



# Processo de Homologação de medidores eletrônicos para fins de faturamento

**Tema:** Sistemas de Medição

**Autores:** Jéssica Madruga de Miranda Henriques

**Co-Autores:** -

**Empresa:** Energisa Paraíba - Distribuidora de Energisa SA

---

## Resumo

Os medidores de energia elétrica são, para as distribuidoras de energia, o “equipamento fim” responsável por medir a qualidade e o montante de energia entregue ao cliente, sendo esta ÚNICA FONTE de informação usada para faturamento. Sendo um equipamento tão importante, nada mais normal que dar maior atenção ao comprar novos modelos no mercado. Para isso, além da necessidade de ter a aprovação do INMETRO, é necessário um bom processo de homologação nas concessionárias ao adquiri-los. Pensando desta forma, buscando constantemente melhorias para seu processo de homologação, a Energisa viu uma necessidade de abranger o horizonte da metrologia e comunicação e adicionou alguns testes em seu processo para forçar e analisar o medidor mais profundamente, principalmente se tratando de vulnerabilidades a fraudes, qualidade e da resposta quando submetidos a altas temperaturas, visto que o Grupo está presente nas regiões brasileiras mais quentes. Assim, o Processo de Homologação de Medidores do Grupo Energisa contempla atualmente, além dos ensaios metrológicos e de comunicação, a realização do Ensaio de Vida Acelerada, ensaios de elevação de temperatura, assim como análises mais críticas quanto a parte construtiva do medidor, avaliando sua operacionalidade, qualidade e vulnerabilidade. Os resultados vêm sendo satisfatórios e serão discutidos neste artigo.

## 1. Introdução

O medidor de energia elétrica tem como função medir o consumo de energia elétrica de corrente alternada nas unidades consumidoras, subestações e nas fronteiras entre concessões. Os medidores são considerados por muitos como o caixa registrador das distribuidoras de energia elétrica pois é a partir do valor apresentado por ele que as concessionárias faturam o consumo de energia dos clientes. Ou seja, prezar pela sua qualidade e integridade garantirá aos clientes também um segurança e qualidade na medição de sua energia consumida

Os primeiros medidores de energia elétrica funcionavam pelo princípio da indução elétrica, com componentes mecânicos, que se comunicavam de forma mecânica, sendo chamados de medidores eletromecânicos.

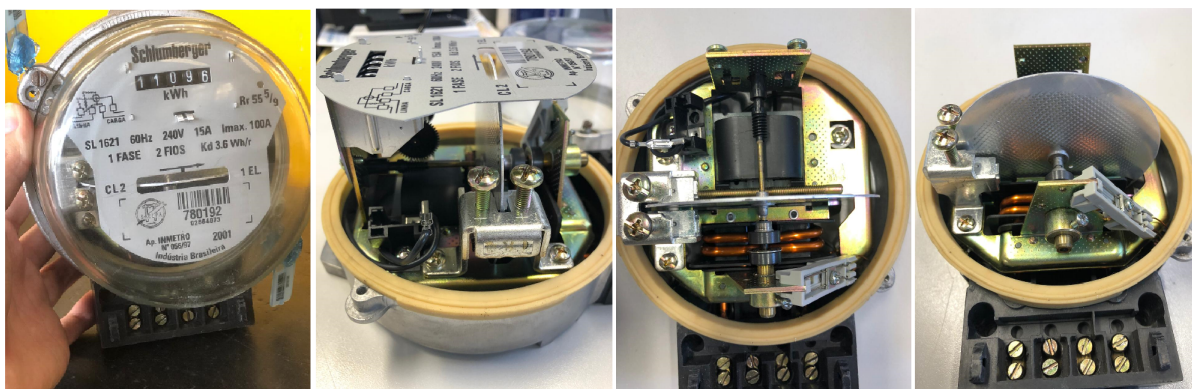


Figura 1: Medidor Eletromecânico e seus componentes internos, fabricado em 2001.

No início dos anos 2000, começou-se o desenvolvimento e troca de medidores de energia eletromecânicos e iniciou-se a era eletrônica, surgindo então os medidores eletrônicos. Com o avanço tecnológico, surgimento das redes elétrica inteligentes, entre outros motivos, o medidor de energia elétrica teve a necessidade de ir se sofisticando e adotando novas e mais modernas tecnologias eletrônicas agregadas nele e sabe-se que quando existem mais componentes e sistemas eletrônicos, mais pontos de vulnerabilidade são inseridos no medidor.

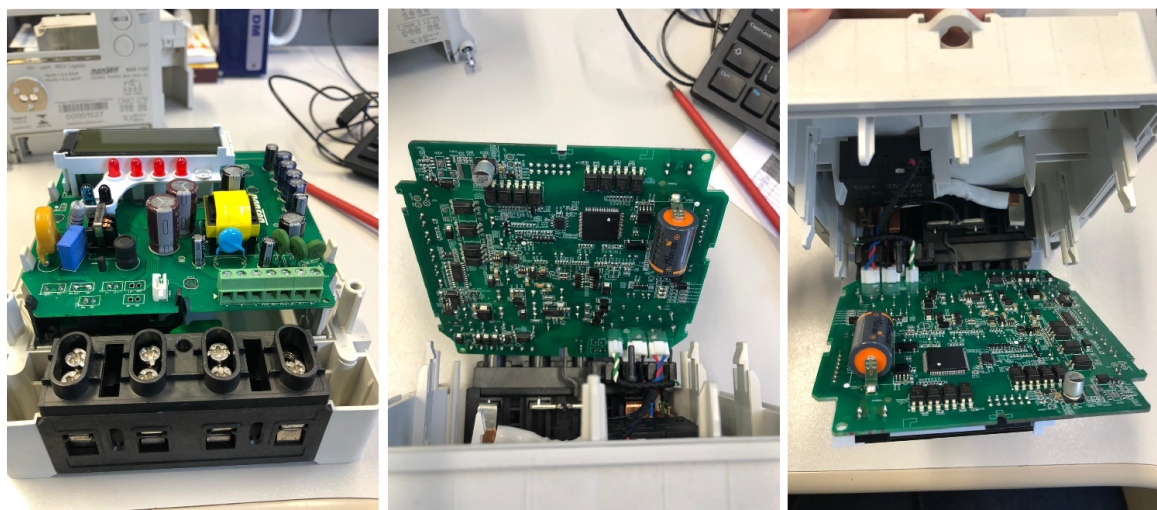


Figura 2: Medidor eletrônico "Smart-meter" fabricado no ano de 2019.

Desde os modelos eletromecânicos até os mais atuais, além da necessidade de o modelo possuir uma portaria de aprovação pelo INMETRO para ser instalado nas unidades consumidoras, existem processos de homologação dentro das concessionárias antes da compra de novos modelos de medidores. Afinal, é de extrema importância tanto para a distribuidora quanto para os seus clientes que essa caixa registradora seja preservada, além de ter sua confiabilidade garantida.

Nos dias de hoje, onde temos os medidores eletrônicos, deve-se ter um cuidado ainda maior, como mostra a figura 2, existe uma infinidade de componentes eletrônicos nos medidores eletrônicos mais sofisticados de hoje e isso aumenta, de forma exponencial, a chance de falhas e de fraudes nos componentes internos e nas placas de circuito integrado, visto que eles têm uma sensibilidade e fragilidade bem maiores que os componentes mecânicos de seus ancestrais eletromecânicos, principalmente no que se diz respeito à vulnerabilidade às condições climáticas de temperatura e umidade e a facilidade de alteração e manipulação

de componentes eletrônicos, como exemplos, furar um TC para impedir a medição em uma fase, queima do display, ou uma alteração no circuito eletrônico para automatizar o corte de uma fase.

Consequentemente, os processos de homologação pedem uma renovação, de modo a não concentrar apenas na análise física, metrológica e de comunicação do medidor. Neste contexto, o Grupo Energisa viu uma necessidade de abranger o horizonte da metrologia e comunicação e reforçar ainda mais a avaliação construtiva dos modelos.

O ciclo de vida de um medidor no Grupo Energisa após homologado se dá a partir das inspeções em fábrica ou em nossos laboratórios (todos eles com certificação ISO9001) que são realizadas nos lotes adquiridos para garantir que eles estão sendo entregues em conformidade com o que foram aprovados no processo de homologação. Os lotes comprados passam pelo nosso processo amostral de inspeção e apenas após a liberação, os medidores podem ser disponibilizados para serem instalados. Além dessa avaliação na chegada de forma amostral, TODO MEDIDOR ao ser retirado de qualquer unidade consumidora obrigatoriamente passará pelo processo de triagem em nossos laboratórios próprio (mesmo os que são enviados para verificação no INMETRO, depois eles retornam para os nossos laboratórios). Após a triagem os medidores que passarem pela avaliação inicial passa pelo nosso processo de Análise e Qualidade para que seja possível analisar a possibilidade do medidor ser novamente disponibilizado para instalação em campo. Esses processos supracitados são de extrema importância, visto que com eles é possível que nossos técnicos possam avaliar todos os medidores que são retirados, observando a qualidade dos medidores, os defeitos e fraudes realizadas, novas e as mais comuns, enquanto estão em campo e isso constantemente enriquece o nosso processo de homologação, já que podemos direcionar ainda mais os testes a serem realizados.

Uma das avaliações que foi possível ser feita a partir das observações em nossos processos de Triagem, Análise e Qualidade dos medidores que retornam de campo foi a recorrência de medidores com display queimado/desconfigurado e medidor apagado/queimado. Esta observação juntamente com o que foi falado anteriormente sobre as características dos medidores eletrônicos e levando em conta as características climáticas do Brasil, que tem regiões com estações muito quentes durante o ano, e que o Grupo Energisa está espalhado por todo o território, notamos a necessidade de se analisar os medidores de energia considerando estas condições as quais estes medidores serão submetidos. Nos gráficos abaixo pode-se ver como variaram as temperaturas média, mínima e máxima de algumas localidades de concessão do Grupo Energisa no mês de janeiro de 2020.

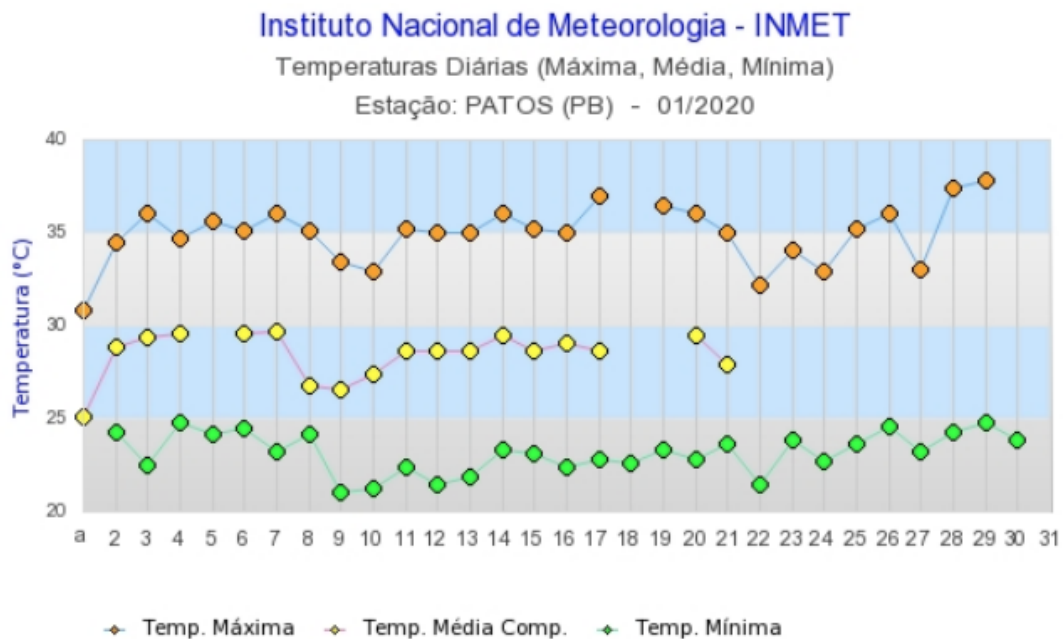


Gráfico 1: Temperaturas Diárias captadas pela estação meteorológica da cidade de Patos na Paraíba.  
 (Fonte: Site do INMET)

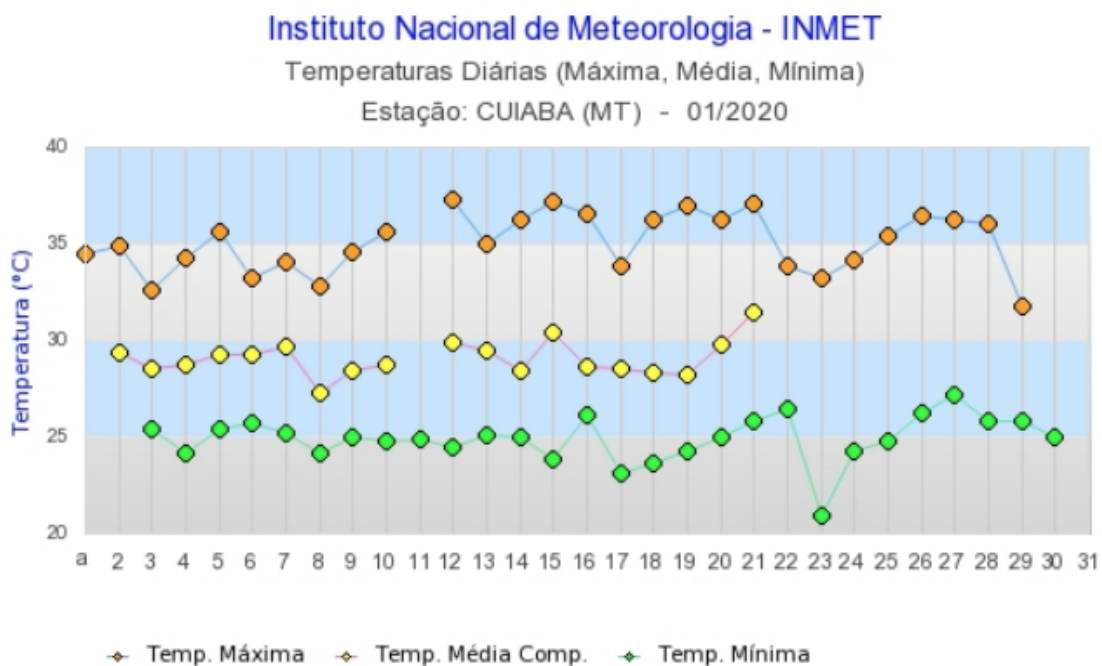


Gráfico 2: Temperaturas Diárias captadas pela estação meteorológica da cidade de Cuiabá no Mato Grosso.  
 (Fonte: Site do INMET)

Pode-se notar que são localidades com uma média de temperatura considerada alta e que se pensarmos, dentro de uma caixa, muitas vezes metálica, com exposição direta do sol nos horários mais quentes, os medidores são submetidos a uma temperatura bem maior que a captada pelas torres meteorológicas que captam a temperatura do ambiente aberto. Assim, alguns ensaios podem ser pensados e encontrados em normas técnicas, como por exemplo a ABNT NBR 14520 e a ABNT NBR 16078, para analisar o comportamento dos medidores submetidos a altas temperaturas.



Além da vulnerabilidade a temperaturas, analisando os medidores que retornam de campo é possível ver também pontos de fragilidade dos modelos, que levam a um sucateamento precoce do medidor, tais como lacres, pontos de fixação e bornes que danificam com facilidade. As fraudes encontradas em campo também podem ser avaliadas e desta forma, procuramos mitigar ao máximo qualquer acesso que o fraudador possa ter ao interior do medidor que consiga não deixar vestígio.

Diante de tudo que foi exposto aqui, neste artigo focaremos em três pontos importantes que o Processo de Homologação do Grupo Energisa ataca:

1. A fragilidade dos modelos que levam a um sucateamento precoce reduzindo o tempo de vida útil do medidor
2. A vulnerabilidade física do medidor para que seja impedido ou evitado ao máximo o acesso aos seus componentes eletrônicos internos, a fim de mitigar fraudes.
3. A vulnerabilidade dos componentes eletrônicos do medidor à elevação de temperatura.

Inicialmente para isto, o Grupo Energisa atualizou seu processo e começou a exigir que todos os medidores submetidos ao processo de homologação passassem por um Ensaio de Vida Acelerada. O Ensaio de Vida Acelerado é previsto na norma ABNT NBR 16078 que, atualmente, está cancelada, neste ensaio os medidores são submetidos a condições de carga, temperatura e umidade por um determinado período, e que simula como seria o seu comportamento durante sua vida útil de 13 anos, como prevê o Manual de Controle Patrimonial da Aneel.

Posteriormente o processo de homologação do Grupo Energisa passou por novas modificações e com isso um outro procedimento foi inserido utilizando em laboratório a Câmara Climática, da Bass Equipamentos LTDA, modelo UUC-RH-ESP-1000/2018 para analisar o comportamento dos medidores sob situações diversas de temperatura e umidade.

Ao longo dos anos, até os dias de hoje, estes ensaios foram sendo aprimorados, a fim de que se fosse possível obter cada vez mais um maior proveito deles para contribuir com a qualidade do produto. Alguns ensaios foram sendo incluídos também nos testes de Análise Visual do medidor para que cada vez mais pudéssemos nos adiantar na identificação de vulnerabilidades para fraudes assim como para avaliar fragilidades no modelo.

No próximo capítulo veremos como está sendo realizado o processo de homologação atualmente.

## **2. Desenvolvimento**

Após análises de casos de falhas em medidores em campo a partir dos processos de Triagem, Análise e Qualidade que os medidores passam, de feedbacks do corpo técnico experiente do laboratório do CEMEP (Centro de Engenharia de Medição e Perdas) e observando uma necessidade de amarrar o processo junto aos fornecedores, foi definido o novo processo de homologação, que incorporava tudo que o grupo vinha fazendo e adicionou novos ensaios e procedimentos que podem ser observados no fluxograma da Figura 3:

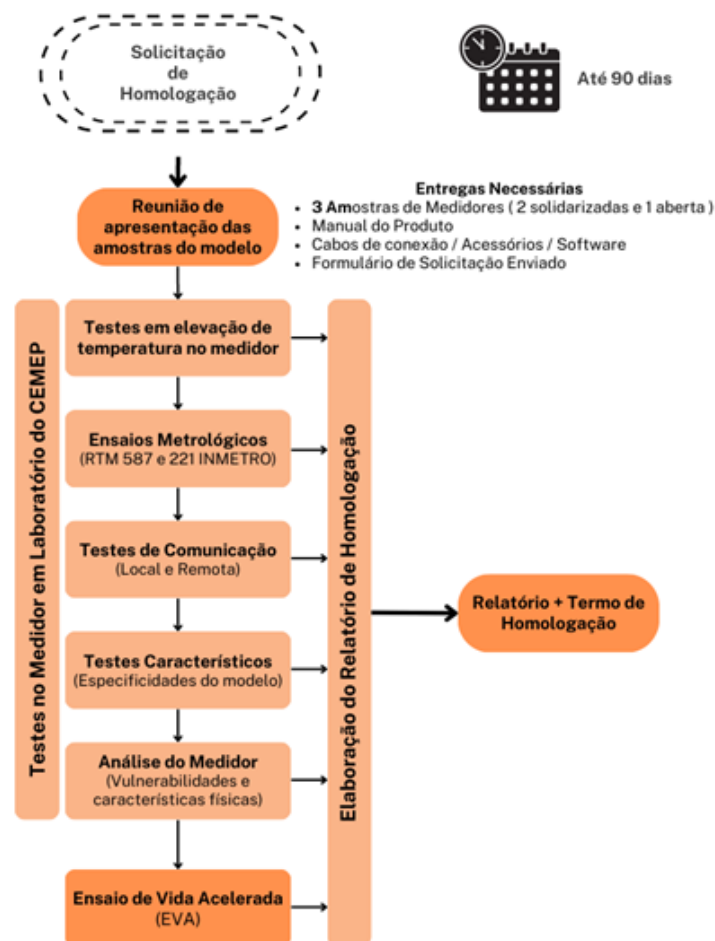


Figura 3: Fluxograma do Processo de Homologação do Grupo Energisa(dezembro de 2024).

Além de cada etapa definida no fluxograma e que será detalhada a seguir, existe uma validação do equipamento pelos times de campo, para que eles possam avaliar o equipamento a nível de operação em campo e segurança.

Semelhante à maioria dos processos de homologação de medidores, têm-se a análise da parte metrológica seguindo os padrões da Portaria Inmetro nº 587 e nº 221, os testes característicos caso o medidor tenha uma funcionalidade particular, os testes de comunicação via software e via sistema interno da concessionária e temos a análise física do medidor.

A análise física do medidor veio sendo aprimorada ao longo desse tempo e alguns ensaios foram sendo adicionados, além disso é possível observarmos duas outras etapas do processo que aparecem como novidade: o Ensaio de Vida Acelerada em fábrica sendo exigido como pré-requisito de homologação dos medidores e os testes de elevação de temperatura do medidor.

## 2.1 Análise do Medidor – Características Construtivas

Nesta etapa do processo de homologação o responsável técnico avaliar as características construtivas do medidor, tais como:

- Concordância com as características físicas solicitadas na Especificação Técnica 01 do Grupo Energisa
  - Tamanho mínimo do registrador LCD;
  - Tamanho mínimo do dígito do display;
  - Torque mínimo;
  -

Placa de identificação em conformidade (que deverá ser validada novamente depois de homologado e antes do primeiro fornecimento);

- Opacidade da base e tampa;
  - Bitola mínima por código de material;
  - Etc...
- 
- Atendimento às dimensões mínimas requeridas na Carta ABINEE\_Dimensões de medidores - B5.00.CT2021-0064;
  - Resistência das entradas de lacres
    - Neste ensaio é verificado a robustez do ponto de lacre, avaliando a facilidade deste ponto ser rompido durante a instalação e retirada dos lacres em campo;
  - Resistência da tampa, base e pontos de fixação
    - Verificar a robustez do medidor e principalmente dos pontos de fixação, avaliando a facilidade de quebra durante a instalação e retirada dos medidores em campo;
  - Vulnerabilidade a fraudes
    - localizar possíveis facilidades de acessos ao interior do medidor
    - fragilidade da solidarização (em conjunto com o teste III da estufa)
    - fragilidade da trava/parafuso Pierce (em conjunto com o teste III da estufa)
    - etc...
  - Segurança entre as conexões do borne
    - Avaliar se há risco para a segurança dos eletricitistas durante a instalação e/ou retirada do medidor em campo e no manuseio em laboratório
  - Avaliação do material do borne e terminais
    - Avaliar a fragilidade do material do borne e dos terminais de conexão do medidor;
  - Teste de impacto para avaliar a fragilidade/vulnerabilidade e o deslocamento do display utilizando martelo de borracha;
  - Etc...

Com a realização desses testes, temos a oportunidade de evitar diversas problemáticas que seriam posteriormente identificadas em campo. Algumas das situações identificadas nesses processos:

- Pontos de fragilidade na base/tampa e componentes do medidor que necessitavam ser reforçados;
- Display muito próximo da tampa e com risco de deslocamento durante transporte/manipulação;
- Acessos sem precisar abrir o equipamento ao interior do medidor por diferentes locais: entradas de comunicação, bornes, botões de alarme, conexões dos NICs;
- Medidor com torque suportado baixo e que acarretaria o retorno de campo com terminais trincados;
- Tamanhos muito reduzidos de medidores;
- Tamanhos reduzidos de dígito/display que dificulta a leitura em campo;
- Risco para a segurança com terminais do borne muito unidos e sem barreiras;
- Solidarização e travas frágeis que permitiam a abertura do medidor sem deixar vestígios.

## 2.2 Utilização da Câmara Climática no Processo de Homologação

Uma das etapas realizadas dentro do laboratório do CEMEP durante o processo de homologação dos medidores é a Utilização da Câmara Climática da Bass Equipamentos LTDA, modelo UUC-RH-ESP-1000/2018.



Figura 5: Câmara Climática Bass modelo UUC-RH-ESP-1000/2018.

Além da utilização da câmara com suas funcionalidades, agregamos alguns outros equipamentos que auxiliam na análise e obtenção dos dados dos ensaios que é uma fonte geradora de carga artificial (construída em laboratório), uma fotocélula MSM4000 (Montrel Tecnologia) e um analisador de desvio de energia ADR5000 (Montrel Tecnologia).

Os endereços para acessar os manuais da fotocélula e do analisador de desvio de energia podem ser encontrados nas referências deste trabalho. Já para a fonte geradora, será feita uma breve descrição a seguir.

### Fonte Geradora de Carga Artificial

A fonte geradora utilizada em laboratório para realização dos testes em estufa foi projetada para ser um equipamento capaz de atender os seguintes objetivos:

- Variar tensão trifásica no intervalo de 0 a 280V, por fase, através de transformadores e *variacs* específicos;
- Transformação de tensão trifásica em corrente trifásica, no intervalo de 0 a 200 A, por fase, com fator de potência entre 0,8 e 0,99 indutivo, dependendo do cabo utilizado em alimentação do medidor ou outros equipamentos submetidos a testes;
- Oferecer a possibilidade de mudança dos sentidos das correntes, direto ou reverso por fase, através de seletores.

Além disso, a geradora de carga é protegida por disjuntores elétricos monopolar e tripolar, com curva de atuação “B” e “C” caso haja um pico de energia da rede, ou seja, uma falta de energia em um tempo superior a 0,1s será desligada automaticamente pelo contator geral. Na Figura 6 pode-se observar a fonte utilizada.





Figura 6: Fonte Geradora de Carga Artificial.

No momento, julho de 2023, três ensaios são realizados em laboratório durante o processo de homologação a fim de observar o comportamento dos medidores sob determinadas condições de carga e temperatura. Os primeiros ensaios de todo o processo de homologação feito dentro do laboratório são os ensaios I e II na Câmara Climática, visto que são ensaios de aprovação obrigatória para a aceitação do modelo.

#### I. Ensaio de Calor Seco (ABNT NBR 14520)

Condições para realização do ensaio	
Temperatura	70°C ±2°C
Duração	72 horas

#### Procedimento:

- Com o medidor desenergizado e com a sua tampa e a tampa do bloco de terminais fixadas, elevamos a temperatura até que seja estabilizada.
- Executar o ensaio de acordo com o procedimento estabelecido na IEC 60068-2-2.
- Ao final do tempo estabelecido, aguardar o medidor retornar a temperatura ambiente

#### Resultado Esperado:

O medidor é considerado aprovado se após o ensaio não apresentar fissuras, rugosidades, escamas, descoloração, falhas ou deformações e apresentar funcionamento normal após o ensaio.

#### II. Análise de Funcionamento do Medidor a 70°C e 80°C com carga máxima e tensão nominal

Condições para realização do ensaio	
Temperatura 1	70°C ±2°C
Temperatura 2	80°C ±2°C
Duração	6 horas cada

#### Procedimento:

- O medidor é energizado com corrente máxima e tensão nominal e o sensor captador de pulsos é posicionado dentro da câmara e ligado no ADR 5000 - Montrel.
- Eleva-se a temperatura até que seja estabilizada.
- Durante o tempo de ensaio, enquanto o medidor está submetido à temperatura proposta, a exatidão é avaliada diversas vezes utilizando o ADR. (O ensaio é realizado para energia direta e reversa- quando disponível)
- Ao final do tempo estabelecido, aguardar o medidor retornar a temperatura ambiente

#### Resultado Esperado:

O medidor é considerado aprovado se após o ensaio não apresentar fissuras, rugosidades, escamas, descoloração, falhas ou deformações e se apresentar funcionamento normal (com exatidão direta e reversa dentro do limite da classe) durante e após o ensaio.

OBS: Não é admitido escurecimento e/ou desconfiguração do display que atrapalhe a leitura durante o ensaio, mesmo que o display retorne ao normal após retornar a temperatura ambiente.

### **III. Análise de Temperatura e Qualidade de Solidarização do Medidor a 85°C**

Condições para realização do ensaio	
Temperatura	85°C
Duração	2 horas

#### Procedimento:

- Este teste é realizado após todos os testes de homologação em laboratório (Estufa I e II, Metrológicos, Comunicação ...) visto que pode danificar fisicamente a amostra.
- Com o medidor desenergizado e com a sua tampa e a tampa do bloco de terminais fixadas, elevamos a temperatura até que seja estabilizada.
- Após 2 horas o medidor é retirado e são realizados testes para tentar vencer a solidarização/fechamento do medidor.

#### Resultado Esperado:

O medidor é considerado aprovado se estiver funcionando perfeitamente e não for possível abri-lo ou, se abrir, deixar marca relevantemente evidente.

OBS: Não é admitido escurecimento e/ou desconfiguração do display que atrapalhe a leitura durante o ensaio, mesmo que o display retorne ao normal após retornar a temperatura ambiente.

Durante os ensaios já realizados utilizando o procedimento da câmara climática alguns problemas que o medidor poderia ter em campo já puderam ser identificados nesta etapa de homologação, como:

-

Fragilidade em pontos de fixação do medidor que não suportaram a temperatura e rompiam com facilidade;

- Display com baixa resistência a temperaturas mais altas que acabam se apagando e não retornando quando submetidos a elas;
- Displays que ficam intermitentes após serem submetidos às altas temperaturas, apagando e acendendo em condições normais;
- Surgimento de pontos quentes por não suportar carga máxima e elevação de temperatura;
- Solidarizações frágeis quando submetida a elevação de temperatura, facilitando abertura sem deixar vestígios
- Exatidão dentro da classe do medidor comprometida após a elevação de temperatura – medidores que em temperatura ambiente tem sua exatidão dentro da sua classe, mas que não conseguem mantê-la com a elevação de temperatura e carga.

### 2.3 Ensaio de Vida Acelerada (EVA)

O Ensaio de Vida Acelerada (EVA), compreende um dos testes mais robustos quando falamos em forçar o medidor, é um ensaio que imprime condições específicas nas amostras de medidores para simular o seu comportamento durante toda a sua vida útil dentro da concessionária.

A norma “ABNT NBR 16078 - Equipamentos de medição de eletricidade — Confiabilidade — Ensaio de confiabilidade — Vida acelerada por umidade e temperatura”, atualmente cancelada, especifica um método para estimar as características de vida de ativos através de ensaios de envelhecimento acelerado. Esta Norma é aplicável aos medidores de energia elétrica e dispositivos conectados aos medidores.

O Grupo Energisa, até o primeiro semestre de 2024 fazia questão de acompanhar, por meio de um representante do corpo técnico, todo o ensaio, desde a análise inicial das amostras até a retirada da câmara e análise final, não aceitando relatórios e evidências de outros EVAs realizados pelos fabricantes, contudo, era permitido que seja realizado o ensaio em conjunto com outra concessionária, desde que o procedimento realizado permaneça o mesmo solicitado pelo grupo. A partir do segundo semestre de 2024, foi realizado um trabalho para certificar laboratórios terceiros (sem ser de fornecedor) para executarem o procedimento conforme estabelecido pela Energisa. O fabricante do medidor deverá então contratar um dos laboratórios para realizar os ensaios conforme procedimento que será detalhado neste documento.

Quanto ao acompanhamento do ensaio, o mesmo poderá ser acompanhado pelo fabricante do medidor sem a presença de um representante da Energisa apenas durante as etapas iniciais até o fechamento da câmara. Durante a etapa final, onde acontece a abertura da câmara e os ensaios finais, o fabricante somente poderá acompanhar o ensaio caso o representante Energisa também se disponha a estar presente, caso contrário, as etapas finais serão realizadas apenas pelo time do laboratório homologado.

O procedimento do ensaio exigido pelo Grupo Energisa é o seguinte:

- 1) São disponibilizados pelo fabricante 10 amostras do modelo a ser homologado.
  - a. Amostras deverão ser entregues com pelo menos 48hrs de antecedência no laboratório que será realizado o ensaio
- 2) As amostras disponibilizadas pelo fabricante são submetidas aos ensaios de verificação inicial, conforme descrito no Anexo B da Portaria INMETRO nº 587/2012 e/ou Portaria INMETRO nº221/2022.
  - a. O técnico do laboratório responsável deverá registrar todos os resultados dos ensaios:
    - Para a **análise visual**, registrar em foto cada amostra
    - Para os **testes em bancada**, registrar os resultados e evidências e enviar junto do relatório final.
    -

Exatidão (Direta e Reversa / Ativo e Reativo), Limite inferior, Corrente de Partida, Teste do Registrador, Tensão Aplicada, Periféricos de comunicação (porta Óptica, SU e saídas seriais)

- Para o **Burn In**, o laboratório deverá preencher a energia ativa inicial e final e enviar todas as evidências para a Energisa, assim como a memória de massa dos medidores (quando houver)

3) O número de amostras reprovadas nos testes iniciais (Inspeção Visual, Burn in, Metrológicos...) não pode ser maior que a Taxa de Falhas Aceitável (TFA) que corresponde a 10% do número de amostras disponibilizadas, isto é, para um ensaio com 10 amostras disponibilizadas pelo fabricante, apenas 1 delas pode ser reprovada.

4) Caso o percentual das amostras reprovadas seja menor ou igual a TFA (d10%), as amostras restantes que foram aprovadas na verificação inicial serão submetidas ao Ensaio de Vida Acelerada (EVA). Se o percentual de reprovações for superior à TFA, o modelo será imediatamente reprovado e não será iniciado a etapa de estufa do EVA.

**OBS:** É importante ressaltar que, caso passe para a etapa de estufa do EVA, as amostras reprovadas serão contabilizadas na avaliação final do critério de aprovação, ou seja, para o Ensaio de Vida Acelerada não será permitido substituir as peças reprovadas inicialmente.

5) No Ensaio de Vida Acelerada o laboratório credenciado deverá disponibilizar uma câmara climática com controle de temperatura e umidade, a qual permita a aplicação de tensão e corrente nos medidores (monofásica para modelos monofásicos e polifásicas para modelos polifásicos) a serem ensaiados. Também é solicitado que seja instalado um medidor fiscal com memória de massa, homologado pela Energisa, verificado metrologicamente, com o mesmo tipo de ligação e de classe igual ou superior/melhor ao modelo testado, que ficará fora da estufa e ligado no circuito para fins de conferência.

**OBS:** As condições de ensaio estão especificadas no Item 1.1.2.

6) O SETUP dos medidores na câmara climática deve ser uma ligação em série com os medidores a serem testados dentro da câmara e o medidor fiscal fora da câmara.

**OBS:** O medidor fiscal deverá ser colocado no início ou fim do circuito.

7) **Após ligar a tensão e antes de ligar a corrente** deverão ser registrados com foto e coletadas as leituras do registrador 03 e 103 (quando houver) de todos os medidores testados e do medidor fiscal. Em seguida, a corrente poderá ser aplicada.

8) Caso o medidor testado possua memória de massa, importante que ele esteja configurado para registrar essa memória de massa durante o ensaio.

9) Após o SETUP na câmara climática de acordo com as condições descritas neste documento, ela será lacrada com adesivo VOID ou Lacre fornecido pela Energisa e deverá permanecer nessa condição até a finalização do referido ensaio, salvo se acordada outra sistemática entre fabricante, laboratório e a Energisa. O laboratório deverá registrar através de foto a condição do lacre.

**OBS:** O rompimento não autorizado do lacre caracterizará a REPROVAÇÃO do ensaio.

10) Finalizando o tempo do ensaio de vida acelerada, a câmara deve ser programada para diminuir a temperatura para 23°C e umidade entre 45% e 75%. Assim que chegar nesse estágio, a câmara deverá ser aberta pelo técnico do laboratório certificado.

11) O técnico deverá verificar inicialmente se todos os medidores estão pulsando, e logo em seguida a corrente deverá ser desligada. Imediatamente será verificada e **registrada com fotos** a situação do medidor (03 e 88), principalmente a condição em que se encontram os displays.

**OBS:** Dados de monitoramento com todas as informações do ensaio deve ser emitido para que seja confirmado as condições de ensaio durante todo o tempo, isto é, que não tenha ocorrido desvios como queda de tensão, temperatura e umidade durante o período em que a câmara esteve lacrada.

**OBS2:** Não é admitido escurecimento e/ou desconfiguração do display que atrapalhe a leitura, mesmo que o display retorne ao normal após um tempo que retornou a temperatura ambiente.

12) Após essa análise imediata pós EVA, estabelecidas as condições normais já em laboratório, as amostras devem ser submetidas a um **ensaio de inspeção visual** final completo que compreende os seguintes itens:

Item	Descrição	Critério de Aprovação
1	Verificação do funcionamento do mostrador	a. Não deve apresentar falha nos seguimentos dos dígitos, baixo contraste ou escurecimento do LCD b. Deve apresentar todas as grandezas conforme modelo ensaiado
2	Verificação do funcionamento dos <i>leds</i>	a. O <i>led</i> ligado (caso exista) deve permanecer aceso quando submetido à tensão nominal. b. Os <i>leds</i> de pulso devem emitir pulsos conforme sua constante <i>ke</i> .
3	Verificação das partes metálicas	a. Os parafusos e bloco de terminais não podem apresentar sinais de corrosão vermelha b. As partes metálicas das portas de comunicação não podem apresentar sinais de corrosão vermelha
4	Verificação das partes plásticas	a. Não deve apresentar deformações b. Não deve apresentar amarelamento
5	Verificação da placa de identificação	a. Não deve apresentar deformações b. Os dados da placa devem estar nítidos e perfeitamente legíveis

13) Além do ensaio de inspeção visual, o laboratório credenciado deverá preencher a tabela da Análise do Erro Médio, onde será feita a análise de leitura apresentada nas amostras, comparando a leitura apresentada nos canais direto e reverso com a do medidor fiscal (que não foi submetido às condições da estufa) e então é analisado o erro médio (EM) entre eles. O erro encontrado deve coincidir com a Classe de Exatidão do Medidor.

$$EM = \frac{(Energia\ Final\ do\ Medidor - Energia\ Inicial\ do\ Medidor) - (Energia\ Esperada)}{(Energia\ Esperada)}$$

\*Energia Esperada = Energia Final do Medidor Fiscal - Energia Inicial do Medidor Fiscal

**OBS:** O laboratório deverá enviar os registros de verificação metrológica do medidor fiscal para o representante da Energisa.

14) Ao serem retirados da câmara, os medidores devem ser submetidos a um novo ensaio de verificação conforme descrito no Anexo B da Portaria INMETRO no 587/2012 e/ou Portaria INMETRO 221/2022.

**OBS:** Não é necessário refazer o teste de Burn in

As condições do ensaio de vida acelerada são:

a) Tensão de Ensaio:

A tensão de ensaio é a tensão nominal de operação prevista na portaria de aprovação de modelo do medidor no INMETRO.

**OBS:** Caso o medidor possua mais de uma tensão de operação em sua portaria de aprovação de modelo ou a tensão de operação ser autorange, o ensaio deverá ser realizado na maior tensão de operação.

b) Corrente de Ensaio:

A corrente de ensaio deverá ser de 10% da corrente máxima para medidores utilizados em ligação direta e 5A para medidores utilizados em ligação indireta.



c) Temperatura de Ensaio

A temperatura de ensaio será de  $85 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

d) Umidade de Ensaio

A umidade relativa do ar de ensaio será de  $87 \pm 3\%$ .

e) Tempo Mínimo de Ensaio

- Medidores utilizados em ligação direta com corrente nominal de até 15A, o tempo de ensaio deverá ser de 480 horas.
- Medidores utilizados em ligação direta com corrente nominal de 30A, o tempo de ensaio deverá ser de 312 horas.
- Medidores utilizados em ligação indireta, o tempo de ensaio deverá ser de 240 horas.

O tempo de ensaio começará a ser contabilizado a partir do momento em que todas as condições de ensaio forem atendidas.

**OBS1:** Para estabilização da câmara, pedimos uma rampa de subida de 30 min para temperatura, em seguida outra rampa de subida de 30 para umidade, respectivamente. Ao final do ensaio, uma rampa de descida de 30 min para umidade e outra rampa de descida de 30 min para temperatura, respectivamente. Ao final da rampa de descida de temperatura, são verificadas as condições visuais das amostras.

**OBS2:** Caso sejam necessárias interrupções no decorrer do ensaio, o tempo para reestabelecimento das condições de ensaio não deve ser considerado no tempo total do ensaio.

- Número máximo de interrupções: até 3 interrupções
- Tempo máximo de interrupções (somatório): 5% do total de horas previstas do ensaio

O EVA será aprovado para o modelo em análise se cumprir todo o procedimento descrito anteriormente neste documento e o índice de reprovação das amostras for menor ou igual à TFA (d 10%). A Energisa ficará de posse de pelo menos duas amostras que foram submetidas ao ensaio.

O EVA será reprovado para o modelo em análise se não cumprir alguma das etapas descritas neste documento e/ou obtiver uma taxa de reprovação das amostras maior que dez por cento ( $> 10\%$ ). Em caso de reprovação, a Energisa espera que a fabricante envie um relatório de análise do ensaio a fim de descrever a(s) falha(s) do mesmo e uma nova visita para ensaio com outras amostras poderá ser agendada. Alguns defeitos identificados durante os ensaios de EVA vale a pena serem citados para que se tenha uma real dimensão da importância da exigência deste ensaio:

- Medidor com display apagado/queimado total ou parcialmente;
- Medidor desligado devido à queima de componentes internos;
- Solidarização feita com cola inapropriada e que escorreu durante ensaio;
- Medidor perde as características de exatidão mesmo após retornar às condições normais de temperatura e umidade;
- Fragilidade de pontos de fixação;
- Perda de parâmetros do medidor enquanto submetido às condições de ensaio;
- Medidores que não mediam corretamente quando submetidos a altas temperaturas, mas que voltavam ao normal após retornar às condições de temperatura e umidade favoráveis

Dos defeitos citados anteriormente, vale a pena analisarmos o último ponto que traz um grande risco para a receita da concessionária e só consegue ser analisado realizando estes ensaios de longa duração durante a homologação.

### 3. Conclusão

A ideia deste trabalho, trazendo a descrição dos procedimentos e exposição de resultados obtidos não tem a intenção de expor ou criticar os fabricantes de medidores de energia que trabalham sempre pra atender as nossas necessidades, mas sim, trabalharmos todos juntos para termos produtos com a qualidade para atender os nossos clientes nas diversas regiões do Brasil e exigir de forma justa e igualitária para todos os fabricantes a melhoria nos componentes e produtos finais.

Com essas modificações, em uma gestão de mudança contínua no processo de homologação, acreditamos que a cada dia mais o processo de homologação vem nos trazendo excelentes resultados, tais como:

- Mitigar recalls de equipamentos em campo;
- Reduzir sucateamentos precoces de materiais devido a fragilidades no modelo;
- Reduzir sucateamentos precoces de materiais devido a vulnerabilidade a temperaturas altas em regiões mais quentes;
- Aumentar a segurança dos eletricitistas e clientes;
- Reduzir perdas de receita por defeito técnico;
- Reduzir perdas de energia por fraude no medidor;
- Preservar boa operacionalidade em campo por parte dos eletricitistas durante a instalação e desinstalação dos medidores.

Sabe-se que hoje o desafio é para reduzir custo e preço do medidor, mas não se pode permitir que isso interfira na qualidade deles pois, um produto que apresenta defeitos da natureza dos que foram apresentados neste trabalho traz prejuízos, inclusive financeiros, para as concessionárias e clientes.

Sendo assim, podemos concluir que os processos de homologações de medidores e sistemas de medição merecem ter um maior cuidado, principalmente devido as suas fragilidades físicas, vulnerabilidades a fraudes e ato da inserção de componentes eletrônicos nos medidores de hoje, que podem sofrer alterações ou falhas.

Caso fosse possível padronizarmos dentre as distribuidoras e junto dos fabricantes algumas especificações, acredito que obteríamos ainda mais benefícios para todos, inclusive para o nosso cliente provendo uma maior qualidade e segurança no seu equipamento de medição.

Por fim, neste trabalho é possível identificar que a adição das etapas de EVA e análise dos medidores na câmara climática em laboratório, além da maior atenção na etapa de análise das características construtivas dos medidores servem para que a concessionária tente minimizar possíveis recalls, defeitos e até perdas de receita por medidores que apresentam defeitos ao serem expostos às condições de campo.

### 4. Referências bibliográficas

- <http://www.inmet.gov.br/>
- <https://www.montrel.com.br/produto/25/2/FOTOCELULA-MSM-4000>
- [https://montrel.com.br/\\_web/img/ADR5000\\_folder\\_Menor.pdf](https://montrel.com.br/_web/img/ADR5000_folder_Menor.pdf)
- Regulamento Técnico Metrológico aprovado pela Portaria INMETRO 221/2022.
- Regulamento Técnico Metrológico aprovado pela Portaria INMETRO 587/2012.
- Carta ABRADÉE sobre Dimensões dos Medidores de Energia- ABRADÉE/B5.00.CT2021-0064

- ENERGISA -Especificações Técnicas – ET01/2023 –Medidor Eletrônico de Energia Elétrica Ligação Direta e Indireta.
- ENERGISA -Especificações Técnicas – ET02/2023 – Processo de Homologação de Fornecedores de Medidores e Sistemas de Medição.