



**Operador Nacional
do Sistema Elétrico**

Submódulo 25.6

Indicadores de qualidade de energia elétrica – frequência e tensão

Rev. Nº.	Motivo da revisão	Data de aprovação pelo ONS	Data e instrumento de aprovação pela ANEEL
0.0	Atendimento à Resolução Normativa ANEEL nº 115, de 29 de novembro de 2004.	03/09/2008	17/10/2008 Resolução Autorizativa nº 1601/08
1.0	Versão decorrente da Audiência Pública nº 061/2008, submetida para aprovação em caráter definitivo pela ANEEL.	17/06/2009	05/08/2009 Resolução Normativa nº 372/09

Nota: Convencionou-se como 1.0 a primeira versão deste procedimento aprovada em caráter definitivo pela ANEEL. A numeração das versões anteriores foi alterada de forma a ter numeração inferior a 1.0 (ex. a antiga versão 0 é agora chamada de 0.0, a antiga versão 1 é agora chamada de 0.1, e assim em diante).

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

1 INTRODUÇÃO	3
2 OBJETIVO	3
3 ALTERAÇÕES DESTA REVISÃO	4
4 RESPONSABILIDADES	4
4.1 DO OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS	4
4.2 DOS AGENTES DE OPERAÇÃO	4
5 INDICADORES DE VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA	4
5.1 DESEMPENHO DA FREQUÊNCIA EM REGIME PERMANENTE – DFP	4
5.2 DESEMPENHO DA FREQUÊNCIA DURANTE DISTÚRBIOS – DFD	6
6 INDICADORES DE CONFORMIDADE DA ONDA DE TENSÃO	7
6.1 TENSÃO EFICAZ EM REGIME PERMANENTE	7
6.2 FLUTUAÇÃO DE TENSÃO	8
6.3 DESEQUILÍBRIO DE TENSÃO	9
6.4 DISTORÇÃO DE TENSÃO HARMÔNICA	10
6.5 VARIAÇÃO DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO	11

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

1 INTRODUÇÃO

1.1 Este submódulo estabelece a definição e a formulação dos indicadores de desempenho da rede básica relacionados à qualidade de energia elétrica (QEE), no que diz respeito aos aspectos de variação da frequência e de conformidade da forma da onda de tensão.

1.2 Os indicadores de frequência e conformidade da forma da onda de tensão estabelecidos neste submódulo resultam da compilação da experiência de planejamento e operação do sistema elétrico brasileiro, consolidada no âmbito do Grupo Coordenador de Planejamento do Sistema – GCPS, do Grupo Coordenador para a Operação Interligada – GCOI¹ e do Comitê Coordenador de Operações do Norte/Nordeste – CCON, bem como dos resultados das discussões técnicas promovidas no âmbito do grupo de trabalho especial de QEE, coordenado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e constituído com a representação de diversos agentes do setor elétrico, de universidades, de consumidores, etc.

1.3 Os agentes de geração considerados neste submódulo são aqueles detentores, por concessão ou autorização, de usinas classificadas nas modalidades de operação como Tipo I – Programação e despacho centralizados, conforme critérios e sistemática estabelecidos no Módulo 26 *Modalidade de operação de usinas*.

1.4 O módulo e o submódulo aqui mencionado são:

- (a) Submódulo 25.2 *Apuração dos dados*; e
- (b) Módulo 26 *Modalidade de operação de usinas*.

2 OBJETIVO

2.1 O objetivo deste submódulo é estabelecer a sistemática para o cálculo dos seguintes indicadores de desempenho:

2.1.1 Indicadores de variação de frequência

- (a) Desempenho da Frequência em Regime Permanente – DFP; e
- (b) Desempenho da Frequência Durante Distúrbios – DFD.

2.1.2 Indicadores de conformidade da onda de tensão

- (a) Tensão eficaz em regime permanente
 - (1) Duração Relativa de Violação de Tensão Precária por Ponto de Controle – DRP_{pc};
 - (2) Duração Relativa de Violação de Tensão Crítica por Ponto de Controle – DRC_{pc}.
- (b) Flutuação de tensão
 - (1) Severidade de Cintilação de Curta Duração – Pst;
 - (2) Severidade de Cintilação de Longa Duração – Plt.
- (c) Desequilíbrio de tensão
 - (1) Fator de Desequilíbrio de Tensão – K.
- (d) Distorção de tensão harmônica

¹ Critérios e procedimentos para o atendimento a consumidores com cargas especiais - Revisão 1; Nov/97; GGOI/SECEL e GCPS/CTST.

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

- (1) Distorção de Tensão Harmônica Total – DTHT;
- (2) Distorção de Tensão Harmônica Individual (por harmônica) – DTHI.
- (e) Variação de tensão de curta duração
 - (1) Afundamento de Tensão de Curta Duração – ATCD;
 - (2) Elevação de Tensão de Curta Duração – ETCD.

3 ALTERAÇÕES DESTA REVISÃO

3.1 Alterações decorrentes das contribuições recebidas e aprovadas pela ANEEL relativas ao processo de Audiência Pública nº 061/2008 com o objetivo de possibilitar a aprovação em caráter definitivo dos Procedimentos de Rede.

4 RESPONSABILIDADES

4.1 Do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS

- (a) Obter os dados necessários para o cálculo dos indicadores.
- (b) Calcular os valores dos indicadores a partir dos dados consistidos, considerando suas diversas formas de agregação, e armazenar os resultados na Base de Dados Técnica do ONS – BDT.
- (c) Divulgar, periodicamente, os valores dos indicadores calculados.
- (d) Fornecer aos agentes de operação, mediante consulta, os valores dos indicadores calculados que estejam armazenados e disponíveis na BDT.

4.2 Dos agentes de operação

- (a) Apoiar ou conduzir, quando solicitado pelo ONS, o processo de levantamento e consistência dos dados necessários para o cálculo dos indicadores de que trata este submódulo.

5 INDICADORES DE VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA

5.1 Desempenho da Frequência em Regime Permanente – DFP

5.1.1 Objetivo

5.1.1.1 Avaliar a capacidade e a eficiência do Sistema Interligado Nacional – SIN em responder às demandas do sistema elétrico, tais como variações de carga, variações de geração e mudanças de topologia da rede, mantendo a frequência dentro dos limites pré-estabelecidos.

5.1.1.2 Refletir a qualidade da operação, na coordenação dos recursos de geração do SIN.

5.1.1.3 Avaliar a eficácia de resposta dos sistemas de Controle Automático de Geração – CAG em operação no período de apuração.

5.1.1.4 Refletir a qualidade dos diversos programas de operação elaborados pelas áreas de programação do ONS e agentes de operação, mostrando a eficácia desses programas na previsão das condições operacionais do sistema.

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

5.1.2 Definição

5.1.2.1 Percentual de intervalos de 10 (dez) minutos nos quais o desvio de frequência foi superior a 0,4 Hz.min, em relação ao total de 144 intervalos diários.

5.1.3 Formulação

$$DFP = \left(1 - \left(\frac{n}{144} \right) \right) \cdot 100 \text{ [%]}$$

Onde:

n = Número de intervalos de 10 (dez) minutos considerando o total de 144 intervalos diários nos quais a integral do módulo do desvio de frequência (A) foi superior a 0,4 Hz.min.

5.1.3.1 O cálculo da integral do módulo do desvio da frequência (A) a cada 10 (dez) minutos é realizado pela expressão:

$$A = \int |\Delta f(t)| \cdot dt$$

Onde:

A = Integral do módulo do desvio da frequência a cada 10 (dez) minutos, em Hz.min.

Δf = Desvio da frequência = $f - f_0$.

f = Frequência medida (Hz).

f_0 = Frequência nominal (60,00 Hz).

t = Tempo (minutos).

5.1.3.2 As variações de frequência durante distúrbios são expurgadas para cálculo do indicador DFP. A integral do módulo do desvio de frequência calculada nos 10 (dez) minutos que coincidirem com o início do distúrbio não será considerada para cálculo do indicador DFP se o valor calculado for superior a 1,0 Hz.min. Nesse caso o número de intervalos de 10 (dez) minutos utilizado na fórmula acima é substituído por 144 subtraído do número de intervalos em que hajam ocorrido, no dia, distúrbios que satisfaçam as condições anteriores.

5.1.4 Dados utilizados

5.1.4.1 Os procedimentos para coleta, classificação e consistência dos dados utilizados para o cálculo desse indicador estão descritos no Submódulo 25.2.

5.1.5 Agregações

5.1.5.1 Espacial: sistema.

5.1.5.2 Temporal: diária.

5.1.6 Divulgação e periodicidade

5.1.6.1 O indicador DFP é divulgado através de relatórios e no site do ONS.

5.1.6.2 A periodicidade é mensal.

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

5.2 Desempenho da Frequência Durante Distúrbios – DFD

5.2.1 Objetivo

5.2.1.1 Avaliar as variações de frequência durante distúrbios no sistema elétrico.

5.2.2 Definição

5.2.2.1 O indicador DFD corresponde a uma avaliação qualitativa do desempenho da frequência durante distúrbios, contabilizados no período de 1 (um) ano.

5.2.3 Formulação

5.2.3.1 Quantificação do período de tempo em que a frequência se situou dentro das faixas pré-estabelecidas, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Limites para avaliação qualitativa do desempenho da frequência durante distúrbios

Desempenho	Tempo acumulado máximo de exposição a desvios de frequência (seg)
$f > 66,0$ Hz	0
$63,5$ Hz $< f \leq 66,0$ Hz	30,0
$62,0$ Hz $< f \leq 63,5$ Hz	150,0
$60,5$ Hz $< f \leq 62,0$ Hz	270,0
$58,5$ Hz $\leq f < 59,5$ Hz	390,0
$57,5$ Hz $\leq f < 58,5$ Hz	45,0
$56,5$ Hz $\leq f < 57,5$ Hz	15,0
$f < 56,5$ Hz	0

5.2.3.2 Em função do atendimento aos limites estabelecidos na Tabela 1, considerando os valores apurados no período de 1 (um) ano, o indicador DFD classifica o desempenho qualitativo da frequência como adequado ou não.

5.2.4 Dados utilizados

5.2.4.1 Os procedimentos para coleta, classificação e a consistência dos dados utilizados para o cálculo deste indicador estão descritos no Submódulo 25.2.

5.2.5 Agregações

5.2.5.1 Espacial: sistema.

5.2.5.2 Temporal: por evento

5.2.6 Divulgação e periodicidade

5.2.6.1 O indicador DFD é divulgado através de relatório e no site do ONS.

5.2.6.2 A periodicidade é mensal.

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

6 INDICADORES DE CONFORMIDADE DA ONDA DE TENSÃO

6.1 Tensão eficaz em regime permanente

6.1.1 Objetivo

6.1.1.1 Avaliar o desempenho dos pontos de controle da rede básica no que diz respeito aos níveis de tensão em regime permanente, identificando aqueles cuja tensão encontra-se com desempenho adequado, crítico ou precário, de acordo com a legislação em vigor.

6.1.1.2 Entende-se por ponto de controle a instalação ou conjunto de instalações na fronteira entre a rede básica e os ativos de conexão com os agentes de geração, de distribuição, consumidores livres, importadores, exportadores e Demais Instalações de Transmissão – DIT, de acordo com a regulamentação oficial em vigor.

6.1.2 Definição

6.1.2.1 Para a avaliação do desempenho dos pontos de controle quanto à tensão eficaz em regime permanente são utilizados os seguintes indicadores:

- (a) Duração Relativa de Violação de Tensão Precária por Ponto de Controle – DRP_{pc} ;
- (b) Duração Relativa de Violação de Tensão Crítica por Ponto de Controle – DRC_{pc} .

6.1.2.2 O indicador DRP_{pc} corresponde ao percentual de leituras com tensão classificadas como precárias, em um ponto de controle, no período de observação.

6.1.2.3 O indicador DRC_{pc} corresponde ao percentual de leituras com tensão classificadas como críticas, em um ponto de controle, no período de observação.

6.1.3 Formulação

6.1.3.1 Os indicadores utilizados na avaliação dos valores das tensões em regime permanente (DRP_{PC} e DRC_{PC}) são os mesmos estabelecidos em resolução específica da Agência Nacional de Energia Elétrica — ANEEL, aplicados nos pontos de conexão, a saber:

$$DRP_{PC} = (nlp/n).100 [\%]$$

$$DRC_{PC} = (nlc/n).100 [\%]$$

Onde:

DRP_{PC} = Duração relativa de violação de tensão precária por ponto de controle.

DRC_{PC} = Duração relativa de violação de tensão crítica por ponto de controle.

nlp = número de leituras com tensão precária no período de observação mensal.

nlc = número de leituras com tensão crítica no período de observação mensal.

n = número de leituras válidas obtidas no período de observação mensal e com período de integralização do equipamento correspondente a dez minutos.

6.1.4 Dados utilizados

6.1.4.1 Os procedimentos para coleta, classificação e consistência dos dados utilizados para o cálculo destes indicadores estão descritos no Submódulo 25.2.

6.1.5 Agregações

6.1.5.1 Sistêmica: ponto de controle, agente de operação conectante, estado, região e sistema.

6.1.5.2 Temporal: mensal.

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

6.1.5.3 Com exceção da agregação por ponto de controle, os valores dos indicadores, para uma dada agregação temporal, correspondem a valores médios do universo de observação.

6.1.6 Divulgação e periodicidade

6.1.6.1 Os indicadores DRP e DRC são divulgados através de relatório e no site do ONS.

6.1.6.2 A periodicidade é trimestral.

6.2 Flutuação de Tensão

6.2.1 Objetivo

6.2.1.1 Avaliar o desempenho dos pontos de controle da rede básica no que diz respeito ao fenômeno da cintilação decorrentes de níveis de flutuação de tensão.

6.2.2 Definição

6.2.2.1 A flutuação de tensão é a variação aleatória, repetitiva ou esporádica do valor eficaz da tensão. De um modo geral, podem-se relacionar as flutuações aleatórias e repetitivas com a operação de cargas não lineares que apresentam consumo de potência variável no tempo, enquanto as flutuações esporádicas relacionam-se com manobras de rede ou de carga.

6.2.2.2 As flutuações de tensão nos barramentos da rede básica, provocadas pela operação das cargas não lineares instaladas nos consumidores livres ou alimentadas pelos agentes de distribuição, podem provocar uma série de distúrbios ao se propagarem através da rede. Entretanto, apenas o distúrbio que causa a cintilação luminosa (*flicker*) é objeto deste submódulo.

6.2.2.3 A cintilação, aplicada a sistemas elétricos, é a impressão visual resultante das variações do fluxo luminoso nas lâmpadas elétricas causada pelas flutuações da tensão de alimentação.

6.2.2.4 A severidade de cintilação é uma representação quantitativa do incômodo visual percebido pelas pessoas expostas ao fenômeno de cintilação.

6.2.2.5 Os níveis de severidade de cintilação, causados pela flutuação de tensão [1], são quantificados pelos indicadores P_{st} e Plt, conforme descrição e recomendação da Comissão Internacional de Eletrotécnica na Publicação IEC 61000-4-15 (*Flickermeter – Functional and design specifications*).

6.2.3 Formulação

6.2.3.1 O indicador P_{st} representa a severidade dos níveis de cintilação associada à flutuação de tensão verificada num período contínuo de 10 (dez) minutos e é calculado a partir dos níveis instantâneos de sensação de cintilação, medidos conforme a seguinte expressão:

$$P_{st} = \sqrt{0,0314 P_{0,1} + 0,0525 P_1 + 0,0657 P_3 + 0,28 P_{10} + 0,08 P_{50}}$$

Onde:

P_i = nível de sensação de cintilação que foi ultrapassado durante $i\%$ do tempo, resultante do histograma de classificação por níveis, calculado conforme estabelecido na Publicação IEC-61000-4-15.

6.2.3.2 O indicador P_{lt} representa a severidade dos níveis de cintilação causados pela flutuação de tensão verificada num período contínuo de 2 (duas) horas e é calculado a partir dos registros de P_{st} conforme a seguinte expressão:

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} (P_{sti})^3}$$

6.2.3.3 Os indicadores de severidade de cintilação, aqui adotados como representativos da flutuação de tensão num dado barramento da rede básica, são:

- (a) PstD95%: valor do indicador Pst que foi superado em apenas 5 % dos registros obtidos no período de um dia; e
- (b) PltS95%: valor do indicador Plt que foi superado em apenas 5 % dos registros obtidos no período de uma semana, ou seja, de sete dias completos e consecutivos.

6.2.4 Dados utilizados

6.2.4.1 Os procedimentos para coleta, classificação e consistência dos dados utilizados para o cálculo deste indicador estão descritos no Submódulo 25.2.

6.2.5 Agregações

6.2.5.1 Sistêmica: ponto de controle.

6.2.5.2 Temporal: semanal.

6.2.6 Divulgação e periodicidade

6.2.6.1 Os indicadores P_{st} e P_{lt} são divulgados através de relatórios.

6.2.6.2 A periodicidade é anual.

6.3 Desequilíbrio de Tensão

6.3.1 Objetivo

6.3.1.1 Avaliar o desempenho dos pontos de controle da rede básica no que diz respeito ao desequilíbrio de tensão.

6.3.2 Definição

6.3.2.1 O indicador para avaliar o desequilíbrio de tensão [1] nos pontos de controle da rede básica é o Fator de Desequilíbrio de Tensão – K, que exprime a relação percentual entre as componentes de seqüência negativa (V_2) e seqüência positiva (V_1) da tensão.

6.3.3 Formulação

6.3.3.1 O K é calculado por:

$$K = \frac{V_2}{V_1} \cdot 100 [\%]$$

Onde:

V_1 = Tensão de seqüência positiva no ponto de controle.

V_2 = Tensão de seqüência negativa no ponto de controle.

6.3.3.2 O valor do indicador a ser comparado com o valor limite, identificado como KS95%, é assim obtido:

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

- (a) determina-se o valor que foi superado em apenas 5% dos registros obtidos no período de um dia, considerando os valores dos indicadores integralizados em intervalos de 10 (dez) minutos, ao longo de sete dias consecutivos;
- (b) o valor do indicador corresponde ao maior entre os sete valores obtidos anteriormente, em base diária.

6.3.4 Dados utilizados

6.3.4.1 Os procedimentos para coleta, classificação e consistência dos dados utilizados para o cálculo deste indicador estão descritos no Submódulo 25.2.

6.3.5 Agregações

6.3.5.1 Sistêmica: ponto de controle.

6.3.5.2 Temporal: semanal.

6.3.6 Divulgação

6.3.6.1 O indicador K é divulgado através de relatórios.

6.3.6.2 A periodicidade é anual.

6.4 Distorção de Tensão Harmônica

6.4.1 Objetivo

6.4.1.1 Avaliar o desempenho dos pontos de controle da rede básica no que diz respeito aos níveis de distorção harmônica de tensão.

6.4.2 Definição

6.4.2.1 O indicador para avaliar o desempenho global quanto a harmônicos [1], em regime permanente, nos pontos de controle da rede básica, é a Distorção de Tensão Harmônica – DTH.

6.4.2.2 Esse indicador não se aplica a fenômenos transitórios ou de curta duração que resultem em injeção de correntes harmônicas, como ocorre, por exemplo, na energização de transformadores ou em partida de unidades geradoras que utilizam equipamentos conversores de frequência.

6.4.2.3 Entende-se por Distorção de Tensão Harmônica Total – DTHT, a raiz quadrada do somatório quadrático das tensões harmônicas de ordens 2 a 50. Como será apresentado no item 6.4.3 deste submódulo, esse indicador é determinado a partir dos Indicadores de Distorção de Tensão Harmônica Individual – DTHI.

6.4.3 Formulação

6.4.3.1 Os indicadores DTHT e DTHI são calculados pelas seguintes expressões:

$$DTHT = \sqrt{\sum DTHI_h^2} \text{ [%]}$$

e

$$DTHI_h = \frac{V_h}{V_1} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Onde:

V_h = Tensão harmônica de ordem h em volts.

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

V_1 = Tensão à frequência fundamental obtida durante a medição em volts.

$DTHI_h$ = Tensão harmônica de ordem h em porcentagem da tensão à frequência fundamental obtida durante a medição.

6.4.3.2 Os valores dos indicadores – tanto o indicador total (DTHTS95%) quanto os indicadores por harmônicos – a serem comparados com os valores limites são assim obtidos:

- determina-se o valor que foi superado em apenas 5% dos registros obtidos no período de um dia, considerando os valores dos indicadores integralizados em intervalos de 10 (dez) minutos, ao longo de sete dias consecutivos;
- o valor do indicador corresponde ao maior entre os sete valores obtidos, anteriormente, em base diária.

6.4.4 Dados utilizados

6.4.4.1 Os procedimentos para coleta, classificação e consistência dos dados utilizados para o cálculo deste indicador estão descritos no Submódulo 25.2.

6.4.5 Agregações

6.4.5.1 Sistêmica: ponto de controle.

6.4.5.2 Temporal: semanal.

6.4.6 Divulgação

6.4.6.1 Os indicadores DTHT e DTHI são divulgados através de relatórios.

6.4.6.2 A periodicidade é anual.

6.5 Variação de tensão de curta duração

6.5.1 Objetivo

6.5.1.1 Avaliar o desempenho dos pontos de controle da rede básica no que diz respeito ao fenômeno das variações de tensão de curta duração, tanto decorrentes de afundamentos quanto de elevações de tensão.

6.5.2 Definição

6.5.2.1 A Variação de Tensão de Curta Duração – VTCD é um evento aleatório de tensão caracterizado por desvio significativo, por curto intervalo de tempo, do valor eficaz da tensão. Calcula-se o valor eficaz da tensão a partir da média quadrática dos valores instantâneos da tensão, em período mínimo de meio ciclo e máximo de um ciclo. A VTCD refere-se normalmente à tensão fase-neutro e é descrita monofasicamente pelos parâmetros amplitude e duração.

6.5.2.2 A amplitude da VTCD é definida pelo valor extremo do valor eficaz da tensão em relação à tensão nominal do sistema no ponto considerado, enquanto perdurar o evento.

6.5.2.3 A duração da VTCD é definida pelo intervalo de tempo decorrido entre o instante em que o valor eficaz da tensão em relação à tensão nominal do sistema no ponto considerado ultrapassa determinado limite e o instante em que essa variável volta a cruzar esse limite.

6.5.2.4 A partir da duração e amplitude, as VTCD são classificadas de acordo com o que se apresenta no Quadro 1.

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

Quadro 1 – Denominação das variações de tensão de curta duração

Denominação	Duração da variação	Amplitude da tensão (valor eficaz) em relação à tensão nominal
Interrupção momentânea de tensão	Inferior ou igual a três segundos	inferior a 0,1 pu
Afundamento momentâneo de tensão	Superior ou igual a um ciclo e inferior ou igual a três segundos	superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 pu
Elevação momentânea de tensão	Superior ou igual a um ciclo e inferior ou igual a três segundos	superior a 1,1 pu
Interrupção temporária de tensão	superior a três segundos e inferior ou igual a um minuto	inferior a 0,1 pu
Afundamento temporário de tensão	superior a três segundos e inferior ou igual a um minuto	superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 pu
Elevação temporária de tensão	superior a três segundos e inferior ou igual a um minuto	superior a 1,1 pu

6.5.2.5 A variação momentânea de tensão compreende os eventos com duração inferior ou igual a 3 (três) segundos: interrupção, afundamento e elevação momentâneas de tensão.

6.5.2.6 A variação temporária de tensão compreende os eventos com duração superior a 3 (três) segundos e inferior ou igual a 1 (um) minuto: interrupção, afundamento e elevação temporárias de tensão.

6.5.2.7 Denomina-se **interrupção momentânea de tensão (IMT)** o evento em que o valor eficaz da tensão é inferior a 0,1 pu da tensão nominal, durante um intervalo de tempo com duração inferior ou igual a 3 (três) segundos.

6.5.2.8 Denomina-se **afundamento momentâneo de tensão (AMT)** o evento em que o valor eficaz da tensão é superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 pu da tensão nominal, durante um intervalo de tempo com duração superior ou igual a um ciclo (16,67 ms, na frequência de 60 Hz) e inferior ou igual a 3 (três) segundos.

6.5.2.9 Denomina-se **elevação momentânea de tensão (EMT)** o evento em que o valor eficaz da tensão é superior a 1,1 pu da tensão nominal, durante um intervalo de tempo com duração superior ou igual a um ciclo (16,67 ms, na frequência de 60 Hz) e inferior ou igual a 3 (três) segundos.

6.5.2.10 Denomina-se **interrupção temporária de tensão (ITT)** o evento em que o valor eficaz da tensão é inferior a 0,1 pu da tensão nominal, durante um intervalo de tempo com duração superior a 3 (três) segundos e inferior ou igual a 1 (um) minuto.

6.5.2.11 Denomina-se **afundamento temporário de tensão (ATT)** o evento em que o valor eficaz da tensão é superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 pu da tensão nominal, durante um intervalo de tempo com duração superior a 3 (três) segundos e inferior ou igual a 1 (um) minuto.

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

6.5.2.12 Denomina-se **elevação temporária de tensão (ETT)** o evento em que o valor eficaz da tensão é superior a 1,1 pu da tensão nominal, durante um intervalo de tempo com duração superior a 3 (três) segundos e inferior ou igual a 1 (um) minuto.

6.5.2.13 O desempenho da rede básica com relação ao fenômeno de VTCD é avaliado através dos indicadores:

- (a) Afundamento de Tensão de Curta Duração – ATCD; e
- (b) Elevação de Tensão de Curta Duração – ETCD.

6.5.3 Formulação

6.5.3.1 Além dos parâmetros duração e amplitude já descritos, a severidade da variação de tensão de curta duração em cada fase é também caracterizada pela frequência de ocorrência, que corresponde à quantidade de vezes que cada combinação dos parâmetros duração e amplitude ocorre por unidade de tempo.

6.5.3.2 Num ponto de monitoração, uma VTCD é caracterizada a partir da agregação dos parâmetros amplitude e duração de cada evento. Assim sendo, eventos simultâneos são primeiramente agregados compondo um mesmo evento no ponto de monitoração (agregação de fases) e, em seguida, eventos consecutivos, em um período de 1 (um) minuto, no mesmo ponto, são agregados compondo um único evento (agregação temporal).

6.5.3.3 No ponto de monitoração, os afundamentos e elevações de tensão são tratados separadamente.

6.5.3.4 A amplitude do evento obtida após o processo de agregação de fases corresponde ao mínimo valor para afundamento e ao máximo para elevação.

6.5.3.5 Preferencialmente, a agregação de fases deve ser feita pelo critério de união das fases, ou seja, a duração do evento é definida como o intervalo de tempo decorrido entre o instante em que o primeiro dos eventos de uma fase ultrapassa determinado limite e o instante em que o último dos eventos volta a cruzar esse limite. No entanto, são aceitas as seguintes formas alternativas de agregação de fases:

- (a) Agregação por parâmetros críticos – a duração do evento é definida como a máxima duração entre os três eventos de cada fase.
- (b) Agregação pela fase crítica - a duração do evento é definida como a duração do evento de amplitude crítica, ou seja, amplitude mínima para afundamento e máxima para duração.

6.5.3.6 Após a agregação por fases, afundamentos consecutivos ou elevações consecutivas devem ser agregados de forma temporal quando o intervalo de tempo entre o início de eventos consecutivos for inferior a 1 (um) minuto. O afundamento e elevação que representa o intervalo de 1 (um) minuto é o de menor ou maior amplitude respectivamente.

6.5.3.7 O indicador utilizado para quantificar uma VTCD em um ponto de controle é a frequência de ocorrência, em base anual, de pares (amplitude, duração) dos eventos no ponto, discretizados em faixas de observação. Essa frequência de ocorrência deve ser normalizada tendo em vista eventuais períodos de indisponibilidade de medição ao longo do período de observação.

6.5.3.8 A contabilização das combinações amplitude e duração de afundamentos deve ser feita em intervalos discretizados conforme detalhado na Tabela 1, onde a amplitude é quantificada em p.u. da tensão nominal.

6.5.3.9 A formulação abaixo indica o cálculo do indicador ATCD para amplitude, duração, que corresponderá a uma célula da Tabela 1. Considera-se um determinado período de agregação (PA) e um período de indisponibilidade do equipamento de medição (PI) ao longo desse PA.

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

$$ATCD_{(a,d)} = \frac{ATCDc_{(a,d)} \cdot (PA)}{PA - PI}$$

Onde:

- $ATCD_{(a,d)}$ = Valor do indicador no período PC em um ponto de controle.
 $ATCDc_{(a,d)}$ = Total de eventos contabilizados no período PC.
 PA = Período de agregação.
 PI = Período de indisponibilidade do equipamento de medição.

Tabela 2 – Discretização dos parâmetros amplitude e duração para contabilização de fundamentos

Amplitude (pu)	Duração				
	[16,67-300] (ms)	(300-600) (ms)	(0,6-1) (s)	(1-3) (s)	(3-60) (s)
(0,85 - 0,90]					
(0,80 - 0,85]					
(0,70 - 0,80]					
(0,60 - 0,70]					
(0,50 - 0,60]					
(0,40 - 0,50]					
(0,30 - 0,40]					
(0,20 - 0,30]					
[0,10 - 0,20]					
< 0,10					

6.5.3.10 Afundamentos entre 0,85 e 0,90 pu constituem uma zona de transição e devem ser quantificados apenas quando a configuração de disparo e *reset* assim o permitir, sem que haja, no entanto, aumento significativo da quantidade de dados espúrios. Prioritariamente, essa configuração de disparo e *reset* deve ser de 0,90 e 0,92 p.u. para afundamento e de 1,10 e 1,08 p.u. para elevação. Alterações devem ser previamente acordadas com o ONS.

6.5.3.11 A contabilização das combinações amplitude e duração de elevações deve ser feita em intervalos discretizados conforme detalhado na Tabela 3.

6.5.3.12 Para cálculo do indicador ETCD aplica-se a mesma formulação acima estabelecida para cálculo do ATCD.

Tabela 3 – Discretização dos parâmetros amplitude e duração para contabilização de elevações

Amplitude (pu)	Duração				
	[16,67-300] (ms)	(300-600) (ms)	(0,6-1) (s)	(1-3) (s)	(3-60) (s)
[1,10-1,40]					
> 1,40					

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
INDICADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA – FREQUÊNCIA E TENSÃO	25.6	1.0	05/08/2009

6.5.4 Dados utilizados

6.5.4.1 Os procedimentos para coleta, classificação e consistência dos dados utilizados para o cálculo deste indicador estão descritos no Submódulo 25.2.

6.5.5 Agregações

6.5.5.1 Sistêmica: ponto de controle, agente de operação conectante, região, sistema e estado.

6.5.5.2 Temporal: anual.

6.5.5.3 Com exceção da agregação por ponto de controle, os valores dos indicadores, para uma dada agregação temporal, correspondem a valores médios do universo de observação.

6.5.6 Divulgação

6.5.6.1 Os indicadores ATCD e ETCD são divulgados através de relatórios.

6.5.6.2 A periodicidade é anual.