a, no mínimo, uma pressão máxima admissível (PMA) de 1 MPa (10 bar).

5.1.3. A água utilizada deverá ser potável e isenta de partículas em suspensão.

5.1.4. Para os ensaios de determinação do erro de indicação inicial e final, os limites das vazões devem estar de acordo com a Tabela 1.


**Tabela 1: Limites da vazão na determinação do erro de indicação inicial e final**

|  |
|--|
| $2,5 \text{ L/h} \leq Q \leq Q_t \text{ ou } Q_2 \text{ L/h} \rightarrow Q \text{ até } 1,1 Q$ |
| $Q_t \text{ ou } Q_2 \text{ L/h} < Q \leq 1325 \text{ L/h} \rightarrow 0,9 Q \text{ até } Q$   |

### 5.2. Específicos

5.2.1. A princípio, os ensaios devem ser executados em número de medidores de acordo com a Tabela 1 (Plano de Amostragem) da Especificação Técnica CAG.GEGM.IN.NT 02 ou a critério da CAGEPA, os ensaios poderão ser executados em apenas 10 amostras de medidores, a depender da situação das instalações do fabricante/fornecedor/distribuidor.

5.2.2. O procedimento de ensaio de desgaste acelerado com vazão constante por 100 h e o ensaio de desgaste cíclico em baixas vazões de 100 h, visa garantir que o modelo, do modo como ele é produzido rotineiramente, cumpre os requisitos mínimos exigidos por esta Especificação.

|   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>   | Data da<br>Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaios de Recebimento de Medidores de Água de<br>Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m³/h, Classe de<br>Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                    |

5.2.3. A aprovação de uma amostra de medidor segundo os requisitos desta Norma não exige da exigência de aprovação de modelo junto ao INMETRO.

## 6. PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS


Os ensaios devem obedecer à sequência a seguir:

- 1º Determinação do erro de indicação inicial;
- 2º Ensaio de durabilidade contínuo em vazão  $Q_{\text{máx}}$  ou  $Q_4$ ;
- 3º Ensaio de durabilidade descontínuo em baixas vazões;
- 4º Determinação do erro de indicação final e cálculo do desvio;
- 5º Cálculo do IDM.

### 6.1. Determinação do erro de indicação inicial

6.1.1. As vazões de calibração estão definidas na Tabela 2.

6.1.2. Cada medidor de água deve ser ensaiado no mínimo duas vezes em cada vazão e em seguida deve ser calculada a média aritmética do erro relativo. Se o erro observado em um ou mais medidores não estiverem em conformidade com o erro máximo admissível em uma vazão somente, sendo que apenas dois resultados de leitura foram tomados, um terceiro ensaio de vazão deve ser realizado. O ensaio deve ser declarado satisfatório se dois dos três resultados de leitura dessa vazão estiverem em conformidade com a faixa de erro máximo admissível e se a média aritmética dos resultados para os três ensaios dessa vazão se encontrar em conformidade com o erro máximo admissível.

|   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>   | Data da Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaios de Recebimento de Medidores de Água de Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m³/h, Classe de Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                 |

**Tabela 2: Parâmetros para determinação do erro de indicação e IDM**

| Faixas de Vazão<br>L/h | Vazões para verificação de erros<br>L/h | Perfil de Consumo<br>% |
|------------------------|---|------------------------|
| 0 a 5                  | 2,5                                     | 11,30                  |
| 5 a 15                 | 10                                      | 13,78                  |
| 15 a 30                | 22,5                                    | 8,61                   |
| 30 a 50                | 40                                      | 6,10                   |
| 50 a 150               | 100                                     | 13,64                  |
| 150 a 350              | 250                                     | 17,60                  |
| 350 a 550              | 450                                     | 13,34                  |
| 550 a 850              | 700                                     | 9,80                   |
| 850 a 1.150            | 1.000                                   | 4,47                   |
| 1.150 a 1.500          | 1.325                                   | 1,36                   |

**Tabela 3: Erros máximos admissíveis**


| Faixas de vazão        |                    | Erros iniciais | Erros finais (aplicados somente a medidores aprovados com Q3)          |
|------------------------|--------------------|----------------|--|
| $Q_{min} \leq Q < Q_t$ | $Q_1 \leq Q < Q_2$ | $\pm 5\%$      | $\pm 6\%$  |
| $Q_n \leq Q < Q_{máx}$ | $Q_2 \leq Q < Q_4$ | $\pm 2\%$      | $\pm 2,5\% (\leq 30^\circ\text{C})$ e $\pm 3,5\% (> 30^\circ\text{C})$ |

Caso o ensaio seja realizado com temperatura da água maior que 30°C, o erro máximo admissível no campo superior de medição deve ser de  $\pm 3\%$ .

## 6.2. Ensaio de durabilidade contínuo em vazão Qmáx ou Q4

6.2.1. Ensaio de durabilidade contínuo em vazão máxima ou de sobrecarga é apresentado na ABNT NBR 16043-2.

- A tolerância na variação relativa da vazão de ensaio é de 0 a -10%
- O tempo total de escoamento é de 100 h, com variação de  $\pm 5\%$

|   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>   | Data da<br>Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaios de Recebimento de Medidores de Água de<br>Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m³/h, Classe de<br>Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                    |

### 6.2.2. Ensaio de durabilidade descontínuo em baixas vazões

Os medidores de água devem ser submetidos a vazões e tempos definidos na Tabela 4, por cinco ciclos, totalizando 100 h de ensaio.

**Tabela 4: Vazões (L/h) e tempos de escoamento no ensaio**

| Ciclo                               | 1   |    |     |     |     |
|-------------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| Vazões                              | 30  | 60 | 120 | 240 | 480 |
| Tempo para cada vazão               | 4   | 4  | 4   | 4   | 4   |
| Tempo total de cada ciclo           | 20  |    |     |     |     |
| Tempo total do ensaio para 5 ciclos | 100 |    |     |     |     |

A Figura 1 representa as diferentes vazões, duração e ciclos aos quais os medidores de água deverão ser submetidos

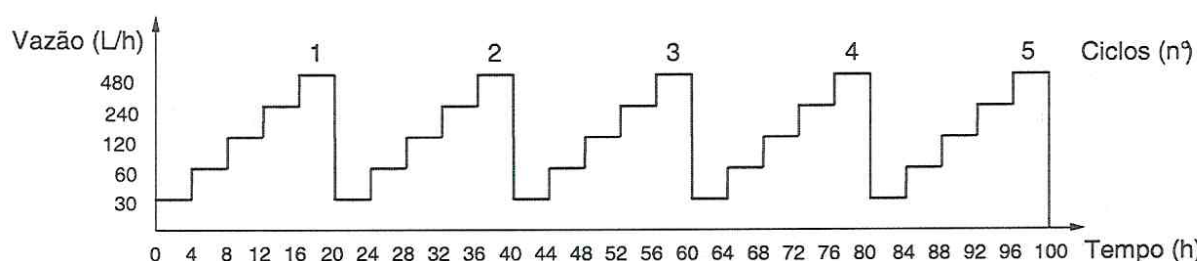


Figura 1 – Representação gráfica das vazões de ensaio, ciclos e tempo de duração


- A vazão de ensaio deve ser alterada a cada 4h e o tempo de alteração deve ser menor do que 60s;
- A variação da vazão e do tempo total de escoamento em cada patamar deve ser menor ou igual a 10%;
- A duração de tempo total do ensaio não pode ser inferior a 100h, com variação de + 5%.

### 6.2.3. Determinação do erro de indicação final e cálculo do desvio

Determinar o erro de indicação final após os ensaios de durabilidade contínuo e descontínuo, para cada vazão determinada na Tabela 5.

Calcular o desvio entre o erro de indicação final e inicial, para cada vazão especificada.



|   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>  | Data da Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaio de Recebimento de Medidores de Água de Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m³/h, Classe de Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                 |

O desvio é obtido pela Equação 3:

$$D = E_f - E_i$$

Onde:

D é o desvio, expresso em porcentagem (%);

E<sub>f</sub> é o erro de indicação final, expresso em porcentagem (%);

E<sub>i</sub> é o erro de indicação inicial, expresso em porcentagem (%).

**Tabela 5 – Faixas de vazões e desvios máximos**

| Medidores aprovados pelo Inmetro com vazão nominal Q <sub>n</sub> |                 | Medidores aprovados pelo Inmetro com vazão permanente Q |                 |
|---|-----------------|---|-----------------|
| Faixa de vazão  | Desvios máximos | Faixa de vazão  | Desvios máximos |
| $Q_{\min} \leq Q < Q_t$   | 4%              | $Q_1 \leq Q < Q_2$                                      | 3%              |
| $Q_t \leq Q < Q_n$  | 3%              | $Q_2 \leq Q \leq Q$                                     | 1,5 %           |
| $Q_n \leq Q \leq Q_{\max}$  | 2%              |   |                 |


#### 6.2.4. Cálculo do IDM

Os percentuais de volume consumido indicados na Tabela 2 representam o perfil de consumo da faixa de 0 a 10 m³/mês, que deve ser utilizado para o cálculo do IDM.

O medidor é considerado conforme se os erros de indicação estiverem de acordo com a Tabela 3, os desvios estiverem de acordo com a Tabela 5 e o IDM for maior ou igual a 94% para medidores Velocimétricos e for maior ou igual a 99% para medidores Volumétricos e Eletrônicos.


Os erros de indicação em vazões inferiores a Q<sub>mín</sub> ou Q<sub>1</sub> não são considerados para rejeição de lote.

A Tabela 6 apresenta exemplos de resultados de IDM de diferentes medidores.

|   |   |                               |
|---|---|-------------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>  | Data da<br>Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaio de Recebimento de Medidores de Água de<br>Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m³/h, Classe de<br>Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                    |

**Tabela 6 – Exemplos de cálculo do IDM**

| Medidor   | Vazões de ensaio<br>L/h | Erros após<br>o desgaste<br>% | Peso – Perfil de<br>consumo<br>% | EP<br>% | IDM<br>% |
|---|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------|----------|
| <b>Velocimétrico</b><br><b>Qn 1,5m³/h</b><br><b>classe “C”</b><br><b>ou</b><br><b>Q3 2,5m³/h</b><br><b>R160</b> | 2,5                     | -100,00                       | 11,30                            | -5,01   | 94,99    |
|   | 10                      | -2,24                         | 13,78                            |         |          |
|   | 22,5                    | 1,75                          | 8,61                             |         |          |
|   | 40                      | 0,13                          | 6,10                             |         |          |
|   | 100                     | -0,75                         | 13,64                            |         |          |
|   | 250                     | -0,32                         | 17,60                            |         |          |
|   | 450                     | -0,53                         | 13,35                            |         |          |
|   | 700                     | -0,78                         | 9,80                             |         |          |
|   | 1000                    | -0,63                         | 4,47                             |         |          |
|   | 1325                    | -0,50                         | 1,36                             |         |          |
| <b>Volumétrico</b><br><b>Q3 2,5m³/h</b><br><b>R400</b>  | 2,5                     | -4,06                         | 11,30                            | -0,13   | 99,87    |
|   | 10                      | -1,16                         | 13,78                            |         |          |
|   | 22,5                    | 0,62                          | 8,61                             |         |          |
|   | 40                      | 1,26                          | 6,10                             |         |          |
|   | 100                     | 1,36                          | 13,64                            |         |          |
|   | 250                     | 0,96                          | 17,60                            |         |          |
|   | 450                     | 0,32                          | 13,35                            |         |          |
|   | 700                     | -0,10                         | 9,80                             |         |          |
|   | 1000                    | -0,48                         | 4,47                             |         |          |
|   | 1325                    | -0,80                         | 1,36                             |         |          |
| <b>Ultrassônico</b><br><b>Q3 2,5m³/h</b><br><b>R400</b>   | 2,5                     | 2,39                          | 11,30                            | 0,55    | 100,55   |
|   | 10                      | 1,56                          | 13,78                            |         |          |
|   | 22,5                    | 1,02                          | 8,61                             |         |          |
|   | 40                      | 0,96                          | 6,10                             |         |          |
|   | 100                     | 0,42                          | 13,64                            |         |          |
|   | 250                     | 0,27                          | 17,60                            |         |          |
|   | 450                     | 0,15                          | 13,35                            |         |          |
|   | 700                     | 0,18                          | 9,80                             |         |          |
|   | 1000                    | 0,04                          | 4,47                             |         |          |
|   | 1325                    | -0,10                         | 1,36                             |         |          |

|   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
|  | <b>CAG.GEGM.IN.NT 02</b><br><b>ANEXO A</b>   | Data da<br>Emissão/Aprovação: |
|   | Ensaio de Recebimento de Medidores de Água de<br>Vazões Permanentes (Q3) até 2,5m <sup>3</sup> /h, Classe de<br>Exatidão 2 – Avaliação de Desempenho | 26/06/2024                    |

Nota 1: Para TODOS os ensaios descritos neste anexo, o número de aceitação é de acordo com a Tabela 1 – Plano de Amostragem da Especificação Técnica CAG.GEGM.IN.NT 02 ou nos casos em que a CAGEPA opte por realizar os ensaios em apenas 10 amostras (ver item 5.2.1), o número de aceitação é 1 e rejeição é 2.

## 7. ÍNDICE DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO

Após os ensaios conforme exemplo apresentado, a CAGEPA deverá aprovar os lotes de medidores que obtiverem IDM igual ou superior ao solicitado no termo de referência.

## 8. PERFIS MÉDIOS DE CONSUMO

Os perfis de consumo adotados para efeito de cálculo de EP e IDM são os informados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da Norma Brasileira nº 15.538.

## 9. CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO E REJEIÇÃO

O lote será considerado aprovado quando as amostras atenderem a todos os critérios descritos no Termo de Referência, na Especificação Técnica CAG.GEGM.IN.NT 02 e seus anexos.