V SBQEE

Seminário Brasileiro sobre Qualidade da Energia Elétrica

17 a 20 de Agosto de 2003

Aracaju – Sergipe – Brasil

Código: AJU 04 181
Tópico: Análise, Diagnóstico e Soluções

GERÊNCIA DOS PADRÕES DE DESEMPENHO DA REDE BÁSICA - CONCEITOS E PROCEDIMENTOS

Roberto J. R. Gomes*
ONS

Dalton O. C. Brasil
ONS

José R. Medeiros
Consultor

RESUMO

O estabelecimento dos indicadores e padrões de desempenho constitui-se em um desafio permanente para o Setor Elétrico Brasileiro. Além disto, para garantir o adequado desempenho da rede elétrica é necessário um conjunto de procedimentos voltados ao levantamento dos valores dos indicadores, à avaliação de situações de violação dos padrões estabelecidos, bem como à avaliação do desempenho de novas conexões à Rede Básica.

Este artigo apresenta alguns aspectos associados à gerência dos indicadores de desempenho da Rede Básica compreendendo: responsabilidades do ONS e dos agentes no processo de gerenciamento, filosofia de apuração e gerenciamento dos indicadores, bem como a divulgação dos resultados alcançados.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade de Energia Elétrica, Indicadores de Desempenho, Distorção Harmônica, Flutuação de Tensão, Variação de Tensão de Curta Duração.

1.0 - INTRODUÇÃO

O ONS entende que os aspectos técnicos e filosóficos associados aos indicadores e padrões de desempenho da Rede Básica, bem como os processos de gerenciamento destes indicadores, estão em constante evolução, sendo, por isto mesmo, razão de intensas discussões e debates tanto no Brasil como no exterior. Além disso, considerando um mesmo ambiente de possibilidades tecnológicas, existem diversas gradações de utilização destas possibilidades associadas, por exemplo, as seguintes questões:

- Quando, como e onde apurar os valores dos indicadores de desempenho;
- Qual deve ser a precisão dos equipamentos / sistemas de medição (protocolos de medição);
- Quais informações deverão ser disponibilizadas aos diversos agentes e a sociedade em geral que atendam aos princípios de transparência, abrangência e relevância, de maneira a caracterizar a qualidade de energia na Rede Básica e que permitam tomar decisões quanto a eventuais ações de adequação, considerando tanto os aspectos técnicos como os econômicos;
- Qual deve ser o envolvimento dos diversos agentes no processo de gestão dos padrões de desempenho.

Do ponto de vista dos indicadores e padrões, os Submódulos 2.2 (Padrões de Desempenho da Rede Básica) e 3.8 (Requisitos Técnicos para a Conexão à Rede Básica) tratam, respectivamente, dos seus aspectos globais e individuais. Os aspectos da gerência destes indicadores de desempenho encontram-se no Submódulo 2.8 (Gerência dos Indicadores de Desempenho da Rede Básica).

Fundamentalmente, a gestão do desempenho da Rede Básica abrange os seguintes aspectos:

(a) Levantamento dos valores dos indicadores estabelecidos no submódulo 2.2 dos Procedimentos de Rede particularmente nos barramentos da Rede Básica, através de medições ou simulações, para apoiar as

* Rua da Quitanda, 196 – 23º andar - CEP 20091-000 – Rio de Janeiro - RJ - BRASIL
Tel.: (021) 2203-9600 - Fax: (021) 2203-9423 - E-MAIL: roberto@ons.org.br

ações voltadas tanto à prevenção de violações como ao restabelecimento do adequado desempenho da Rede Básica.

(b) Avaliação de situações de violação dos padrões de desempenho da Rede Básica, tendo por finalidade a determinação das causas da violação, de forma a definir as ações necessárias ao restabelecimento do referido desempenho, bem como a identificação das responsabilidades associadas.

(c) Avaliação de novas conexões à Rede Básica, de maneira a quantificar seu impacto nos valores dos indicadores de desempenho e prevenir violações dos mesmos tanto do ponto de vista do desempenho individual de cada instalação, considerando os indicadores e padrões estabelecidos no Submódulo 3.8 dos Procedimentos de Rede para agentes usuários da Rede Básica e os requisitos mínimos das instalações da Rede Básica estabelecidos nos Submódulos 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6 dos Procedimentos de Rede para as novas instalações da Rede Básica, como do ponto de vista do desempenho global da Rede Básica, com base nos indicadores e padrões estabelecidos no Submódulo 2.2 dos Procedimentos de Rede.

Este artigo alinha os principais aspectos conceituais quanto à gerência dos indicadores de desempenho da Rede Básica, bem como os procedimentos de apuração dos valores dos indicadores e as filosofias básicas associadas aos processos de acesso e de avaliação e análise de violações dos referidos padrões de desempenho.

2.0 - GERÊNCIA DOS INDICADORES DE DESEMPENHO

A lógica utilizada para o tratamento das questões relacionadas com o gerenciamento dos indicadores de desempenho da Rede Básica inclui, basicamente, três etapas. A tabela 1 abaixo apresenta o cronograma relativo às etapas mencionadas.

A primeira etapa teve como marco a elaboração dos submódulos 2.2 e 3.8.

A segunda etapa, em andamento, trata do estabelecimento e desenvolvimento da infra-estrutura necessária para a implantação do processo de gerenciamento dos padrões de desempenho da Rede Básica. Um dos marcos desta etapa correspondeu à elaboração do submódulo 2.8 (Gerência dos Indicadores de Desempenho da Rede Básica).

Tabela 1 – Cronograma de Implantação

Fases	Objetivos	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	Estabelecimento dos indicadores e padrões de desempenho	xx	xxxx	xxxx	xxxx			
2	Modelagem do processo de Gerenciamento e especificação do Sistema			xx	xxxx	xxxx		
3	Implantação e Início da Operação					xxxx	xxxx	xx

Este item apresenta os principais aspectos quanto à gerência dos indicadores de desempenho da Rede Básica, detalhada no submódulo 2.8, incluindo uma breve descrição dos indicadores, forma de apuração, gerência do desempenho e apresentação dos resultados.

2.1 Continuidade

- Descrição do indicador

Os indicadores DIPC, FIPC e DMIPC correspondem, respectivamente, à duração, à freqüência e à duração máxima de interrupção de serviço no ponto de controle, considerando um determinado período de apuração.

- Forma de Apuração

O indicador será apurado de forma contínua e agregada em base mensal.

- Gerência Desempenho

A gerência dos indicadores de continuidade será realizada em base trimestral e anual.

A avaliação do desempenho de um determinado ponto de controle será realizada através dos indicadores de desempenho DIPCanual, FIPCanual, DIPChistórico e FIPChistórico, bem como dos índices de referência DIPCreferência e FIPCreferência como descritos abaixo.

DIPCanual e FIPCanual - valores de DIPC e FIPC acumulados em um período de 12 meses.
DIPChistórico e FIPChistórico - valores DIPC e FIPC acumulados a cada ano de operação do ponto de controle.
DIPCreferência e FIPCreferência - determinados a partir de simulação de desempenho.

A gerência do desempenho dos indicadores de continuidade incluirá, dentre outras, as seguintes avaliações:

(a) Análise comparativa dos valores apurados dos indicadores DIPCanual, FIPCanual DIPChistórico e FIPChistórico com os valores de referência (DIPCreferência e FIPCreferência);

(b) Análise do comportamento dos valores dos indicadores DIPCanual, FIPCanual DIPChistórico e FIPChistórico ao longo do tempo.

Cabe ao ONS, quando da identificação de um ponto de controle com comportamento atípico, identificar as causas de tal desempenho e propor, caso necessário, as ações corretivas cabíveis, notificando o agente responsável.

- Apresentação dos Resultados

Os valores dos indicadores DIPC e FIPC, totalizados em base mensal, serão divulgados em base trimestral, em até 20 dias úteis após o término do trimestre.

2.2 Variação de Freqüência

- Descrição do indicador

O indicador DFP (Indicador de Desempenho da Freqüência em Regime Permanente) avalia as variações de freqüência durante operação do sistema elétrico em regime permanente, sendo estabelecido como se segue.

$$DFP = (1 - (n / 144)) \times 100 \ (\%)$$

Onde:

n - número de intervalos de 10 minutos, em base diária, em que a integral do módulo do desvio de freqüência (A) foi superior a 0,4 Hz.min .

Cálculo da integral do módulo do Desvio da Freqüência (A) a cada 10 minutos:

$$A = \int | \Delta f(t) | \ .dt \quad (Hz.min)$$

Onde:

- **A:** Integral do módulo do desvio da freqüência a cada 10 minutos
- **Δf:** Desvio da freqüência = f – f 0
- **f:** Freqüência realizada (Hz)
- **f0:** Freqüência nominal 60,00 Hz
- **t:** Tempo (minutos)

O indicador DFP representa o percentual de intervalos de 10 minutos durante o dia em que a integral do módulo do Desvio da Freqüência do sistema foi inferior a 0,4 Hz.min.

O indicador DFD (Indicador de Desempenho da Freqüência Durante Distúrbios) avalia as variações de freqüência durante distúrbios no sistema elétrico.

- Forma de Apuração

O indicador DFP será apurado de forma contínua e agregado em base diária. As variações de freqüência durante distúrbios serão expurgadas para cálculo do indicador DFP.

A apuração do indicador DFD será realizada quando da ocorrência de distúrbios no sistema elétrico sob a forma de valores absolutos da freqüência, sem integralização.

- Gerência Desempenho

A meta para o indicador DFP é que o sistema não deverá apresentar mais que oito valores da integral do desvio de freqüência superior a 0,4 Hz.min a cada dia.

Com base nos padrões de desempenho estabelecidos no Submódulo 2.2 dos Procedimentos de Rede, o resultado do indicador DFD será uma avaliação qualitativa do desempenho da freqüência durante distúrbios, adotando-se os seguintes padrões, contabilizados no período de 1 ano, apresentados na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Desempenho da freqüência

Desempenho	Tempo acumulado máximo de exposição a desvios de freqüência (seg)
f > 66,0 Hz	0
f > 63,5 Hz	30,0
f > 62,0 Hz	180,0
f < 60,5 Hz	450,0
f < 59,5 Hz	450,0
f < 58,5 Hz	60,0
f < 57,5 Hz	15,0
f < 56,5 Hz	0

- Apresentação dos Resultados

O indicador DFP será calculado em base diária e disponibilizado em bases mensais em até 5 dias úteis após o término do mês.

O indicador DFD será apurado durante distúrbios, por evento, e disponibilizado em bases mensais em até 5 dias úteis após o término do mês.

2.3 Tensão em Regime Permanente

- Descrição do indicador

Os indicadores utilizados na avaliação dos valores das tensões em regime permanente (DRP_{PC} e DRC_{PC}) são os mesmos estabelecidos na resolução da ANEEL no 505/2001, aplicados nos pontos de conexão.

$$DRP_{PC} = (nlp / n) \times 100 \ \%$$

$$DRC_{PC} = (nlc / n) \times 100 \ \%$$

Onde:

- **DRP_{PC}:** Duração Relativa de Violação de Tensão Precária por Ponto de Conexão;
- **DRC_{PC}:** Duração Relativa de Violação de Tensão Crítica por Ponto de Conexão;
- **nlp:** número de leituras com tensão precária no período de observação semanal;
- **nlc:** número de leituras com tensão crítica no período de observação semanal;
- **n = 1.008:** número de leituras válidas obtidas no período de observação semanal e com período de integralização do equipamento correspondente a 10 (dez) minutos.

- Forma de Apuração

O indicador DFP será apurado de forma contínua e agregado em base semanal.

- Gerência Desempenho

A avaliação do desempenho do valor eficaz da tensão em regime permanente nos pontos de conexão deve ser realizada com base nos valores dos indicadores DRP_{PC} e DRC_{PC}, considerando-se para efeito de análise a fase com pior desempenho, no período de observação

semanal, tendo-se como referência os valores das tensões de leituras obtidas com relação as faixas de variação da tensão de leitura admissíveis na Resolução nº 505/2001.

Caso, no período de um mês, a tensão do ponto de conexão seja classificada como precária por mais do que duas vezes ou crítica por mais do que uma vez, o ONS, juntamente com os agentes que tem controle sobre o ponto de conexão ou são afetados pelo seu desempenho, irá analisar as causas do desempenho inadequado e propor, se necessário, ações para a solução do problema e regularização do referido ponto de conexão, devendo ser acompanhado o prazo de sua implantação.

- Apresentação dos Resultados

Os valores dos indicadores DRP_{PC} e DRC_{PC}, para cada ponto de conexão, serão disponibilizados, trimestralmente, em bases semanais em até 20 dias úteis após o término do trimestre.

2.4 Flutuação, Desequilíbrio e Distorção harmônica de Tensão

- Descrição do indicador

A flutuação de tensão é caracterizada pelos indicadores PstD95% e PltS95%, relacionados com o nível de severidade do fenômeno da cintilação (flicker), conforme estabelecido abaixo.

(a) PstD95%: valor do indicador Pst que foi superado em apenas 5 % dos registros obtidos no período de 1 dia (24 horas);
(b) PltS95%: valor do indicador Plt que foi superado em apenas 5 % dos registros obtidos no período de uma semana, 7 (sete) dias completos e consecutivos.

O desequilíbrio de tensão é caracterizado pelo indicador KS95%, que exprime a relação entre as componentes da tensão de seqüência negativa (V2) e positiva (V1). A distorção harmônica de tensão é caracterizada pelos indicadores DTHTS95% e os indicadores correspondentes relativos aos harmônicos individuais. Ambos indicadores são apurados conforme descrito abaixo.

(a) Determina-se o valor que foi superado em apenas 5% dos registros obtidos no período de 1 dia (24 horas), ao longo de 7 (sete) dias consecutivos;
(b) O valor do indicador corresponde ao maior dentre os sete valores obtidos, anteriormente, em base diária.

- Forma de Apuração

Fundamentalmente, a apuração será realizada sob a forma de campanhas de medição, coordenadas pelo ONS, através de prestação de serviço de terceiros.

Nas barras da Rede Básica onde existam registros de reclamações e/ou onde a presença de cargas não lineares ou especiais, cujo desempenho implique na ocorrência de valores expressivos dos referidos indicadores, pode ser necessária à realização de uma medição contínua.

- Gerência Desempenho

A avaliação do desempenho global das barras de interesse será realizada através da comparação dos valores dos indicadores obtidos através de processo de apuração, por fase, com os valores dos seus respectivos limites inferior e superior, conforme indicado abaixo:

(a) Quando valor do indicador for menor ou igual ao limite inferior considera-se o desempenho adequado;
(b) Quando o valor apurado do indicador encontrar-se dentro dos limites da faixa o desempenho da barra será considerado em estado de observação. Caso se verifiquem reclamações relativas ao fenômeno de cintilação ou evidências de problemas no desempenho e/ou na integridade de alguma instalação, o ONS, em conjunto com os agentes envolvidos, deverá buscar alternativas de soluções e atribuir responsabilidades;
(c) Quando o valor apurado for maior que o limite superior considera-se, a princípio, o desempenho da barra inadequado. Neste caso, as ações corretivas ou mitigadoras deverão ser definidas logo após a realização de investigações para identificação das causas e responsabilidades.

- Apresentação dos Resultados

Os valores dos indicadores serão disponibilizados, trimestralmente, por barra da Rede Básica submetida ao processo de medição.

2.5 Variação de Tensão de Curta Duração

- Descrição do indicador

O indicador utilizado para quantificar uma VTCD em um ponto de monitoração é a freqüência de ocorrência, em base anual, de pares [amplitude, duração] dos eventos no ponto, discretizados em faixas de observação.

- Forma de Apuração

Os indicadores de desempenho quanto a VTCDs serão apurados mensalmente pelo ONS de forma contínua.

- Gerência Desempenho

A princípio, tal gerência terá por objetivo o acompanhamento do desempenho dos pontos de monitoração. Tal acompanhamento será realizado em base mensal.

Adicionalmente, o ONS buscará identificar pontos de monitoração com desempenho atípico, a partir de valores de referência determinados através de simulação.

- Apresentação dos Resultados

Os indicadores de todos os pontos de monitoração serão disponibilizados trimestralmente, em base anual, em até 20 dias úteis após o término do trimestre.

3.0 - PRINCÍPIOS BÁSICOS E RESPONSABILIDADES

3.1 Princípios Básicos

O ONS, baseado nos indicadores e padrões estabelecidos nos Submódulos 2.2, 2.3, 2.4, 2.6 e 3.8 dos Procedimentos de Rede tem a responsabilidade de manter o desempenho da Rede Básica dentro dos padrões estabelecidos, cabendo-lhe coordenar e providenciar todas atividades e ações pertinentes.

No caso de violação dos padrões de desempenho dos indicadores de variação de freqüência, tensão em regime permanente, flutuação, desequilíbrio ou distorção harmônica da Rede Básica, incluídos no Submódulo 2.2, o ONS deverá identificar as causas, diferenciando as questões sistêmicas, onde proporá alternativas de solução conforme metodologia em vigor, das questões individuais, onde notificará e solicitará providências ao(s) agente(s) responsável(is).

Violações que envolvam um agente de distribuição e que forem devidas a fenômenos de flutuação, desequilíbrio ou distorções harmônicas, provenientes de consumidores conectados na sua rede enquanto não estiverem concluídos os Procedimentos de Rede de Distribuição, será tratado caso a caso com a participação dos agentes, ONS e ANEEL.

Aos agentes, que, de algum modo estejam afetando ou sendo afetados pelo desempenho da Rede Básica, cabe participar da análise das situações de violação dos padrões de desempenho, sob a coordenação do ONS.

3.2 Responsabilidade do ONS

Dentre as responsabilidades do ONS destacam-se:

- Levantar, consistir, tratar os dados e analisar as informações referentes aos indicadores de desempenho da Rede Básica;
- Especificar, contratar e coordenar os serviços relativos à medição de indicadores de desempenho contínua ou através de campanhas;
- Emitir, em bases anuais, um relatório apresentando os principais aspectos relacionados com o desempenho da Rede Básica, considerando os padrões estabelecidos no Submódulo 2.2 dos Procedimentos de Rede;
- Emitir e atualizar, na página do ONS, os resultados relacionados ao levantamento dos indicadores de desempenho da Rede Básica com a periodicidade necessária ao acompanhamento eficaz de cada indicador;
- No caso de violações dos padrões globais de desempenho da Rede Básica, efetuar, em conjunto com os agentes responsáveis pelos sistemas elétricos envolvidos, estudos, análises e medições de grandezas elétricas necessárias à identificação das causas da violação, bem como à definição da responsabilidade pelas ações necessárias ao restabelecimento dos padrões definidos;
- Recomendar a adoção de medidas corretivas visando o restabelecimento dos padrões de desempenho na Rede Básica;

3.3 Responsabilidade dos agentes

Dentre as responsabilidades dos agentes destacam-se:

- Os agentes de distribuição, geração e transmissão, deverão disponibilizar ao ONS os dados relativos aos valores de tensão em regime permanente e variação de tensão de curta duração coletados sob sua responsabilidade a partir dos processos vinculados ao sistema de medição para faturamento (SMF);
- Os agentes de transmissão deverão realizar, prioritariamente, as medições contínuas dos indicadores de flutuação, desequilíbrio e distorção harmônica de tensão, complementares às campanhas de medição, através de contrato de prestação adicional de serviço;
- Os agentes de geração, distribuição e consumidores livres deverão manter o desempenho individual de suas instalações de acordo com o Submódulo 3.8 dos Procedimentos de Rede;
- Os agentes de transmissão deverão manter o desempenho individual de suas instalações integrantes da Rede Básica de acordo com os Submódulos 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6 dos Procedimentos de Rede;
- Realizar medições e estudos especiais, sob coordenação do ONS, relacionados com a análise de violações dos padrões de desempenho da Rede Básica que envolva as suas instalações e proceder às ações corretivas de sua responsabilidade;

4.0 - PROCESSOS DE ANÁLISE DE ACESSOS E INTEGRAÇÃO DE NOVAS INSTALAÇÕES Á REDE BÁSICA

O Submódulo 3.8 dos Procedimentos de Rede apresenta os padrões de desempenho que deverão ser obedecidos pelos agentes que se conectam a Rede Básica. Os Submódulos 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6 dos Procedimentos de Rede apresentam os requisitos mínimos que deverão

ser atendidos pelas novas instalações da Rede Básica. Tais padrões devem ser atendidos considerando todos os modos de operação possíveis, ou seja, tanto em operação normal como degradada.

O objetivo da análise a ser desenvolvida tem por foco principal tanto às conexões de consumidores livres como de geradores como a integração de equipamentos pertencentes à Rede Básica que, pela característica não linear e/ou especiais de suas instalações, possam comprometer o desempenho da Rede Básica.

4.1 Quanto aos estudos para avaliação de desempenho

Os estudos associados à avaliação do desempenho individual da nova conexão, com respeito à flutuação de tensão, desequilíbrio e distorção harmônica, deverão ser realizados pelo agente solicitante.

Ao agente cabe a inteira responsabilidade quanto aos dados, modelos e métodos utilizados, bem como quanto aos resultados alcançados e ações resultantes do referido estudo.

Os estudos devem ser realizados considerando as instalações em operação normal e em operação degradada.

O ONS deve repassar ao agente todas as informações disponíveis relativas aos estudos a serem realizados.

O agente deve apresentar, sob a forma de relatório, todos os estudos realizados, incluindo informações detalhadas quanto aos dados, modelos e metodologia utilizados, bem como os resultados obtidos e ações a serem desenvolvidas no sentido de adequar o desempenho da instalação aos padrões estabelecidos.

4.2 Quanto às medições para avaliação de desempenho:

Quando da efetiva instalação de dispositivo não linear, serão realizadas medições, a cargo do agente, sob a forma de campanha de medição, por períodos de sete dias.

As campanhas, dependendo das características da instalação, poderão envolver medições de flutuação, desequilíbrio e distorção harmônica de tensão.

As medições serão realizadas imediatamente antes e depois da entrada em operação da instalação não linear.

5.0 - CONCLUSÕES

A questão da garantia da qualidade de energia elétrica para um ambiente desverticalizado, como é o caso do novo modelo institucional do Setor Elétrico Brasileiro, necessita de soluções que levem em conta os diversos aspectos envolvidos, ou seja, o levantamento, consistência, tratamento dos dados, bem como a análise dos resultados apurados tendo em vista a adoção das ações necessárias à manutenção do adequado desempenho da Rede Básica.

Dada a repercussão técnico-econômica do tema, conclui-se ser de suma importância à participação de todos os agentes no processo de construção das regras que irão reger a qualidade do processo produtivo de energia elétrica, principalmente diante das relações contratuais estabelecidas.

A busca do constante aprimoramento do conjunto de indicadores e processos de apuração, de maneira a avaliar o desempenho da Rede Básica e contribuir para a melhoria das práticas operativas do ONS, bem como para subsidiar necessidades de ampliação ou reforço das instalações da Rede Básica, constitui-se em meta permanente do ONS.

O estabelecimento de responsabilidades tanto para o ONS como para os agentes reflete esperado comprometimento dos agentes com os resultados a serem alcançados, quanto ao desempenho da Rede Básica, através de um processo de trabalho no qual atitudes tais como flexibilidade, transparência e cooperação são valorizadas.

Considerando a necessidade permanente de harmonização das diversas necessidades e interesses dos agentes que se conectam a Rede Básica, o ONS atuará de maneira transparente e equânime a identificação de responsabilidades associadas às violações dos padrões de desempenho da Rede Básica, e buscará soluções de menor custo global.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Procedimento de Rede ONS - Submódulo 2.2 - Padrões de Desempenho da Rede Básica.
(2) Procedimento de Rede ONS - Submódulo 3.8 - Requisitos Técnicos para a Conexão à Rede Básica.
(3) Procedimento de Rede ONS - Submódulo 2.8 - Gerência dos Indicadores de Desempenho da Rede Básica.