

## Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

### Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST

#### Módulo 5 – Sistemas de Medição e Procedimentos de Leitura

Revisão	Motivo da Revisão	Instrumento de aprovação pela ANEEL	Data de vigência
0	Primeira versão aprovada (após realização da AP 014/2008)	Resolução Normativa nº 345/2008	De 31/12/2008 a 31/12/2009
1	Revisão 1 (após realização da AP 033/2009)	Resolução Normativa nº 395/2009	De 01/01/2010 a 31/12/2010
2	Revisão 2 (após realização da AP 046/2010)	Resolução Normativa nº 424/2010	De 01/01/2011 a 31/01/2016
3	Revisão 3 (após realização da AP 043/2015)	Resolução Normativa nº 688/2015	De 01/02/2016 a 06/06/2016
4	Revisão 4 (após realização da AP 037/2015)	Resolução Normativa nº 724/2016	De 07/06/2016 a 14/03/2017
5	Revisão 5 (após realização da AP 041/2016)	Resolução Normativa nº 759/2017	De 15/03/2017 a 31/12/2020
6	Revisão 6 (após realização da AP 028/2018 e da CP 012/2020)	Resolução Normativa nº 863/2019 e Resolução Normativa nº 888/2020	A partir de 01/01/2021

**MÓDULO 5 – SISTEMAS DE MEDIÇÃO E PROCEDIMENTOS DE LEITURA**

**ÍNDICE**

SEÇÃO 5.0 – INTRODUÇÃO .....	3
1 CONTEÚDO DO MÓDULO .....	3
2 OBJETIVOS .....	3
3 ABRANGÊNCIA .....	4
4 LEGISLAÇÃO COMPLEMENTAR .....	4
5 ALTERAÇÕES DESTA REVISÃO .....	5
SEÇÃO 5.1 – SISTEMA DE MEDIÇÃO UTILIZADO PARA FATURAMENTO .....	6
1 OBJETIVOS E ABRANGÊNCIA .....	6
2 RESPONSABILIDADES .....	6
3 REQUISITOS MÍNIMOS .....	9
4 INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO .....	14
5 USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO .....	19
6 COMPENSAÇÃO DAS PERDAS TÉCNICAS .....	21
SEÇÃO 5.2 – SISTEMAS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS PARA COLETA DE DADOS E APURAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - QEE .....	22
1 OBJETIVO E ABRANGÊNCIA .....	22
2 RESPONSABILIDADES .....	22
3 REQUISITOS MÍNIMOS E ASPECTOS RELATIVOS À INSTALAÇÃO .....	22
SEÇÃO 5.3 – LEITURA DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS PARA FATURAMENTO .....	26
1 OBJETIVOS E ABRANGÊNCIA .....	26
2 RESPONSABILIDADES .....	26
3 LEITURA DO SISTEMA DE MEDIÇÃO UTILIZADO PARA FATURAMENTO DE USUÁRIOS QUE CONTABILIZAM ENERGIA NA CCEE .....	27
4 LEITURA DO SISTEMA DE MEDIÇÃO UTILIZADO PARA FATURAMENTO DE CONSUMIDOR CATIVO .....	29
ANEXO I – CRITÉRIO DE DESLOCAMENTO E METODOLOGIA PARA COMPENSAÇÃO DE PERDAS EM LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO .....	36

---

Assunto: Introdução	Seção: 5.0	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 3 de 37
------------------------	---------------	---------------	---------------------------------	--------------------

## **SEÇÃO 5.0 – INTRODUÇÃO**

### **1 CONTEÚDO DO MÓDULO**

1.1 Este Módulo é composto de 4 (quatro) seções:

Seção 5.0 – Introdução, objetivos, abrangência e legislação complementar;

Seção 5.1 – Responsabilidades dos usuários, das distribuidoras, e da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, bem como os requisitos mínimos e diretrizes envolvendo os sistemas de medição para faturamento;

Seção 5.2 – Requisitos mínimos e diretrizes envolvendo sistemas de medição não utilizados para faturamento; e

Seção 5.3 – Leitura de sistemas de medição utilizados para faturamento.

### **2 OBJETIVOS**

2.1 Estabelecer os requisitos mínimos dos sistemas de medição empregados no sistema de distribuição utilizados para faturamento, apuração de parâmetros de Qualidade de Energia Elétrica – QEE, planejamento e operação do sistema elétrico.

2.2 Estabelecer os procedimentos gerais para instalação, operação e manutenção dos sistemas de medição de usuários que acessam a rede de distribuição.

2.3 Estabelecer os procedimentos para a realização da leitura dos sistemas de medição utilizados para faturamento.

Assunto: Introdução	Seção: 5.0	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 4 de 37
------------------------	---------------	---------------	---------------------------------	--------------------

### **3 ABRANGÊNCIA**

- 3.1 As disposições deste Módulo aplicam-se às distribuidoras de energia elétrica, aos usuários do serviço público de distribuição de energia elétrica e, no que couber, ao Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE.
- 3.2 Este Módulo não se aplica ao acesso de distribuidoras em Demais Instalações de Transmissão – DIT, bem como ao acesso de centrais geradoras classificados nas modalidade de operação Tipo I e Tipo II, conforme Procedimentos de Rede, situações nas quais devem ser observados os Procedimentos de Rede.
- 3.3 Os usuários abrangidos neste Módulo estão classificados em 2 (duas) categorias:
- a) Consumidores (cativos, livres e especiais) e distribuidoras que acessam instalações de outra distribuidora;
  - b) Demais usuários, que compreendem as centrais geradoras classificados nas modalidade de operação Tipo III, conforme Procedimentos de Rede, e importadores ou exportadores de energia elétrica.
- 3.4 Este Módulo abrange os procedimentos para realização de leitura e os sistemas de medição:
- a) Utilizados para faturamento; e
  - b) Destinados à coleta de dados (levantamento das cargas do sistema de distribuição, estudos de previsão de demanda, curvas de carga e apuração das perdas técnicas) e à apuração dos parâmetros de Qualidade de Energia Elétrica – QEE.

### **4 LEGISLAÇÃO COMPLEMENTAR**

- 4.1 Em complemento às disposições deste Módulo, deve-se observar também as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica, os Procedimentos de Comercialização e as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.
- 4.2 Os agentes abrangidos por este Módulo também devem observar a legislação metrológica do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO aplicável a sistemas de medição de energia elétrica.
- 4.3 Os usuários também devem observar as normas da distribuidora acessada, complementarmente a este Módulo.

Assunto: Introdução	Seção: 5.0	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 5 de 37
------------------------	---------------	---------------	---------------------------------	--------------------

## **5 ALTERAÇÕES DESTA REVISÃO**

- 5.1 A presente versão compreende uma revisão geral do Módulo 5, de modo que vários itens foram alterados, incluídos ou substituídos. O detalhe das alterações consta nos processos nº 48500.002309/2018-67 e nº 48500.001194/2019-74.

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 6 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	--------------------

## **SEÇÃO 5.1 – SISTEMA DE MEDIÇÃO UTILIZADO PARA FATURAMENTO**

### **1 OBJETIVOS E ABRANGÊNCIA**

- 1.1 Esta Seção tem por objetivo definir as responsabilidades dos usuários, da distribuidora e da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, bem como definir os requisitos mínimos dos sistemas de medição para faturamento e as diretrizes envolvendo as etapas de instalação, uso, operação e manutenção desses sistemas.
- 1.2 O sistema de medição utilizado para faturamento é composto por medidor principal, demais equipamentos necessários para a realização da medição para faturamento e, quando existentes, medidor de retaguarda, transformadores para instrumentos (transformadores de potencial e de corrente), canais de comunicação e sistemas de coleta de dados.

### **2 RESPONSABILIDADES**

- 2.1 São responsabilidades dos consumidores e das distribuidoras que acessam instalação de outras distribuidoras:
  - 2.1.1 Instalar, em local de livre e fácil acesso e em conformidade com as normas técnicas da distribuidora acessada, caixa, quadro, painel ou cubículo destinado a abrigar os equipamentos que compõem o sistema de medição utilizados para faturamento e aqueles destinados à proteção dessas instalações.
  - 2.1.2 Instalar equipamentos de proteção e sistemas de aterramento observando os requisitos pertinentes a cada tipo de padrão de entrada especificado nas normas técnicas da distribuidora acessada.
  - 2.1.3 Zelar, na qualidade de depositário a título gratuito, pela integridade do sistema de medição, quando instalado no interior de sua propriedade.
  - 2.1.4 Permitir livre acesso da distribuidora ao sistema de medição.
  - 2.1.5 Ressarcir a distribuidora pelos danos causados ao sistema de medição decorrentes de procedimento irregular ou deficiência técnica da unidade consumidora.

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 7 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	--------------------

- 2.1.6 Instalar, operar, manter e arcar com a responsabilidade técnica e financeira pelos transformadores de potencial e de corrente que compõem o sistema de medição para faturamento e garantir a inviolabilidade do sistema, quando tais equipamentos se encontrarem instalados em subestações blindadas a gás de sua titularidade, por opção do próprio consumidor.
- 2.2 São responsabilidades das centrais geradoras, dos importadores e exportadores de energia:
- 2.2.1 Arcar com as responsabilidades técnica e financeira pela implantação, operação e manutenção do sistema de medição para faturamento, sob o acompanhamento e aprovação da distribuidora acessada.
- 2.2.2 Ser o agente de medição responsável pelo sistema de medição perante à CCEE.
- 2.2.3 Permitir livre acesso da distribuidora acessada ao sistema de medição e aos dados medidos.
- 2.2.4 Disponibilizar à distribuidora acessada o acesso remoto ao sistema de medição.
- 2.2.5 Caso o acessante opte por utilizar equipamentos distintos dos especificados pela distribuidora, os eventuais custos para permitir a leitura remota pelo sistema de coleta de dados da distribuidora devem ser atribuídos ao acessante.
- 2.2.6 Observar as normas técnicas e de segurança da distribuidora acessada.
- 2.3 São responsabilidades das distribuidoras acessadas:
- 2.3.1 Instalar, operar, manter e arcar com a responsabilidade técnica e financeira dos sistemas de medição das unidades consumidoras e das distribuidoras que acessam suas instalações, observando prazos e condições estabelecidos na legislação vigente.
- 2.3.2 Ser o agente de medição responsável pelo sistema de medição das unidades consumidoras e das distribuidoras que acessam suas instalações, perante à CCEE.
- 2.3.3 Acompanhar e aprovar a instalação e a manutenção do sistema de medição utilizado para faturamento das centrais geradoras e dos importadores ou exportadores de energia elétrica.

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 8 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	--------------------

- 2.3.4 Elaborar e dar publicidade em meio eletrônico de suas normas referentes ao sistema de medição, incluindo as normas de segurança a serem observadas para instalação, vistoria, comissionamento, operação e manutenção de sistemas de medição.
  - 2.3.5 Garantir a sinalização da violação de componentes dos sistemas de medição para faturamento, por meio de lacres ou dispositivos similares.
  - 2.3.6 Observar as normas e procedimentos de segurança estabelecidos pelos usuários em suas instalações.
  - 2.3.7 Fornecer o atestado de recebimento dos sistemas de medição para faturamento implantados em suas instalações.
- 2.4 São responsabilidades da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE:
- 2.4.1 Analisar a solicitação de mapeamento do ponto de medição e elaborar o *Parecer de Localização do Ponto de Medição*, ou outro documento ou forma que venha a substituí-lo, e disponibilizar ao agente de medição responsável pelo sistema de medição do usuário.
  - 2.4.2 Analisar a solicitação de inclusão do ponto de medição no sistema da CCEE, conforme proposto pelo agente de medição, responsável pelo sistema de medição do usuário.
  - 2.4.3 Validar as atualizações de cadastro do ponto de medição no sistema da CCEE.
  - 2.4.4 Analisar eventuais exceções nos procedimentos e configuração de instalação do sistema de medição de usuários que comercializem energia na CCEE, podendo apresentar soluções alternativas.
  - 2.4.5 Disponibilizar para consulta todas as informações de cadastro do ponto de medição para os agentes.
  - 2.4.6 Nos casos em que a CCEE tiver acesso direto ao medidor, estabelecer o plano de endereçamento e TCP/IP e os parâmetros de configuração de VPN para a rede de comunicação do sistema de medição para faturamento.
  - 2.4.7 Disponibilizar ao ONS os dados coletados pela CCEE, conforme disposto no Acordo Operacional e neste Módulo.
-



Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 9 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	--------------------

### 3 REQUISITOS MÍNIMOS

- 3.1 Os medidores utilizados para faturamento devem ter modelo aprovado por portaria específica do INMETRO, conforme a legislação metrológica.
- 3.1.1 Não se enquadram no item 3.1 os equipamentos automáticos de controle de carga associados a sistemas de iluminação pública, de que trata a Resolução Normativa nº 414/2010, que devem observar regulação específica.
- 3.2 Os agentes responsáveis pela instalação dos sistemas de medição devem fazer o registro de cadastro de todos os equipamentos de medição, contendo:
- a) Natureza do equipamento;
  - b) Nome ou marca do fabricante;
  - c) Número de série;
  - d) Ano de fabricação;
  - e) Modelo;
  - f) Frequência;
  - g) Tensão nominal;
  - h) Corrente nominal e máxima;
  - i) Número de elementos de medição;
  - j) Número de fios;
  - k) Constante de Calibração (Kh);
  - l) Constante Eletrônica (Ke);
  - m) Índice da classe de exatidão; e
  - n) Portaria de aprovação de modelo do INMETRO.
- 3.3 O sistema de medição utilizado para faturamento de unidades consumidoras do Grupo B deve ser capaz de apurar, no mínimo, a energia ativa em kWh e disponibilizar as informações da medição por meio que permita ao consumidor acompanhar a leitura do medidor.
- 3.3.1 Para as unidades consumidoras enquadradas na modalidade tarifária branca, a distribuidora deve utilizar sistema de medição capaz de apurar o consumo em pelo menos 4 (quatro) postos tarifários, devendo ser programáveis o início e o fim de cada posto, disponibilizando as seguintes informações:
- a) Valor da energia elétrica ativa consumida, em kWh, acumulada por posto tarifário; e

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 10 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

b) Posto tarifário corrente.

3.3.2 O consumidor pode optar pelo sistema de medição com funcionalidades adicionais, capaz de fornecer, além dos dados descritos no item 3.3.1, as seguintes informações:

- a) Valores de tensão e de corrente de cada fase;
- b) Data e horário de início e fim das últimas 100 (cem) interrupções de curta e de longa duração; e
- c) Os últimos 12 (doze) valores calculados dos indicadores de Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária – DRP e de Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica – DRC.

3.3.3 As informações descritas na alínea *a* do item 3.3.1 e no item 3.3.2 desta Seção devem estar disponíveis por meio de interface para aquisição local dos dados do medidor em formato aberto.

3.3.4 Os dados relativos às interrupções de curta e de longa duração e aos indicadores DRP e DRC descritos nas alíneas *b* e *c* do item 3.3.2 podem ser contabilizados no próprio medidor ou em dispositivo externo, devendo estar disponíveis em mostrador no medidor ou de forma remota.

3.3.5 Nos casos da opção prevista no item 3.3.2, a responsabilidade financeira do consumidor se restringe ao custeio da diferença de custo entre o sistema de medição com funcionalidades adicionais e o sistema de medição que possua os requisitos mínimos necessários ao faturamento da tarifa branca.

3.3.6 Para o caso da instalação do sistema de medição com funcionalidades adicionais, a distribuidora deve informar o consumidor, previamente à instalação, acerca das funcionalidades do referido sistema e das informações que serão disponibilizadas pelo sistema.

3.3.7 Para as unidades consumidoras que optarem pela modalidade de pré-pagamento, o sistema de medição deve, no mínimo:

- a) Permitir a visualização da quantidade de créditos disponíveis em kWh;
- b) Possuir alarme visual e sonoro que informe ao consumidor a proximidade do esgotamento dos créditos;
- c) Disponibilizar as informações e os alarmes por meio de equipamento a ser instalado no interior do imóvel do consumidor; e
- d) Permitir a alteração do valor de referência a partir do qual se iniciam os alarmes.

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 11 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

3.3.8 Para as unidades consumidoras que optarem pela modalidade de pós-pagamento eletrônico, o sistema de medição deve, no mínimo:

- a) Permitir a visualização da energia consumida, em kWh;
- b) Possuir alarme visual e sonoro a ser acionado 15 (quinze) dias antes da data prevista para a suspensão do fornecimento; e
- c) Disponibilizar as informações e os alarmes por meio de equipamento a ser instalado no interior do imóvel do consumidor.

3.4 O sistema de medição utilizado para o faturamento dos usuários conectados em média e alta tensão de distribuição deve, no mínimo:

- a) Ser capaz de apurar, para consumo e/ou geração (de acordo com as características do usuário), as seguintes grandezas:
  - i. Energia ativa, em kWh;
  - ii. Demanda integralizada em intervalo programável de 5 (cinco) a 60 (sessenta) minutos, em kW; e
  - iii. Demanda reativa, em kVAr, e energia reativa, em kVArh;
- b) Ser provido de:
  - i. Memória de massa com capacidade de armazenar dados de energia ativa, energia reativa, tensão e, opcionalmente, demanda ativa e reativa, considerando separadamente os montantes consumidos e os montantes injetados na rede, quando necessário. O intervalo de integralização pode ser fixo em 5 (cinco) minutos, ou programável de 5 (cinco) a 60 (sessenta) minutos, devendo armazenar dados referentes a, no mínimo, 37 (trinta e sete) dias de uso;
  - ii. Interface para aquisição local dos valores medidos e da memória de massa em formato aberto;
  - iii. Quando aplicável, mecanismo de sincronismo de tempo via comando por central de aquisição de dados ou, opcionalmente, por GPS (*Global Positioning System*);
  - iv. Medidor com identificação alfanumérica de, pelo menos, 14 (quatorze) dígitos; e
  - v. Saída de pulsos para controlador de demanda.

3.4.1 As especificações estabelecidas no item 3.4 desta Seção também são aplicáveis aos sistemas de medição instalados em subestação de distribuição.

3.4.2 É facultado ao usuário solicitar ou efetuar a instalação de alimentação auxiliar em seu sistema de medição, desde que a fonte não seja interruptível e que ele arque com todos os

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 12 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

custos e adaptações decorrentes dessa opção, incluindo ressarcimento à distribuidora pela aquisição e implantação.

3.4.3 No caso de unidades consumidoras livres e especiais, o consumidor pode solicitar a instalação do medidor de retaguarda. Nesse caso:

- a) O consumidor deve ressarcir a distribuidora pelo custo de aquisição e implantação do medidor de retaguarda;
- b) O consumidor fica responsável pelos custos de eventual substituição ou adequação do medidor de retaguarda;
- c) A distribuidora deve contabilizar os valores associados ao ressarcimento de que trata a alínea "a" no Subgrupo Créditos, Valores e Bens, conforme o Manual de Contabilidade do Setor Elétrico; e
- d) O medidor de retaguarda deve ser vinculado à respectiva concessão ou permissão e registrado pela distribuidora no seu ativo imobilizado em serviço, em contrapartida do Subgrupo Obrigações Vinculadas à Concessão do Serviço Público de Energia Elétrica, conforme Manual de Contabilidade do Setor Elétrico.

3.4.4 A distribuidora acessada é a responsável pelos custos de instalação e operação do sistema de comunicação de dados utilizado para leitura do sistema de medição de unidades consumidoras e de distribuidoras que acessam o seu sistema.

3.4.5 É admitida a utilização de sistemas encapsulados de medição a transformador a seco, desde que observadas as especificações técnicas do medidor, dos transformadores de instrumentos e da comunicação.

3.5 Quando necessário, o sistema de medição deve ser capaz de diferenciar o consumo e/ou a geração, além dos postos tarifários definidos na regulamentação vigente, com possibilidade de programação do horário de verão.

3.6 O sistema de medição dos usuários participantes do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, definido na Resolução Normativa nº 482/2012, deve atender às mesmas especificações exigidas para os outros usuários do mesmo nível de tensão, acrescido da funcionalidade de medição bidirecional de energia elétrica ativa.

3.6.1 Para as instalações em baixa tensão, a medição bidirecional pode ser realizada por meio de dois medidores unidirecionais: um medidor destinado a apurar a energia elétrica ativa consumida e outro para apurar a energia injetada na rede.

3.7 A critério da distribuidora, as informações apuradas pelos sistemas de medição podem ser disponibilizadas em meios alternativos, com vistas a facilitar o acesso às informações pelo usuário, adicionalmente às exigências metrológicas.

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 13 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- 3.8 A distribuidora acessada pode, a seu critério, utilizar sistema de medição que disponibilize informações adicionais ou com requisitos superiores aos minimamente exigidos para cada usuário, observando a prudência dos investimentos e a modicidade tarifária.
- 3.9 Os transformadores de instrumentos (Transformador de Corrente – TC ou Transformador de Potencial – TP) utilizados no sistema de medição para faturamento devem:
- Ter um enrolamento secundário exclusivo para o sistema de medição utilizado no faturamento;
  - Ser especificados de modo a considerar situação normal de carregamento e situações de contingência, devendo estar de acordo com o medidor associado;
  - Ter condutores com secção compatível com a carga máxima nominal do enrolamento secundário do TC;
  - Ter condutores do TP que não introduzam um erro sistemático de medição superior a 0,05% para um fator de potência indutivo de 0,8; e
  - Observar a legislação metrológica, ou, na falta dela, as normas da ABNT ou internacionais.
- 3.10 Os medidores e transformadores para instrumentos instalados em novos usuários ou substituídos em usuários com instalações já conectadas devem atender às especificações definidas na Tabela 1.

**Tabela 1** – Especificação da classe de exatidão mínima dos medidores e transformadores de instrumentos de sistemas de medição utilizados para faturamento dos usuários.

Nível de tensão do ponto de conexão	Classe de exatidão do Medidor	Classe de exatidão do TP e/ou do TC
< 2,3 kV	B	0,6
≥ 2,3 kV e ≤ 44 kV	C	0,6
> 44 kV	D	0,3

- 3.10.1 Para unidades consumidoras do Grupo B, admite-se o reaproveitamento de medidores da Classe A adquiridos antes da data da publicação deste Módulo.
- 3.10.2 O TP e o TC devem garantir a classe de exatidão especificada na Tabela 1 para tensões compreendidas na faixa de 90% (noventa por cento) a 110% (cento e dez por cento) da tensão nominal, com frequência nominal.
- 3.10.3 Para unidades consumidoras da classe iluminação pública do Grupo B, sem medição da distribuidora, admite-se a instalação de dispositivos de controle de carga de Classe A até o ano de 2023 e de no mínimo Classe B a partir de 2024.

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 14 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- 3.11 Na hipótese de o sistema de medição ser provido de sistema de comunicação remota, a distribuidora acessada deve adotar procedimentos e tecnologias que assegurem a segurança dos dados trafegados.
- 3.12 As caixas, cubículos e padrões de medição devem possuir grau de proteção para invólucro de equipamentos elétricos (código IP) da ABNT correspondente às condições de instalação dos equipamentos.
- 3.13 O sistema de medição deve possuir marcas de selagem (lacs) ou outros dispositivos de segurança que permitam a fácil visualização de quaisquer indícios de violação.

## 4 INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO

- 4.1 O processo de instalação do sistema de medição utilizado para faturamento envolve, quando cabível, as seguintes etapas:
- a) procedimentos iniciais, avaliação da necessidade de instalação de sistema de medição;
  - b) definição da localização do sistema de medição para faturamento;
  - c) elaboração e aprovação do projeto do sistema de medição para faturamento;
  - d) montagem dos equipamentos;
  - e) comissionamento do sistema de medição; e
  - f) cadastro no sistema da CCEE.
- 4.1.1 Para fins de instalação do sistema de medição, a distribuidora deve informar ao usuário as responsabilidades que lhe cabem, bem como solicitar as informações necessárias.
- 4.1.2 Todas as informações a serem disponibilizadas pelo usuário devem constar dessa solicitação inicial da distribuidora, que não pode atrasar as etapas de instalação devido à requisição de informações adicionais não constantes na lista inicial.
- 4.1.3 A distribuidora deve definir em suas normas técnicas as situações em que o usuário deve apresentar o projeto das instalações em que será abrigado o sistema de medição, conforme as normas da distribuidora acessada.
- 4.1.4 A distribuidora pode exigir que o projeto das instalações do usuário seja realizado por profissional habilitado.
- 4.1.5 Quando julgar necessário, o usuário deve solicitar à distribuidora as informações técnicas necessárias para integração do sistema de medição ao projeto elétrico da sua instalação.

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 15 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

### 4.2 Necessidade de instalar o sistema de medição.

- 4.2.1 A apuração das grandezas elétricas para faturamento deve se dar por meio da instalação de um sistema de medição individual para cada usuário, exceto se expressamente disposto em contrário.
- 4.2.2 Quando ocorrer compartilhamento da instalação entre usuários, desde que seja técnica e/ou economicamente justificável, e a critério da distribuidora acessada (no caso de usuários que não contabilizam energia na CCEE) ou da CCEE (para os usuários que contabilizam energia na Câmara), é permitida a medição por diferença, que consiste na apuração das grandezas elétricas necessárias ao faturamento de determinado usuário por meio de operações algébricas de grandezas apuradas em outros sistemas de medição utilizados para faturamento. Fica dispensada, nesse caso, a instalação de um sistema de medição individual para o usuário.
- 4.2.3 A instalação de sistema de medição é dispensada em unidades consumidoras com fornecimento provisório, classificadas como iluminação pública, ou destinadas ao fornecimento para semáforo, iluminação de vias internas de condomínio e outros equipamentos instalados em via pública, desde que a energia consumida não seja contabilizada na CCEE.
- 4.2.4 No caso de unidade consumidora classificada como iluminação pública e alimentada por circuito exclusivo, a distribuidora deve instalar equipamento de medição quando houver conveniência técnica ou sempre que solicitado pelo consumidor.

### 4.3 Localização do sistema de medição

- 4.3.1 A localização do sistema de medição é definida pela:
- CCEE, no caso dos usuários que são contabilizados na Câmara; ou
  - Distribuidora, nos demais casos.
- 4.3.2 Na análise e definição da localização do ponto de medição, a CCEE deve observar, além das definições aqui estabelecidas, os Procedimentos de Comercialização.
- 4.3.3 Quando se tratar de nova unidade consumidora livre ou especial, migração de unidade consumidora existente no ambiente regulado para o Ambiente de Contratação Livre – ACL, ou quando o usuário for uma distribuidora, a distribuidora acessada deve solicitar análise e definição da localização do ponto de medição à CCEE em, no máximo, 10 (dez) dias úteis após entrega, pelo usuário, das informações a que se refere o item 4.1.1 desta Seção.
- 4.3.4 Quando se tratar de centrais geradoras, importadores ou exportadores, o usuário deve solicitar a análise e definição da localização do ponto de medição à CCEE.

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 16 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- 4.3.5 A CCEE deve analisar e definir a localização do ponto de medição em até 5 (cinco) dias úteis após receber a solicitação, podendo rejeitar, solicitar esclarecimentos ou documentos adicionais, sendo concedido, nesses casos, novo prazo de 5 (cinco) dias úteis após o atendimento da solicitação da CCEE pelo solicitante.
- 4.3.6 O sistema de medição deve ser instalado no ponto de conexão do usuário, exceto nos seguintes casos em que se admite a instalação do sistema de medição fora do ponto de conexão:
- Quando a distribuidora optar por instalar medição externa, nos termos do item 4.3.10.
  - Em local abrigado na propriedade do usuário ou de terceiros, desde que a perda técnica de potência ativa no trecho de linha entre o ponto de conexão e o sistema de medição seja inferior à metade do erro máximo esperado do sistema de medição, conforme detalhado no Anexo II deste Módulo.
  - Quando for técnica ou economicamente justificável, a pedido do usuário e com a concordância da distribuidora acessada e da CCEE (para os usuários contabilizados na Câmara).
- 4.3.7 Desde que atendidas as especificações técnicas dos medidores, dos transformadores para instrumentos e da comunicação, devem ser admitidos no sistema de medição para faturamento de usuários contabilizados na CCEE os padrões técnicos estabelecidos pela distribuidora para os demais usuários de sua área de concessão ou permissão.
- 4.3.7.1 Os padrões técnicos são aqueles vigentes à época da ligação da unidade.
- 4.3.8 Para conexão de central geradora participante do Sistema de Compensação de Energia em unidade consumidora existente sem necessidade de aumento da potência disponibilizada, a distribuidora não pode exigir a adequação do padrão de entrada da unidade consumidora em função da substituição do sistema de medição existente, exceto se:
- for constatado descumprimento das normas e padrões técnicos vigentes à época da sua primeira ligação; ou
  - houver inviabilidade técnica devidamente comprovada para instalação do novo sistema de medição no padrão de entrada existente.
- 4.3.9 No caso de unidades consumidoras cujo sistema de medição esteja instalado no lado de baixa tensão do transformador de sua responsabilidade, a compensação das perdas técnicas do transformador deve ser realizada conforme detalhado no item 6 desta Seção.
- 4.3.10 A distribuidora, a seu critério e a suas expensas, pode instalar sistema de medição externo à unidade consumidora.



## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 17 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- 4.3.10.1 É vedada a instalação de medição externa em locais onde houver patrimônio histórico, cultural e artístico, objeto de tombamento pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal, definidos em lei específica, salvo se houver autorização explícita dos órgãos responsáveis.
- 4.3.10.2 Quando instalar medição externa, a distribuidora deve assegurar meio que permita o acompanhamento da leitura do medidor a qualquer tempo.
- 4.3.10.3 Quando houver deficiência que impossibilite o acompanhamento da leitura internamente na unidade consumidora, a distribuidora deve providenciar o reparo em até 15 (quinze) dias após ter conhecimento do fato.
- 4.3.10.4 Caso a implantação da medição externa seja efetuada em até 6 (seis) meses da ligação inicial, a distribuidora deve ressarcir o consumidor pelos custos incorridos na preparação do local de medição.
- 4.3.10.5 A qualquer tempo, o sistema de medição pode ser transferido pela distribuidora para o interior da propriedade do consumidor, sem que isso enseje qualquer ônus ao consumidor.
- 4.4 Projeto, montagem e comissionamento do sistema de medição utilizado para faturamento.
- 4.4.1 No caso de unidades consumidoras cativas:
- 4.4.1.1 A distribuidora acessada é responsável por realizar o projeto de medição, quando entender necessário, e a montagem do sistema de medição.
- 4.4.1.2 A montagem do sistema de medição deve ser realizada pela distribuidora acessada após efetuada a vistoria e aprovadas as instalações de entrada da unidade consumidora, conforme prazos e regras de atendimento estabelecidos na Resolução Normativa nº 414/2010 ou em norma superveniente.
- 4.4.2 No caso de unidades consumidoras de consumidores livres e especiais e de distribuidoras que acessam outras distribuidoras:
- 4.4.2.1 A distribuidora acessada é responsável por realizar o projeto de medição, a montagem e o comissionamento do sistema de medição e seu respectivo relatório.
- 4.4.2.2 O prazo máximo para realização do projeto de medição pela distribuidora é de 10 (dez) dias úteis, contados a partir da emissão do Parecer de Localização do Ponto de Medição pela CCEE.
- 4.4.2.3 A instalação do sistema de medição pela distribuidora se dá após realizada a vistoria e aprovadas as instalações de entrada (ou do ponto de conexão) do usuário, conforme prazos e regras de atendimento (ou regras de acesso ao sistema de distribuição) estabelecidas na

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 18 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

Resolução Normativa nº 414/2010, para consumidores, e na Resolução Normativa nº 506/2012, para distribuidoras, ou em normas supervenientes.

- 4.4.2.4 O comissionamento deve ser realizado imediatamente após a montagem do sistema de medição, tendo a distribuidora um prazo de 10 (dez) dias úteis para a emissão do relatório de comissionamento.
- 4.4.2.5 Durante o comissionamento, o usuário pode, a seu critério, acompanhar os serviços realizados pela distribuidora.
- 4.4.2.6 Após a conclusão do relatório de comissionamento, observando ainda eventuais procedimentos relacionados à adesão à CCEE, a distribuidora deverá solicitar o cadastro do ponto de medição no sistema da CCEE em até 5 (cinco) dias úteis, salvo hipótese de início da operação comercial na CCEE em momento futuro.
- 4.4.3 No caso de centrais geradoras, importadores e exportadores de energia:
- 4.4.3.1 O usuário é responsável por realizar o projeto, a montagem e o comissionamento do sistema de medição para faturamento e seu respectivo relatório.
- 4.4.3.2 O projeto de medição deve ser submetido à aprovação da distribuidora.
- 4.4.3.3 A distribuidora deve avaliar o projeto de medição em até 10 (dez) dias úteis após seu recebimento, comunicando ao usuário a sua aprovação ou reprovação, neste último caso acompanhada de todas as correções necessárias.
- 4.4.3.4 O usuário deve montar e realizar o comissionamento do sistema de medição com o acompanhamento da distribuidora, submetendo o respectivo relatório à aprovação da distribuidora.
- 4.4.3.5 A distribuidora deve avaliar o relatório de comissionamento em até 10 (dez) dias úteis após seu recebimento, comunicando ao usuário a sua aprovação ou reprovação, neste último caso acompanhada de todas as correções necessárias.
- 4.4.3.6 Após a aprovação do relatório de comissionamento referente a centrais geradoras que não estejam em operação em teste, o titular da central geradora deverá solicitar o cadastro do ponto de medição nos sistemas da CCEE.
- 4.4.4 O prazo total para adequação ou instalação do sistema de medição de unidades consumidoras que contabilizam energia na CCEE não deve ultrapassar 180 (cento e oitenta) dias a partir da solicitação inicial da unidade consumidora.

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 19 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

## **5 USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO**

- 5.1 A distribuidora deve disponibilizar gratuitamente às distribuidoras que acessam suas instalações porta para o acesso remoto ao sistema de medição e, para os consumidores, a saída para o usuário de que trata a alínea “b” do item 3.4 desta Seção.
- 5.2 Os agentes responsáveis pelo sistema de medição e a CCEE devem arquivar os dados referentes às leituras dos medidores, relatórios de inspeção e manutenção, resultados de calibrações e alterações de cadastro dos sistemas de medição por um período mínimo de 5 (cinco) anos.
- 5.3 As marcas de selagem (lacres) do sistema de medição, caixas e cubículos somente podem ser rompidos por representante da distribuidora.
- 5.4 Inspeção do sistema de medição.
  - 5.4.1 O usuário ou a CCEE, mediante justificativa, podem solicitar que a distribuidora faça inspeção do sistema de medição utilizado para faturamento dos usuários a ela conectados.
  - 5.4.2 A distribuidora tem o prazo de até 30 (trinta) dias para atendimento à solicitação de inspeção do sistema de medição.
  - 5.4.3 A seu critério, a distribuidora pode efetuar a inspeção do sistema de medição utilizado para faturamento de seus usuários.
  - 5.4.4 Na inspeção do sistema de medição, a distribuidora deve verificar, no mínimo:
    - a) se o sistema de medição está de acordo com o indicado no projeto ou no cadastro da distribuidora;
    - b) a existência de eventuais violações ao sistema de medição e à integridade de seus lacres e outras marcas de selagem; e
    - c) o correto funcionamento dos equipamentos que compõem o sistema de medição, de acordo com as boas práticas, bem como a calibração dos equipamentos.

**Procedimentos de Distribuição**

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 20 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

5.4.5 Ao final da inspeção do sistema de medição, a distribuidora deve:

- a) substituir os equipamentos do sistema de medição de sua responsabilidade que apresentem desempenho inadequado;
- b) solicitar a substituição ou a correção dos equipamentos do sistema de medição de responsabilidade do usuário que apresentem desempenho inadequado;
- c) enviar, por meio auditável, ao solicitante da avaliação técnica, no caso de substituição de medidor, as informações referentes às leituras do medidor retirado e do instalado;
- d) enviar ao solicitante da avaliação técnica o relatório da inspeção do sistema de medição, informando as variações verificadas, os limites admissíveis e a conclusão final, no prazo estabelecido nas normas vigentes;
- e) esclarecer ao interessado a possibilidade de ele solicitar verificação do medidor junto ao INMETRO ou órgão delegado; e
- f) incluir as marcas de selagem (lacres) nos pontos do sistema de medição em que houve violação.

5.4.6 O consumidor deve arcar com os custos decorrentes da inspeção ou verificação do sistema de medição efetuadas por sua solicitação sempre que for constatado funcionamento adequado do sistema de medição, dentro dos limites de erro admissíveis, e ausência de inadequações de responsabilidade da distribuidora.

5.4.7 O responsável pelo sistema de medição para faturamento deve arcar com os custos decorrentes da inspeção ou verificação do sistema de medição efetuada por solicitação da CCEE, independentemente dos resultados obtidos.

5.4.8 Os custos decorrentes da inspeção ou verificação do sistema de medição para faturamento efetuada por solicitação dos demais usuários (geradores, importadores e exportadores de energia elétrica), devem ser arcados pelos próprios usuários, independentemente dos resultados obtidos.

5.4.9 Nas inspeções solicitadas pelo usuário, a distribuidora deve informá-lo, com antecedência mínima de 3 (três) dias úteis, a data fixada para a sua realização, de modo a possibilitá-lo acompanhar o serviço.

5.5 Quando constatarem problema no sistema de medição, os consumidores e as distribuidoras que acessam as instalações de outras distribuidoras devem informar a necessidade de manutenção corretiva à distribuidora acessada, a qual deve realizar as ações corretivas necessárias.

Assunto: Sistema de Medição Utilizado para Faturamento	Seção: 5.1	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 21 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

5.6 O usuário pode, a seu critério, acompanhar os procedimentos de manutenção efetuados pela distribuidora em seu sistema de medição.

## **6 COMPENSAÇÃO DAS PERDAS TÉCNICAS**

6.1 As perdas de responsabilidade do usuário que não tenham sido apuradas em função da localização do medidor em local diverso do seu ponto de conexão devem ser acrescidas ou subtraídas (conforme o fluxo de energia) dos valores medidos de energia e demanda ativas e reativas, conforme regra de compensação definida a seguir.

6.2 A compensação das perdas elétricas nos transformadores de responsabilidade dos usuários cujo ponto de entrega ou ponto de conexão se localize no lado de alta tensão do transformador e sistema de medição se localize no lado de baixa tensão do transformador deve ser realizada aplicando-se os seguintes percentuais de compensação das perdas no transformador:

- a) 1,0% (um por cento) aos valores medidos de demanda e de energia ativas e reativas, nos atendimentos em tensão superior a 44 kV; ou
- b) 2,5% (dois e meio por cento) aos valores medidos de demanda e de energia ativas e reativas, nos atendimentos em tensão igual ou inferior a 44 kV.

6.3 Nos casos de medição por diferença, as perdas totais nas instalações de responsabilidade dos usuários devem ser compensadas de acordo com a proporção do consumo ou da geração medidos em cada um deles, exceto se:

- a) Um dos usuários afetados optar por arcar com todas as perdas técnicas das instalações compartilhadas, situação na qual a compensação deve ocorrer apenas em seu faturamento; ou
- b) A distribuidora acessada optar por arcar com as perdas técnicas das instalações compartilhadas entre os usuários, situação na qual não deve haver compensação no faturamento dos usuários e a distribuidora não fará jus ao reconhecimento dessas perdas.

6.4 Para a compensação de perdas técnicas em linhas de distribuição ou em instalações de interesse restrito, em que o sistema de medição não esteja instalado no ponto de entrega ou no ponto de conexão, deve ser aplicado o procedimento descrito no Anexo I deste Módulo.

Assunto: Sistemas de Medição Utilizados para Coleta de Dados e Apuração de Parâmetros de QEE	Seção: 5.2	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 22 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

## **SEÇÃO 5.2 – SISTEMAS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS PARA COLETA DE DADOS E APURAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA - QEE**

### **1 OBJETIVO E ABRANGÊNCIA**

- 1.1 Esta Seção tem por objetivo definir as responsabilidades da distribuidora acessada, os requisitos mínimos dos sistemas de medição destinados à coleta de dados e à apuração dos parâmetros de QEE, bem como definir as diretrizes envolvendo a instalação desses sistemas.
- 1.2 Estão abrangidos nesta Seção os sistemas de medição destinados à coleta de dados (levantamento das cargas do sistema de distribuição, estudos de previsão de demanda, curvas de carga e apuração das perdas técnicas) e à apuração dos parâmetros de QEE.

### **2 RESPONSABILIDADES**

- 2.1 É responsabilidade da distribuidora instalar, operar, manter e arcar com os custos dos sistemas de medição destinados à coleta de dados e à apuração dos parâmetros de QEE.

### **3 REQUISITOS MÍNIMOS E ASPECTOS RELATIVOS À INSTALAÇÃO**

- 3.1 Os sistemas de medição destinados à coleta de dados do sistema de distribuição devem, no mínimo:
  - a) Ser capazes de apurar a demanda ativa e a demanda reativa, integralizadas em intervalos de 15 (quinze) ou 5 (cinco) minutos, em kW e kVar, respectivamente;
  - b) Possuir capacidade de medição em 4 (quatro) quadrantes, caso haja possibilidade de se ter fluxo de energia nos dois sentidos no ponto de medição;
  - c) Possuir classes de exatidão dos equipamentos iguais ou superiores às classes de exatidão estabelecidas na Tabela 1 da Seção 5.1, conforme o nível de tensão em que o sistema será instalado; e
  - d) Ser provido de memória de massa com capacidade de armazenar dados de energia ativa, energia reativa, tensão e, opcionalmente, demanda ativa e reativa, considerando separadamente os montantes consumidos e os gerados, quando necessário. O intervalo de armazenamento pode ser fixo em 5 (cinco) minutos, ou programável de 5 (cinco) a 60 (sessenta) minutos, devendo armazenar dados referentes a, no mínimo, 37 (trinta e sete) dias de uso;

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistemas de Medição Utilizados para Coleta de Dados e Apuração de Parâmetros de QEE	Seção: 5.2	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 23 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- 3.1.1 Devem ser utilizadas na coleta de dados do sistema de distribuição as informações disponíveis nos medidores eletrônicos existentes nas unidades consumidoras, nos sistemas de distribuição e nas subestações de distribuição, desde que atendam aos requisitos mínimos definidos no item 3.1. Quando necessário, as informações devem ser complementadas com campanhas de medição.
- 3.2 Os sistemas de medição destinados à apuração dos parâmetros de QEE, abrangendo a qualidade do produto, devem, no mínimo:
- a) Ser providos de protocolos estabelecidos pelas normas vigentes da *International Electrotechnical Commission* (IEC) 61000 série 4 ou normas técnicas brasileiras;
  - b) Utilizar método de medição Classe A ou S, conforme norma vigente da IEC 61000-4-30;
- 3.2.1 Alternativamente, até o ano de 2030, para a medição de tensão em regime permanente, podem ser utilizados instrumentos de medição com precisão de até 1% (um por cento), e os valores eficazes podem ser calculados a partir de amostras coletadas em janelas sucessivas, as quais compreendem uma sequência de 12 (doze) a 15 (quinze) ciclos (0,2 a 0,25 segundos).
- 3.2.2 O uso de instrumentos Classe A é obrigatória apenas para a solução de disputas específicas.
- 3.3 Os sistemas de medição destinados à apuração dos parâmetros de QEE devem apurar as leituras por meio de equipamentos que operem segundo o princípio da amostragem digital.
- 3.3.1 Os sistemas de medição destinados à apuração dos parâmetros de QEE devem permitir que sejam obtidas, no mínimo, as seguintes informações:
- a) Valores dos indicadores individuais associados à tensão em regime permanente;
  - b) Tabela de medição de tensão em regime permanente;
  - c) Histograma de tensão em regime permanente;
  - d) Valores dos indicadores associados com a distorção harmônica total de tensão, conforme estabelecido no Módulo 8 do PRODIST;
  - e) Valores dos indicadores de distorção harmônica individual de tensão até a ordem harmônica máxima, conforme estabelecido no Módulo 8 do PRODIST;
  - f) Valores do fator de desequilíbrio de tensão, conforme estabelecido no Módulo 8 do PRODIST;
  - g) Valores dos indicadores de flutuação de tensão, conforme estabelecido no Módulo 8 do PRODIST; e

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Sistemas de Medição Utilizados para Coleta de Dados e Apuração de Parâmetros de QEE	Seção: 5.2	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 24 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- h) Duração e amplitude dos eventos de variação de tensão de curta duração, indicando a data e hora de início de cada evento.
- 3.3.2 Para os equipamentos exclusivos de medição de tensão em regime permanente, aplicam-se as alíneas “a”, “b” e “c” do item 3.3.1.
- 3.3.3 As medições devem corresponder ao tipo de ligação do usuário, abrangendo medições entre todas as fases e o neutro fornecidos no ponto de conexão. Caso o neutro não seja fornecido pela distribuidora no ponto de conexão, a medição deve ser realizada entre as fases.
- 3.3.4 Os TP utilizados em um sistema trifásico devem ter as mesmas especificações entre si e suas cargas devem corresponder a impedâncias semelhantes, e devem ser conectados preferencialmente em Y – Y aterrado, independentemente do tipo ou da classe de tensão. Para os casos sem conexão à terra podem ser utilizados, excepcionalmente, arranjos para os TP do tipo V.
- 3.3.5 Para a medição dos indicadores de flutuação de tensão, deve-se utilizar sistema de medição ajustado para o nível de tensão correspondente.
- 3.3.6 Para fins do cálculo de distorções harmônicas, o sistema de medição deve apurar, no mínimo, até a 40<sup>a</sup> (quadragésima) ordem harmônica.
- 3.3.7 As medições de usuários devem ser efetuadas no ponto de conexão, salvo nas seguintes situações:
- a) quando a instalação do equipamento de medição no ponto de conexão vier a comprometer a segurança do equipamento e de pessoas, ou apresentar impossibilidade técnica. Nesse caso, a instalação poderá ser realizada no ponto de derivação da rede da distribuidora com o ramal de ligação do usuário, ficando sob a responsabilidade da distribuidora a estimativa da queda de tensão (para o caso específico da medição de tensão em regime permanente) no ramal de ligação, caso em que deve ser disponibilizado ao usuário o memorial de cálculo da referida estimativa;
  - b) quando a medição para fins de faturamento for realizada por meio de medidores lacrados, denominados encapsulados, cujos circuitos de corrente e de tensão não sejam acessíveis para as unidades consumidoras conectadas no sistema de média tensão com equipamentos de medição instalados no sistema de baixa tensão. Nesse caso, a instalação do equipamento de medição poderá ser realizada no lado secundário do transformador de potência, considerando-se a relação de transformação para o caso específico da tensão em regime permanente. No caso dos demais indicadores da qualidade do produto, em regime permanente, os valores obtidos devem ser comparados com os limites referentes ao mesmo nível de tensão do ponto de instalação física do instrumento de medição;



**Procedimentos de Distribuição**

Assunto: Sistemas de Medição Utilizados para Coleta de Dados e Apuração de Parâmetros de QEE	Seção: 5.2	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 25 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- c) para usuários conectados no sistema de alta tensão com equipamentos de medição instalados no sistema de média tensão. Nesse caso, a instalação do equipamento de medição poderá ser realizada no lado secundário do transformador de potência, considerando-se a relação de transformação no caso específico da tensão em regime permanente; e
  - d) quando a medição de tensão for permanente (como no caso dos medidores com funcionalidades adicionais, utilizados no faturamento de usuários). Nesse caso, o local de instalação do sistema de medição deve seguir o disposto no item 4.3 da Seção 5.1 ou em resolução específica.
- 3.3.8 Os registros de energia e demanda reativas, para apuração do fator de potência, deverão ser feitos por instrumentos de medição adequados, preferencialmente eletrônicos, empregando o princípio da amostragem digital e aprovados pelo órgão responsável pela conformidade metrológica.
- 3.4 Os medidores instalados para faturamento dos usuários também podem ser utilizados para o planejamento da expansão do sistema de distribuição, caracterização da curva de carga e para fins de avaliação da qualidade do produto e do serviço prestado pela distribuidora.
- 3.5 A apuração dos fenômenos de qualidade do produto, nos termos do Módulo 8, podem ser apurados por um único sistema de medição.

Assunto: Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento	Seção: 5.3	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 26 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

## **SEÇÃO 5.3 – LEITURA DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS PARA FATURAMENTO**

### **1 OBJETIVOS E ABRANGÊNCIA**

- 1.1 Esta Seção tem por objetivo definir as responsabilidades dos usuários, da distribuidora, e da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, envolvendo a leitura dos sistemas de medição utilizados para faturamento.
- 1.2 Estão abrangidos nesta Seção os procedimentos de leitura utilizados para o faturamento de consumidores cativos, livres e especiais, de distribuidoras e de centrais geradoras do Tipo III, conforme Procedimentos de Rede, que acessarem instalações do sistema de distribuição.
- 1.3 A leitura para faturamento consiste em coletar periodicamente os dados registrados e apurados pelo sistema de medição utilizado para o faturamento do usuário.

### **2 RESPONSABILIDADES**

- 2.1 A infraestrutura necessária para que a leitura seja realizada deve ser disponibilizada pelo responsável pelo sistema de medição.
- 2.2 São responsabilidades das Distribuidoras:
  - 2.2.1 Realizar a leitura para fins de faturamento de unidades consumidoras e de distribuidoras que acessam suas instalações.
- 2.3 São responsabilidades da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE:
  - 2.3.1 Nos casos de Coleta Direta, realizar testes de comunicação com os sistemas de medição utilizados para faturamento dos usuários, testes de coleta de dados, e estabelecer o plano de endereçamento TCP/IP e os parâmetros de configuração de VPN para a rede de comunicação do sistema de medição;
  - 2.3.2 Disponibilizar ao ONS os dados coletados pelo seu sistema, os quais devem corresponder ao disposto neste módulo; e
  - 2.3.3 Disponibilizar as informações apuradas pelo sistema de medição de centrais geradoras para as distribuidoras por eles acessadas.

Assunto: Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento	Seção: 5.3	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 27 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

### **3 LEITURA DO SISTEMA DE MEDIÇÃO UTILIZADO PARA FATURAMENTO DE USUÁRIOS QUE CONTABILIZAM ENERGIA NA CCEE**

#### 3.1 São permitidas as seguintes modalidades de leitura:

- a) Coleta Direta, em que a CCEE faz a leitura remota, coletando os dados diretamente do sistema de medição do usuário por meio de infraestrutura exclusiva, provida pelo responsável pelo sistema de medição;
- b) Coleta Passiva Tipo 1, em que a CCEE faz a leitura remota, por meio da integração de seus sistemas aos das distribuidoras, com vistas à realização da coleta de dados de medição mediante utilização da infraestrutura própria das distribuidoras; e
- c) Coleta Passiva Tipo 2, em que a distribuidora faz a leitura remota, coletando os dados diretamente do sistema de medição do usuário, e envia ou disponibiliza à CCEE os dados necessários para a contabilização da energia do usuário.

3.1.1 A CCEE deve disponibilizar para consulta todos os dados de medição coletados, para os agentes relacionados a cada ponto de medição.

3.1.2 O intervalo e a frequência da leitura são definidos pela CCEE.

#### 3.2 No caso das Coletas Passivas dos Tipos 1 e 2:

- a) A distribuidora deve prover toda a infraestrutura de comunicação, conforme definições da CCEE;
- b) No caso da Coleta Passiva Tipo 2, a distribuidora deve disponibilizar os dados em formato compatível com o sistema da CCEE, conforme regras e procedimentos estabelecidos pela CCEE;
- c) A CCEE deve comprovar a compatibilidade entre seus procedimentos e prazos e o desempenho da coleta e disponibilização dos dados de medição pela distribuidora.

#### 3.3 Até o início de vigência deste Módulo:

- a) O responsável pelo sistema de medição deve utilizar apenas medidores compatíveis com o sistema da CCEE, em usuários que comercializem energia na CCEE;
- b) A CCEE deve disponibilizar em seu portal eletrônico a relação dos medidores que sejam compatíveis com o seu sistema, explicitando o fabricante, modelo, se possui algoritmo para compensação de perdas elétricas em transformação, *firmware* e demais especificações técnicas cabíveis, conforme testes por ela realizados, bem como dos demais medidores já utilizados;

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento	Seção: 5.3	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 28 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- c) A CCEE deve desenvolver e implementar sistema destinado a acessar diretamente a base de dados das distribuidoras, com o objetivo de coletar os dados dos medidores por elas lidos;
  - d) A CCEE deve divulgar relatórios contemplando o desempenho da coleta e da qualidade dos dados medidos;
  - e) As distribuidoras devem monitorar os relatórios citados na alínea (d), procedendo os reparos, substituições e quaisquer outras medidas corretivas, preditivas ou preventivas com vistas à normalização ou à preservação da coleta e da qualidade do dado medido, bem como nos casos em que forem notificadas pela CCEE; e
  - f) A CCEE deve passar a analisar criticamente dados de medição, com vistas a prospectar faltas, falhas e inconsistências, casos em que deverá notificar as distribuidoras para as providências necessárias.
- 3.4 A partir da vigência deste Módulo, a leitura dos usuários que contabilizam energia na CCEE deverá ser realizada por Coleta Passiva do Tipo 1 ou Tipo 2.
- 3.4.1 Se, após essa data, a distribuidora não tiver implementado alguma das modalidades de Coleta Passiva:
- a) A CCEE deverá realizar a leitura dos usuários que contabilizam energia na CCEE por meio da Coleta Direta;
  - b) A distribuidora será responsável por todos os custos para viabilizar a comunicação de dados direta entre a CCEE e o usuário, sem direito ao ressarcimento pelo usuário nem tratamento tarifário diferenciado.
- 3.5 As distribuidoras devem disponibilizar gratuitamente aos seus consumidores os dados de leitura referentes a, no mínimo, os 13 (treze) últimos ciclos de faturamento, em local de acesso restrito do consumidor, conforme estabelecido no Módulo 11.
- 3.6 A distribuidora e a CCEE devem assegurar a confidencialidade dos dados medidos.
- 3.6.1 Quando o faturamento de um usuário depender dos dados de medição de terceiros, a distribuidora ou a CCEE devem repassar esses dados ao interessado.

Assunto: Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento	Seção: 5.3	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 29 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

#### **4 LEITURA DO SISTEMA DE MEDIÇÃO UTILIZADO PARA FATURAMENTO DE CONSUMIDOR CATIVO**

4.1 A responsabilidade pela leitura do sistema de medição para faturamento e pela infraestrutura necessária para a sua realização é da distribuidora acessada, podendo ser realizada:

- a) localmente, com ou sem necessidade de visualização do medidor;
- b) remotamente; ou
- c) por meio da autoleitura.

4.2 A leitura deve ser efetuada em intervalos de aproximadamente 30 (trinta) dias.

4.2.1 No caso de unidade consumidora do grupo B, é admitido o intervalo mínimo de 27 (vinte e sete) e o máximo de 33 (trinta e três) dias, de acordo com o calendário de leitura.

4.2.2 No caso de unidade consumidora do grupo A, o período de leitura deve possibilitar o faturamento correspondente ao consumo do mês civil.

4.2.3 Para o primeiro faturamento da unidade consumidora do grupo B, ou havendo necessidade de remanejamento de rota ou reprogramação do calendário, as leituras podem ser realizadas em intervalos de no mínimo 15 (quinze) e no máximo 47 (quarenta e sete) dias, devendo o consumidor ser informado, com antecedência mínima de um ciclo de faturamento, facultada a inclusão de mensagem na fatura de energia elétrica.

4.2.4 Mediante anuência do consumidor, para o faturamento final a distribuidora pode utilizar a autoleitura ou estimar o consumo e demanda finais utilizando a média aritmética dos valores medidos nos 12 (doze) últimos ciclos de faturamento, observado o disposto no § 1º do art. 89 da Resolução Normativa nº 414 de 2010, proporcionalizando o consumo de acordo com o número de dias decorridos no ciclo até a data de solicitação do encerramento.

4.3 Autoleitura

4.3.1 A autoleitura consiste no processo em que a leitura, no todo ou em parte, é realizada por representante da unidade consumidora.

4.3.2 Ainda que opte por utilizar autoleitura, a distribuidora continua responsável pela atividade de leitura, sendo que apenas a sua execução é efetuada pelo consumidor.

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento	Seção: 5.3	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 30 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- 4.3.3 A oferta da autoleitura é uma discricionariedade da distribuidora, que deve obedecer o critério da isonomia para a escolha das unidades consumidoras.
- 4.3.4 A autoleitura somente pode ser realizada após a anuência expressa do consumidor.
- 4.3.5 A comprovação da anuência do consumidor para a realização da autoleitura deve ser armazenada pela distribuidora por, no mínimo, 5 (cinco) anos.
- 4.3.6 A qualquer momento, o consumidor ou a distribuidora podem desistir do processo de autoleitura.
- 4.3.7 O sistema comercial da distribuidora deve registrar os ciclos de faturamento quando a unidade consumidora for faturada com base em informação proveniente de autoleitura.
- 4.3.8 A distribuidora deve informar, na fatura de energia elétrica, quando o faturamento for realizado por meio da autoleitura.
- 4.3.9 A distribuidora deve orientar o consumidor sobre a realização da autoleitura, devendo ofertar, no mínimo, 2 (dois) canais de comunicação para envio das informações pelo consumidor, sendo um deles por meio de atendimento telefônico.
- 4.3.10 O não envio dos dados pelo consumidor, ou a recusa de uso das informações enviadas pelo consumidor no âmbito da autoleitura não eximem a distribuidora da obrigação de efetuar a leitura.
- 4.3.11 Caso a autoleitura resulte em faturamento incorreto, deve-se observar o disposto no art. 113 da Resolução Normativa nº 414 de 2010.
- 4.4 Leitura plurimensal pela distribuidora.
- 4.4.1 Em unidades consumidoras do Grupo B localizadas em zona rural, a leitura pode ser realizada pela distribuidora em intervalos de até 12 (doze) ciclos consecutivos.
- 4.4.2 Nos ciclos em que não houver leitura realizada pela distribuidora, pode ser efetuada a autoleitura, conforme definido no item 4.3.1 desta Seção.
- 4.4.3 Ao adotar a leitura plurimensal, a distribuidora deve fazer divulgação aos consumidores envolvidos, permitindo-lhes o conhecimento do processo utilizado, os objetivos pretendidos com a medida e instruções para realização da autoleitura.

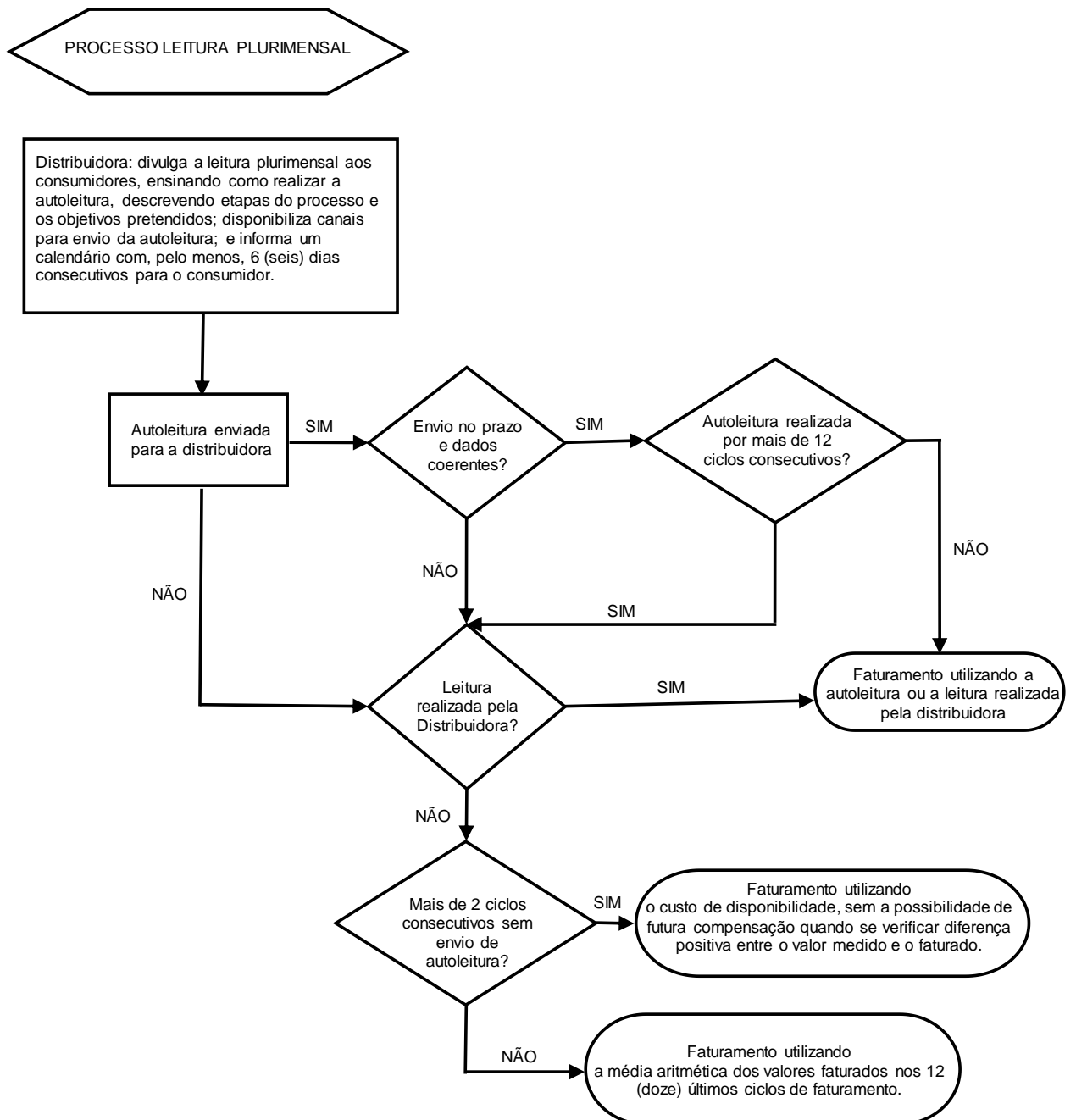
## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento	Seção: 5.3	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 31 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- 4.4.4 Para a realização da autoleitura, a distribuidora deverá ofertar meios para o consumidor controlar e enviar as informações, tais como calendário impresso, agência de atendimento, central de teleatendimento, terminal de autoatendimento, página da Internet, aplicativo de celular, ou outros canais de efetivo relacionamento com o consumidor.
- 4.4.5 A distribuidora deve estabelecer e informar ao consumidor o calendário para o envio da autoleitura, contendo, pelo menos, 6 (seis) dias consecutivos para o consumidor enviar a informação.
- 4.4.6 Caso o consumidor não envie a autoleitura, de acordo com o calendário previamente estabelecido, o faturamento deve ser realizado conforme disposto no art. 89 da Resolução Normativa nº 414 de 2010.
- 4.4.7 A distribuidora deve realizar a leitura no ciclo subsequente sempre que o consumidor não enviar a autoleitura por 2 (dois) ciclos consecutivos.

Assunto: Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento	Seção: 5.3	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 32 de 37
--	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

4.4.8 O processo da leitura plurimensal está resumido no fluxograma a seguir:





## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento	Seção: 5.3	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 33 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

### 4.5 Impedimento de acesso para fins de leitura.

4.5.1 Entende-se por impedimento de acesso para fins de leitura a situação em que o medidor se encontra em ambiente interno à unidade consumidora, sem livre acesso ao leiturista, e a leitura local, citada na alínea “a” do item 4.1, é frustrada por responsabilidade do consumidor.

4.5.2 Nos ciclos de faturamento em que ocorrer impedimento de acesso para fins de leitura, a distribuidora deve:

- a) comunicar ao titular da unidade consumidora as informações que constam no item 4.5.3;
- b) armazenar evidências que comprovem o impedimento de acesso para fins de leitura e a presença do leiturista na unidade consumidora na data e hora informados, para fins de comprovação futura;
- c) ofertar ao consumidor as alternativas citadas no item 4.5.4; e
- d) realizar o faturamento da unidade consumidora conforme o art. 89-A da Resolução Normativa nº 414 de 2010.

4.5.3 A comunicação ao titular da unidade consumidora, citada na alínea “a” do item 4.5.2, deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) a ocorrência do impedimento de acesso para fins de leitura, contendo a data e a hora em que o preposto da distribuidora esteve na unidade consumidora;
- b) a obrigação de o consumidor manter o livre acesso ao sistema de medição utilizado para faturamento;
- c) como será realizado o faturamento para o presente ciclo de faturamento;
- d) as alternativas que podem ser adotadas pelo consumidor, com o custo ou a previsão de solicitação de orçamento, conforme os itens 4.5.4 a 4.5.8;
- e) há quantos ciclos consecutivos o problema vem ocorrendo na unidade consumidora;
- f) a possibilidade de suspensão do fornecimento a partir do terceiro ciclo consecutivo de impedimento de acesso; e
- g) outras informações que a distribuidora julgar pertinentes.

4.5.4 Na ocorrência de impedimento de acesso para fins de leitura, a distribuidora deve ofertar, no mínimo, uma das seguintes alternativas ao consumidor:

- a) agendamento de dia e período (matutino ou vespertino) para a realização da leitura pela distribuidora;

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento	Seção: 5.3	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 34 de 37
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

- b) implantação de sistema de medição que permita a leitura local, sem necessidade de visualização do medidor;
- c) implantação de sistema de medição que permita a leitura remota;
- d) implantação de medição externa;
- e) serviço de transferência do padrão de medição para o limite com a via pública;
- f) realização da autoleitura, nos termos do item 4.3; e
- g) outras soluções consideradas factíveis para a execução pela distribuidora.

4.5.5 Para o serviço descrito na alínea “a” do item 4.5.4, a distribuidora pode cobrar o valor correspondente à visita técnica, conforme o art. 102 da Resolução Normativa nº 414 de 2010.

4.5.6 Os valores dos serviços descritos nas alíneas “b” a “d” do item 4.5.4 devem ser previamente estabelecidos pela distribuidora, não podendo ser cobrado o custo decorrente do sistema de comunicação.

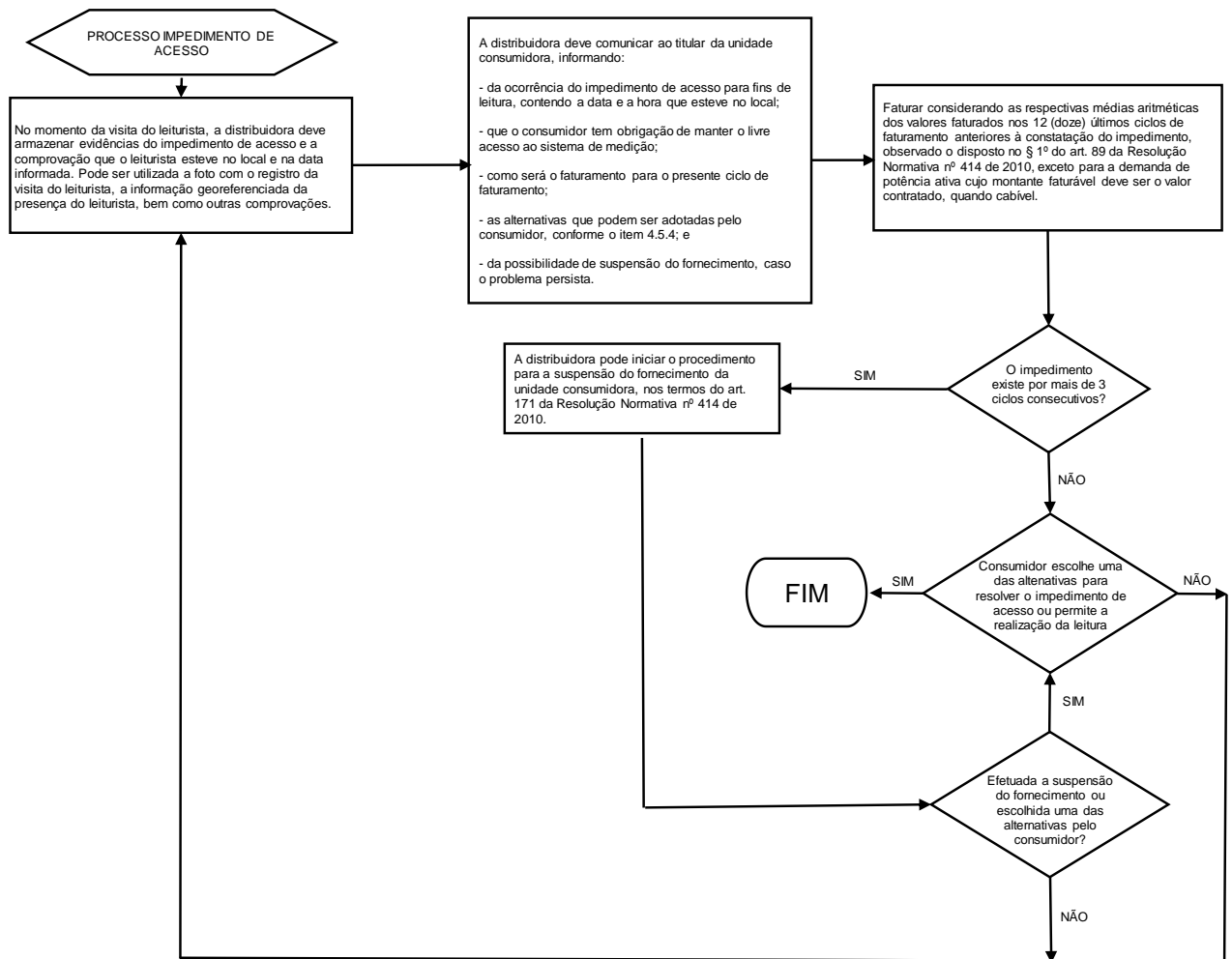
4.5.7 O valor dos serviços descritos nas alíneas “e” e “g” do item 4.5.4 devem ser objeto de orçamento específico.

4.5.8 A cobrança dos serviços descritos no item 4.5.4 pode ser adicionada ao faturamento regular após a sua prestação pela distribuidora.

4.5.9 Após o 3º (terceiro) ciclo de faturamento consecutivo com impedimento de acesso para fins de leitura, a distribuidora pode efetuar a suspensão do fornecimento da unidade consumidora, nos termos do art. 171 da Resolução Normativa nº 414 de 2010.

Assunto: <b>Leitura de Sistemas de Medição Utilizados para Faturamento</b>	Seção: <b>5.3</b>	Revisão: <b>6</b>	Data de Vigência: <b>01/01/2021</b>	Página: <b>35 de 37</b>
---	----------------------	----------------------	--	----------------------------

4.5.10 O processo quando do impedimento de acesso está resumido no fluxograma a seguir:



Assunto: Critério de Deslocamento e Metodologia para Compensação de Perdas em Linhas de Distribuição	Seção: Anexo I	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 36 de 37
---	-------------------	---------------	---------------------------------	---------------------

## ANEXO I – CRITÉRIO DE DESLOCAMENTO E METODOLOGIA PARA COMPENSAÇÃO DE PERDAS EM LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO

Em caso de deslocamento do sistema de medição utilizado para faturamento, a perda técnica no trecho de linha entre o ponto de conexão e o sistema de medição, representada como um percentual em relação à máxima potência demandada pelo empreendimento,  $P_{max}$  (kW), deve ser estimada por (1).

$$PerdaP_{(\%)} = \frac{0,1 \cdot n \cdot r \cdot L \cdot I_{max}^2}{P_{max}} (\%) \quad (1)$$

em que  $n$  é número de fases da linha ( $n = 3$ ),  $r$  é a resistência de sequência positiva da linha de distribuição, em  $\Omega/\text{km}$ ,  $L$  é comprimento do trecho de linha de distribuição entre o ponto de conexão e o sistema de medição, em km, e  $I_{max}$  é a corrente máxima em A, por fase, estimada para a linha de distribuição conforme (2):

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot V_n \cdot \cos\phi} (A) \quad (2)$$

em que  $V_n$  (kV) é a tensão nominal da linha de distribuição e  $\cos\phi$  é o fator de potência, fixado em 0,92. Já a incerteza combinada do sistema de medição pode ser estimada por (3):

$$Erro_{(\%)} = 0,05 \pm \sqrt{M^2 + Tc^2 + Tp^2} \quad (3)$$

em que  $M$  é a incerteza padrão do medidor,  $Tc$  é a incerteza padrão do transformador de corrente,  $Tp$  é a incerteza padrão do transformador de potencial (valores referentes aos requisitos mínimos definidos na Tabela 1 da Seção 5.1) e 0,05 representa o erro sistemático. Desse modo, o sistema de medição poderá ser instalado a uma distância  $L$  do ponto de conexão, caso a perda percentual calculada por (1) seja inferior à metade do erro estimado para o sistema de medição que atende aos requisitos mínimos para aquele nível de tensão, ou seja, caso a perda percentual atenda à seguinte desigualdade:

$$PerdaP_{(\%)} < \frac{Erro_{(\%)}}{2} \quad (4)$$

Diante do deslocamento entre o sistema de medição e o ponto de conexão do empreendimento, deve-se considerar nos valores medidos de energia e de demanda ativa o percentual de perdas estabelecido em (1). No caso da energia e demanda reativa, deve-se considerar o percentual estabelecido por (5):

## Procedimentos de Distribuição

Assunto: Critério de Deslocamento e Metodologia para Compensação de Perdas em Linhas de Distribuição	Seção: Anexo I	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/01/2021	Página: 37 de 37
---	-------------------	---------------	---------------------------------	---------------------

$$PerdaQ_{(\%) } = \frac{0,1 \cdot n \cdot x \cdot L \cdot I_{max}^2}{P_{max} \cdot \sqrt{(\cos\varphi)^{-2} - 1}} \quad (5)$$

em que  $x$  é a reatância de sequência positiva da linha de distribuição, em  $\Omega/\text{km}$ .