



Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  
Escola Politécnica

## **Evolução da Gestão da Qualidade de Serviço de Energia Elétrica no Brasil**

Natália Bernardo

Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção de grau de Engenheiro Eletricista.

Orientadora: Tatiana Mariano Lessa de Assis, D. Sc.

Rio de Janeiro

Abril de 2013

# **Evolução da Gestão da Qualidade de Serviço de Energia Elétrica no Brasil**

Natália Bernardo

PROJETO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO ELETRICISTA.

Examinada por:

---

Prof.<sup>a</sup> Tatiana Mariano Lessa de Assis, D.Sc.  
(Orientadora)

---

Prof. Marcos Vicente de Brito Moreira, D.Sc.

---

Prof. Robson Francisco da Silva Dias, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

ABRIL DE 2013

Bernardo, Natália

Evolução da Gestão da Qualidade de Serviço de Energia Elétrica no Brasil / Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica/ Departamento de Engenharia Elétrica, 2013.

VIII, 55 p.: il. 29,7 cm.

Orientadora: Tatiana Mariano Lessa de Assis

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Departamento de Engenharia Elétrica, 2012.

Referências Bibliográficas: p. 53-55

1. Continuidade de fornecimento de energia, 2. Indicadores de qualidade 3. Qualidade de serviço de energia elétrica.

I. de Assis, Tatiana Mariano Lessa. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. III. Escola Politécnica. IV. Departamento de Engenharia Elétrica. V. Título

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Professora Tatiana Mariano Lessa de Assis, pela confiança em mim depositada, pela sua paciência e incentivos que foram fundamentais para a realização do projeto.

À minha família, pelo apoio emocional, pelo carinho e torcida pelo sucesso do trabalho.

A todos que de alguma maneira contribuíram com o enriquecimento da minha formação.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica / UFRJ como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

## Evolução da Gestão da Qualidade de Serviço de Energia Elétrica no Brasil

Natália Bernardo

Abril / 2013

Orientadora: Tatiana Mariano Lessa de Assis

Curso: Engenharia Elétrica

É de suma importância para o desenvolvimento econômico de uma região e o bem-estar social o fornecimento contínuo de energia elétrica. Cabe ao órgão regulador estabelecer medidas de modo a assegurar níveis aceitáveis da qualidade no serviço prestado pelas distribuidoras de energia elétrica

Com este objetivo, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) regula a qualidade de fornecimento de energia elétrica das concessionárias de distribuição com base em indicadores de continuidade de duração e frequência de interrupções, estabelecendo níveis máximos admissíveis para esses indicadores e penalização pelo não cumprimento destes.

A regulação da continuidade do fornecimento de energia no Brasil teve três marcos históricos: a Portaria DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica) nº 46/1978, responsável por inaugurar a regulação da continuidade no Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), a Resolução ANEEL nº 24/2000, responsável pela adequação da regulação da continuidade a um novo contexto institucional do SEB, e a Audiência Pública nº 46/2010, que instaurou uma série de mudanças nas etapas de definição de limites para os indicadores de qualidade, visando aperfeiçoar a metodologia como um todo.

Esse trabalho visa apresentar os resultados e as análises dos impactos das recentes alterações da regulamentação do controle da qualidade da continuidade do serviço prestado pelas distribuidoras atuantes no mercado nacional. Ao final, com base nos resultados analisados, serão propostas alternativas em alguns pontos da regulamentação a fim de minimizar os impactos negativos para as distribuidoras, os clientes e a sociedade como um todo.

*Palavras-Chave: Continuidade de fornecimento de energia, indicadores de qualidade, qualidade de serviço de energia elétrica.*

Abstract of Undergraduate Project presented to Poli / UFRJ as a partial fulfillment of requirements for the Degree of Electrical Engineer.

## Evolution of Quality Management of Power Supply in Brazil

Natália Bernardo

April / 2013

Advisor: Tatiana Mariano Lessa de Assis

Course: Electrical Engineering

It is of paramount importance to the economic development of a region and the social wellbeing the continuous supply of electricity. The regulatory agency shall establish measures to ensure acceptable levels of quality of service provided by electricity distributors

The National Agency of Electric Energy (ANEEL) regulates the quality of supply from distribution companies based on duration and frequency of interruptions indicators, setting maximum levels for these indicators and penalty for non-compliance of them.

The regulation of continuity in Brazil had three landmarks: the DNAEE (Water and Electric Energy National Department) Ordinance No. 46/1978, responsible for inaugurating the regulation of continuity in Brazilian Electrical System (SEB), ANEEL Resolution No. 24/2000, responsible for the suitability of regulation of continuity to a new context SEB's institutional and Public Hearing No. 46/2010, which introduced a lot of changes in the steps of the definition of limits for the quality indicators, aiming to improve the methodology as a whole.

This work presents the results and analysis of the impacts of recent changes in the regulatory control of the quality of service continuity by distributors operating in the Brazilian market. Based on the analyzed data, enhancements at some specific regulations topics are proposed, aiming at minimizing the negative impacts on distributors, customers and the society as a whole.

*Keywords: Continuity of power supply, quality indicators, quality of electricity service*

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1	Objetivos .....	2
1.2	Estrutura do Trabalho.....	3
<b>2</b>	<b>Conceitos Básicos</b> .....	<b>4</b>
2.1	Revisão Tarifária Periódica .....	4
2.2	Unidade Consumidora.....	4
2.3	Conjunto de Unidades Consumidoras.....	4
2.4	Indicadores de Continuidade.....	4
2.5	Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor (IASC) .....	9
<b>3</b>	<b>Histórico dos Indicadores de Continuidade no Brasil</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Mudanças Metodológicas na Regulamentação da Qualidade de Serviço</b> .....	<b>18</b>
4.1	Definição dos Conjuntos Consumidores .....	19
4.1.1	<i>Metodologia Antiga</i> .....	19
4.1.2	<i>Metodologia Vigente</i> .....	20
4.2	Definição dos Atributos Descritores dos Conjuntos Consumidores .....	21
4.2.1	<i>Metodologia Antiga</i> .....	21
4.2.2	<i>Metodologia Vigente</i> .....	22
4.3	Determinação dos Conjuntos Semelhantes .....	24
4.3.1	<i>Metodologia Antiga</i> .....	24
4.3.2	<i>Metodologia Vigente</i> .....	26
4.4	Definição dos Limites Coletivos de Continuidade (DEC e FEC) .....	28
4.4.1	<i>Metodologia Antiga</i> .....	29
4.4.2	<i>Metodologia Vigente</i> .....	30
4.5	Definição dos Limites Individuais de Continuidade (DIC, FIC e DMIC) .....	31
4.5.1	<i>Metodologia Antiga</i> .....	31
4.5.2	<i>Metodologia Vigente</i> .....	32
4.6	Sistemática de Penalização por Transgressão dos Limites .....	33
4.6.1	<i>Metodologia Antiga</i> .....	35
4.6.2	<i>Metodologia Vigente</i> .....	36
<b>5</b>	<b>Simulação e Análises Críticas</b> .....	<b>37</b>
5.1	Metodologia de Definição de Limites de Continuidade .....	37
5.2	Sistemática de Penalização por Transgressão dos Limites.....	43
5.3	Proposta Alternativa .....	47
<b>6</b>	<b>Conclusões e Trabalhos Futuros</b> .....	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>53</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da qualidade do serviço no Brasil.....	15
Figura 2 – Evolução do IASC no Brasil .....	16
Figura 3 – Indicadores de Qualidade Percebida .....	17
Figura 4 – Evolução da penalização por transgressão dos limites.....	17
Figura 5 – Macroprocesso de avaliação da qualidade do serviço .....	19
Figura 6 – Conjuntos Agrupados pelo método <i>k-means</i> .....	25
Figura 7 – Elementos mais próximos a um conjunto localizado na fronteira de um agrupamento.....	26
Figura 8 – Aplicação do Método Dinâmico para os conjuntos 16, 26 e 46 do exemplo da Figura 6.....	27
Figura 9 – Metodologia antiga de determinação dos limites de DEC e FEC.....	29
Figura 10 – Histograma de quantidade de unidades consumidoras por conjunto.....	38
Figura 11 – Histograma de quantidade de unidades consumidoras por conjunto.....	38
Figura 12 – Evolução dos limites DIC, FIC e DMIC.....	42
Figura 13 – Evolução da compensação por transgressão dos indicadores DIC, FIC e DMIC e da multa por violação dos limites de DEC e FEC para o período de 2007 a 2010 .....	43
Figura 14 – Valor anual total de penalização para a amostra simulada: Metodologia 2º CRTP x 3º CRTP .....	46
Figura 15 – Valor anual total de penalização por DIC, FIC e DMIC: Metodologia 2º CRTP x 3º CRTP.....	47
Figura 16 – Modelo utilizado pelo IASC .....	48



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites de DICRI conforme região e níveis de tensão .....	8
Tabela 2 – Quantidade de Entrevistas .....	10
Tabela 3 – Portaria DNAEE nº 46/1978 – padrões coletivos .....	12
Tabela 4 – Portaria DNAEE nº 46/1978 – padrões individuais.....	12
Tabela 5 – Atributos Avaliados pela ANEEL .....	23
Tabela 6 – Atributos Selecionados para Análise Comparativa entre os Conjuntos .....	24
Tabela 7 – Limites de Indicadores Individuais – Metodologia antiga .....	31
Tabela 8 – Exemplo da tabela dos limites para os indicadores individuais.....	32
Tabela 9 – Número de conjuntos comparados com o conjunto Autonomistas.....	39
Tabela 10 – Variáveis de entrada para o Método k-means.....	40
Tabela 11 – Variáveis de entrada para o Método Dinâmico.....	40
Tabela 12 – Coeficiente de Variação.....	41
Tabela 13 – Percentual de conjuntos por áreas regionais .....	41
Tabela 14 – Características dos cenários simulados .....	44
Tabela 15 – Percentual de participação dos consumidores por classe de consumo .....	45
Tabela 16 – Percentual de falhas por nível de tensão e localização.....	45
Tabela 17 – EUSD médio por nível de tensão e localização.....	46

## **LISTA DAS PRINCIPAIS SIGLAS**

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

AT – Alta tensão

BT – Baixa Tensão

CP – Consulta Pública

CRTP – Ciclo de Revisões Tarifárias Periódicas

CV – Coeficiente de variação

DEC – Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora

DIC – Duração de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão

DMIC – Duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora ou por ponto de conexão

DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

FEC – Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora

FIC – Frequência de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão

IASC – Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor

MT – Média Tensão

NT – Nota Técnica

ONS – Operador Nacional do Sistema

PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica

RN – Resolução Normativa

RTP – Revisão Tarifária Periódica

SE – Subestação

SEB – Sistema Elétrica Brasileiro

SED – Subestação de Distribuição

SIN – Sistema Interligado Nacional

SRD – Superintendência de Regulação da Distribuição

TAC – Termos de Ajustamento de Conduta

UC – Unidade Consumidora

# 1 Introdução

A busca constante pela melhoria na qualidade da energia elétrica distribuída aos consumidores vem sendo elemento motivador para uma série de modificações tanto dos instrumentos legais e regulatórios, como para a própria organização das empresas no direcionamento e focalização de suas estratégias.

Conceitualmente, o mercado de distribuição de energia elétrica pode ser caracterizado como um monopólio natural. Por esse motivo, uma eficiência contínua e com níveis aceitáveis não é alcançada de maneira natural, sendo necessária a atuação de um órgão regulador. Esse papel é atribuído ao estado, que por meio da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – estabelece regras e padrões mínimos de qualidade para o fornecimento de energia elétrica.

De acordo com a ANEEL, “uma medida de quão bem a energia elétrica pode ser utilizada pelos consumidores. Essa medida inclui características de continuidade de suprimento e de conformidade com certos parâmetros considerados desejáveis para a operação segura, tanto do sistema supridor como das cargas elétricas”. Neste contexto, a qualidade é composta por três frentes: produto, serviço e comercial.

A qualidade comercial, aprovada pela Resolução 373/2009 [1], que entrou em vigor no ano de 2012, regula a qualidade e o prazo médio de solução das reclamações.

A qualidade do produto, segundo a ANEEL, estabelece os parâmetros e valores de referência relativos à conformidade de tensão em regime permanente e às perturbações na forma de onda de tensão. Os aspectos considerados da qualidade do produto, em regime permanente ou transitório, são:

- a) Tensão em regime permanente;
- b) Fator de potência;
- c) Harmônicos;
- d) Desequilíbrio de tensão;
- e) Flutuação de tensão;
- f) Variações de tensão de curta duração;
- g) Variação de frequência.

A qualidade de serviço, que será o objeto do estudo no presente trabalho, inclui a continuidade do fornecimento aos consumidores finais (quantidade de interrupções e tempo de retorno do fornecimento).

Uma das formas para se mensurar a continuidade do fornecimento é, qualitativamente, através de pesquisas de satisfação, que resultam no Índice ANEEL de

Satisfação do Consumidor (IASC). Porém, devido à sua característica subjetiva, é recomendado que não seja a única forma a ser aplicada.

Uma outra forma de mensuração é quantitativamente, através de indicadores. Para a mensuração da qualidade no fornecimento de energia elétrica são utilizados indicadores coletivos – Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC) – e individuais, quais sejam, Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão (DIC), Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão (FIC) e Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão (DMIC).

Em 2009, a ANEEL iniciou o processo de discussão para aprimoramento da regulamentação da qualidade de serviço no Brasil, entre as mudanças realizadas pode-se destacar as abaixo:

- Critérios para formação dos conjuntos de unidades consumidoras, que são utilizados para o cálculo dos índices equivalentes DEC e FEC;
- Atributos descritores dos conjuntos de unidades consumidoras, tais como a área observada e a média mensal de consumo;
- Limites de DEC e FEC;
- Limites de DIC, FIC e DMIC;
- Sistemática de penalização por transgressão dos limites.

Como consequência, essas mudanças na regulamentação da qualidade de serviço foram homologadas dentro do Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica – dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica (PRODIST) da ANEEL.

## **1.1 Objetivos**

O objetivo do presente trabalho é expor os principais aspectos que foram propostos ao longo da revisão metodológica para avaliação da qualidade do serviço de distribuição de energia elétrica (iniciada em junho de 2009) e que corroboraram para definição da metodologia que está em vigor.

Num segundo passo, serão abordadas as implicações das mudanças metodológicas incorridas para as empresas de distribuição de energia elétrica levantando as principais consequências, sejam no sentido de análise das metas propostas pelo Regulador até o exame do comportamento esperado dos níveis de penalidades das empresas de distribuição de energia.

## **1.2 Estrutura do Trabalho**

O trabalho está dividido em 5 capítulos. No Capítulo 2 serão apresentados conceitos básicos relacionados à regulamentação da qualidade do serviço, incluindo a definição dos diversos indicadores utilizados.

O Capítulo 3 apresenta o histórico da gestão da qualidade do fornecimento de energia elétrica no Brasil, bem como os motivadores para a criação e aperfeiçoamento dos indicadores, desde a inexistência de fiscalização até o presente momento de discussões que primam pela melhoria da qualidade do serviço prestado pelas distribuidoras de energia elétrica.

No Capítulo 4 serão abordadas as mudanças na definição e metodologia de cálculo dos indicadores de qualidade, objeto de estudo deste trabalho. Para cada etapa do método utilizado pela ANEEL para definição do padrão de qualidade, serão mostradas as formas de cálculo na metodologia anterior e na vigente.

No Capítulo 5 são apresentadas análises comparativas dos resultados oriundos da aplicação de ambas as metodologias, e serão apresentados os impactos para os consumidores e para as concessionárias de energia.

Finalmente, o Capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho e propostas para futuros desenvolvimentos.

## **2 Conceitos Básicos**

Este capítulo apresentará os principais conceitos relacionados à qualidade de serviço, necessários para o entendimento deste trabalho.

### **2.1 Revisão Tarifária Periódica**

A Revisão Tarifária Periódica é um processo que ocorre periodicamente para garantir o equilíbrio econômico-financeiro da distribuidora.

Cada concessionária possui, em seu contrato de concessão, um prazo estabelecido para passar pelo processo de revisão. Em média esse procedimento é realizado a cada quatro anos, porém, para algumas concessionárias esse tempo pode ser maior ou menor.

Durante o processo de revisão são abertas audiências públicas para discussão e definição, entre as distribuidoras e o Agente Regulador, dos limites de continuidade de energia elétrica para cada ano do ciclo de revisões tarifárias.

### **2.2 Unidade Consumidora**

De acordo com a Resolução Normativa nº 24/2000, uma unidade consumidora é um *“conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor”*.

### **2.3 Conjunto de Unidades Consumidoras**

Conforme a Resolução 24/2000, um conjunto de unidades consumidoras é *“qualquer agrupamento de unidades consumidoras, global ou parcial, de uma mesma área de concessão de distribuição, definido pela concessionária ou permissionária e aprovado pela ANEEL”*.

Em outras palavras, os conjuntos de unidades consumidoras são subdivisões da área de concessão da distribuidora, sendo definidos padrões de qualidade (indicadores e metas) para cada conjunto.

### **2.4 Indicadores de Continuidade**

O indicador de continuidade é definido como a representação quantificável do desempenho de um sistema elétrico. Seu objetivo é assegurar níveis desejáveis de continuidade do fornecimento de energia elétrica e comparar o desempenho das concessionárias com valores definidos durante os ciclos de revisão tarifária.

São mensuradas interrupções oriundas de descontinuidades do neutro ou da tensão em qualquer uma das fases de um circuito elétrico, superiores a 3 minutos. As interrupções de curta duração (menor que 3 minutos), apesar de também ser prejudiciais ao consumidor, são desconsideradas da apuração dos indicadores de continuidade.

Os indicadores de continuidade consideram padrões individuais e coletivos, conforme apresentado a seguir:

- a) DEC e FEC - Duração e Frequência Equivalente de Interrupção por unidade consumidora.

DEC é o intervalo de tempo que, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.

A duração das interrupções está relacionada à logística de atendimento (veículos, comunicação, qualificação do pessoal) e tecnologia utilizada para o reestabelecimento e reparo da rede, bem como à dificuldade de acesso ao local da falha (qualidade das estradas, trânsito, etc).

FEC é o número de interrupções ocorridas, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado.

A frequência das interrupções caracteriza a suscetibilidade do sistema frente às causas externas (vegetação, eventos climáticos, etc) e às causas internas (degradação do sistema por envelhecimento e/ou falta de manutenção).

Para suas apurações utilizam-se as seguintes fórmulas:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^N Ca(i) \times t(i)}{Ct} \cdot (h/\text{consumidor}) \quad (1)$$

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^N Ca(i)}{Ct} \cdot (\text{interrupções}/\text{consumidor}) \quad (2)$$

Sendo:

- $Ca(i)$  o número de consumidores do universo considerado, atingidos pela interrupção (i).
- $t(i)$  o tempo de duração, em horas e centésimos de hora, da interrupção (i).

- $i$  o número da interrupção considerada, variando de 1 a  $N$ , sendo  $N$  o número de interrupções ocorridas durante o período de apuração.
- $C_t$  o número total de consumidores do universo considerado, entendido como sendo o número de consumidores existentes no último dia de cada mês de apuração no caso de apuração mensal e média aritmética dos números de consumidores existentes nos últimos dias de cada mês do período, no caso de apuração trimestral ou anual.

b) DIC e FIC – Duração e Frequência de Interrupção Individual por Consumidor

DIC é o intervalo de tempo, contínuo ou não, em que um determinado consumidor ficou privado do fornecimento de energia elétrica, no período de apuração.

FIC é o número de interrupções que um determinado consumidor sofreu no período de apuração.

Para suas apurações utilizam-se as seguintes fórmulas:

$$DIC = \sum_{i=1}^N t(i) \quad (3)$$

$$FIC = N \quad (4)$$

Em que:

- $t(i)$  é o tempo de duração, em horas e centésimos de hora, da interrupção ( $i$ ).
- $i$  é o índice de cada interrupção variando de 1 a  $N$ .
- $N$  é o número de interrupções do consumidor considerado, no período de apuração

c) DMIC – Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora

DMIC é o tempo máximo de interrupção contínua, da distribuição de energia elétrica, para uma unidade consumidora qualquer, isto é:

$$DMIC = t(i) \max \quad (5)$$

Em que:

- $t(i) \max$  é o valor correspondente ao tempo da máxima duração de interrupção contínua ( $i$ ).



Os limites de DIC, FIC e DMIC têm o objetivo de garantir um padrão mínimo de continuidade para o consumidor. Tais limites foram atualizados na primeira revisão do PRODIST, aprovada pela Resolução Normativa Nº 395 [2], de 15 de dezembro de 2009. Os limites e a apuração dos indicadores individuais são informados na fatura do consumidor.

Os limites de DEC e FEC podem ser considerados como referência, dadas as características do conjunto, para uma continuidade média a ser fornecida pela distribuidora aos consumidores pertencentes ao conjunto.

A ANEEL estabelece para cada uma das distribuidoras metas anuais para os indicadores de continuidade, que são redefinidas no ano da revisão periódica das tarifas.

A seguir serão apresentados os recém-criados indicadores de continuidade, que entraram em vigor no ano de 2012.

d) DICRI – Duração da Interrupção ocorrida em dia crítico por unidade consumidora ou ponto de conexão

Em 2012 passou a ser utilizado o indicador DICRI, que estabelece o tempo máximo de uma interrupção ocorrida em um dia crítico.

Conforme a ANEEL define, “Dia Crítico é o dia em que a quantidade de ocorrências emergenciais, em um determinado conjunto de unidades consumidoras, supera a média acrescida de três desvios padrões dos valores diários.” A média e o desvio padrão a serem usados serão os relativos aos 24 meses anteriores ao ano em curso, incluindo os dias críticos já identificados. Ou seja, são dias em que o número de ocorrências é muito superior à média diária.

A proposta de criação deste índice, colocada na Audiência Pública nº 064/2011 [3], teve como objetivo incentivar as distribuidoras a atuarem de forma célere em dias críticos, uma vez que os indicadores não eram contabilizados nesses dias por se considerar que as distribuidoras não possuem capacidade logística para o atendimento a todas as ocorrências nesses dias.

A Tabela 1 apresenta os limites de DICRI conforme região e níveis de tensão.

**Tabela 1 – Limites de DICRI conforme região e níveis de tensão**

Localidade	Nível de Tensão		
	AT (≥ 69 kV)	MT (> 1kV e < 69 kV)	BT (≤ 1 kV)
Urbana (horas)	9,77	9,77	12,22
Não Urbana (horas)	9,77	12,71	16,60

Por exemplo, se a falta de energia perdurar por mais de 9,77 horas em um dia considerado crítico, o consumidor de alta tensão deverá receber uma compensação referente à ocorrência, independente da compensação mensal pelos outros indicadores.

Cabe ressaltar que o DICRI é individual e representa o tempo máximo de cada interrupção ocorrida em um dia crítico que afetou uma unidade consumidora específica. Assim, esse indicador é apurado por dia crítico, e não por mês, trimestre e ano, como são os indicadores DIC, FIC e DMIC.

e) DGC – Indicador de Desempenho Global de Continuidade

Como forma de complementar os atuais indicadores de continuidade, a ANEEL passou a publicar anualmente o *ranking* das distribuidoras de energia do país em relação à qualidade do serviço prestado.

O *ranking* é elaborado pela ordenação dos DGC's das empresas, formados a partir da comparação dos valores apurados de DEC e FEC de cada distribuidora em relação aos limites estabelecidos pela ANEEL, conforme mostrado em 6.

$$DGC = \frac{\frac{DEC_{Apurado} + FEC_{Apurado}}{DEC_{Limite} + FEC_{Limite}}}{2} \quad (6)$$

Conforme cita a Nota Técnica nº 0054/2012 [4], “a publicação pela ANEEL do indicador DGC terá um impacto na imagem das distribuidoras perante opinião pública, com influência na percepção de consumidores, acionistas, imprensa e sociedade em geral. Portanto, espera-se que as distribuidoras nas piores colocações reajam a tal diagnóstico, procurando uma melhor posição na próxima avaliação. Por outro lado, aquelas bem posicionadas devem se esforçar ainda mais para manterem ou melhorarem as posições no ranking. Dessa forma, haverá uma competição saudável, contribuindo para a melhoria da prestação dos serviços de distribuição de energia elétrica no Brasil.”

## 2.5 Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor (IASC)

O Índice Aneel de Satisfação do Consumidor - IASC é o resultado da pesquisa junto ao consumidor residencial que a Agência realiza todo ano, desde o ano 2000, para avaliar o grau de satisfação dos consumidores residenciais com os serviços prestados pelas distribuidoras de energia elétrica. Este índice tem por finalidade mensurar a qualidade do serviço a partir da visão e satisfação do consumidor residencial e, conseqüentemente, incentivar a melhoria da prestação dos serviços de energia elétrica.

A metodologia utilizada para a apuração do IASC é composta pelos seguintes itens e subitens de avaliação:

### ➤ **Qualidade Percebida**

- Informações ao cliente.
- Acesso à empresa.
- Confiabilidade nos serviços.

### ➤ **Valor Percebido**

- Tarifa paga em relação aos benefícios.
- Tarifa paga em relação ao fornecimento.
- Tarifa Geral em relação ao atendimento.

### ➤ **Confiança**

- Confiança geral.
- Preocupação com o cliente.
- Competência.
- Integridade.

### ➤ **Fidelidade**

- Troca de fornecedor em função da tarifa.
- Troca de fornecedor em função do fornecimento.
- Troca de fornecedor em função do atendimento.

### ➤ **Satisfação**

- Satisfação global.
- Desconformidade.
- Distância do Ideal.

A pesquisa abrange a área de concessão das 63 distribuidoras no País, sendo realizadas em torno de 19.470 entrevistas por empresas especializadas em serviços de

pesquisa, contratadas pela ANEEL por meio de licitação. O tamanho da amostra para cada concessionária, de acordo com o seu porte, está exposto na Tabela 2.

**Tabela 2 – Quantidade de Entrevistas**

<b>Mercado Atendido pela Concessionária</b>	<b>Quantidade de Entrevistas</b>
Até 30 mil consumidores residenciais	200
Acima de 30 mil e até 400 mil consumidores	250
Acima de 400 mil e até 1 milhão de consumidores	320
Acima de 1 milhão de consumidores	450

Fonte: Relatório IASC – <http://www.aneel.gov.br>

Cabe salientar que o item “Confiabilidade nos Serviços” é a parcela da pesquisa que representa a satisfação do cliente sobre a continuidade do fornecimento de energia, englobando os seguintes índices:

- Fornecimento de energia sem interrupção;
- Fornecimento de energia sem variação na tensão;
- Avisos antecipados sobre o corte de energia – falta de pagamento;
- Confiabilidade das soluções dadas;
- Rapidez na volta da energia quando há interrupção; e
- Avisos antecipados sobre o desligamento da energia para manutenção.

De forma a estimular a melhoria da prestação de serviços de energia elétrica orientada para a satisfação dos consumidores, as distribuidoras melhor avaliadas pelos consumidores concorrem anualmente ao Prêmio IASC.

### **3 Histórico dos Indicadores de Continuidade no Brasil**

Até a década de 70, não eram observadas grandes exigências em um controle sobre a qualidade do fornecimento de energia elétrica que resultasse na implementação de uma regulamentação. Até esse período, as concessionárias utilizavam apenas dados históricos que serviam como base para as projeções de melhorias de sua qualidade, nas medidas de interrupções e na quantidade de horas sem fornecimento de energia. Ainda não existia um instrumento unificado legal para o controle da qualidade do fornecimento de energia e, por isso, muitos desses indicadores não eram nem mesmo acompanhados pelas distribuidoras em algumas regiões.

Durante a década de 70, o Brasil passou por um período de grande desenvolvimento econômico interno, conhecido como “milagre brasileiro”. Tal fato acarretou na necessidade de diversas melhorias e uma delas pode-se dizer que foi a necessidade de um melhor controle na qualidade do fornecimento de energia elétrica. Para isso, foram criadas as primeiras regulamentações das condições técnicas e da qualidade do serviço de energia elétrica.

Através da Portaria 46/1978 [5] editada pelo extinto Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), em 17 de Abril de 1978, a qualidade de energia elétrica ganha definição legal de nível nacional, com o estabelecimento de indicadores de continuidade do fornecimento de energia elétrica a serem observados pelas concessionárias de serviços públicos. Foi nessa Portaria que surgiram os índices relativos à continuidade de serviço para todo o Brasil, bem como a divisão em conjuntos de consumidores formada por áreas contíguas.

A Portaria determinava que os indicadores DEC e FEC deveriam ser apurados para cada conjunto de unidades consumidoras, considerando somente as interrupções do fornecimento de energia elétrica com duração superior a 3 minutos, ocorridas em qualquer parte do sistema elétrico e independentemente da sua natureza. Não eram consideradas na apuração interrupções dentro da instalação de uma unidade consumidora e em situações de racionamento.

Além disso, os valores das metas de DEC e FEC foram estipulados de acordo com o padrão de rede (isolado ou conectado ao SIN – Sistema Interligado Nacional), a tensão de atendimento e a classificação da área em urbana ou rural, conforme as tabelas 3 e 4.

**Tabela 3 – Portaria DNAEE nº 46/1978 – padrões coletivos**

<b>Características dos conjuntos de unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 69 kV</b>	<b>DEC (horas)</b>	<b>FEC (ocorrências)</b>
Atendido por sistema subterrâneo com secundário reticulado	15	20
Atendido por sistema subterrâneo com secundário radial	20	25
Atendido por sistema aéreo, com mais de 50.000 consumidores	30	45
Atendido por sistema aéreo, com número de consumidores entre 15.000 e 50.000	40	50
Atendido por sistema aéreo, com número de consumidores entre 5.000 e 15.000	50	60
Atendido por sistema aéreo, com número de consumidores entre 1.000 e 5.000	70	70
Atendido por sistema aéreo, com menos de 1.000 consumidores	120	90

Quanto às unidades consumidoras atendidas em tensão superior a 69 kV, foram estabelecidos valores máximos anuais para os indicadores de continuidade de 15 horas para o DEC e 25 ocorrências para o FEC.

A Portaria 46/1978 também definiu valores máximos anuais de indicadores de continuidade para cada unidade consumidora, conforme a Tabela 4.

**Tabela 4 – Portaria DNAEE nº 46/1978 – padrões individuais**

<b>Características das unidades consumidoras</b>	<b>Duração (horas)</b>	<b>Frequência (ocorrências)</b>
Consumidor atendido por sistema subterrâneo	30	35
Consumidor atendido em tensão superior a 69 kV	30	40
Consumidor atendido em tensão de transmissão ou subtransmissão inferior a 69 kV ou em tensão primária de distribuição, cuja unidade de consumo não se situe em zona rural	80	70
Consumidor atendido em tensão secundária de distribuição e pertencente a conjunto com mais de 1.000 consumidores, cuja unidade de consumo não se situe em zona rural	100	80
Consumidor localizado em zona rural atendido por sistema aéreo de distribuição, ou pertencente a qualquer conjunto com menos de 1.000 consumidores	150	120

Além das metas anuais, também foram fixados limites trimestrais, sendo estes 40% das metas anuais.

Os valores trimestrais e anuais definidos, no entanto, se mostraram inadequados, pois não consideravam as características das regiões atendidas, de forma que conjuntos com características muito distintas poderiam ter a mesma meta de continuidade.

Acompanhando a instabilidade econômica vivida pelo país na década seguinte, principalmente devido ao salto inflacionário ocorrido com a crise mundial do petróleo e as

políticas monetárias internas adotadas durante o período, o setor de energia elétrica apresentou uma forte queda de desenvolvimento devido a uma restrição de investimentos.

Já a década de 90 foi marcada pelo avanço do neoliberalismo e dos processos de privatizações dos serviços públicos. A maioria dos serviços fornecidos pelo governo estava com uma qualidade muito baixa e o nível de desconfiança da população estava cada vez mais alto. Por essa razão, muitas empresas estatais foram vendidas para a iniciativa privada, inclusive setores monopolistas como o de distribuição de energia. Isso permitiu que Órgãos Reguladores e Fiscalizadores começassem a aplicar novas formas avançadas de regulação para otimização de sistemas, melhor atendimento à sociedade e uma maior padronização, tudo buscando uma maior qualidade dos serviços prestados.

Como consequência desse novo desenvolvimento, em 1992, segundo Hassin [6], com o impulso dado pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade, o DNAEE iniciou um estudo cujo objetivo era realizar um levantamento sobre a qualidade de energia elétrica. Por intermédio da Portaria DNAEE nº 293/92 [7], instituiu-se um grupo de trabalho com o objetivo de realizar uma revisão dos indicadores DEC e FEC. Ao se concluir esse estudo, percebeu-se que apenas tais indicadores não seriam suficientes e que seriam necessários outros instrumentos para poder tratar melhor a questão.

Para suprir essa necessidade, foi emitida a Portaria nº 163/93 [8], criando um Grupo de Trabalho com o objetivo de ampliar o escopo dos indicadores utilizados até aquele momento afim de que pudessem refletir melhor as expectativas da sociedade quanto à qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica. Pesquisou-se, então, novos atributos de qualidade e estabeleceu-se que 4 atributos deveriam ser considerados: disponibilidade, conformidade, restaurabilidade e flexibilidade. A disponibilidade indica o quanto a energia está disponível para o consumidor. A conformidade se relaciona à forma de onda de tensão. A restaurabilidade e flexibilidade são atributos que dizem respeito à rede de distribuição, sendo a restaurabilidade a capacidade associada ao sistema elétrico de restaurar rapidamente o fornecimento de energia elétrica, minimizando o tempo de interrupção, e a flexibilidade representa a capacidade que o sistema elétrico tem de assimilar mudanças em sua estrutura ou configuração (HASSIN, *et al.*, 1999) [6].

Todavia, segundo Thomas *et al.* [9], devido ao rápido processo de reestruturação ocorrido com o Setor Elétrico Brasileiro, quando as privatizações na época já atingiam mais de 70% do mercado de distribuição, ficaram incompatíveis os prazos de implantação previstos pelo Grupo de Trabalho. Assim, a Portaria nº 163/93 não incorporou nenhum indicador para apurar o tempo máximo de restabelecimento da energia quando um consumidor genérico é desligado fortuitamente, que é um aspecto de suma importância na ótica do consumidor (HASSIN, *et al.*, 1999) [6].

Com o objetivo de suprir as lacunas existentes e tomar ações de melhoria do controle da qualidade de forma imediata, a ANEEL, sucessora legal do DNAEE, aproveitando o momento de alta de privatizações, iniciou um maior controle dos padrões mínimos de qualidade técnica e de atendimento através de contratos de concessão feitos para cada concessionária privatizada.

Inicialmente, esses contratos previam apenas a manutenção da qualidade frente à regulação vigente, porém, posteriormente, foram incorporados novos indicadores, planos de melhorias contínuas e rotinas de aplicação de penalizações.

No ano 2000, através da Resolução Normativa nº 024 [10], a Agência utilizou para a definição dos limites dos indicadores de continuidade, a análise comparativa de desempenho, também denominada *yardstick competition* [11]. Neste método, primeiro são formados agrupamentos de conjuntos com características físicas e técnicas semelhantes entre si e em seguida, em cada agrupamento, definem-se as metas para os indicadores DEC e FEC, comuns aos conjuntos classificados no agrupamento. Isso implicou na comparação dos desempenhos de cerca de 6.000 conjuntos – existentes naquele momento – das mais de 60 concessionárias de distribuição de energia elétrica do SEB.

A Resolução nº 024 também inovou ao introduzir penalidades pelo não cumprimento dos limites de DEC e FEC e ao estabelecer a revisão das metas a cada revisão tarifária, criando um mecanismo que incentiva a melhoria contínua da qualidade do fornecimento de energia elétrica.

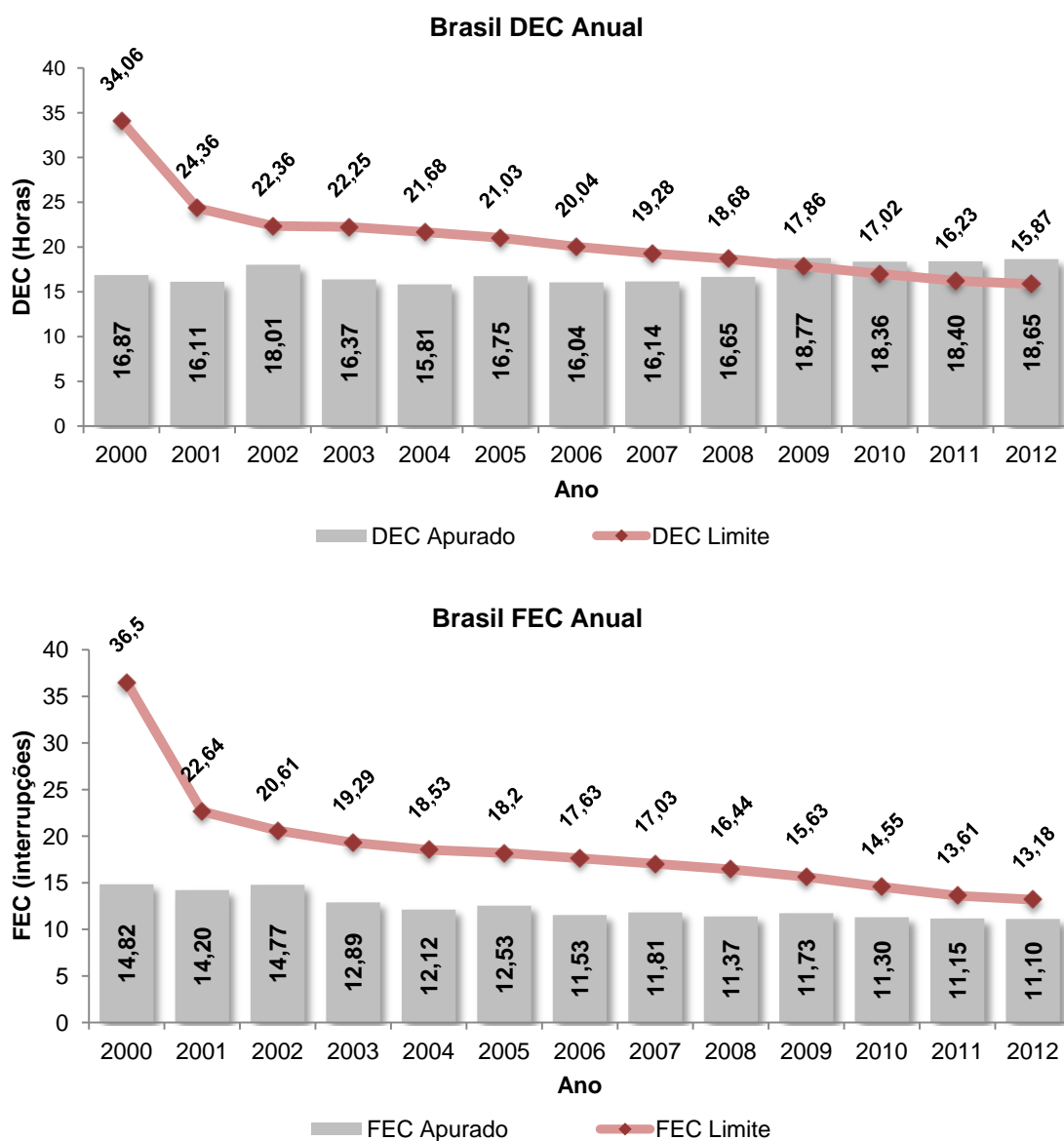
Segundo Barbosa [12], 26 concessionárias foram multadas no ano de 2003 por terem violado as metas de DEC e FEC em 2002, quando foram registradas violações das metas em 2.050 conjuntos que abrangiam aproximadamente 16.837.000 de unidades consumidoras (33% dos consumidores do SEB em 2002). As multas aplicadas totalizaram o montante de R\$ 35,3 milhões.

Uma nova revisão da regulamentação de qualidade de serviço se iniciou no ano de 2009. Com a instauração da Audiência Pública (AP), que resultou em alterações na definição dos atributos dos conjuntos de unidades consumidoras, no redimensionamento dos limites dos indicadores individuais (DIC, FIC e DMIC) e na sistemática de aplicação de penalidades para casos de violação dos limites. Também foi definido um novo critério de formação dos conjuntos que passaram a ter como base a área de atendimento das subestações AT/MT (alta e média tensão), que antes eram divididos de acordo com critérios geográficos.

Por fim, em outubro de 2010, através da AP 046/2010 [13], a ANEEL aprimorou a metodologia para definição dos limites dos indicadores coletivos (DEC e FEC).



Os gráficos a seguir apresentam o histórico dos indicadores apurados médios no Brasil, tanto qualitativos quanto quantitativos.

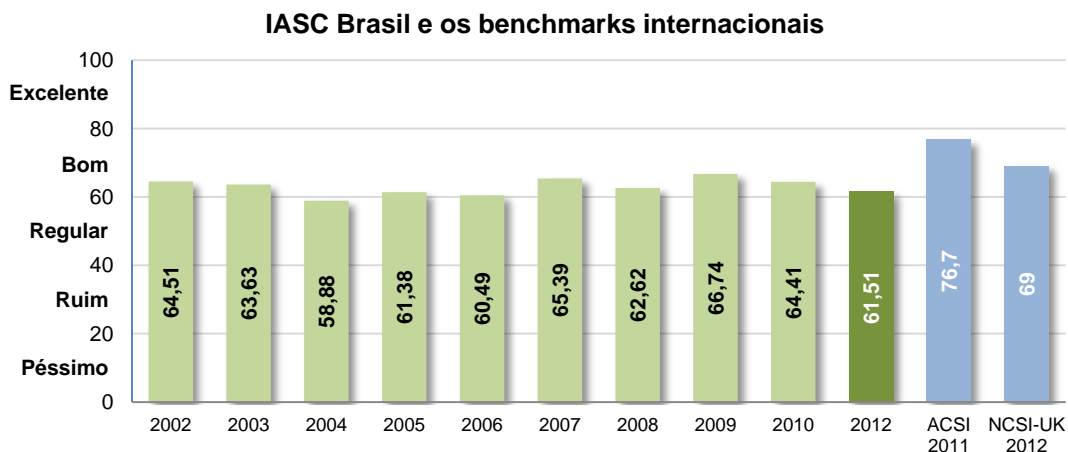


(Fonte: ANEEL)

**Figura 1 – Evolução da qualidade do serviço no Brasil**

Os gráficos apresentados na Figura 1 mostram uma piora na duração média das interrupções. São vários os fatores que influenciam na piora dos indicadores, dentre os quais pode-se mencionar a demanda crescente de energia elétrica. Ao mesmo tempo, se observa metas (limites) cada vez mais exigentes.

Aliado a isso, segundo levantamento do Índice Aneel de Satisfação do Consumidor (IASC), houve uma ligeira piora na satisfação dos clientes entre 2009 e 2012, vide Figura 2.



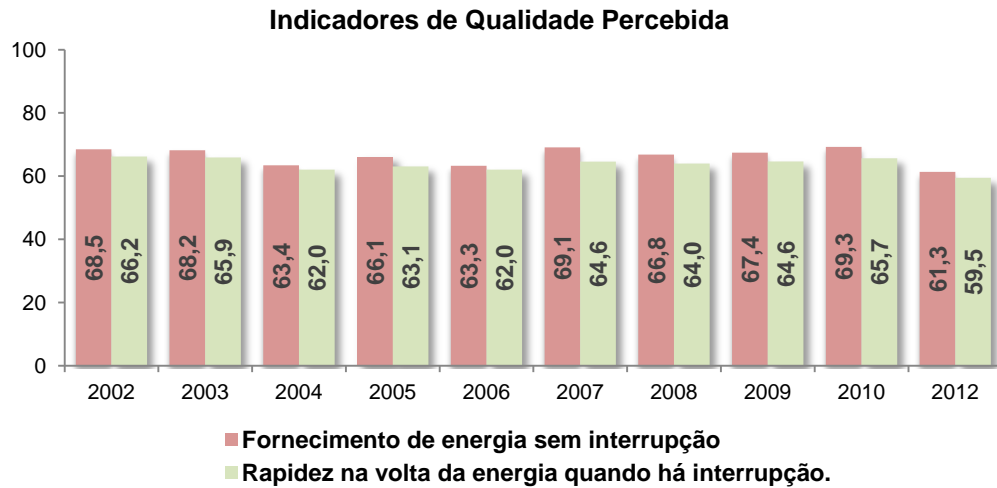
\* O resultado do IASC 2011 não foi divulgado pela ANEEL pois a pesquisa realizada pela empresa que venceu a licitação em 2011 não foi validada.

(Fonte: ANEEL)

**Figura 2 – Evolução do IASC no Brasil**

Vale citar também os índices ACSI (*American Consumer Satisfaction Index*) e o NCSI-UK (*National Consumer Satisfaction Index*) que representam a os resultados do índice de satisfação dos consumidores de acordo com o modelo americano e britânico. De acordo com esses índices, a qualidade percebida pelos consumidores brasileiros é satisfatória.

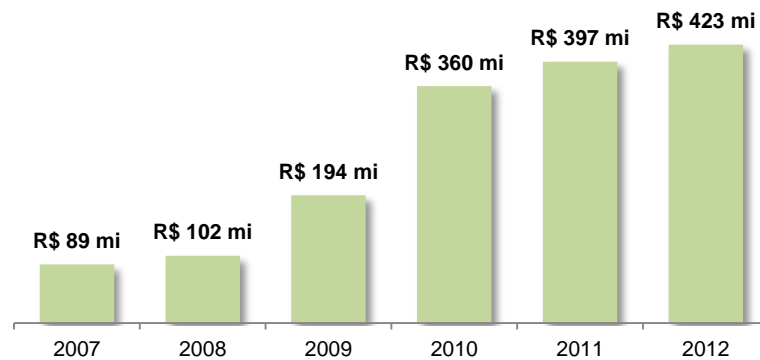
No que diz respeito à satisfação dos clientes sobre a continuidade do fornecimento por região do país, os índices que representam a qualidade percebida sobre a frequência e duração de interrupções reduziram significativamente no último ano, conforme mostra a Figura 3.



(Fonte: ANEEL)

**Figura 3 – Indicadores de Qualidade Percebida**

O resultado dessa piora na qualidade, aliada à alteração na sistemática de penalização, é a crescente multa por transgressão dos limites, como mostra a Figura 4.



(Fonte: ANEEL)

**Figura 4 – Evolução da penalização por transgressão dos limites**

No capítulo a seguir serão apresentadas as alterações na metodologia da regulamentação sobre a continuidade do fornecimento de energia que colaboraram para o aumento do patamar do valor total pago em penalizações por não cumprimento dos níveis de qualidade de serviço exigidos.

## 4 Mudanças Metodológicas na Regulamentação da Qualidade de Serviço

Para estabelecer as metas de continuidade com base no modelo conceitual tem-se que quantificar a relação entre os custos e a confiabilidade e avaliar os benefícios do nível de confiabilidade para os consumidores, entretanto, é pouco provável que o regulador tenha todas estas informações (AJODHIA 2002) [14]. Diante da enorme dificuldade do regulador ter as informações necessárias ao modelo conceitual, AJODHIA (2002) [14] e TANURE (2000) [15] sugerem a utilização da regulação por comparação de desempenho (*yardstick competition*), um modelo de regulação onde o padrão de desempenho a ser perseguido pelos agentes regulados é definido por meio de uma comparação dos respectivos desempenhos. Haja vista que o setor de distribuição de energia elétrica é monopolista, torna-se necessário que o órgão regulador crie mecanismos que emulem um ambiente competitivo entre as concessionárias de energia elétrica.

O método utilizado consiste em criar agrupamentos (*clusters*) de conjuntos com características aproximadas. E, assumindo a premissa de que conjuntos semelhantes devem apresentar desempenhos equivalentes, para cada conjunto é definido um agrupamento de conjuntos semelhantes a este. Desta forma, dentro de cada agrupamento formado (*cluster*), é identificado o conjunto de melhor desempenho, tomando-o como referência. Uma vez definidos os limites para os indicadores coletivos, a distribuidora deverá trabalhar para a melhoria da média da continuidade do fornecimento em cada conjunto.

Durante a Audiência Pública nº 046/2010, o método de agrupamento foi amplamente discutido e, após inúmeras contribuições de distribuidoras de energia de todo o país, a ANEEL emitiu a Nota Técnica 021/2011 [16], com uma proposta de aprimoramento do processo de definição dos limites DEC e FEC.

Sob a ótica regulatória, não basta definir a metodologia de avaliação da qualidade do serviço prestado. Há também que se preocupar com as sanções cabíveis às concessionárias devido às deficiências do serviço prestado.

A Figura 5 ilustra os macroprocessos de avaliação da qualidade do serviço de distribuição de energia elétrica.

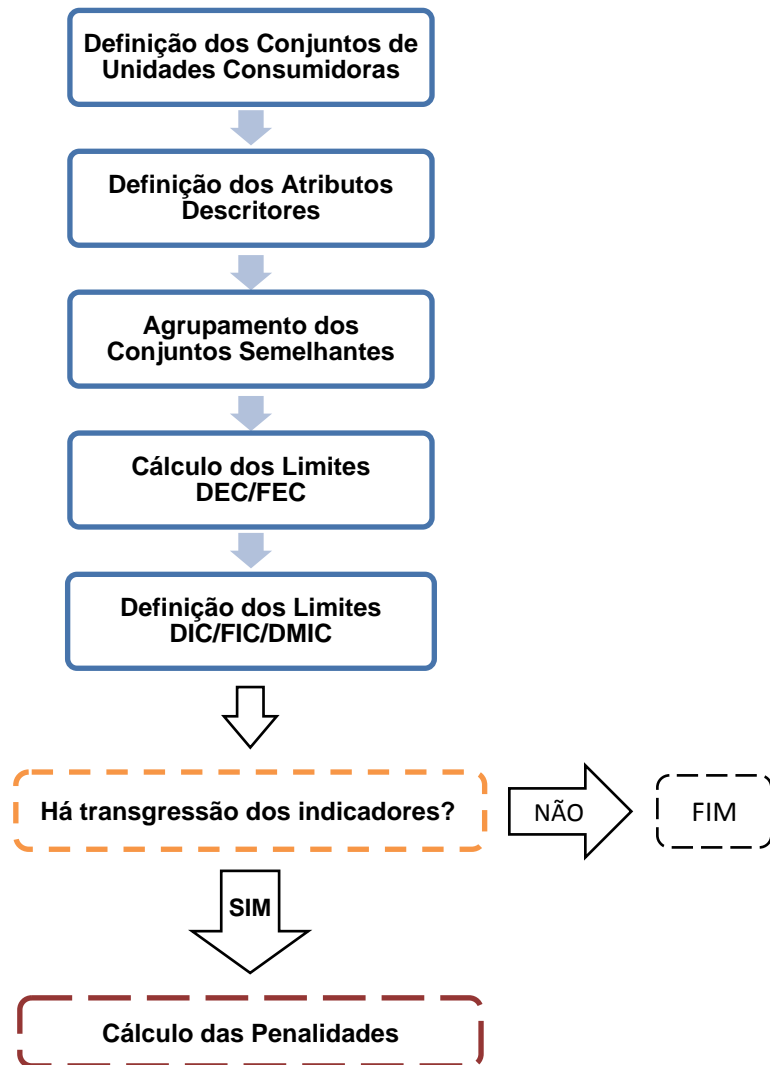


Figura 5 – Macroprocesso de avaliação da qualidade do serviço

As próximas seções detalharão cada uma dessas etapas de forma a elucidar os principais aprimoramentos da metodologia atual face à metodologia utilizada no Ciclo de Revisões Tarifárias Periódicas (CRTP) anterior.

## 4.1 Definição dos Conjuntos Consumidores

### 4.1.1 Metodologia Antiga

Entre os anos de 2000 e 2009, período de vigência da Resolução Normativa nº 024/2000 [10], as concessionárias tinham liberdade para formação de seus conjuntos – denominados *conjuntos ANEEL* – respeitando os seguintes critérios para a formação dos conjuntos de unidades consumidoras:

- A definição de conjunto deverá permitir a identificação geográfica das unidades consumidoras;
- Unidades consumidoras localizadas em áreas não contíguas não poderão ser agrupadas num mesmo conjunto;
- Para o estabelecimento dos padrões dos indicadores de continuidade, para cada conjunto, deverão ser considerados os seguintes atributos: a área do conjunto (em km<sup>2</sup>), extensão da rede primária (em km), média mensal da energia consumida nos últimos 12 meses (em kWh), total de unidades consumidoras atendidas, potência instalada (em kVA) e se o conjunto pertence ao SIN ou se é isolado.

Esta liberdade na formação dos conjuntos resultou em algumas distorções para a metodologia de análise comparativa de desempenho. Com diferentes critérios, os conjuntos tornaram-se muito distintos em termos de atributos, o que dificultava a comparação entre eles e conseqüentemente, o agrupamento dos mesmos – que são utilizados como base para a determinação de índices de qualidade.

Como exemplo da discrepância entre os critérios de formação de conjuntos, pode ser citado uma concessionária da região sudeste, com 58 conjuntos e 5.753.105 unidades consumidoras; já outra distribuidora na região nordeste possuía 340 conjuntos e 994.972 unidades consumidoras. (Fonte: Nota Técnica nº 0094/2009-SRD/ANEEL [17]).

#### **4.1.2 Metodologia Vigente**

Em 2009 foi realizado um estudo para o estabelecimento de um critério para formação dos conjuntos buscando homogeneizar os mesmos e melhorar os resultados do método de análise comparativa de desempenho. Esse esforço culminou na definição de conjuntos por subestações, ou seja, pela natureza elétrica e não mais somente pela natureza geográfica. Desta forma, passaram a ser denominados “conjuntos elétricos”.

De acordo com o PRODIST [18], a formação dos conjuntos de unidades consumidoras segue os seguintes critérios:

- A abrangência do conjunto deve ser as redes MT à jusante da subestação de distribuição (SED) e de propriedade da distribuidora;
- SED que possuam número de unidades consumidoras igual ou inferior a 1.000 devem ser agregadas a outras, formando um único conjunto;
- SED com número de unidades consumidoras superior a 1.000 e igual ou inferior a 10.000 podem ser agregadas a outras, formando um único conjunto;

- A agregação de SEDs deve obedecer ao critério de contiguidade das áreas;
- É vedada a agregação de duas ou mais SEDs cujos números de unidades consumidoras sejam superiores a 10.000;
- Mediante aprovação da ANEEL, poderão formar diferentes conjuntos SEDs que atendam a áreas não contíguas, ou que atendam a subestações MT/MT cujas características de atendimento sejam muito distintas da subestação supridora, desde que nenhum dos conjuntos resultantes possua número de unidades consumidoras igual ou inferior a 1.000. Na segunda hipótese, a fronteira dos conjuntos deverá corresponder à entrada da subestação MT/MT;
- Poderão ser divididas, mediante aprovação da ANEEL, SEDs com redes subterrâneas e aéreas, devendo os conjuntos resultantes possuir um número de unidades consumidoras superior a 1.000.

Em suma, os conjuntos consumidores podem ser entendidos como as subestações de distribuição cujo primário seja em alta tensão e o secundário em média tensão.

## **4.2 Definição dos Atributos Descritores dos Conjuntos Consumidores**

### **4.2.1 Metodologia Antiga**

Para que o método de análise comparativa de desempenho entre os conjuntos seja eficiente, é fundamental que os conjuntos sejam comparados com base em atributos que representem bem as características de suas redes e de seu mercado consumidor. Também é fundamental que tais atributos sejam auditáveis e facilmente obtidos pelas distribuidoras e/ou o órgão regulador.

Visando atender esses dois pressupostos, a ANEEL utilizava-se de 5 atributos quantitativos e 1 qualitativo, quais sejam:

1. Área em quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>);
2. Extensão da rede primária em quilômetros (km);
3. Média mensal da energia consumida nos últimos 12 meses, em megawatt-hora (MWh);
4. Total de unidades consumidoras atendidas;
5. Potência instalada em kilovolt-ampère (kVA);
6. Localização do conjunto (sistema isolado ou conectado ao SIN).

Com esses atributos a Agência reguladora realizava a comparação dos conjuntos consumidores para, em etapas posteriores, propôr as metas dos indicadores coletivos de qualidade, sempre visando o desempenho do conjunto mais eficiente do agrupamento.

Todavia, observou-se que somente esses 6 atributos não eram suficientes para realizar uma comparação detalhada entre os conjuntos, visto que não captavam características peculiares das regiões.

#### **4.2.2 Metodologia Vigente**

Durante o aprimoramento da metodologia, a principal dificuldade encontrada pela ANEEL e pelos agentes foi prover atributos que fossem descritores efetivos do desempenho dos indicadores de continuidade. *A priori*, se os atributos não forem efetivamente explicativos do desempenho dos indicadores de continuidade, por mais que o método seja capaz de estabelecer a similaridade entre os conjuntos, a comparação de desempenho será prejudicada e não irá condizer com a realidade.

A ANEEL sugeriu por intermédio dos resultados da Consulta Pública nº 0048/2010 [19], que fossem adotados para comparação dos conjuntos 7 atributos (5 quantitativos e 2 qualitativos) conforme listagem a seguir:

1. Área em quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>);
2. Extensão da rede MT, segregada em urbana e rural, em quilômetros (km);
3. Energia consumida nos últimos 12 meses, segregada pelas classes residencial, industrial, comercial, rural e outras classes, em megawatt-hora (MWh);
4. Total de unidades consumidoras atendidas, segregada pelas classes residencial, industrial, comercial, rural e outras classes;
5. Potência instalada em kilovolt-ampère (kVA);
6. Padrão construtivo da rede (aéreo ou subterrâneo);
7. Localização do conjunto (sistema isolado ou conectado ao SIN).

Conforme se pode observar, a gama de atributos quantitativos descritores dos conjuntos consumidores são semelhantes aos propostos na metodologia anterior. Contudo, houve uma intensa segregação dos mesmos. Além disso, tentando testar o máximo de variáveis descritoras dos conjuntos, foram extraídas relações que expressam densidades e percentuais, resultando em 38 atributos para avaliação da aplicabilidade, conforme se pode observar na Tabela 5.



**Tabela 5 – Atributos Avaliados pela ANEEL**

<b>Atributo</b>	<b>Unidade</b>
Área do Conjunto	km <sup>2</sup>
Extensão de Rede MT Urbana	km
Extensão de Rede MT Rural	km
Extensão de Rede MT Total	km
Potência Instalada	kVA
Energia Consumida – Classe Residencial	MWh
Energia Consumida – Classe Industrial	MWh
Energia Consumida – Classe Comercial	MWh
Energia Consumida – Classe Rural	MWh
Energia Consumida Total	MWh
Número de Unidades Consumidoras – Classe Residencial	
Número de Unidades Consumidoras – Classe Industrial	
Número de Unidades Consumidoras – Classe Comercial	
Número de Unidades Consumidoras – Classe Rural	
Número de Unidades Consumidoras Total	
Extensão de Rede MT por Área	km/km <sup>2</sup>
Percentual de Rede MT Rural	%
Potência Instalada por Área	kVA/km <sup>2</sup>
Potência Instalada por Extensão de Rede MT	kVA/km
Potência Instalada por Unidade Consumidora	kVA
Energia Consumida por Área	MWh/km <sup>2</sup>
Energia Consumida por Extensão de Rede MT	MWh/km
Percentual de Energia Consumida – Classe Residencial	%
Percentual de Energia Consumida – Classe Industrial	%
Percentual de Energia Consumida – Classe Comercial	%
Percentual de Energia Consumida – Classe Rural	%
Consumo Médio – Classe Residencial	MWh
Consumo Médio – Classe Industrial	MWh
Consumo Médio – Classe Comercial	MWh
Consumo Médio – Classe Rural	MWh
Consumo Médio Total	MWh
Energia Consumida por Potência Instalada	MWh/kVA
Número de Unidades Consumidoras por Área	km <sup>-2</sup>
Número de Unidades Consumidoras por Extensão de Rede MT	km <sup>-1</sup>
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Residencial	%
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Industrial	%
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Comercial	%
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Rural	%

Como o número de variáveis avaliadas (38) é demasiadamente elevado, foi realizada uma análise estatística que visa excluir as redundâncias e auto-correlações

existentes no conjunto de atributos. Após as análises, treze atributos quantitativos foram selecionados para efetuar a comparação de desempenho entre os conjuntos consumidores, conforme mostra a Tabela 6.

**Tabela 6 – Atributos Selecionados para Análise Comparativa entre os Conjuntos**

<b>Atributo</b>	<b>Unidade</b>
Área do Conjunto	km <sup>2</sup>
Extensão de Rede MT Urbana	km
Extensão de Rede MT Rural	km
Número de Unidades Consumidoras Total	
Consumo Médio – Classe Residencial	MWh
Consumo Médio – Classe Industrial	MWh
Consumo Médio – Classe Comercial	MWh
Consumo Médio – Classe Rural	MWh
Energia Consumida por Potência Instalada	MWh/kVA
Número de Unidades Consumidoras por Área	km <sup>-2</sup>
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Residencial	%
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Industrial	%
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Comercial	%

### 4.3 Determinação dos Conjuntos Semelhantes

Definidos os atributos, busca-se agrupar os conjuntos semelhantes através de técnicas estatísticas de agrupamento que permitam identificar áreas geográficas com características técnicas, físicas e econômicas homogêneas, que, no entanto, podem apresentar padrões de desempenho distintos. A análise de agrupamentos (*clusters*), também conhecida como análise de clusterização, tem como objetivo subdividir os elementos semelhantes entre si de uma amostra de forma que possam ser identificados melhores padrões praticados pelos conjuntos agrupados em um mesmo *cluster* e tomando-o como referência de desempenho a ser adotado.

#### 4.3.1 Metodologia Antiga

O método anteriormente utilizado para agrupamento baseia-se no trabalho de Tanure (2000) [15] que utiliza o algoritmo *K-Means* para estabelecer *clusters* de conjuntos de unidades consumidoras semelhantes entre si.

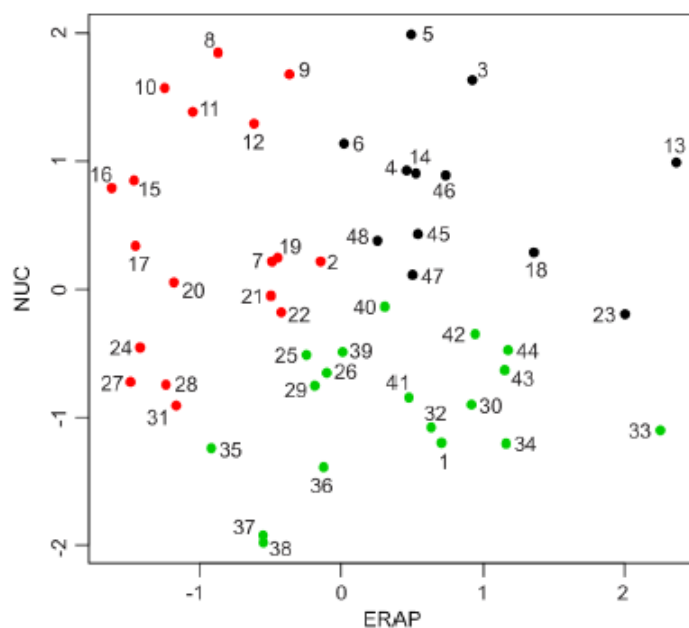
Neste método era necessário definir *a priori* a quantidade de agrupamentos (Kc). Pessanha *et al.* (2004) [20] recomenda testar diferentes valores de Kc e observar os valores da dispersão *intra-cluster* e da dispersão *inter-cluster*. A melhor solução para a

seleção de conjuntos semelhantes é quando cada elemento corresponde a um único *cluster*, o que corresponde à máxima dispersão *inter-cluster* (TANURE, 2000) [15], ou seja, os elementos são homogêneos dentro do agrupamento ao qual pertencem e diferentes dos elementos dos demais agrupamentos. Tanure avaliou a razão da dispersão *intra-cluster* sobre a dispersão total dos dados com o aumento do número de *cluster* e, por fim, estabeleceu 30 partições para a metodologia de agrupamento de conjuntos semelhantes de distribuidoras de energia elétrica no Brasil.

Para a formação dos agrupamentos (Kc=30 agrupamentos fixos), cada conjunto era caracterizado por um vetor contendo os 5 atributos quantitativos que caracterizavam os conjuntos na época.

Para cada um dos 30 *clusters* definidos, era estabelecido um conjunto modelo que servia como padrão de desempenho que todos os conjuntos classificados no mesmo agrupamento deveriam atingir. Ou seja, eram estabelecidos os padrões de referência dos indicadores de continuidade DEC e FEC e, a partir destes, as metas anuais dos indicadores de continuidade para cada um dos conjuntos pertencentes a um mesmo *cluster*.

Para melhor visualização, a NT 048/2010 [19] apresentou um exemplo de aplicação de um método de agrupamento. Neste exemplo foram considerados 48 conjuntos com apenas 2 atributos – extensão de rede (ERAP) e número de unidades consumidoras (NUC) – e foram divididos em 3 agrupamentos (Kc=3). O resultado da aplicação deste método de agrupamento é apresentado na Figura 6, onde os valores dos atributos estão normalizados e cada agrupamento é representado por uma cor.

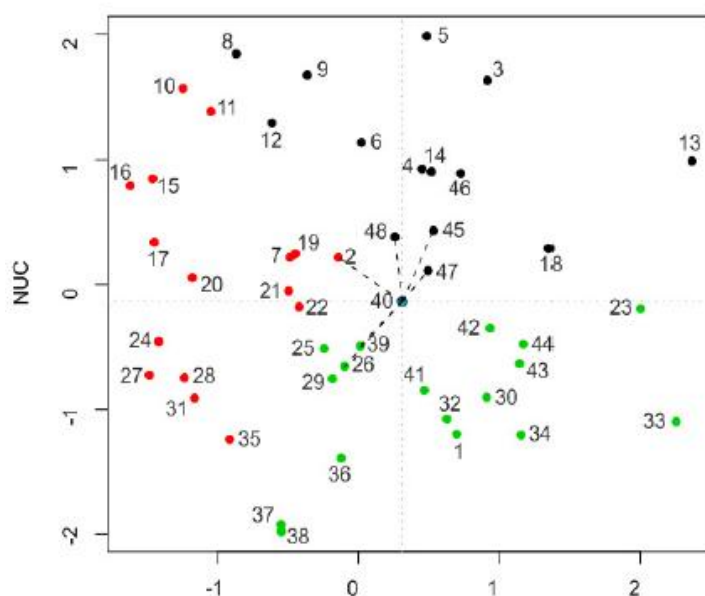


(Fonte: Nota Técnica no 0048/2010-SRD/ANEEL)

**Figura 6 – Conjuntos Agrupados pelo método *k-means***

De acordo com a Nota Técnica 048/2010, para o estabelecimento dos limites de DEC e FEC de um conjunto, seu grau de semelhança com os demais conjuntos do agrupamento passa a ser fundamental no método comparativo. Os métodos de agrupamento procuram agrupar os elementos considerando alguma referência, seja dos elementos mais distantes, mais próximos ou do centróide dos agrupamentos. Independentemente do critério escolhido, para um elemento próximo do centróide o agrupamento é formado pelos elementos mais próximos a ele.

Porém, tal método apresentava como desvantagem o fato de que para um elemento localizado na fronteira do agrupamento, os elementos mais semelhantes podem ter sido alocados em outros agrupamentos. Tomando como exemplo o conjunto 40 da Figura 6, dos seis elementos mais próximos do conjunto 40, quatro (conjuntos 2, 45, 47 e 48) fazem parte de outros agrupamentos, conforme pode ser identificado na Figura 7.



(Fonte: Nota Técnica no 0048/2010-SRD/ANEEL)

**Figura 7 – Elementos mais próximos a um conjunto localizado na fronteira de um agrupamento**

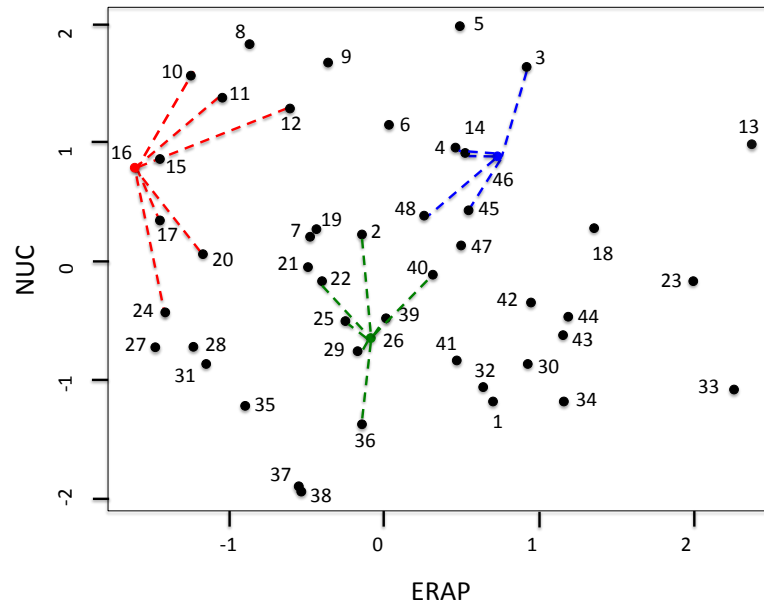
#### 4.3.2 Metodologia Vigente

Durante os anos de 2010 e 2011, foi proposto um método para determinação de conjuntos semelhantes desenvolvido por Tanure (2004) [21], denominado de Método Dinâmico, que visou contornar problemas verificados na aplicação do método *K-Means* nos conjuntos localizados na fronteira dos agrupamentos.

O método dinâmico tem como objetivo determinar os conjuntos mais semelhantes a cada conjunto de unidades consumidoras do país. Desta forma, para cada conjunto é

formado um agrupamento de conjuntos que possuem características mais próximas ao de referência. Neste método, não há a formação de agrupamentos fixos; na verdade, são formados agrupamentos distintos para cada um dos conjuntos de todas as distribuidoras do país.

Tomando como exemplo os conjuntos da Figura 6, aplicando o método dinâmico para os conjuntos 16, 26 e 46, os seus respectivos conjuntos semelhantes estão apresentados na Figura 8.



**Figura 8 – Aplicação do Método Dinâmico para os conjuntos 16, 26 e 46 do exemplo da Figura 6**

Para uma aplicação de qualquer método de agrupamento, é preciso estabelecer a medida de similaridade a ser adotada. A similaridade entre elementos é determinada por meio de medidas de distância. Estas medidas se baseiam na proximidade existente entre os atributos de um elemento a outro. Para essa metodologia foi adotada uma das mais populares, a Distância Euclidiana:

$$\text{Dist}_a^b = \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_{aj} - x_{bj})^2} \quad (7)$$

Em que:

$x_{aj}$  é o valor da variável  $j$  para o conjunto de referência  $a$ ;

$x_{bj}$  é o valor da variável  $j$  para conjuntos próximos ao conjunto  $a$ ;

$\text{Dist}_a^b$  é o distância euclidiana do conjunto  $i$  para o conjunto  $j$ ;

n é o número de conjuntos semelhantes ao conjunto i;

É também necessário definir o grau de heterogeneidade percentual permitida entre os conjuntos, ou melhor, a dispersão máxima entre os atributos dos conjuntos dentro de um agrupamento. A Equação 8 descreve a heterogeneidade aceita para cada agrupamento.

$$\text{Heterogeneidade}_a = \frac{\text{Max}(\text{Dist}_a^b)}{3 \cdot \sqrt{k}} \quad (8)$$

Sendo:

k o número de atributos que caracterizam o conjunto a (k=13).

Conforme estabelecido durante a Audiência Pública 0046/2010 [13] ANEEL, a heterogeneidade almejada é de 20%, porém restringe-se o número mínimo e máximo de conjuntos comparáveis, conforme os valores abaixo:

- Mínimo de conjuntos comparáveis: 50.
- Máximo de conjuntos comparáveis: 100.

A proposta final foi aplicar o método dinâmico para obter os conjuntos aéreos semelhantes. Já os conjuntos subterrâneos são considerados como semelhantes entre si e pertencentes a um mesmo agrupamento. Nesse método, os conjuntos que formam agrupamentos com 50 ou menos membros semelhantes são considerados atípicos, recebendo um tratamento em separado.

#### **4.4 Definição dos Limites Coletivos de Continuidade (DEC e FEC)**

Formados os agrupamentos, as metas de qualidade a serem atingidas ao final de 8 anos (aproximadamente duas Revisões Tarifárias Periódicas) são determinadas através da análise comparativa entre os desempenhos dos conjuntos.

A ANEEL estabelece esse período de 8 anos, pois entende que a adequação dos conjuntos dentro dos limites estabelecidos não deve ser imediata, pois isto poderia exigir grandes investimentos em curto período de tempo e comprometer o equilíbrio econômico-financeiro da concessão. Dessa forma, se estabelece uma redução gradual, desde o atual patamar até os limites determinados.

De acordo com a premissa de que conjuntos pertencentes a um mesmo agrupamento têm desempenhos semelhantes, as metas de continuidade são definidas

para cada *cluster* a partir dos registros históricos de DEC e FEC dos conjuntos classificados como de melhores desempenhos (alvo).

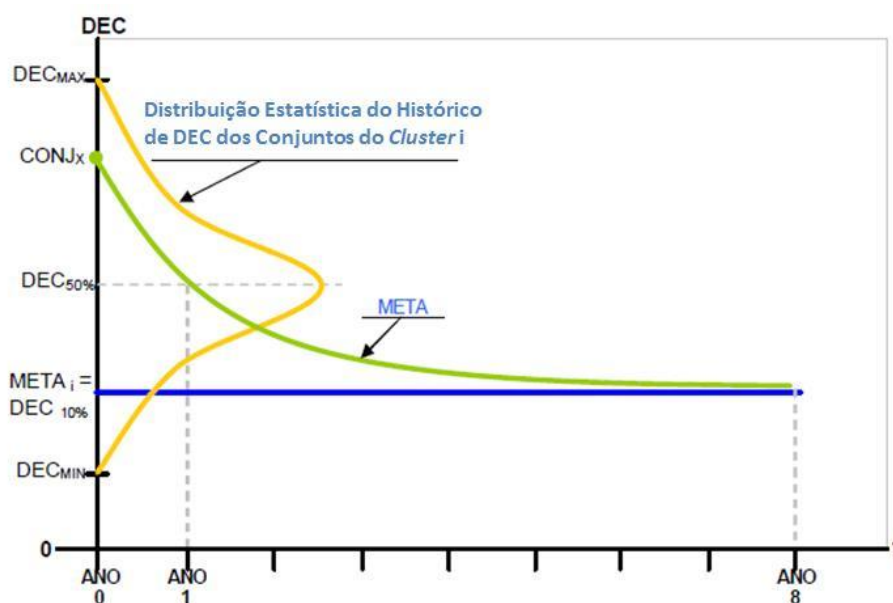
Para isso, primeiramente levantam-se os valores dos indicadores apurados (dos 3 últimos anos) para todos os conjuntos pertencentes a um *cluster*. Em seguida, os conjuntos de determinado agrupamento são ordenados de forma crescente tanto do DEC quanto do FEC apurados.

As subseções a seguir apresentam a alteração no critério de seleção do conjunto adotado como referência de desempenho.

#### 4.4.1 Metodologia Antiga

Com base na ordenação crescente da média dos 3 últimos anos dos indicadores apurados, eram expurgados os conjuntos com os 5% melhores e 5% piores desempenhos. Do universo restante, a meta de qualidade final a ser atingida por todos os conjuntos conectados ao SIN, pertencentes ao mesmo *cluster*, era aquela já conseguida por 10% dos conjuntos (desconsideradas as interrupções expurgadas). No caso dos conjuntos dos sistemas isolados, devido ao maior grau de limitação técnica neste tipo de sistema, a meta era definida pelo desempenho do conjunto posicionado na mediana do *cluster*. Os conjuntos que já apresentam indicadores iguais ou inferiores aos 10% ou 50% tinham suas metas estabilizadas nos valores historicamente já obtidos

A Figura 9 ilustra a metodologia para o estabelecimento das metas de DEC e FEC.



(Fonte: Nota Técnica nº 0025/2006-SRD/ANEEL)

Figura 9 – Metodologia antiga de determinação dos limites de DEC e FEC

Definidas as metas finais dos agrupamentos, o regulador define as metas intermediárias decrescentes anualmente, propiciando uma transição gradual das metas definidas no período anterior ( $DEC_0$  e  $FEC_0$ ) até as metas estabelecidas pela análise comparativa ( $Limite_{DEC}$  e  $Limite_{FEC}$ ). As metas intermediárias são definidas pela Equação 9 e Equação 10.

$$Limite_{DEC}^t = DEC_0 \cdot \left( \frac{Limite_{DEC}}{DEC_0} \right)^{\frac{t}{T}} \quad (9)$$

$$Limite_{FEC}^t = FEC_0 \cdot \left( \frac{Limite_{FEC}}{FEC_0} \right)^{\frac{t}{T}} \quad (10)$$

Em que:

- $T$  é a duração em anos do período de transição (8 anos);
- $Limite_{DEC}^t$  e  $Limite_{FEC}^t$  são as metas anuais dos indicadores DEC e FEC para o ano  $t$  ( $t = 1$  a  $T$ ).

A ANEEL utilizava, para a identificação dos agrupamentos de conjuntos semelhantes e determinação das metas de continuidade, o *software* ANABENCH desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, com a finalidade de agilizar o trabalho do Órgão Regulador.

#### 4.4.2 Metodologia Vigente

Esta etapa da metodologia proposta para 3ª RTP (Revisão Tarifária Periódica) sofreu ínfimas alterações. A proposta emitida através da Nota Técnica nº0048/2010-SRD/ANEEL [19] foi de manter a aplicação do percentil, diferenciando também para conjuntos com padrão construtivo de rede aéreo e subterrâneo. Ademais, para obter os limites de DEC e FEC é considerada a média dos valores apurados dos conjuntos nos últimos 3 anos.

De forma semelhante, os conjuntos similares são ordenados de acordo com a média do DEC apurado e o limite será o percentil 20 (2º decil) para os conjuntos pertencentes ao SIN e o percentil 50 (mediana) para os conjuntos isolados. O mesmo procedimento é adotado para estabelecer os limites de FEC.

A grande alteração da metodologia proposta é a consideração de que todos os conjuntos subterrâneos são semelhantes, sendo definidos como o percentil 50 os limites de DEC e FEC para os mesmos.



Cabe ressaltar que a cada revisão tarifária todo o processo de determinação de metas de qualidade é retomado e as metas anuais das distribuidoras são redefinidas. As metas estabelecidas são publicadas em resolução específica e, por determinação do Módulo 8 do PRODIST, devem ser impressas mensalmente nas contas de energia elétrica dos consumidores.

#### 4.5 Definição dos Limites Individuais de Continuidade (DIC, FIC e DMIC)

A supervisão da continuidade do serviço por meio de limites para os indicadores individuais foi estabelecida no ano de 2000, através da Resolução ANEEL nº 24/2000 [10]. Foi estabelecido que para um dado conjunto, os limites dos indicadores individuais eram definidos em função do valor do limite para o seu indicador coletivo.

A seguir serão apresentadas as alterações quanto ao estabelecimento de limites de duração e frequência para as unidades consumidoras.

##### 4.5.1 Metodologia Antiga

Os limites dos indicadores individuais foram definidos para 5 faixas de limites dos indicadores coletivos. Para cada uma das faixas de DEC e FEC, foram estabelecidos limites de DIC, FIC e DMIC, de acordo com a seguinte classificação:

- Período de apuração (mensal, trimestral ou anual);
- Tensão de conexão (AT, MT ou BT);
- Localização (urbana ou rural).

Para exemplificar, a Tabela 7 apresenta os limites de DIC, FIC e DMIC por unidade consumidora urbana conectada na baixa tensão para 5 faixas de DEC e FEC.

**Tabela 7 – Limites de Indicadores Individuais – Metodologia antiga**

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Padrão de Continuidade por Unidade Consumidora					
	Unidades Consumidoras com Tensão Nominal ≤ 1 kV situadas em áreas urbanas					
	DIC (horas)			FIC (interrupções)		
	Anual	Trim	Mensal	Anual	Trim	Mensal
0 – 10	40	20	13	25	13	8
> 10 – 20	50	25	17	30	15	10
> 20 – 30	55	28	19	35	18	1
> 30 – 45	65	32	22	40	20	13
> 45	72	36	24	58	29	20

(Fonte: PRODIST 2008 – Módulo 8)

Cabe citar que naquele momento, para algumas concessionárias de distribuição de energia elétrica, os limites dos indicadores individuais foram estabelecidos pela ANEEL em resoluções normativas específicas. Isso significava que para uma mesma faixa de DEC e FEC os limites dos indicadores individuais poderiam ser diferentes entre as empresas. Esta diferença nos limites individuais era explicada basicamente pelas peculiaridades de cada área de concessão.

#### 4.5.2 Metodologia Vigente

No ano de 2009, como resultado da Audiência Pública nº 33/2009 [22], a ANEEL redefiniu os limites dos indicadores individuais de continuidade. Em síntese, a ANEEL revogou as resoluções específicas que definiam limites diferenciados dos indicadores individuais para cada área de concessão e passou a considerar um único limite para cada faixa de limite do indicador DEC e FEC. Outra importante alteração foi que os limites dos indicadores individuais foram estabelecidos não mais para 5 faixas de limites dos indicadores coletivos e sim para 42 faixas. A título de exemplo, a Tabela 8 apresenta os limites individuais para consumidores localizados em áreas urbanas atendidos por rede de baixa tensão ( $\leq 1\text{kV}$ ).

**Tabela 8 – Exemplo da tabela dos limites para os indicadores individuais**

Faixa de variação das Limites Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Limite de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Unidades Consumidoras com Tensão Contratada $\leq 1\text{kV}$ situadas em áreas urbanas						
	DIC (horas)			FIC (interrupções)			DMIC (horas)
	Anual	Trim.	Mensal	Anual	Trim.	Mensal	Mensal
1	16	8	4	11,2	5,6	2,8	2,09
2	16,47	8,23	4,11	11,45	5,72	2,86	2,18
3	16,95	8,47	4,23	11,7	5,85	2,92	2,26
4	17,43	8,71	4,35	11,95	5,97	2,98	2,35
5	17,91	8,95	4,47	12,2	6,1	3,05	2,43
6	18,38	9,19	4,59	12,45	6,22	3,11	2,52
7	18,86	9,43	4,71	12,7	6,35	3,17	2,6
8	19,34	9,67	4,83	12,95	6,47	3,23	2,69
9	19,82	9,91	4,95	13,2	6,6	3,3	2,77
10	20,3	10,15	5,07	13,45	6,72	3,36	2,86
11	20,77	10,38	5,19	13,7	6,85	3,42	2,94
12	21,25	10,62	5,31	13,95	6,97	3,48	3,03
13	21,73	10,86	5,43	14,2	7,1	3,55	3,11
14	22,21	11,1	5,55	14,45	7,22	3,61	3,2
15	22,69	11,34	5,67	14,7	7,35	3,67	3,29

Faixa de variação das Limites Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Limite de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Unidades Consumidoras com Tensão Contratada ≤ 1kV situadas em áreas urbanas						
	DIC (horas)			FIC (interrupções)			DMIC (horas)
	Anual	Trim.	Mensal	Anual	Trim.	Mensal	Mensal
16	23,16	11,58	5,79	14,95	7,47	3,73	3,37
17	23,64	11,82	5,91	15,2	7,6	3,8	3,46
18	24,12	12,06	6,03	15,45	7,72	3,86	3,54
19	24,6	12,3	6,15	15,7	7,85	3,92	3,63
20	25,08	12,54	6,27	15,96	7,98	3,99	3,71
>20 e ≤22	25,89	12,94	6,47	16,47	8,23	4,11	3,8
>22 e ≤24	27,48	13,74	6,87	17,42	8,71	4,35	3,97
>24 e ≤26	29,06	14,53	7,26	18,37	9,18	4,59	4,14
>26 e ≤28	30,65	15,32	7,66	19,32	9,66	4,83	4,31
>28 e ≤30	32,23	16,11	8,05	20,28	10,14	5,07	4,48
>30 e ≤32	33,82	16,91	8,45	21,23	10,61	5,3	4,65
>32 e ≤34	35,4	17,7	8,85	22,18	11,09	5,54	4,82
>34 e ≤36	36,99	18,49	9,24	23,13	11,56	5,78	4,99
>36 e ≤38	38,57	19,28	9,64	24,08	12,04	6,02	5,16
>38 e ≤40	40,16	20,08	10,04	25,04	12,52	6,26	5,33
>40 e ≤45	42,93	21,46	10,73	26,7	13,35	6,67	5,63
>45 e ≤50	46,89	23,44	11,72	29,08	14,54	7,27	6,05
>50 e ≤55	50,86	25,43	12,71	31,46	15,73	7,86	6,48
>55 e ≤60	54,82	27,41	13,7	33,84	16,92	8,46	6,9
>60 e ≤65	58,78	29,39	14,69	36,22	18,11	9,05	7,33
>65 e ≤70	62,74	31,37	15,68	38,6	19,3	9,65	7,75
>70 e ≤80	68,68	34,34	17,17	42,17	21,08	10,54	8,39
>80 e ≤90	76,61	38,3	19,15	46,93	23,46	11,73	9,24
>90 e ≤100	84,53	42,26	21,13	51,69	25,84	12,92	10,09
>100 e ≤110	92,46	46,23	23,11	56,45	28,22	14,11	10,94
>110 e ≤120	100,38	50,19	25,09	61,21	30,6	15,3	11,8
>120	104,34	52,17	26,08	63,59	31,79	15,89	12,22

(Fonte: PRODIST 2011 – Módulo 8)

#### 4.6 Sistemática de Penalização por Transgressão dos Limites

Obtidos os limites para os indicadores de qualidade, faz-se necessário estimar o impacto financeiro decorrente da alteração metodológica da construção desses limites.

A fórmula de cálculo das compensações por transgressão de limites individuais para as unidades consumidoras pode ser descrita pelo quociente do valor apurado em relação às metas (percentual de ultrapassagem da meta) multiplicado pelo encargo do uso do sistema de distribuição majorado por uma constante que depende do nível de

tensão em que o consumidor se encontra. A seguir são apresentadas as equações para cada indicador:

$$\text{Violação DIC} = \left( \frac{\text{DIC}_v}{\text{DIC}_p} - 1 \right) \text{DIC}_p \times \frac{\text{EUSD}_{\text{médio}}}{730} \times kei \quad (11)$$

$$\text{Violação DMIC} = \left( \frac{\text{DMIC}_v}{\text{DMIC}_p} - 1 \right) \text{DMIC}_p \times \frac{\text{EUSD}_{\text{médio}}}{730} \times kei \quad (12)$$

$$\text{Violação FIC} = \left( \frac{\text{FIC}_v}{\text{FIC}_p} - 1 \right) \text{FIC}_p \times \frac{\text{EUSD}_{\text{médio}}}{730} \times kei \quad (13)$$

Em que:

- DIC<sub>v</sub>: DIC apurado no período considerado;
- DIC<sub>p</sub>: DIC limite no período considerado;
- DMIC<sub>v</sub>: DMIC apurado no período considerado;
- DMIC<sub>p</sub>: DIC limite no período considerado;
- FIC<sub>v</sub>: FIC apurado no período considerado;
- FIC<sub>p</sub>: FIC limite no período considerado;
- EUSD<sub>médio</sub> : média aritmética dos encargos de uso do sistema de distribuição correspondentes aos meses do período de apuração do indicador;
- 730: Número médio de horas no mês;
- *kei* é o coeficiente de majoração definido para cada nível de tensão.

Além disso, as seguintes premissas devem ser respeitadas:

- Caso uma unidade consumidora, em qualquer período de apuração, apresente valores de violação para mais de um indicador, o valor a ser compensado será o maior entre eles.
- Ainda para períodos trimestrais e anuais, o valor compensado ao consumidor é o saldo dos valores mensais já pagos.

Cabe salientar que EUSD é o resultado da multiplicação da tarifa de uso (TUSD) pelo consumo, conforme a Equação 14:

$$\text{EUSD} = \text{TUSD}^1 \times \text{Consumo (kWh)} \quad (14)$$

<sup>1</sup> Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição em R\$/kWh cujos valores são publicados anualmente em Resolução Homologatória da ANEEL

Como a própria Agência cita, “em uma conta de R\$ 100, por exemplo, se o tempo de execução do serviço ultrapassou em duas horas o prazo da resolução e o Encargo do Uso do Sistema de Distribuição (EUSD) foi de R\$ 6, o consumidor terá um desconto de R\$ 1,64. O valor da compensação será limitado a 10 vezes o valor desse encargo”. O EUSD pode ser consultado na conta de energia, pois há um campo específico para isso.

As próximas seções demonstrarão os principais aspectos da metodologia referente aos cálculos das penalidades/compensações financeiras segundo a metodologia antiga e a vigente, respectivamente.

#### 4.6.1 Metodologia Antiga

Até o ciclo de revisões tarifária anterior, vigoravam duas formas de penalização:

##### a) Transgressão de limites individuais

A compensação aos consumidores, decorrente de transgressões dos limites dos indicadores individuais, é realizada por meio de desconto em conta.

Eram aplicados nas fórmulas de compensações os seguintes coeficientes de majoração:

- $kei = 17$  (dezesete), para unidade consumidora ou ponto de conexão atendidos em Baixa Tensão;
- $kei = 22$  (vinte e dois), para unidade consumidora ou ponto de conexão atendidos em Média Tensão;
- $kei = 30$  (trinta), para unidade consumidora ou ponto de conexão atendidos em Alta Tensão.

##### b) Transgressão de limites coletivos

No caso de ultrapassagem dos limites de DEC e FEC dos conjuntos, a ANEEL aplicava multa às concessionárias. A fórmula de cálculo dessa penalidade é apresentada na Equação 15.

$$\text{Penalidade} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\text{IND}_{v(i)}}{\text{IND}_{p(i)}} - 1 \right) \cdot \text{IND}_{p(i)} \cdot \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ Cons. Conj}(i)}{\text{N}^\circ \text{ Cons. Empresa}} \right) \cdot \frac{\text{Fat. Empresa}}{8760} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (15)$$

Sendo:

- INDv(i) o indicador (DEC ou FEC) apurado no período do conjunto(i);
- INDp(i) o indicador (DEC ou FEC) limite no período do conjunto(i);
- N° Cons. Conj (i) o número de consumidores do conjunto(i);
- N° Cons. Empresa o número de Consumidores da Empresa;
- Fat. Empresa é o faturamento da empresa;
- n o total de conjuntos da empresa que transgrediu o indicador (DEC ou FEC);
- k1 o coeficiente de majoração (entre 5 e 50);
- k2 o coeficiente de reincidência de violação do indicador do conjunto (1 ou 1,5);
- k3 o coeficiente de existência de sanção anterior nos últimos quatro anos;

#### 4.6.2 Metodologia Vigente

A ANEEL, em 2009, alterou o dispositivo de penalização, com objetivo de que todo o montante de penalidades fosse convertido para os consumidores. Para isso, eliminou a multa por DEC e FEC e ajustou os limites dos indicadores individuais e os parâmetros da fórmula de cálculo das compensações referentes às violações desses limites. Desta forma, a fórmula de compensação por violação dos limites individuais foram mantidas, porém com novos valores de coeficiente de majoração.

Segundo essa metodologia os limites de DIC, FIC e DMIC dos consumidores de média e baixa tensão passam a ser discriminados segundo 42 faixas de DEC e FEC por conjunto, tendo o coeficiente de majoração *kei* das compensações igual a:

- *kei* = 15 (quinze), para unidade consumidora ou ponto de conexão atendidos em Baixa Tensão;
- *kei* = 20 (vinte), para unidade consumidora ou ponto de conexão atendidos em Média Tensão;
- *kei* = 27 (vinte e sete), para unidade consumidora ou ponto de conexão atendidos em Alta Tensão.

Já os consumidores de alta tensão possuem discriminação de DIC, FIC e DMIC segundo o ponto do sistema ao qual estejam conectados (sistema isolado ou SIN).

O capítulo a seguir mostrará no que tais mudanças resultaram para as concessionárias de energia no que concerne ao aperfeiçoamento da metodologia, grau de exigência e custos associados ao não cumprimento das exigências quanto fornecimento de energia elétrica.

## **5 Simulação e Análises Críticas**

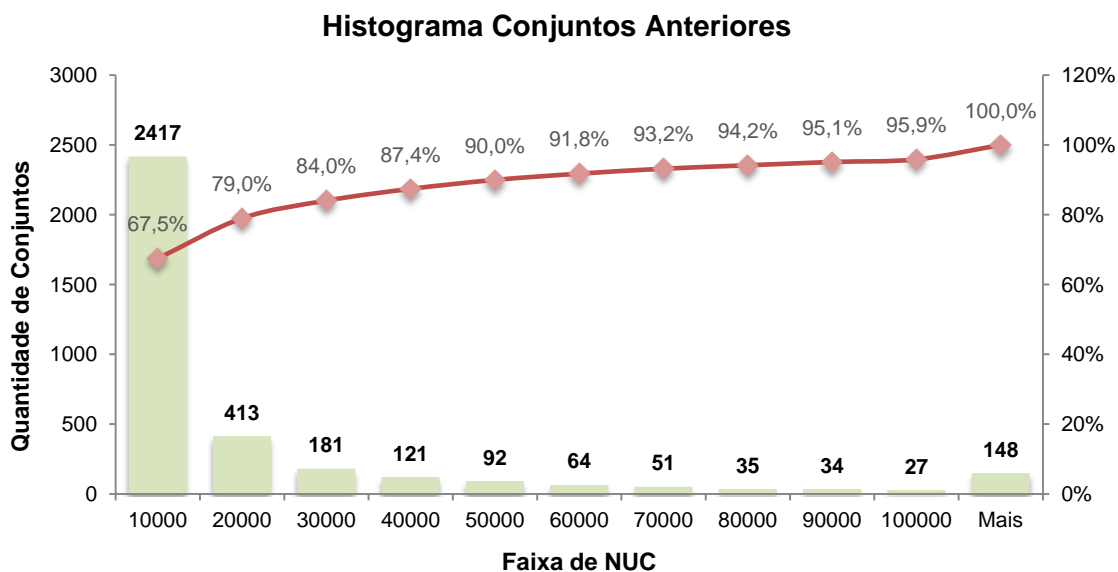
Neste capítulo serão apresentados cálculos e simulações que sustentam os argumentos utilizados pelo Órgão Regulador para a alteração da metodologia de definição de limites de continuidade do fornecimento de energia elétrica, bem como simulações que mostrem o impacto financeiro para as distribuidoras decorrente da alteração da sistemática de penalização.

Ao final do capítulo, será apresentada uma proposta alternativa de incentivo à melhoria da continuidade do fornecimento, complementar à atualmente aplicada, sugerindo um fator de atenuação que leve em consideração a percepção dos consumidores sobre a qualidade dos serviços prestados pelas distribuidoras.

### **5.1 Metodologia de Definição de Limites de Continuidade**

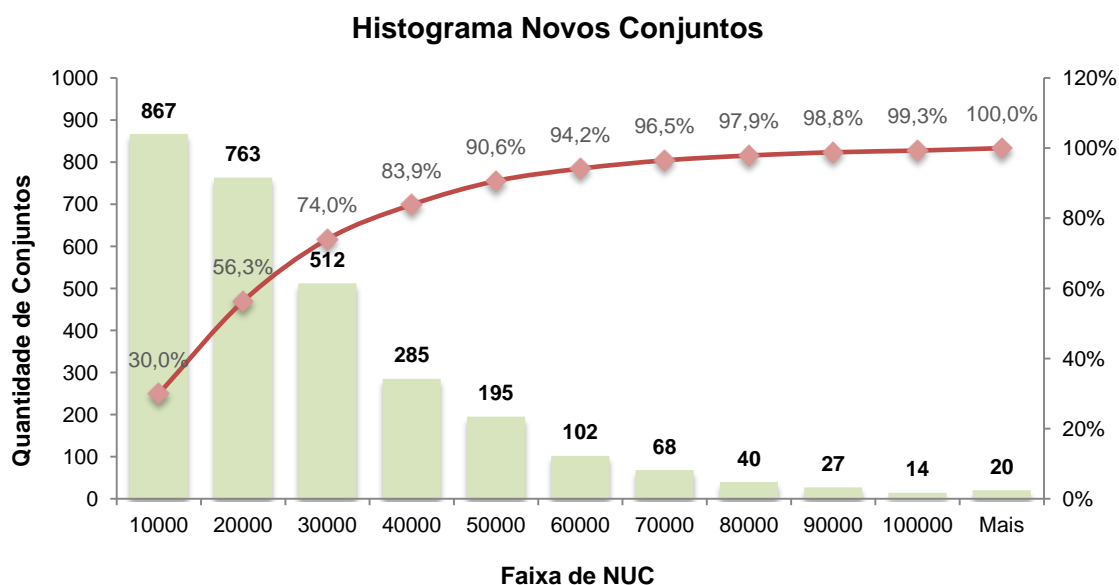
Conforme já foi citado, os diferentes critérios utilizados pelas distribuidoras para a formação dos conjuntos ANEEL resultou em distorções na análise comparativa de desempenho, pois estes se tornaram muito distintos em termos de atributos. Consequentemente, dificultou o agrupamento dos mesmos – que são utilizados como base para a determinação de índices de qualidade. Com o objetivo de tornar os conjuntos mais uniformes em termos de características físico-elétricas, a ANEEL passou a adotar os chamados conjuntos elétricos, que representam as unidades consumidoras (UC's) atendidas por uma mesma subestação. Teoricamente, essas UC's apresentariam características operacionais e regionais semelhantes entre si.

Como resultado desta reconfiguração, a Figura 10 e Figura 11 mostram o histograma da quantidade de conjuntos que atendem cada faixa de número de unidades consumidoras (NUC) em ambas as metodologias. Por exemplo, anteriormente 2417 conjuntos possuíam até 10.000 UC's, porém após a adoção da nova configuração, 867 passaram a atender essa faixa de NUC.



(Fonte: ANEEL)

Figura 10 – Histograma de quantidade de unidades consumidoras por conjunto



(Fonte: ANEEL)

Figura 11 – Histograma de quantidade de unidades consumidoras por conjunto

É possível notar que na nova configuração, os conjuntos ficaram mais uniformes em termos de quantidade de clientes. Conforme mostra a linha de cor vermelha – que apresenta o valor percentual acumulado do NUC – o percentual de conjuntos com até 20.000 UC's, que era de 78,98%, passou a representar 56,34% do total dos conjuntos.

Outro avanço nesse aspecto foi a inserção de novos atributos para a comparação de desempenho entre os conjuntos. Haja vista que a incorporação de atributos modifica



significativamente a classificação dos conjuntos, a utilização de novos elementos que possuem grande relação com o desempenho dos indicadores resulta numa melhoria na seleção de conjuntos semelhantes.

Uma maneira de medir se houve melhoria na seleção de conjuntos semelhantes é comparar o nível de dispersão entre os atributos dentro dos *clusters* da metodologia antiga e da metodologia vigente. Nesta perspectiva, é possível fazer esta comparação através do cálculo do coeficiente de variação (CV) dos atributos.

O coeficiente de variação [23] é uma medida relativa de dispersão, útil para a comparação em termos relativos do grau de concentração em torno da média, representada pela seguinte fórmula:

$$CV = \frac{\text{Desvio Padrão}}{\text{média}} \cdot 100 \quad (16)$$

Se CV:

- Menor ou igual a 15% - Baixa dispersão - homogênea, estável;
- Entre 15 e 30% - Média dispersão;
- Maior que 30% - Alta dispersão – heterogênea.

Para esta análise, foi selecionando o agrupamento utilizado no atual ciclo tarifário (método dinâmico) para a definição dos indicadores DEC e FEC para um conjunto da região metropolitana de São Paulo – denominado Autonomistas – e o agrupamento resultante do método *k-means* no qual este mesmo conjunto está situado. A Tabela 9 apresenta o número de conjuntos presentes em cada *cluster*.

**Tabela 9 – Número de conjuntos comparados com o conjunto Autonomistas**

Conjunto de referência	Método k-means	Método dinâmico
	Nº de conjuntos no <i>cluster</i>	Nº de conjuntos no <i>cluster</i>
Autonomistas	115	100

As informações foram disponibilizadas através do *site* da ANEEL (<http://www.aneel.gov.br> > Informações Técnicas > Audiências / Consultas > Audiências Públicas > Audiência 046/2010).

A Tabela 10 e Tabela 11 apresentam os atributos deste conjunto utilizados como dados de entrada para cada caso.

**Tabela 10 – Variáveis de entrada para o Método k-means**

Atributo	Valor
Área do Conjunto	14,59 km <sup>2</sup>
Extensão de Rede MT	166,52 km
Energia consumida nos últimos 12 meses	23.181 MWh
Número de Unidades Consumidoras Total	56.910
Potência instalada	146.314 kVA

**Tabela 11 – Variáveis de entrada para o Método Dinâmico**

Atributo	Valor
Área do Conjunto	14,59 km <sup>2</sup>
Extensão de Rede MT Urbana	166,52 km
Extensão de Rede MT Rural	0 km
Número de Unidades Consumidoras Total	56.910
Consumo Médio – Classe Residencial	3,01 MWh
Consumo Médio – Classe Industrial	201,95 MWh
Consumo Médio – Classe Comercial	44,55 MWh
Consumo Médio – Classe Rural	0 MWh
Energia Consumida por Potência Instalada	2,66 MWh/kVA
Número de Unidades Consumidoras por Área	3.900/km
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Residencial	93%
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Industrial	0,1%
Percentual de Unidades Consumidoras – Classe Comercial	0,6%

Como explicado na seção 4.3, os atributos não são comparados isoladamente, e sim de forma conjunta. Portanto, faz-se o uso de uma análise multivariada, ou seja, um método que permita a análise simultânea de múltiplas variáveis para cada indivíduo. O propósito do uso de métodos de estatística multivariada, segundo Mingoti (2005) [24], é o de simplificar ou facilitar a interpretação do fenômeno que está sendo estudado através da construção de índices ou variáveis alternativas que sintetizem a informação original dos dados, bem como construir grupos de elementos amostrais que apresentem similaridade entre si, possibilitando a segmentação do conjunto de dados original. Portanto, o CV deve ser calculado não para cada atributo, e sim para um único índice que deverá ser formado a partir de todos os atributos.

A já citada distância euclidiana é a medida de similaridade adotada pela ANEEL como critério de agrupamento que engloba todos os atributos descritivos. Tomando um conjunto como referência, este é comparado com todos os outros conjuntos do país através desta medida. Posto isso, para esta análise foi calculada a distância euclidiana do conjunto em análise (Autonomistas) aos demais conjuntos pertencentes ao mesmo agrupamento resultante dos métodos *k-means* e dinâmico.

Desta forma, assim como é feito nos métodos de agrupamento elencados, o primeiro passo foi normalizar os atributos de cada conjunto de unidades consumidoras a fim de eliminar o efeito escala dos valores, conforme apresentado na Equação 16.

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (17)$$

Em que,

X é o valor bruto da variável

$\mu$  é a média dos valores de cada atributo

$\sigma$  é o desvio padrão dos valores de cada atributo

Z é a variável normalizada

Em seguida, foram calculadas as distâncias euclidianas, utilizando a fórmula apresentada na Equação 6. Os coeficientes de variação das distâncias euclidianas podem ser vistos na Tabela 12.

**Tabela 12 – Coeficiente de Variação**

	<b>Método <i>k-means</i></b>	<b>Método dinâmico</b>
<b>Coeficiente de Variação</b>	61%	45%

A Tabela 12 mostra que para este exemplo, na metodologia atualmente utilizada a dispersão entre estes atributos é menor (CV=45%), ou seja, os agrupamentos são mais homogêneos em termos de características populacionais.

Neste mesmo exemplo, foi feita a análise dos conjuntos classificados como semelhantes a este em ambas as metodologias. Como se trata de uma área da região Sudeste, predominantemente urbana, o esperado é que quanto mais conjuntos selecionados como semelhantes forem também da região Sudeste, mais precisa será a metodologia. A Tabela 13 apresenta os resultados obtidos.

**Tabela 13 – Percentual de conjuntos por áreas regionais**

<b>Região</b>	<b>Metodologia Antiga</b>	<b>Metodologia Vigente</b>
Sul	14,8%	3,0%
Sudeste	73,0%	79,0%
Centro-Oeste	1,7%	3,0%
Norte	6,1%	4,0%
Nordeste	4,3%	11,0%

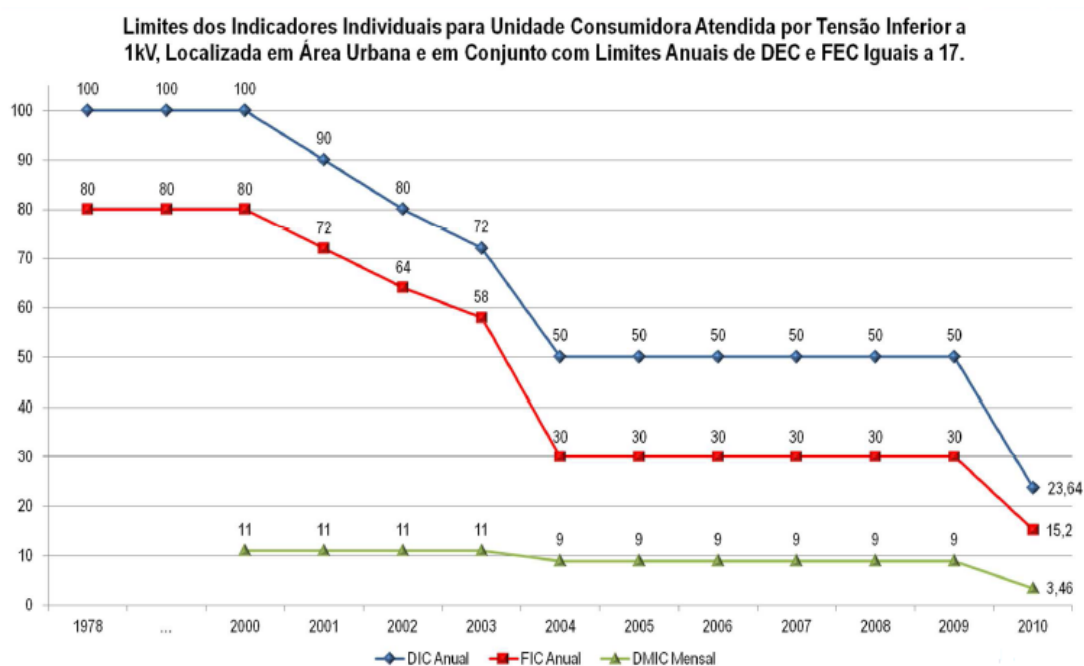
Observa-se que a metodologia vigente capturou mais conjuntos da regiões Sudeste que na análise antiga, passando de 73% a 79% o percentual de conjuntos desta região.

Esta análise, em complemento com o estudo do coeficiente de variação dos atributos, demonstra um avanço no aprimoramento da metodologia de definição de limites.

Conforme já foi explicado, o passo subsequente à seleção de conjuntos semelhantes é a definição de limites de qualidade, no qual é traçada uma trajetória decrescente para cada ano do ciclo tarifário.

A adoção de 42 faixas de DEC e FEC para a definição do DIC, FIC e DMIC resultou em limites inferiores aos exigidos quando eram utilizadas 5 faixas. Ou seja, o Órgão Regulador aumentou o nível de exigência em relação aos limites máximos de frequência e duração para cada unidade consumidora.

Por exemplo, para um consumidor atendido por uma rede de baixa tensão em área urbana que tem um limite de 17 horas no DEC, o limite para cada consumidor passou de 50 horas, para 23,54 horas, conforme mostra a Figura 12.



(Fonte: ANEEL)

**Figura 12 – Evolução dos limites DIC, FIC e DMIC**

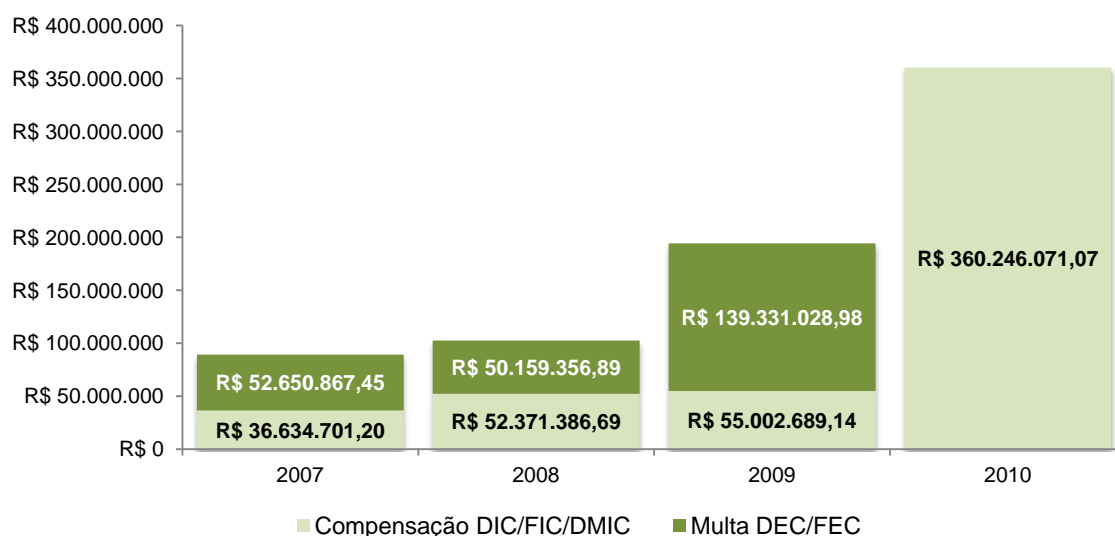
Ainda na Figura 12, se observa que para este caso, os limites de DIC e FIC reduziram à metade. Já o limite do DMIC passou a representar somente 38% do valor definido na metodologia anterior.

## 5.2 Sistemática de Penalização por Transgressão dos Limites

Com limites individuais mais restritivos, manter a mesma fórmula de cálculo para penalização por transgressão dos limites resultaria em demasiada perda financeira para as distribuidoras.

Desta forma, conforme foi explicado na Seção 4.6, a ANEEL alterou o dispositivo de penalização, reduzindo o coeficiente de majoração (kei) para o cálculo de desconto na tarifa no caso de não cumprimento dos limites por consumidor. Além disso, foi extinta a multa referente à violação dos limites coletivos DEC e FEC.

Conforme ilustra a Figura 13, apresentada na Nota Técnica nº 0022/2011 [25], “houve um aumento do montante de compensações no período de 2007 a 2008, permanecendo praticamente constante em torno de R\$ 50 milhões até 2009. Em 2010 houve um salto no montante compensado que passou para R\$ 360 milhões. As multas também sofreram um aumento, saindo de R\$ 52 milhões em 2007 para algo em próximo à R\$ 140 milhões em 2009, ano em que essa penalidade deixou de ser aplicada pela ANEEL.”



(Fonte: Nota Técnica nº 0022/2011 – SRD/ANEEL)

**Figura 13 – Evolução da compensação por transgressão dos indicadores DIC, FIC e DMIC e da multa por violação dos limites de DEC e FEC para o período de 2007 a 2010**

De acordo com a NT 0022/2011, “a alteração significativa do montante pago pelas distribuidoras de 2009 para 2010 deve-se à ação tomada pela ANEEL no sentido de ajustar os limites individuais com vista à manutenção do incentivo à melhoria da continuidade.” Isso porque os indicadores de muitas unidades consumidoras que estavam dentro do limite passaram a ultrapassá-los. Já indicadores que já estavam com

desempenho pior que o exigido, passaram a ficar ainda mais distantes do alvo estabelecido.

Com o fim da multa por transgressão dos indicadores coletivos (DEC e FEC) o valor de compensação por transgressão dos indicadores individuais de continuidade (DIC, FIC e DMIC) assumiu integralmente a posição de sinalizador para melhoria da continuidade.

Num cenário de piora ou estabilidade na qualidade, é natural que haja aumento do montante de compensações de um ano para o outro, devido à gradual redução dos valores máximos permitidos para frequência e duração de interrupções a cada ano. Por este motivo, e pelo fato de os indicadores apurados variarem de um ano ao outro, não é razoável medir o impacto da mudança na metodologia através da análise do histórico dos montantes de penalização.

Desta forma, para tirar o efeito da variação dos indicadores e realizar uma perfeita comparação, faz-se necessário calcular as penalizações por transgressão de limites para ambas metodologias, considerando uma mesma base de clientes e interrupções.

Neste contexto, foram simulados dois cenários utilizando a metodologia anterior e a vigente para uma mesma base de interrupções, seguindo as premissas indicadas na Tabela 14.

**Tabela 14 – Características dos cenários simulados**

	<b>Metodologia</b>	<b># Faixas DEC/FEC para definição de limites DIC/FIC/DMIC</b>	<b><i>kei</i></b>	<b>Multa DEC/FEC</b>
<b>Cenário 1</b>	Antiga	5 faixas	BT=17 MT=22 AT=30	Sim
<b>Cenário 2</b>	Vigente	42 faixas	BT=15 MT=20 AT=27	Não

Para a simulação, foi utilizada como base uma empresa da região Sul do Brasil, que atende uma área de quase 100.000 km<sup>2</sup> de extensão e cerca de 1 milhão de unidades consumidoras. A segmentação do mercado desta empresa apresenta a seguinte composição:

**Tabela 15 – Percentual de participação dos consumidores por classe de consumo**

<b>Classe de consumo</b>	<b>Participação</b>
Industrial	35%
Comercial	15%
Residencial	25%
Rural	15%
Outros	10%

Com base nesses dados, foi elaborada uma base de interrupções fictícia para os clientes desta empresa, estimando que 99,5% das unidades consumidoras são atendidas por baixa tensão, 0,49% são atendidas por média tensão, e 0,01% por alta tensão. Desta forma, de acordo com a faixa de DEC e FEC do conjunto ao qual cada cliente pertence, foram estabelecidos os indicadores individuais mensais, trimestrais e anuais de interrupções.

Seguindo a alegação da Agência – por meio da NT 0094/2009 [17] – de que cerca de 10% dos consumidores não têm seus limites de duração e frequência de interrupções atendidos, considerou-se o seguinte percentual de unidades consumidoras cujos limites vigentes foram violados pela distribuidora:

**Tabela 16 – Percentual de falhas por nível de tensão e localização**

<b>Tensão de conexão</b>	<b>Localização</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>BT</b>	Urbano	7%	5%	6%	4%	8%	8%	7%	6%	8%	8%	10%	10%
	Rural	13%	6%	9%	5%	12%	8%	7%	6%	18%	9%	10%	16%
<b>MT</b>	Urbano	6%	3%	7%	5%	8%	6%	5%	3%	9%	8%	12%	8%
	Rural	12%	11%	14%	9%	11%	12%	11%	13%	25%	15%	28%	34%

Em seguida, para cada cliente que violou os indicadores, considerou-se que os valores de duração e frequência ultrapassaram, em média, 30% dos limites mensais vigentes.

Para o cálculo da parcela de compensações por violação dos limites individuais, foram arbitrados valores de EUSD de acordo com a tensão de conexão e localização dos consumidores. A Tabela 17 apresenta a média dos valores de EUSD utilizados.

Tabela 17 – EUSD médio por nível de tensão e localização

Mês	BT		MT	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Jan	R\$ 46,78	R\$ 36,59	R\$ 784,56	R\$ 367,82
Fev	R\$ 41,79	R\$ 32,09	R\$ 685,91	R\$ 186,36
Mar	R\$ 41,99	R\$ 30,43	R\$ 673,36	R\$ 762,36
Abr	R\$ 41,05	R\$ 30,53	R\$ 592,66	R\$ 187,98
Mai	R\$ 41,22	R\$ 28,98	R\$ 640,28	R\$ 247,37
Jun	R\$ 42,59	R\$ 32,84	R\$ 631,05	R\$ 728,91
Jul	R\$ 38,79	R\$ 35,09	R\$ 665,03	R\$ 856,68
Ago	R\$ 39,53	R\$ 35,37	R\$ 560,02	R\$ 677,36
Set	R\$ 45,46	R\$ 42,44	R\$ 1.022,38	R\$ 198,84
Out	R\$ 46,23	R\$ 49,55	R\$ 674,771	R\$ 318,56
Nov	R\$ 48,35	R\$ 52,77	R\$ 750,76	R\$ 426,62
Dez	R\$ 51,12	R\$ 50,92	R\$ 498,44	R\$ 410,65

Para o cálculo da parcela referente à extinta multa por violação dos indicadores coletivos, foi considerado um faturamento líquido igual a R\$500 milhões ao ano e  $k_1=5$ ,  $k_2=1$  e  $k_3=1$ .

Para os dois cenários foi simulado o valor total das penalizações decorrentes das violações dos limites. O gráfico da Figura 14 apresenta o resultado desta simulação.

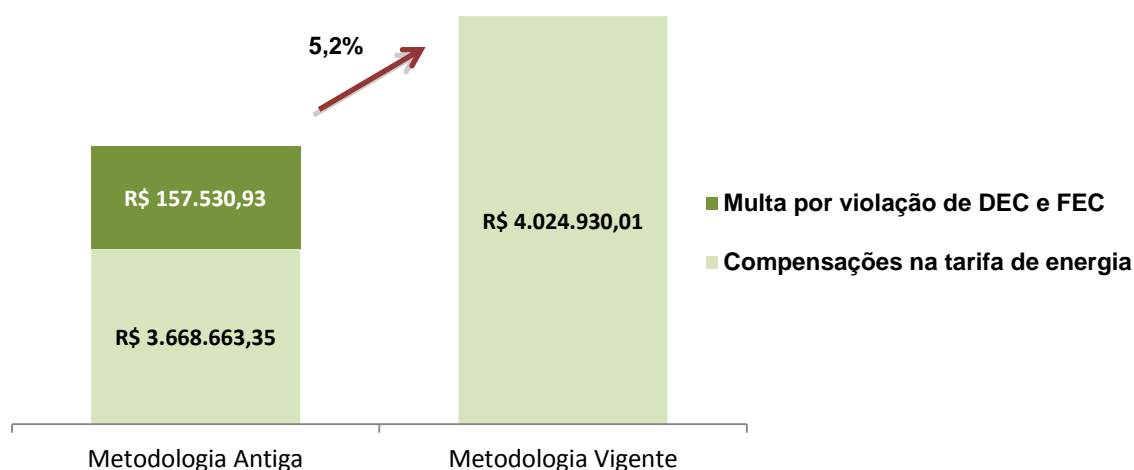


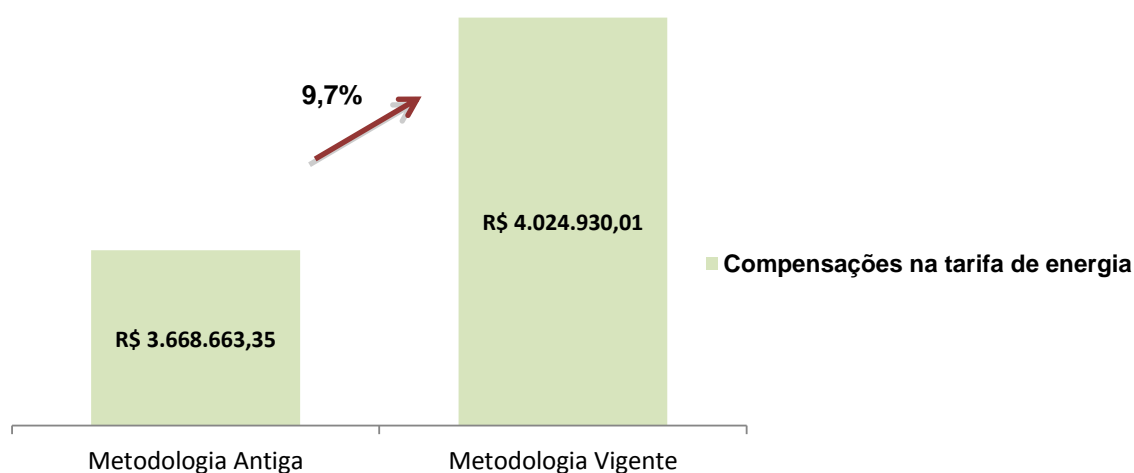
Figura 14 – Valor anual total de penalização para a amostra simulada: Metodologia 2º CRTP x 3º CRTP

Pela Figura 14 é possível notar o efeito desta mudança para as concessionárias de energia. Na metodologia vigente o valor total de penalizações é 5,2% maior que o valor calculado para a metodologia anterior, utilizando os mesmos dados de interrupções. Esse impacto financeiro é ainda maior pelo fato de as penalizações agora serem integralmente repassadas aos clientes.



Conforme previsto no Art. 21 Resolução Normativa 63/2004 [26], a ANEEL podia, alternativamente à imposição de penalidade, firmar com a concessionária, permissionária ou autorizada Termo de Compromisso de Ajuste (TAC) de conduta, visando à adequação da conduta irregular às disposições regulamentares e/ou contratuais aplicáveis. Em outras palavras, podiam ser estabelecidos TACs como alternativa à aplicação de multas por descumprimento de metas de DEC e FEC, estabelecendo que as distribuidoras deveriam investir o valor das penalidades em obras que contribuam para a redução do número de interrupções.

Neste exemplo, se os R\$ 157.530,93 resultantes da violação dos limites coletivos fossem aplicados em ações que resultassem na melhoria da qualidade, o impacto desta mudança na metodologia poderia ser de até 9,7% a mais a ser pago em penalizações.



**Figura 15 – Valor anual total de penalização por DIC, FIC e DMIC: Metodologia 2º CRTP x 3º CRTP**

Desta forma, cabe avaliar alternativas de incentivos à melhoria na continuidade do fornecimento. Sem prejuízo à metodologia atualmente aplicada para a gestão de indicadores de continuidade, tais incentivos deveriam vir no sentido de bonificar aqueles que apresentam bom desempenho.

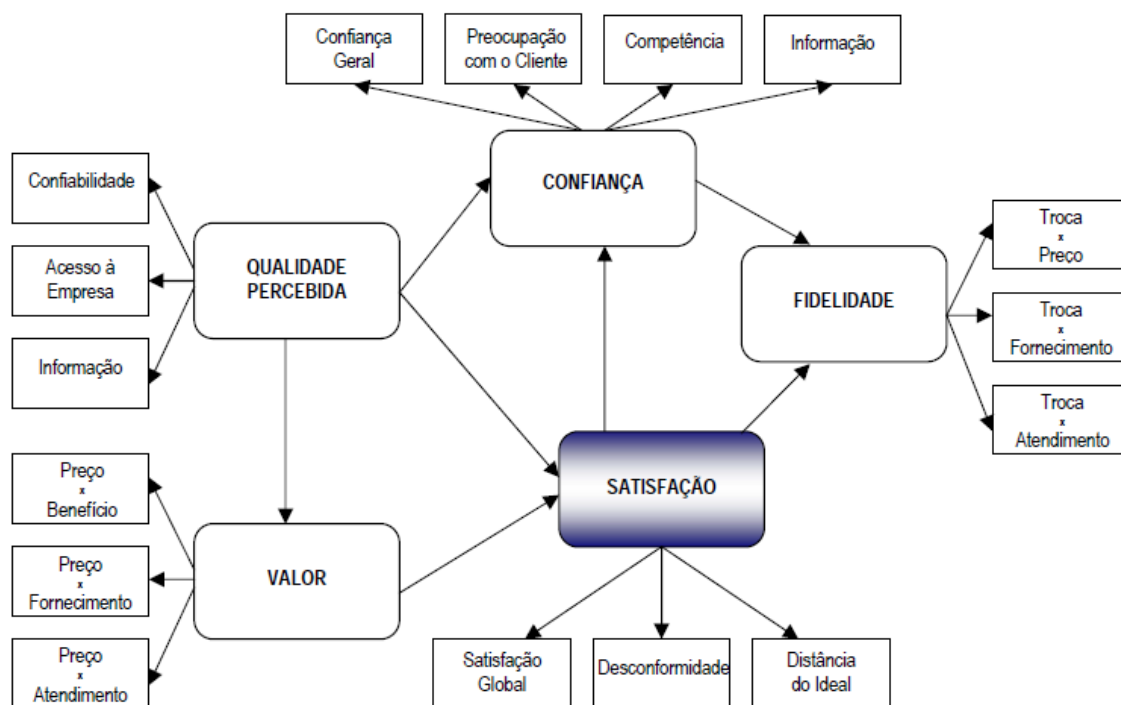
### 5.3 Proposta Alternativa

Segundo Anderson & Fornell (2000) [27], “a manifestação do grau de satisfação do consumidor com bens e serviços prestados pelas empresas se constitui na mais legítima forma de orientação para a melhoria dos produtos e serviços, além de possibilitar o exercício da cidadania. Isso abre novos caminhos para o público consumidor e fortalece a sua participação na evolução da economia como um todo.”

Tendo isso em vista, a Agência desenvolveu o Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor visando complementar as informações de natureza interna (DEC, FEC) bem como fortalecer a participação do público consumidor na evolução dos serviços prestados. Embutido no IASC está a avaliação da percepção do cliente quanto ao fornecimento de energia à sua residência, ou seja, mensura qualitativamente a continuidade do fornecimento.

Como citado na seção 2.4, anualmente a ANEEL concede o Prêmio IASC às concessionárias com a melhor avaliação de acordo com o consumidor residencial, e tem por objetivo estimular a melhoria da prestação de serviços de energia elétrica orientada para a satisfação dos consumidores. As concessionárias melhor avaliadas em cada categoria recebem o “Selo IASC” – marca que pode ser utilizada nas contas de luz e material institucional da empresa. Contudo, diante dos altos montantes financeiros direcionados aos ressarcimentos pelo não cumprimento dos limites de qualidade, caberia também avaliar premiações com impactos financeiros de forma a atenuar tais custos.

O modelo utilizado pelo IASC – descrito na Figura 16 – é composto de 5 variáveis: Qualidade Percebida, Valor Percebido, Confiança no Fornecedor, Fidelidade, Satisfação Global, avaliadas por meio de questionário aplicado em campo por meio de escalas de mensuração (1 a 10).



(Fonte: Nota Técnica nº 117/2007–SRC-SMA/ANEEL)

**Figura 16 – Modelo utilizado pelo IASC**

Dentre as variáveis que compõem o IASC, a parcela que representa a satisfação dos clientes com a frequência e duração de interrupções está embutida na variável “Qualidade Percebida”. Esta variável, conforme a Aneel cita na Nota Técnica nº 117/2007–SRC-SMA/ANEEL [28], observou-se que é o principal elemento de correlação com a melhoria da satisfação dos consumidores. Tendo isso em mente, pode-se avaliar a aplicação de desconto no valor das compensações na tarifa para as empresas que tiveram bom desempenho IASC, pois entende-se que se o cliente tem boa percepção sobre a qualidade, a distribuidora está atendendo a qualidade almejada sob a ótica do cliente.

Cabe citar que até 2006 o IASC era utilizado no processo de reajuste tarifário, por meio de um componente denominado “Xc” – que poderia implicar acréscimo ou redução de até 1% sobre o índice de reajuste da concessionária – que foi eliminado devido à sua subjetividade. Segundo a ANEEL menciona na Nota Técnica nº 117/2007–SRC-SMA/ANEEL, a pesquisa poderia sofrer interferência do “estado de espírito” do consumidor, assim como a possibilidade de variação do critério e o grau de exigência para avaliação em função das condições culturais e regionais. Porém, no mesmo documento a Agência relaciona claramente a satisfação do consumidor com o desempenho da concessionária em relação à sua expectativa ao afirmar:

*“(...) ainda que o conceito de qualidade possa significar coisas diferentes para diferentes pessoas em diferentes lugares, um aspecto comum é a noção de que a qualidade está associada à satisfação do consumidor e ainda que a qualidade antecede à satisfação.*

*Pode-se ainda definir qualidade como o grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos (NBR ISO 9000:2000, 1.1), podendo ser vista como o resultado da comparação das expectativas do consumidor sobre o produto/serviço com sua percepção de desempenho.”*

Desta forma, o método de premiação proposto neste trabalho consiste na redução do valor da penalização às concessionárias com IASC considerado bom ou excelente ( $\geq 60$ ) proporcionalmente ao valor do índice. A fórmula de cálculo do percentual de redução seria:

$$\% \text{ Redução} = 100/(100-\text{IASC}) \quad (18)$$

Por exemplo, caso o índice de satisfação dos consumidores da distribuidora do exemplo ilustrado na Figura 14 seja igual a 65, o percentual de redução a ser aplicado na

compensação por violação seria de 2,86%, conforme a equação 18. Portanto o valor total da compensação passaria de R\$4.024.930,01 a R\$3.909.937,76.

$$\% \text{ Redução} = 100/(100-65) = 100/35 = 2,86\% \quad (19)$$

Já um IASC igual a 80 implicaria em uma redução de 5%, como mostra a equação 19. Neste caso, o valor a ser compensado aos clientes passaria a totalizar R\$3.823.683,51.

$$\% \text{ Redução} = 100/(100-80) = 100/20 = 5\% \quad (20)$$

Esta medida apresenta vantagem tanto para as distribuidoras de energia, quanto para os clientes. No primeiro caso, seria vantagem a possibilidade de reduzir o impacto financeiro oriundo das interrupções. Já no segundo caso, seria um incentivo para as concessionárias buscarem melhorar a qualidade dos serviços prestados. Ainda que este índice seja formado de maneira subjetiva, a possibilidade de redução de custos associados ao não cumprimento dos limites de continuidade poderiam fomentar a busca das distribuidoras pela melhoria dos serviços que fazem parte da avaliação do IASC (atendimento, confiabilidade, conformidade, etc).

## 6 Conclusões e Trabalhos Futuros

A gestão da qualidade do serviço de energia apresentou um grande avanço nos últimos anos. Os esforços dos agentes reguladores para melhorar o serviço prestado para os consumidores vêm aumentando a preocupação das distribuidoras em manter um bom nível de qualidade e, conseqüentemente, impulsionando investimentos na rede por parte das distribuidoras.

O final do segundo ciclo de revisões tarifárias foi marcado por um longo processo de discussão acerca da metodologia de definição de metas de qualidade, que resultou em inúmeras alterações em todas as etapas.

Através do aperfeiçoamento das técnicas estatísticas para determinação de conjuntos semelhantes, houve melhoria nas mensurações, que passaram a ser mais eficientes e mais próximas da realidade de cada região.

Quanto à atual forma de penalização pela transgressão dos indicadores de continuidade, o novo método financeiro aplicado resultou no aumento dos gastos advindos das compensações aos clientes, como fora afirmado pela ANEEL na Nota Técnica 022/2011 – vide Figura 13. Esse fato, aliado à impossibilidade de reinvestimento em melhorias através do TAC, culminou em grande impacto financeiro nas empresas de distribuição no ano de 2012, conforme ilustrado na Figura 4.

Para comparar esse impacto no presente trabalho foi simulada, para uma dada empresa, o cálculo das penalizações, tanto do método antigo quanto do método vigente, considerando uma mesma base de clientes e interrupções. Como resultado, o valor total aplicando a metodologia vigente foi 5% superior àquela obtida da aplicação da metodologia antiga.

Apesar de o consumidor passar a receber maior valor em compensações pelas interrupções de energia, esse aumento pode apresentar baixo impacto positivo para o consumidor. Neste caso, portanto, faz-se necessário avaliar novas alternativas de incentivos à melhoria na continuidade do fornecimento. Neste contexto, o trabalho propôs a utilização do bom desempenho no IASC como bonificação através da redução das compensações por não cumprimento do padrão mínimo de qualidade exigido pelo Órgão Regulador. A escolha deste índice se deu pela sua importância para a sociedade por elevar o grau de participação do consumidor junto às distribuidoras de energia elétrica. Pelo fato de não interferir na metodologia original, é de fácil implementação no curto prazo.

Este tema abre caminho para estudos sobre práticas a serem adotadas no próximo Ciclo de Revisões Tarifárias que ocorrerá a partir de 2015.

- Estudo de equipamentos digitais que poderão monitorar o fornecimento de energia e detectar falhas de abastecimento antes que elas provoquem interrupções.
- Estudo sobre a otimização da alocação de chaves automatizadas de forma a reduzir o menor número possível de consumidores durante uma falha, possibilitando assim, a redução dos indicadores de continuidade.
- Ampliar a amostra disponibilizada nas entrevistas através da internet, para pesquisa de qualidade percebida pelo consumidor.

## 7 Referências Bibliográficas

- [1] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 373, DE 18 DE AGOSTO DE 2009**. “Estabelece os procedimentos a serem adotados pelas concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica para o tratamento das reclamações dos consumidores, e dá outras providências.” Brasília (DF), 2009.
- [2] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 395, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2009**. “Aprova a Revisão 1 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST, e dá outras providências.” Brasília (DF), 2009.
- [3] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **AUDIÊNCIA PÚBLICA Nº 64/2011**. “Audiência Pública que visa obter subsídios para estabelecimento de Resolução Normativa acerca da quarta revisão do Módulo 8 - Qualidade da Energia Elétrica dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST.” Brasília (DF), 2011.
- [4] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **NOTA TÉCNICA 054/2012**. “Resultados da apuração do Indicador de Desempenho Global de Continuidade de 2011.”, Brasília (DF), 2012.
- [5] DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA – DNAEE; **PORTARIA DNAEE Nº 46/1978**. “Estabelece as disposições relativas à continuidade de serviço a serem observadas pelos concessionários de serviço público de eletricidade no fornecimento de energia elétrica a seus consumidores”. Brasília (DF), 1978.
- [6] HASSIN, Eduardo S.; MUNIZ, Willian R.; MATTAR, C.; GARCIA, Reinaldo – **“Indicadores Técnicos dos Serviços de Distribuição: Uma Proposta”** – Monografia Final do curso CENÁRIOS, 1999.
- [7] **Portaria DNAEE nº 293/92**. “Grupo de Trabalho para propor novos índices.” Brasília (DF), 1992.
- [8] DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA – DNAEE; **PORTARIA Nº 163/93**. “Grupo de trabalho com o objetivo de ampliar a abrangência dos indicadores de qualidade, bem como ampliar o escopo destes indicadores.”
- [9] THOMAS, W.; BORDINI, W.; SORMANTI, E.; 1998. **Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica**. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA CONLADI, 1998. Anais. São Paulo, Brasil.

- [10] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **RESOLUÇÃO ANEEL N° 24/2000**. “Estabelece as disposições relativas à Continuidade da Distribuição de energia elétrica às unidades consumidoras.” Brasília (DF), 2000.
- [11] SHLEIFER, ANDREI, “*A Theory of Yardstick competition*”. The RAND Journal of Economics, Vol. 16, No. 3. (Autumn, 1985), pp. 319-327.
- [12] BARBOSA, A.S., **Procedimento para aplicação de penalidade por violação dos padrões dos indicadores de continuidade DEC e FEC. XVI Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica**, Brasília, 2004.
- [13] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **AUDIÊNCIA PÚBLICA N° 46/2010**. “Audiência Pública que visa obter subsídios para estabelecimento de Resolução Normativa acerca da revisão 2010 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST”, Brasília (DF), 2010.
- [14] AJODHIA, V. (2002). **Integrated price and reliability regulation: The European experience. Transmission and distribution conference and exhibition 2002: Asia Pacific, IEEE/PES**, Yokohama.
- [15] TANURE, J.E.P.S., **Análise comparativa de empresas de distribuição para o estabelecimento de metas de desempenho para os indicadores de continuidade de serviços de distribuição**. Dissertação de Mestrado, Escola Federal de Engenharia de Itajubá. 2000.
- [16] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **NOTA TÉCNICA 021/2011**. “Resultados da segunda parte da Audiência Pública nº 046/2010 relativa ao aprimoramento da metodologia utilizada pela ANEEL para o estabelecimento dos limites dos indicadores de continuidade coletivos e a criação do indicador de desempenho global de continuidade”, Brasília (DF), 2011.
- [17] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **NOTA TÉCNICA N° 0094/2009-SRD/ANEEL**. “Estabelecimento de critérios para formação de conjuntos de unidades consumidoras, Brasília (DF), 2009.
- [18] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **PRODIST, MÓDULO 8, REVISÃO 1**. “Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, Qualidade da Energia Elétrica”, Brasília (DF), 2010.
- [19] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **NOTA TÉCNICA N° 0048/2010-SRD/ANEEL**. “Aprimoramento da metodologia de definição dos limites para os indicadores coletivos de continuidade” Brasília (DF), 2010.
- [20] PESSANHA, J. F. M., CASTELLANI, V. L. O., HASSIM, E. S., CHEBERLE, L. A. D. ANABENCH – **Sistema Computacional para Estabelecimento de Metas de Continuidade**. XVI Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, 2004.



[21] TANURE, J. E. P. S. **Proposta de Procedimentos e Metodologia para Estabelecimento de Metas de Qualidade (DEC e FEC) para Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica através da Análise Comparativa**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

[22] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **AUDIÊNCIA PÚBLICA Nº 33/2009**. “OBJETIVO da Audiência Pública: obter subsídios e informações adicionais para a primeira revisão dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST”. Brasília (DF), 2009.

[23] MONTGOMERY, Douglas C. – “Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros”, Editora: LTC, 2012.

[24] MINGOTI, S. A. – “Análise de dados através de métodos de estatística multivariada uma abordagem aplicada”, 1.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

[25] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **NOTA TÉCNICA Nº 0022/2011-SRE/ANEEL**. “Homologação das tarifas de fornecimento de energia elétrica e as Tarifas de Uso dos Sistemas de Distribuição – TUSD e fixação do valor anual da Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica – TFSEE”, Brasília (DF), 2011.

[26] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO – SRD; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 63**. “Aprova procedimentos para regular a imposição de penalidades aos concessionários, permissionários, autorizados e demais agentes de instalações e serviços de energia elétrica, bem como às entidades responsáveis pela operação do sistema, pela comercialização de energia elétrica e pela gestão de recursos provenientes de encargos setoriais.” Brasília (DF), 2004.

[27] ANDERSON, E.W.; FORNELL, C. Foundations of the american customer satisfaction index. Journal of Total Quality Management, Vol 8, 2000.

[28] SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO DA COMERCIALIZAÇÃO DA ELETRICIDADE – SRC; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **NOTA TÉCNICA Nº 0117/2007-SRC/ANEEL**. “Proposta de criação de um instrumento para avaliar os serviços prestados pelas distribuidoras, em complementação à regulação da qualidade já existente, em função da eliminação do componente Xc, associado ao IASC, do cálculo do Fator X no processo de revisão tarifária das distribuidoras.” Brasília (DF), 2007.