UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

JENNY PAOLA GONZÁLEZ PÉREZ

**Propostas de procedimentos para o estabelecimento
de metas de qualidade do serviço de distribuição de
energia elétrica**

SÃO PAULO

2012

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

JENNY PAOLA GONZÁLEZ PÉREZ

**Propostas de procedimentos para o estabelecimento
de metas de qualidade do serviço de distribuição de
energia elétrica**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica como parte dos
requisitos para obtenção do Título
de Mestre em Ciências em
Engenharia Elétrica.

Orientador:

Dr. Carlos Márcio Vieira Tahan.

SÃO PAULO
2012

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 4 de maio de 2012.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

González Pérez, Jenny Paola

**Propostas de procedimentos para estabelecimento de metas de qualidade do serviço de distribuição de energia elétrica / J.P. González Pérez. – ed.rev. -- São Paulo, 2012.
120 p.**

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

1. Distribuição de energia elétrica (Qualidade) I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas II. t.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me dá saúde para aprender e me desenvolver a cada dia.

A meu marido Valdomiro, que sempre me apoiou e me incentivou durante essa etapa da minha vida.

A meus filhos David, Xavier e a Anny, que são minha motivação para continuar sempre em frente.

A minha mãe e meus irmãos, que na distância sempre me apoiaram.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Márcio Vieira Tahan pela confiança e pela paciência em todas as etapas do trabalho.

Aos professores do Centro de Estudos em Regulação e Qualidade de Energia (ENERQ), que sempre me apoiaram.

À Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pela disponibilização dos dados, que foram essenciais para o estudo de caso.

A CNPQ pelo apoio financeiro durante o programa de mestrado.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise crítica da metodologia usada no PRODIST 2010, e propostas alternativas para a fixação de metas e tarifas em função da qualidade do serviço. Todas as análises se sustentam em estudos estatísticos dos dados de interrupções nos anos 2007 e 2008 de 6 empresas distribuidoras de energia com diferentes características de DEC, FEC, número de usuários e número de conjuntos.

A primeira proposta chamada de Tarifa Única – Meta Única (TAMU) propõe a mesma meta de qualidade do serviço para todos os usuários de um mesmo nível de tensão. Na proposta se fixou como critério geral que 10% dos usuários pior atendidos de um nível de tensão devem ser ressarcidos por má qualidade do serviço. Para alcançar esse objetivo as metas dos níveis de tensão de cada empresa foram fixadas a partir dos seus histogramas de frequência acumulada dos indicadores individuais dos usuários. Esse procedimento garante que a percentagem de usuários ressarcidos seja igual em todos os níveis de tensão das empresas. Os resultados obtidos no cálculo da multa média por usuário ressarcido conservam uma coerência justa com a piora dos indicadores coletivos (isto não acontece no PRODIST), onde as concessionárias que apresentaram os piores desempenhos pagariam uma multa média maior por usuário.

A segunda proposta descreve uma metodologia de tarifas diferenciadas por descontos (TARDIF). Nessa metodologia os DIC dos usuários de um mesmo nível de tensão foram classificados em 5 intervalos múltiplos de sua média coletiva (DEC). Os últimos 3 intervalos de classificação correspondem aos usuários que tiveram a pior qualidade do serviço no ano. Para esses usuários foram definidos descontos tarifários que compensariam os prejuízos no seguinte ano. Nos resultados obtidos, as multas médias dos usuários ressarcidos conservam a relação com a média de atendimento e com a dispersão dos dados, sendo o último o critério mais dominante.

ABSTRACT

This work presents a review of the methodology used in PRODIST 2010, and alternative proposals for setting targets and rates depending on quality of service (QoS). All analysis are supported in statistical interruption data studies of 6 electricity distribution companies (EDC) between 2007 and 2008 with different characteristics of DEC, FEC, number of users and sets.

The first proposal called Single Rate - Single Goal (TAMU in Portuguese) proposes the same goal of QoS to all same voltage level users. This proposal sets as a general criterion that 10% of users with worst voltage level attendance must be compensated for getting poor QoS. In order to achieve this goal, the top voltage levels of each company were determined from its cumulative frequency histograms of the user individual indicators value. This procedure guarantees the same percentage of users compensated in all EDC voltage levels. The results obtained by calculating the average penalty per user refunded maintain a fairly consistent with deterioration of collective indicators values (this does not happen in PRODIST 2010), where EDC with worst performances will pay a higher average penalty per user.

The second proposal describes a different discount rate methodology (TARDIF in Portuguese). In this methodology, the DIC of users with same voltage level were classified into five intervals of its collective average (DEC). The last three classification intervals correspond to users who have had the worst QoS in the year. For these users were defined discount rates that would compensate the losses next year. In the obtained results, the average penalties of refunded users maintain the relationship between the average attendance and the data scattering, being the last one the most dominant criterion.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS	VI
ABREVIATURAS	IX
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações Gerais.....	1
1.2 Objetivos gerais	3
1.3 Estrutura do trabalho.....	4
2 QUALIDADE DO SERVIÇO	5
2.1 Indicadores de continuidade do serviço.....	5
2.1.1 Formação dos conjuntos de consumidores	6
2.1.2 Interrupções de longa duração	9
2.1.3 Indicadores de continuidade usados internacionalmente.....	11
2.1.4 Indicadores de continuidade usados no Brasil.....	16
2.2 Limites dos indicadores de continuidade.....	19
2.3 Penalidades	21
2.4 Tarifas	23
2.4.1 Estrutura tarifaria.....	24
2.4.2 Tarifas e qualidade do serviço	25
3 ANÁLISE DAS METAS E PROCEDIMENTOS DO PRODIST 2010	30
3.1 Informação geral da base de dados	30
3.2 Usuários da NT 092/2009 SRD-ANEEL vs. os usuários registrados nos bancos de dados	33
3.3 Limites dos indicadores individuais de continuidade do PRODIST	36
3.3.1 Histogramas de frequência acumulada	38
3.4 Penalidades das empresas segundo as metas do PRODIST	42

3.5	Análise das médias de ressarcimentos dos usuários dos conjuntos	46
3.5.1	Média de ressarcimentos mensais por conjunto	47
3.5.2	Média de ressarcimentos anuais por empresa.....	51
3.6	Análise das penalidades e dos ressarcimentos	52
4	TARIFA ÚNICA – META ÚNICA (TAMU)	58
4.1	Histogramas de frequência acumulada	58
4.2	Indicadores coletivos dos usuários registrados nos bancos de dados de interrupções..	61
4.3	Limites dos indicadores de continuidade.....	62
4.4	Keis diferenciados por indicador e por nível de tensão	65
4.5	Penalidades TAMU por nível de tensão	71
4.6	Análise da média de ressarcimentos mensais e anuais dos usuários dos conjuntos	75
4.6.1	Média de ressarcimentos mensais por conjunto	75
4.6.2	Média de ressarcimentos anuais por empresa.....	79
4.7	Análise das penalidades e ressarcimentos usando a proposta TAMU	80
4.8	Diagrama de fluxo da proposta TAMU	85
5	TARIFA DIFERENCIADA POR DESCONTOS (TARDIF)	87
5.1	Classificação dos usuários em patamares de DEC	88
5.2	Descontos.....	89
5.3	Faturamentos anuais e penalidades.....	91
5.4	Análise das penalidades e usuários com desconto da proposta TARDIF.....	93
5.5	Diagrama de fluxo da proposta TARDIF	96
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	98
6.1	Conclusões	98
6.2	Recomendações	99
6.3	Trabalhos futuros	100
6.3.1	Aprimoramentos das propostas TAMU e TARDIF	100
6.3.2	DEC “x” e DEC zero	100
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
	ANEXO A. METAS PRODIST 2010.....	105
	ANEXO B. TARIFAS TE E TARIFAS TUSD	109
	ANEXO C. PENALIDADES POR NÍVEL DE TENSÃO – PRODIST 2010	110
	ANEXO D. FREQUÊNCIAS ACUMULADAS DOS INDICADORES DIC, FIC E DMIC.....	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1.	SAIDI de alguns países membros da CEER [12].....	16
Figura 2-2.	SAIFI de alguns países membros da CEER [12].	16
Figura 2-3.	Evolução anual dos indicadores de qualidade do serviço do Brasil [14].	17
Figura 2-4.	Linha do tempo da fiscalização dos indicadores de continuidade usados no Brasil.	20
Figura 2-5.	Componentes da conta de energia elétrica [19].	23
Figura 2-6.	Nível de qualidade do serviço recomendado de acordo aos custos do fornecimento de energia e aos custos da END [20].	27
Figura 3-1.	Comparativo do ano 2007 dos usuários registrados nas bases de dados vs. os usuários totais utilizados no estudo da NT 092/2009 SRD-ANEEL.	34
Figura 3-2.	Comparativo do ano 2008 dos usuários registrados nas bases de dados vs. os usuários utilizados no estudo da NT 092/2009 SRD-ANEEL.	35
Figura 3-3.	Metas dos indicadores mensais do PRODIST para baixa tensão urbana.	37
Figura 3-4.	Exemplo de frequência relativa e frequência acumulada dos dados.	40
Figura 3-5.	Exemplo: frequência acumulada mensal dos indicadores DIC, FIC e DMIC de um conjunto.	40
Figura 3-6.	DIC 90% vs. DEC Anual dos conjuntos das 6 empresas analisadas.	41
Figura 3-7.	FIC 90% vs. FEC Anual dos conjuntos das 6 empresas analisadas.	42
Figura 3-8.	PRODIST: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, DIC Baixa Tensão Urbana.	48
Figura 3-9.	PRODIST: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, FIC Baixa Tensão Urbana.	49
Figura 3-10.	PRODIST: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, DMIC Baixa Tensão Urbana.	50
Figura 3-11.	PRODIST: Ressarcimentos mensais das empresas, Baixa Tensão Urbana.	51
Figura 3-12.	PRODIST: Ressarcimentos anuais das empresas, Baixa Tensão Urbana.	52

Figura 3-13.	PRODIST: Análise das penalidades mensais do DIC 2008 em baixa tensão urbana.....	53
Figura 3-14.	PRODIST: Análise das penalidades mensais do FIC 2008 em baixa tensão urbana.....	54
Figura 3-15.	PRODIST: Análise das penalidades mensais do DMIC 2008 em baixa tensão urbana.....	55
Figura 3-16.	PRODIST: Multa média dos indicadores mensais em baixa tensão urbana.	56
Figura 4-1.	Histogramas de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções da empresa E.	59
Figura 4-2.	Histogramas de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções da empresa E.	60
Figura 4-3.	TAMU: kei DIC VS. DEC anual considerando os dados de 2007 e 2008...	68
Figura 4-4.	TAMU: kei FIC VS. DEC anual considerando os dados de 2007 e 2008. ..	69
Figura 4-5.	Análise do comportamento dos keis nos histogramas de frequência acumulada do indicador DIC do nível de baixa tensão da empresa A.	70
Figura 4-6.	TAMU: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, DIC Baixa Tensão Urbana.	76
Figura 4-7.	TAMU: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, FIC Baixa Tensão Urbana.	77
Figura 4-8.	TAMU: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, DMIC Baixa Tensão Urbana.	78
Figura 4-9.	TAMU: Ressarcimentos mensais das empresas.....	79
Figura 4-10.	TAMU: Ressarcimentos anuais das empresas.	80
Figura 4-11.	TAMU: Análise das penalidades mensais do DIC 2008 em baixa tensão urbana.....	81
Figura 4-12.	TAMU: Análise das penalidades mensais do FIC 2008 em baixa tensão urbana.....	82
Figura 4-13.	TAMU: Análise das penalidades mensais do FIC 2008 em baixa tensão urbana.....	83
Figura 4-14.	TAMU: Multa média dos indicadores mensais em baixa tensão urbana.	84
Figura 4-15.	Diagrama de fluxo da proposta TAMU.	85
Figura 5-1.	% de Usuários por faixas de DEC em baixa tensão urbana do ano 2007. ...	89

Figura 5-2.	TARDIF: Análise dos descontos (“penalidades”) do ano 2008 em baixa tensão urbana.....	95
Figura 5-3.	Diagrama de fluxo da proposta TARDIF.....	96
Figura D-1.	Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa A.....	112
Figura D-2.	Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa B.	113
Figura D-3.	Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa C.	114
Figura D-4.	Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa D.....	115
Figura D-5.	Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa E.	116
Figura D-6.	Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa F.....	117
Figura D-7.	Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa A.....	118
Figura D-8.	Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa B.	118
Figura D-9.	Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa C.	119
Figura D-10.	Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa D.....	119
Figura D-11.	Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa E.	120
Figura D-12.	Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa F.....	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1.	Descrição dos indicadores de continuidade usados no Brasil.	2
Tabela 2-1.	Atributos usados na caracterização dos conjuntos segundo o PRODIST [5].	8
Tabela 2-2.	Fatos geradores das interrupções de longa duração do PRODIST [5].	11
Tabela 2-3.	Descrição dos indicadores de qualidade do serviço da IEEE [11].	12
Tabela 2-4.	Outros indicadores de qualidade do serviço usados na Europa [12].	13
Tabela 2-5.	Indicadores de qualidade do serviço usados por país.	14
Tabela 2-6.	Indicadores de qualidade do serviço individuais.	18
Tabela 2-7.	Indicadores de qualidade do serviço coletivos.	18
Tabela 2-8.	Indicadores de qualidade do serviço globais.	19
Tabela 2-9.	Fórmulas para o cálculo das penalidades pela ultrapassagem das metas dos indicadores individuais.	21
Tabela 2-10.	Classificação das tarifas de energia elétrica ANEEL.	24
Tabela 3-1.	Empresas participantes do estudo.	31
Tabela 3-2.	Indicadores coletivos das empresas no ano 2007 e 2008 segundo a NT 092/2009 SRD-ANEEL [17].	31
Tabela 3-3.	Número de conjuntos das empresas.	32
Tabela 3-4.	Informações por usuário nos bancos de dados de interrupções.	32
Tabela 3-5.	Usuários registrados e registros mensais de interrupções nos bancos de dados analisados.	33
Tabela 3-6.	Registro de um usuário em duas tensões diferentes no banco de dados.	36
Tabela 3-7.	Exemplo: montagem de um histograma de frequência acumulada dos usuários em porcentagem dos registros mensais de um ano.	39
Tabela 3-8.	Fórmula para o cálculo das compensações trimestrais e anuais dos indicadores individuais.	43
Tabela 3-9.	PRODIST: Penalidades mensais das empresas, classificadas por indicador e ano.	44

Tabela 3-10.	PRODIST: Penalidades trimestrais das empresas, classificadas por indicador e ano.	44
Tabela 3-11.	PRODIST: Penalidades anuais das empresas, classificadas indicador e ano.	45
Tabela 3-12.	PRODIST: Penalidades totais das empresas, classificadas por indicador e ano.	45
Tabela 4-1.	Número de usuários e indicadores coletivos anuais dos usuários que tiveram interrupções de longa duração, classificados por nível de tensão.	61
Tabela 4-2.	Limites mensais do DIC, FIC e DMIC da proposta TAMU.	63
Tabela 4-3.	Limites anuais do DIC e FIC da proposta TAMU calculados a partir do valor 90% dos usuários que tiveram interrupções.	64
Tabela 4-4.	Fórmulas de cálculo dos keis da proposta TAMU.	65
Tabela 4-5.	Valores de controle Mkei para o DIC e FIC de cada nível de tensão da proposta TAMU.	67
Tabela 4-6.	Keis DIC classificados por nível de tensão e ano.	67
Tabela 4-7.	Keis FIC classificados por nível de tensão e ano.	68
Tabela 4-8.	Fórmulas para o cálculo das penalidades da proposta TAMU.	71
Tabela 4-9.	TAMU: Penalidades mensais classificadas em níveis de tensão e indicadores.	72
Tabela 4-10.	TAMU: Penalidades anuais classificadas em níveis de tensão e indicadores.	73
Tabela 4-11.	Comparativo: Penalidades totais TAMU vs. Penalidades totais PRODIST.	74
Tabela 5-1.	Percentagem de usuários em intervalos de DEC do ano 2007.	88
Tabela 5-2.	DEC e Descontos das tarifas (%) calculados com os dados de 2007 que serão aplicados no banco de dados do ano 2008.	90
Tabela 5-3.	Faturamentos e penalidades por níveis de tensão da proposta TARDIF.	92
Tabela 5-4.	Faturamentos e penalidades totais da proposta TARDIF.	93
Tabela 5-5.	Percentagens de usuários com desconto e multa média de cada nível de tensão da proposta TARDIF.	94
Tabela A-1.	Limites de continuidade para unidades consumidoras urbanas com tensão contratada: $1 \text{ kV} \leq \text{Tensão} < 69 \text{ kV}$	105
Tabela A-2.	Limites de continuidade para unidades consumidoras rurais com tensão contratada: $1 \text{ kV} \leq \text{Tensão} < 69 \text{ kV}$	106

Tabela A-3.	Limites de continuidade para unidades consumidoras urbanas com tensão contratada: menor que 1 kV.	107
Tabela A-4.	Limites de continuidade para unidades consumidoras rurais com tensão contratada: menor que 1 kV.	108
Tabela B-1.	Tarifas convencionais de energia – TE do ano 2007[1].....	109
Tabela B-2.	Tarifas convencionais de energia – TE do ano 2008[1].....	109
Tabela B-3.	Tarifas convencionais de uso do sistema de distribuição – TUSD do ano 2007[1].	109
Tabela B-4.	Tarifas convencionais de uso do sistema de distribuição – TUSD do ano 2008[1].	109
Tabela C-1.	PRODIST: Penalidades mensais classificadas por nível de tensão, indicador e ano.	110
Tabela C-2.	PRODIST: Penalidades anuais classificadas por nível de tensão, indicador e ano.	111

ABREVIATURAS

AID	Average Interruption Duration
AIF	Average Interruption Frequency
AIT	Average Interruption Time
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica.
ASAI	Average Service Availability Index
ASIDI	Average System Interruption Duration Index
ASIFI	Average System Interruption Frequency Index
AT	Alta Tensão
BD	Banco de Dados
BT	Baixa Tensão
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
CAIFI	Customer Average Interruption Frequency Index
CEER	Council of European Energy Regulators
CEMIn	Customers experiencing multiple interruptions
CI	Customer Interruptions
CMI	Customer Minutes Lost
CTAIDI	Customer Total Average Interruption Duration Index
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora.
DIC	Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora.
DMIC	Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora.
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
END	Energy Not Distributed
ENS	Energy Not Supplied
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora.
FIC	Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers

MT	Média Tensão
NIEPI	Número de interrupciones equivalente de la potencia instalada
NT	Nota Técnica
NUC	Número de unidades consumidoras
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional.
RTP	Revisões Tarifárias Periódicas
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SARI	System Average Restoration Index
SED	Subestação de Distribuição
TAMU	Tarifa Única – Meta Única
TARDIF	Tarifa Diferenciada por Descontos
TIEPI	Tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada

1 Introdução

1.1 Considerações Gerais

Desde meados da década de 90, o setor elétrico brasileiro vem sofrendo transformações estruturais de modo similar ao que ocorreu em outras partes do mundo. No Brasil o modelo adotado na reestruturação do setor está orientado ao mercado e se caracteriza pela desverticalização das empresas de energia elétrica através da separação das atividades de geração, transmissão e distribuição. Também houve privatização de varias empresas distribuidoras de energia elétrica. No modelo adotado, a produção e o consumo são segmentos onde há competição e os segmentos de transmissão e distribuição continuam monopólios naturais e são fortemente regulamentados pelo órgão regulador. A ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica [1] criada em 1996 tem como objetivo principal a regulação e fiscalização das atividades de energia elétrica, e, portanto foi a responsável pelo estabelecimento de novos regulamentos mais aderentes a esse modelo, e focadas no controle da qualidade da energia elétrica fornecida aos consumidores finais e na modicidade tarifaria. O uso da energia elétrica está presente na maioria das atividades modernas desde o trabalho ao lazer, por isso a sua ausência penaliza bastante a sociedade. Por este motivo a continuidade é um dos itens mais relevantes, assim nesse novo modelo, a primeira tentativa de normatizar a qualidade do serviço para todo o Brasil foi feita mediante a resolução da ANEEL No. 024/2000 [2], pois até esse momento, as metas dos indicadores coletivos de continuidade do serviço correspondiam às da Portaria DNAEE No 046/1978 [3] que eram muito flexíveis e não tinham punição. Ressalta-se que alguns contratos de concessão como os das concessionárias paulistas [4] previam metas específicas de continuidade mais desafiadoras e punição por descumprimento. A resolução No. 024/2000 [2] trouxe uma regra geral, e então foram definidas as “disposições relativas à continuidade dos serviços públicos de energia elétrica, nos seus aspectos de duração e frequência, a serem observadas pelas concessionárias

e permissionárias de serviço público de distribuição e de transmissão de energia elétrica nas unidades consumidoras e nos pontos de conexão”. A resolução enfatizou os indicadores individuais introduzindo metas e procedimentos que sinalizavam uma continua melhoria da qualidade do serviço. A Tabela 1-1 apresenta os indicadores de continuidade que devem ser apurados por parte das empresas distribuidoras de energia elétrica do Brasil, para os períodos mensais, trimestrais e anuais.

Tabela 1-1. Descrição dos indicadores de continuidade usados no Brasil.

INDICADOR	DESCRIÇÃO
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DIC	Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora
FIC	Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora
DMIC	Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora

A apuração periódica dos indicadores coletivos e individuais é uma forma de avaliar a evolução da qualidade da energia. A resolução No. 024/2000 [2] sofreu algumas alterações. Atualmente, as regras e procedimentos para o controle de qualidade estão condensados no PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. Esses Procedimentos de Distribuição são documentos elaborados pela ANEEL, com a participação dos agentes de distribuição e de outras entidades e associações do setor elétrico nacional, que normatizam e padronizam o relacionamento técnico entre os agentes e portanto as metas de qualidade que as concessionárias distribuidoras devem oferecer a seus usuários constituem um capítulo importante desse documento[5]. O PRODIST já sofreu duas revisões oriundas de audiências públicas. A primeira em 2009, objeto da audiência pública No. 033/2009 [6] foi aprovada através da resolução No. 395/2009 [7]. Em 2010 foi realizada uma outra audiência pública para revisar o PRODIST. Isto gerou a segunda revisão que modificou 6 dos 8 módulos do PRODIST e foi aprovada através da resolução normativa No. 424/2010 [8].

No módulo 8, que trata da qualidade da energia elétrica, a ANEEL estabelece as metodologias para a apuração dos indicadores de continuidade, define os limites e a forma em que serão tratadas suas transgressões. A ANEEL padronizou também a forma como são apurados os indicadores e como são enviados os dados ao órgão regulador.

Este trabalho discutirá inicialmente essas regras atuais analisando as punições como incentivo à melhoria da qualidade do serviço, e a questão da percepção que os usuários finais têm da qualidade do fornecimento. No âmbito dessa discussão é analisado o fato dos usuários finais terem a mesma tarifa de energia independentemente do nível de qualidade recebido, pois os usuários são tratados de maneira isotrópica na tarifação dentro da mesma área de concessão, porém têm ressarcimentos diferenciados quando são compensados pela má qualidade no fornecimento.

1.2 Objetivos gerais

As contínuas demandas pela melhoria da qualidade dos serviços de energia elétrica por parte dos consumidores, junto a uma receita sustentável para as empresas distribuidoras de energia elétrica, criam a necessidade de estudos para o estabelecimento das regras que garantem o equilíbrio entre os direitos e as responsabilidades das partes envolvidas no processo da qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica. Nesse âmbito os objetivos gerais do presente trabalho são:

- Discutir a metodologia para o estabelecimento das metas e das penalidades definidas no módulo 8 do PRODIST.
- Alvittrar propostas alternativas que objetivem aprimorar os pontos questionáveis da atual metodologia.

Para melhor entendimento, todas as análises estatísticas apresentadas estão baseadas nos bancos de dados de interrupções de longa duração de 6 empresas distribuidoras de energia dos anos 2007 e 2008.

1.3 Estrutura do trabalho

O capítulo 2 aborda os conceitos básicos da qualidade do serviço, apresenta um breve resumo dos indicadores de continuidade do serviço usados em diferentes países e no Brasil e mostra os procedimentos estabelecidos no módulo 8 seção 2 do PRODIST 2010.

O capítulo 3 apresenta uma análise crítica da definição das metas e das penalidades dos procedimentos atuais do PRODIST.

O capítulo 4 descreve a proposta alternativa Tarifa Única – Meta Única (TAMU). Nessa proposta todos os usuários de um nível de tensão e localização (por exemplo o nível de baixa tensão urbana) de uma empresa possuem a mesma meta. Nessa proposta os limites de continuidade são estabelecidos para os níveis de tensão de cada empresa, através de histogramas de frequência acumulada dos usuários de cada nível de tensão.

O capítulo 5 expõe uma segunda alternativa chamada de Tarifa Diferenciada por Descontos (TARDIF). Nessa proposta as penalizações das empresas são o resultado de descontos tarifários segundo uma classificação dos indicadores anuais dos usuários. Nesta metodologia, o controle da média e a dispersão dos dados de interrupções, deve produzir um grande incentivo à melhoria da qualidade do serviço.

O capítulo 6 apresenta as conclusões da pesquisa desenvolvida e as recomendações dos trabalhos futuros.

2 Qualidade do serviço

Uma das variáveis para definir um país como desenvolvido é a facilidade de acesso da população aos serviços de infraestrutura de qualidade, como saneamento básico, transportes, telecomunicações e energia. A energia elétrica é um fator determinante para o desenvolvimento econômico e social ao fornecer apoio mecânico, térmico e elétrico às ações humanas e por estar presente tanto nas atividades produtivas como no lazer. Todas as conexões e o próprio fornecimento de energia elétrica aos consumidores são realizados por distribuidoras ou permissionárias de energia elétrica que administram o monopólio natural em uma determinada área. No caso do Brasil, os direitos e obrigações dessas companhias são estabelecidos nos contratos de concessão e na legislação correspondente. O cumprimento desses contratos e legislações assim como o controle das atividades desenvolvidas são regulados e fiscalizados pela ANEEL. O órgão regulador procura de um lado, assegurar ao consumidor, o pagamento de uma tarifa justa e o acesso a um serviço contínuo e de qualidade e, de outro, garantir à distribuidora o equilíbrio econômico-financeiro necessário ao cumprimento do Contrato de Concessão. Portanto, surge a necessidade de criar procedimentos que garantam um equilíbrio entre o consumidor e a empresa distribuidora. Atualmente esses procedimentos quanto à qualidade estão consignados no PRODIST. Com seus 8 módulos o PRODIST visa regular tecnicamente o serviço público da energia elétrica, incentivando uma operação harmônica entre os agentes e garantindo que os sistemas de distribuição operem com segurança, eficiência, qualidade e confiabilidade.

2.1 Indicadores de continuidade do serviço

Quantificar e comparar a continuidade do fornecimento de energia em diferentes áreas requer indicadores de continuidade definidos de forma transparente e única, ou seja, as análises

estatísticas e as equações usadas nos cálculos dos indicadores de qualidade devem medir os mesmos parâmetros independentemente dos nomes adotados por cada região. No caso internacional, esta é uma tarefa não trivial tendo em conta que há diferentes definições e métodos utilizados nos diferentes países. Contudo, apesar das diferenças nos cálculos e na precisa definição dos indicadores de qualidade do serviço de cada país, a duração e a frequência das interrupções são os principais parâmetros que avaliam o desempenho das distribuidoras. Isto porque tanto o montante das interrupções quanto a duração causam enormes prejuízos à sociedade, e então estes prejuízos devem ser minimizados.

2.1.1 Formação dos conjuntos de consumidores

Faz muitos anos que o agrupamento das unidades consumidoras de energia elétrica em conjuntos representa uma prática que permite organizar de maneira eficiente os recursos das empresas distribuidoras de energia. Em 1996, com a criação da ANEEL focada a melhorar a qualidade da energia, essa formação de conjuntos passou a ser regulada e fiscalizada pela Agência através de resoluções normativas. Por isso, um dos objetivos principais da resolução normativa No. 024/2000 [2], com vigência entre os anos de 2000 e 2009, foi o de controlar e avaliar a continuidade dos serviços públicos de energia elétrica por meio de indicadores coletivos vinculados aos conjuntos de unidades consumidoras. Também previu acompanhamento dos indicadores individuais associados a cada unidade consumidora. No art. 8 dessa resolução os conjuntos de unidades consumidoras foram definidos pelo critério de áreas contíguas e caracterizados pelos seguintes atributos para a caracterização de um conjunto:

- Área, [km²].
- Extensão da rede primária, [km].
- Média mensal da energia consumida, nos últimos 12 meses [kWh].
- Total de unidades consumidoras atendidas.
- Potência instalada, [kVA].
- Configuração do sistema: isolado ou interligado.

O critério geral de áreas contíguas permitia às distribuidoras grande liberdade na formação de seus conjuntos, o que naturalmente criou distorções e heterogeneidade dos mesmos, dificultando uma análise comparativa de desempenho de conjuntos com atributos semelhantes e conseqüentemente, a definição dos limites de continuidade, pela metodologia de benchmarking.

Em 2009, realizou-se um estudo para o estabelecimento de um critério para formação dos conjuntos que buscou homogeneizar os mesmos e melhorar os resultados do método de análise comparativa de desempenho. Os resultados foram apresentados na nota técnica No. 0094/2009 – SRD/ANEEL [9], e disponibilizados na audiência pública No. 033/2009 [6]. A proposta apresentada na nota técnica vincula a formação dos conjuntos com a rede elétrica, mais especificamente com as subestações. Essa proposta tem como vantagem a relação entre o evento que causa a interrupção e a qualidade percebida pelo consumidor. Além disso, se amplia a funcionalidade dos conjuntos, podendo ser usados na avaliação de perdas de energia, administração de investimentos, assim como referenciais de desempenho. Como desvantagem tem-se a dinamicidade do sistema, onde uma reconfiguração poderia implicar alterações no conjunto, dificultando a operação e a gestão dos indicadores de continuidade das unidades consumidoras reconfiguradas. Para minimizar essa desvantagem, se houver alteração permanente na configuração do sistema que acarrete mudança nos conjuntos, a distribuidora deverá propor à ANEEL a revisão da configuração dos conjuntos de unidades consumidoras.

Após algumas modificações do critério físico – elétrico aprovado na primeira revisão do PRODIST, foram determinadas mais claramente as considerações na formação dos novos conjuntos definidos por SED – Subestação de Distribuição. A seguir são apresentados esses novos critérios consignados na segunda revisão do PRODIST, onde a abrangência de cada conjunto são as redes MT à jusante da SED e de propriedade da distribuidora.

- SED que possua número de unidades consumidoras igual ou inferior a 1.000 deve ser agregada a outras, formando um único conjunto.
- SED com número de unidades consumidoras superior a 1.000 e igual ou inferior a 10.000 pode ser agregada a outras, formando um único conjunto.
- A agregação de uma SED deve obedecer ao critério de contiguidade das áreas.

- É vedada a agregação de duas ou mais SED cujos números de unidades consumidoras sejam superiores a 10.000.
- Mediante aprovação da ANEEL, poderão formar diferentes conjuntos SED 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, SED com redes subterrâneas e aéreas, devendo os conjuntos resultantes possuir número de unidades consumidoras superior a 1.000.
- Para as redes MT das distribuidoras que não possuam subestação com primário em AT, o conjunto deve ser composto pelas redes em MT de sua propriedade até o ponto de conexão com o agente supridor.

Assim como estabelecido na resolução normativa No. 024/2000, no PRODIST, os conjuntos também são caracterizados pelos atributos para fins comparativos e de análise de desempenho. A seguinte tabela apresenta a descrição desses atributos.

Tabela 2-1. Atributos usados na caracterização dos conjuntos segundo o PRODIST [5].

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO
Área	Área que abrange os transformadores de distribuição próprios e os particulares constantes do plano de incorporação da distribuidora, assim como a subestação supridora das redes MT, devendo a soma de todas as áreas dos conjuntos corresponder à área de concessão ou permissão da distribuidora.
Extensão da rede MT	Na extensão da rede MT, devem-se computar as redes aéreas, subterrâneas, urbanas e não urbanas, considerando as redes próprias da distribuidora e as redes particulares constantes do plano de incorporação da distribuidora, excetuando-se as redes das cooperativas de eletrificação rural.
Média mensal da energia consumida	Corresponde à média aritmética simples relativa ao consumo verificado nos últimos 12 meses pelas unidades consumidoras atendidas em MT ou BT, excluindo-se o consumo de cooperativas de eletrificação rural e de outras distribuidoras.
Total de unidades consumidoras	Corresponde ao número de unidades consumidoras faturadas no período de apuração e atendidas em MT ou BT.
Potência instalada	Corresponde à soma das potências unitárias nominais de todos os

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO
	transformadores, inclusive os de propriedade particular constantes do plano de incorporação da distribuidora, excetuando-se os transformadores pertencentes às cooperativas de eletrificação rural e os transformadores de potência cuja tensão secundária seja maior do que 1 kV.
Localização	Sistema isolado ou interligado.

As diversas revisões da Resolução normativa No. 024/2000 da ANEEL que contemplaram critérios de formação de conjuntos de unidades consumidoras e procedimentos de avaliação dos indicadores sempre estiveram focadas em buscar avanços na melhoria de qualidade do serviço. Atualmente, os conjuntos de consumidores são utilizados para o estabelecimento das metas dos indicadores individuais (com penalidade), que por sua vez impactam as metas dos indicadores coletivos (sem penalidade). Por essa razão, é cada vez mais importante estabelecer critérios claros e objetivos na formação de conjuntos que favoreçam a aplicação de análises comparativas de desempenho. A formação de conjuntos (válidos a partir de 2011) baseada em critérios físico-elétricos pode fornecer subsídios importantes para as análises de investimento, visto que, conjuntos com indicadores muito degradados devem necessitar de obras para adequar a rede aos padrões desejados.

2.1.2 Interrupções de longa duração

De acordo com a duração das discontinuidades, as interrupções das unidades consumidoras podem-se classificar em interrupções de curta duração e interrupções de longa duração. As interrupções de curta duração são usadas principalmente na análise de qualidade do produto, já as interrupções de longa duração são usadas nos estudos de qualidade do serviço. O desenvolvimento desse trabalho está focado á análise da qualidade do serviço, mediante estudos estatísticos das interrupções de longa duração.

Na terminologia e conceitos expostos na resolução No. 024/2000 da ANEEL [2], considera-se uma interrupção de longa duração como a discontinuidade maior ou igual a 3 minutos do neutro ou da tensão disponível em qualquer uma das fases de um circuito elétrico que atende uma unidade consumidora. Essa duração é também usada na Europa, onde se aplica o padrão de tempo da European standard EN 50160 [10], com exceção da Holanda que usa o limite de 1 minuto para interrupções de longa duração. Por outro lado, a maioria das empresas

distribuidoras dos EUA e Canadá usam o padrão de tempo da IEEE Std 1366 – 2003 [11], que define uma interrupção de longa duração qualquer interrupção igual ou superior a 5 minutos.

Embora, os cálculos dos indicadores de continuidade do serviço do Brasil sejam feitos usando as interrupções de longa duração, na regulamentação atual, existem interrupções que devido a sua natureza, não são computadas nos cálculos dos indicadores exigidos pela ANEEL:

- *Interrupção programada*: Interrupção que é antecedida de aviso prévio, por tempo preestabelecido, para fins de intervenção no sistema elétrico da concessionária de distribuição ou de transmissão. Uma interrupção planejada é, na maioria dos casos, parte dos esforços das empresas distribuidoras para melhorar a continuidade do fornecimento.
- *Interrupção de Urgência*: Interrupção deliberada no sistema elétrico da concessionária de distribuição, sem possibilidade de programação e caracterizada pela urgência na execução de serviços, ou da manobra.
- *Interrupção em Situação de Emergência*: Interrupção motivada por caso fortuito ou de força maior, a ser comprovada documentalmente pela concessionária de distribuição, desde que não se caracterize como de sua responsabilidade técnica, por falta de manutenção ou de investimentos em seu sistema.

Segundo o estabelecido no PRODIST, a coleta e o armazenamento dos dados de interrupções devem atender as seguintes diretrizes: os dados das interrupções de longa duração e os indicadores deles provenientes deverão ser mantidos na distribuidora por período mínimo de 5 anos, para uso da ANEEL e dos consumidores. Além disso, para cada interrupção de longa duração ocorrida no conjunto deverão ser registradas as informações do fato gerador, a data, a hora e os minutos do início e restabelecimento da interrupção, o número de unidades consumidoras atingidas pela interrupção, o código de identificação de cada unidade consumidora e o nível de tensão onde o fato gerador foi verificado. A Tabela 2-2 apresenta os fatos geradores das interrupções de longa duração considerados na última revisão do PRODIST (2011) [5].

Tabela 2-2. Fatos geradores das interrupções de longa duração do PRODIST [5].

TIPO	CAUSA	DETALHE
Programada	Alteração	Melhoria e/ou ampliação
	Manutenção	Corretiva e/ou preventiva
Não Programada	Médio Ambiente	Poluição, corrosão, queima ou incêndio, inundação, erosão, árvore ou vegetação, descarga atmosférica, animais e vento.
	Terceiros	Vandalismo, abalroamento, roubo, acidente, pipa, defeito cliente afetando outros, ligação clandestina, empresas de serviços públicos ou suas contratadas.
	Falha Operacional	Erros de operação, serviço mal executado, acidente.
	Próprias do Sistema	Subestação, sobretensão, sobrecarga, desligamento para manutenção emergencial, desligamento por segurança, falha de material ou equipamento, alívio de carga, falha não identificada.

2.1.3 Indicadores de continuidade usados internacionalmente

O padrão internacional IEEE 1366 de 2003 [11] usado nos EUA e Canadá apresenta um conjunto de termos e definições que promovem a universalização dos indicadores de qualidade de energia através da identificação dos fatores que afetam a qualidade do serviço, incentivando as análises comparativas entre as empresas distribuidoras de energia. Os países membros da CEER – Council of European Energy Regulators utilizam vários dos indicadores de continuidade expostos no guia da IEEE, às vezes com nomenclatura diferente, mas com significados semelhantes. Porém como dito anteriormente, a duração mínima das interrupções computadas nos cálculos dos indicadores de qualidade, depende da normatividade adotada por cada região (3 minutos na grande maioria da Europa [12], e 5 minutos na maioria dos EUA e Canadá [13]). Na sequência a Tabela 2-3 apresenta os indicadores de qualidade do serviço usados nos padrões IEEE, e a Tabela 2-4 mostra outros indicadores de qualidade usados na Europa.

Tabela 2-3. Descrição dos indicadores de qualidade do serviço da IEEE [11].

INDICADORES IEEE Std 1366 -2003	DEFINIÇÃO
SAIDI <i>System Average Interruption Duration Index</i>	$\frac{\sum r_i \cdot N_i}{N_T} = \frac{\sum \text{Customer interruption durations}}{\text{Total number of customers served}}$ Equation Chapter (Next) Section 1
SAIFI <i>System Average Interruption Frequency Index</i>	$\frac{\sum N_i}{N_T} = \frac{\sum \text{Total number of customer interruptions}}{\text{Total number of customers served}}$
CAIDI <i>Customer Average Interruption Duration Index</i>	$\frac{\sum r_i \cdot N_i}{\sum N_i} = \frac{\sum \text{Customer interruption durations}}{\text{Total number of customers interruptions}}$
CTAIDI <i>Customer Total Average Interruption Duration Index</i>	$\frac{\sum r_i \cdot N_i}{CN} = \frac{\sum \text{Customer interruption durations}}{\text{Total number of customers interrupted}}$ Equation Chapter (Next) Section 1
CAIFI <i>Customer Average Interruption Frequency Index</i>	$\frac{\sum N_i}{CN} = \frac{\sum \text{Total number of customer interruptions}}{\text{Total number of customers interrupted}}$
ASAI <i>Average Service Availability Index</i>	$\frac{N_T \cdot (\text{No. hours/yr}) - \sum r_i \cdot N_i}{N_T \cdot (\text{No. hours/yr})} = \frac{\text{Customer hours service availability}}{\text{Customer hours service demand}}$
CEMI_n <i>Customers experiencing multiple interruptions</i>	$\frac{CN_{k>n}}{N_T} = \frac{\text{Total number of customers with more than n sustained interruptions}}{\text{Total number of customers served}}$
ASIDI <i>Average System Interruption Duration Index</i>	$\frac{\sum r_i \cdot L_i}{L_T} = \frac{\sum \text{Connected kVA duration of load interrupted}}{\text{Total connected kVA served}}$
ASIFI <i>Average System Interruption Frequency Index</i>	$\frac{\sum L_i}{L_T} = \frac{\sum \text{Total connected kVA of load interrupted}}{\text{Total connected kVA served}}$
Where: <i>i</i> = Denotes an interruption event. <i>r_i</i> = Restoration time for each interruption event. <i>N_i</i> = Number of interrupted customers for each sustained interruption event during the reporting period. <i>N_T</i> = Total number of customers served for the areas. <i>CN</i> = Total number of customers who have experienced a sustained interruption during the reporting period. <i>CN_{k>n}</i> = Total number of customers who have experienced more than n sustained interruptions during the reporting period. <i>L_i</i> = Connected kVA load interrupted for each interruption event. <i>L_T</i> = Total connected kVA load served.	

Tabela 2-4. Outros indicadores de qualidade do serviço usados na Europa [12].

OUTROS INDICADORES USADOS NA EUROPA	DESCRIÇÃO
CMI <i>Customer Minutes Lost</i>	É usado no Reino Unido como sinônimo de SAIDI
CI <i>Customer Interruptions</i>	É usado no Reino Unido, se calcula com a mesma equação do SAIFI, mas se expressa em número de interrupções por cada 100 consumidores.
ENS <i>Energy Not Supplied</i>	Calcula o total de energia não fornecida aos usuários que sofreram interrupções. $\sum E_i$ E_i = Energia não fornecida a cada usuário
TIEPI <i>Tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada</i>	É usado na Espanha e Portugal, e ao igual que o SAIDI calcula a duração média das interrupções do sistema. $\frac{\sum S_i \cdot r_i}{S_T}$ S_i = Potência instalada nos centros de transformação de MT/BT mais a potência contratada de MT afetada pela interrupção. r_i = Duração da interrupção. S_T = Somatória da potência instalada de todos os centros de transformação de MT / BT da distribuidora mais o total da potência contratada em MT.
NIEPI <i>Número de interrupciones equivalente de la potencia instalada</i>	É usado na Espanha, como alternativa do SAIFI para quantificar a média das interrupções do sistema. $\frac{\sum S_i}{S_T}$ S_i = Potência instalada nos centros de transformação de MT/BT mais a potência contratada de MT afetada pela interrupção. S_T = Somatória da potência instalada de todos os centros de transformação de MT / BT da distribuidora mais o total da potência contratada em MT.
END <i>Energy Not Distributed</i>	Calcula a energia que não fornecida aos usuários no período de um ano. $\frac{E_T \cdot TIEPI}{T}$ E_T = Fluxo de energia total no sistema de distribuição no ano de análise. T = Número de horas do ano.
AIT <i>Average Interruption Time</i>	Indicador de qualidade do serviço da transmissão de energia. Mede o tempo que o fornecimento de energia ficou interrompido. $AIT = \frac{60 \cdot \sum E_i}{P_T}$ E_i = Energia não fornecida a cada usuário [MWh]. P_T = Potência média fornecida pelo sistema [MW].

OUTROS INDICADORES USADOS NA EUROPA	DESCRIÇÃO
AIF <i>Average Interruption Frequency</i>	<p>Indicador de qualidade do serviço da transmissão de energia. Mede o número de vezes que o fornecimento de energia ficou interrompido.</p> $AIF = \frac{\sum P_i}{P_T}$ <p>P_i = Potência interrompida em cada evento [MW]. P_T = Potência média fornecida pelo sistema [MW].</p>
AID <i>Average Interruption Duration</i>	<p>Indicador de qualidade do serviço da transmissão de energia. Mede a duração média das interrupções.</p> $AID = \frac{60 \cdot \sum E_i}{\sum P_i}$ <p>E_i = Energia não fornecida a cada usuário [MWh]. P_i = Potência interrompida em cada evento [MW].</p>
SARI <i>System Average Restoration Index</i>	<p>Usado no Portugal, quantifica a duração média de uma interrupção. É calculado separadamente para a rede de transmissão considerando os pontos de entrega da energia.</p> $SARI = \frac{\sum r_i}{NI}$ <p>r_i = Duração da interrupção. NI = Número total de interrupções</p>

As equações mostradas anteriormente para os indicadores SAIDI, SAIFI e CAIDI são normalmente ponderadas pelo número de consumidores. Porém, alguns países utilizam outro tipo de ponderação nos cálculos dos seus indicadores. A seguinte tabela apresenta um resumo dos indicadores de qualidade do serviço usados em vários países, assim como a ponderação usada nos cálculos.

Tabela 2-5. Indicadores de qualidade do serviço usados por país.

PAÍS	INDICADORES	PONDERAÇÃO
África do Sul	SAIDI/ SAIFI/CAIDI	Número de consumidores
Alemanha	SAIDI/ SAIFI	Número de consumidores
Argentina	SAIDI/ SAIFI	Número de consumidores
Áustria	ASAI/ ASAFI/ ENS	Potência interrompida
Bélgica	SAIDI/ SAIFI/CAIDI/AIT/AIF/AID	Número de consumidores
Canadá	SAIDI/ SAIFI/CAIDI	Número de consumidores
Dinamarca	SAIDI/ SAIFI/ ENS	Número de consumidores
Eslovênia	SAIDI/SAIFI	Número de consumidores
Espanha	TIEPI/NIEPI	Capacidade dos Transformadores
Estônia	SAIDI/ SAIFI/CAIDI	Número de pontos de entrega
EUA	SAIDI/ SAIFI/CAIDI	Número de consumidores
Finlândia	SAIDI/ T-SAIDI/ T-SAIFI	Consumo anual de energia

PAÍS	INDICADORES	PONDERAÇÃO
França	SAIFI/ ENS/AIT	Número de pontos de entrega
Holanda	SAIDI/ SAIFI/CAIDI	Número de consumidores
Hungria	SAIDI/ SAIFI	Número de consumidores
Itália	SAIDI/ SAIFI/ENS/AIT	Índices individuais sem peso
Lituânia	SAIDI/ SAIFI	Número de consumidores
Luxemburgo	SAIDI/ SAIFI/ ENS/AIT	Número de consumidores
Noruega	SAIDI/SAIFI/CAIDI/CTAIDI/CAIFI/ENS	Número de consumidores
Polônia	SAIDI/ SAIFI	Número de consumidores
Portugal	SAIDI/SAIFI/END/AIT/SARI/TIEPI	Número de pontos de entrega
Reino Unido	CI/CML	Número de consumidores
República Tcheca	SAIDI/ SAIFI	Número de consumidores
Romênia	SAIDI/ SAIFI/ ENS/AIT	Número de consumidores
Suécia	SAIDI/SAIFI/ ENS/AIT	Número de consumidores

Desde o ano 2001, a CEER, segue a qualidade do fornecimento da energia elétrica dos seus países membros. A análise mais recente foi publicada em 2008 no 4th Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply [12]. Nesse relatório é mostrada a evolução dos indicadores de qualidade de alguns dos países membros da CEER, calculados a partir dos dados das interrupções individuais. As curvas de cada país apresentam uma tendência suave, sendo, em geral, constante ou em diminuição.

Na sequência a Figura 2-1 e a Figura 2-2 mostram a média dos minutos perdidos e o número de interrupções por ano de alguns países membros da CEER, onde as interrupções devido a acontecimentos excepcionais foram excluídas das estatísticas. Porém, segundo a CEER deve-se ter em conta que os dados fornecidos por cada país podem não incluir os eventos registrados nos diferentes níveis de tensão. Nas estatísticas apresentadas pela CEER, os dados do Reino Unido, Itália e Portugal referem-se somente às interrupções em baixa tensão, mas de maneira indireta, esses dados incluem os outros níveis de tensão, incluindo a transmissão. A Áustria apresenta só os eventos de média e alta tensão. A Espanha não inclui transmissão. Na França, os eventos avaliados pelo órgão regulador correspondem às interrupções de longa duração em média e baixa tensão com duração de 6 horas ou mais.

Figura 2-1. SAIDI de alguns países membros da CEER [12].

Figura 2-2. SAIFI de alguns países membros da CEER [12].

2.1.4 Indicadores de continuidade usados no Brasil

No Brasil, o desempenho das distribuidoras de energia elétrica quanto à continuidade do serviço prestado é fiscalizado pela ANEEL com base em metas definidas para os indicadores de qualidade tanto coletivos (DEC e FEC) como individuais (DIC, FIC e DMIC). De acordo com a ANEEL [14], a Figura 2-3 mostra a evolução dos indicadores de qualidade coletivos desde 1996 até 2010. Nessa figura, os valores apurados dos indicadores DEC e FEC no período desde 1996 até o ano 2000 referem-se aos critérios estabelecidos na extinta Portaria

DNAEE No. 046/1978. A partir do ano 2001, os valores apurados dos indicadores seguem os critérios estabelecidos na Resolução ANEEL No. 024 /2000 [2].

Figura 2-3. Evolução anual dos indicadores de qualidade do serviço do Brasil [14].

No módulo de qualidade do serviço do PRODIST, são estabelecidos padrões, responsabilidades e a metodologia usada na apuração desses indicadores de continuidade, considerando somente as interrupções de longa duração, ou seja, aquelas iguais ou superiores aos 3 minutos. O período mínimo de apuração das interrupções ocorridas deve ser mensal. A seguir se especificam os indicadores que deverão ser apurados segundo as especificações do PRODIST (2011) [5].

→ *Indicadores Individuais:* A tabela seguinte apresenta a descrição dos indicadores individuais que deverão ser apurados para cada uma das unidades consumidoras, assim como as fórmulas para o cálculo desses indicadores.

Tabela 2-6. Indicadores de qualidade do serviço individuais.

INDICADORES INDIVIDUAIS	FÓRMULA	DESCRIÇÃO
DIC <i>Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora</i>	$DIC = \sum_{i=1}^n t(i)$	Indica o intervalo de tempo acumulado que, no período de apuração, em cada unidade consumidora ou ponto de conexão ocorreu interrupção da distribuição de energia elétrica, em horas e centésimos de hora.
FIC <i>Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora</i>	$FIC = n$	Indica o número de interrupções ocorridas, no período de apuração, em cada unidade consumidora ou ponto de conexão.
DMIC <i>Duração Máxima de Interrupção Individual por Unidade Consumidora</i>	$DMIC = t(i) \max$	Indica o intervalo de tempo máximo e contínuo em que ocorreu interrupção da prestação de serviço em uma unidade ou instalação, no período de apuração, em horas e centésimos de hora.
Onde: <i>i</i> = Índice de interrupções da unidade consumidora, no período de apuração, varia de 1 a n. <i>n</i> = Número de interrupções da unidade consumidora considerada, no período de apuração. <i>t(i)</i> = Duração de cada interrupção (<i>i</i>) da unidade consumidora considerada, no período de apuração. <i>t(i)max</i> = Tempo da máxima duração de interrupção contínua (<i>i</i>), no período de apuração, na unidade consumidora considerada, expresso em horas e centésimos de horas.		

→ *Indicadores Coletivos:* A Tabela 2-7 mostra a descrição e a fórmula para o cálculo dos indicadores coletivos que deverão ser apurados para cada conjunto de unidades consumidoras, nos períodos de apuração mensal, trimestral e anual.

Tabela 2-7. Indicadores de qualidade do serviço coletivos.

INDICADORES COLETIVOS	FÓRMULA	DESCRIÇÃO
DEC <i>Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora</i>	$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{Cc} DIC(i)}{Cc}$	Indica o intervalo de tempo, em média, em que ocorreu descontinuidade da prestação de serviço em cada unidade consumidora do conjunto considerado, no período de apuração, em horas.
FEC <i>Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora</i>	$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{Cc} FIC(i)}{Cc}$	Indica o número de vezes, em média, em que ocorreu descontinuidade da prestação de serviço em cada unidade consumidora do conjunto considerado, no período de apuração.
Onde: <i>i</i> = Índice de unidades consumidoras atendidas em BT ou MT faturadas do conjunto. <i>Cc</i> = Número total de unidades consumidoras faturadas do conjunto no período de apuração (mensal, trimestral ou anual), atendidas em BT ou MT.		

→ *Indicadores Globais:* O indicador global se refere a um agrupamento de conjuntos de unidades consumidoras, podendo se referir a uma distribuidora, município, estado,

região ou país. Os valores dos indicadores globais para tempos de apuração trimestral e anual de cada agrupamento serão calculados de acordo com as equações da tabela seguinte.

Tabela 2-8. Indicadores de qualidade do serviço globais.

PERÍODO DE APURAÇÃO	DEC	FEC
Trimestral	$DEC_{TRIM} = \frac{\sum_{n=1}^3 [DEC_n \times Cc_n]}{Cc_{MED_TRIM}}$	$FEC_{TRIM} = \frac{\sum_{n=1}^3 [FEC_n \times Cc_n]}{Cc_{MED_TRIM}}$
Anual	$DEC_{ANUAL} = \frac{\sum_{n=1}^{12} [DEC_n \times Cc_n]}{Cc_{MED_ANUAL}}$	$FEC_{ANUAL} = \frac{\sum_{n=1}^3 [FEC_n \times Cc_n]}{Cc_{MED_ANUAL}}$
<p>Onde:</p> <p>DEC_n = Valor mensal do DEC apurado no mês n, com duas casas decimais.</p> <p>FEC_n = Valor mensal do FEC apurado no mês n, com duas casas decimais.</p> <p>Cc_n = Número de unidades consumidoras faturadas e atendidas em BT ou MT informado no mês n.</p> <p>Cc_{MED_TRIM} = Média aritmética do número de unidades consumidoras faturadas e atendidas em BT ou MT do período trimestral, com duas casas decimais.</p> <p>Cc_{MED_ANUAL} = Média aritmética do número de unidades consumidoras faturadas e atendidas em BT ou MT do período anual, com duas casas decimais.</p>		

2.2 Limites dos indicadores de continuidade

A primeira ação para normalizar os procedimentos para a fixação dos limites dos indicadores de continuidade para todas as concessionárias e permissionárias foi concretizada através da resolução No. 024/2000 da ANEEL[2]. Nessa resolução foram estabelecidas as disposições relativas à continuidade dos serviços públicos de energia elétrica, nos seus aspectos de duração e frequência, a serem observadas pelas concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica nas unidades consumidoras e nos pontos de conexão. Além disso, esta resolução também definiu que a continuidade dos serviços públicos de energia elétrica deveria ser registrada, supervisionada, avaliada e controlada por meio de indicadores coletivos e individuais associados a cada unidade consumidora e ponto de conexão [2]. O inciso II do art. 21 da resolução No. 024/2000 da ANEEL dispõe que o pagamento de multa conforme estabelecido na resolução normativa No. 063/2004 [15], por

descumprimento das disposições regulamentares ou contratuais relativas ao nível de qualidade dos serviços de energia elétrica, vigorará para as violações ocorridas até dezembro de 2009.

Em 2008, através da resolução normativa No. 345/2008 [16] foram aprovados os 8 módulos dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST [5]) sem variação nos limites estabelecidos na resolução No. 024/2000 [2]. A Diretoria Colegiada da ANEEL determinou à SRD que apresentasse uma metodologia consolidada para redimensionamento dos padrões de DIC, FIC e DMIC, referentes à resolução No. 024/2000.

Em 27 de fevereiro de 2009, através do Ofício Circular No. 0010/2008-SRD/ANEEL, a SRD solicitou às distribuidoras o preenchimento das apurações de DIC, FIC e DMIC das unidades consumidoras referentes aos anos de 2007 e 2008, com vistas à realização do estudo de revisão dos limites dos indicadores individuais de continuidade. Esse estudo inicial foi apresentado na nota técnica No. 092/2009 SRD – ANEEL [17]. A Resolução Normativa No. 395/2009 [7], datada de 15 de dezembro de 2009, aprovou a primeira revisão dos Procedimentos de Distribuição PRODIST, assim como os novos limites dos indicadores dispostos na nota técnica No. 130/2009 SRD-ANEEL [18]. Portanto, os atuais limites dos indicadores de continuidade individuais DIC, FIC e DMIC para as unidades consumidoras, mantidos inclusive em revisões posteriores do PRODIST, devem obedecer aos valores estabelecidos nas tabelas 1 a 5 do anexo I do Módulo 8 do PRODIST (2010). Esses limites são classificados de acordo com a localização e a tensão contratada. No ANEXO A desse trabalho são mostradas as tabelas com os limites individuais de continuidade vigentes (dez. 2011), para média e baixa tensão. A Figura 2-4 apresenta a linha de tempo das variações na regulamentação dos indicadores de continuidade do serviço usados no Brasil.

Figura 2-4. Linha do tempo da fiscalização dos indicadores de continuidade usados no Brasil.

2.3 Penalidades

Desde a aprovação do PRODIST em 2008, foi definido que a partir de janeiro de 2009, a violação dos limites de DEC e FEC nos períodos pré-definidos de apuração não mais implica pagamento de multa pela distribuidora à ANEEL, portanto, quando houver violação dos limites de continuidade individual (DIC, FIC e DMIC) em relação aos períodos de apuração (mensal, trimestral ou anual), a empresa prestadora do serviço deverá calcular a compensação ao consumidor e efetuar o crédito na fatura, apresentada em até dois meses após o período de apuração. Conforme o item 5.11.4 da seção de qualidade do serviço da segunda revisão do PRODIST (2011) [5], a seguinte tabela apresenta as fórmulas que devem ser usadas nos cálculos das compensações pela ultrapassagem dos limites estabelecidos dos indicadores de continuidade individuais, no período de apuração, a partir do ano 2011.

Tabela 2-9. Fórmulas para o cálculo das penalidades pela ultrapassagem das metas dos indicadores individuais.

INDICADOR INDIVIDUAL	FÓRMULA PARA O CÁLCULO DAS COMPENSAÇÕES
DIC	$Valor_DIC = \left(\frac{DIC_v}{DIC_p} - 1 \right) \times DIC_p \times \frac{EUSD_{médio}}{730} \times kei$
FIC	$Valor_FIC = \left(\frac{FIC_v}{FIC_p} - 1 \right) \times DIC_p \times \frac{EUSD_{médio}}{730} \times kei$
DMIC	$Valor_DMIC = \left(\frac{DMIC_v}{DMIC_p} - 1 \right) \times DMIC_p \times \frac{EUSD_{médio}}{730} \times kei$
Onde: <i>DIC_v</i> = Duração de interrupção por unidade consumidora ou por ponto de conexão, conforme cada caso, verificada no período considerado, expressa em horas e centésimos de hora. <i>DIC_p</i> = Limite de continuidade estabelecido no período considerado para o DIC por unidade consumidora ou por ponto de conexão, expresso em horas e centésimos de hora. <i>FIC_v</i> = Frequência de interrupção por unidade consumidora ou por ponto de conexão, conforme cada caso, verificada no período considerado, expressa em número de interrupções. <i>FIC_p</i> = Limite de continuidade estabelecido no período considerado para o FIC por unidade consumidora ou por ponto de conexão, expresso em número de interrupções e centésimo do número de interrupções. <i>DMIC_v</i> = Duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora ou por ponto de conexão, conforme cada caso, verificada no período considerado, expressa em horas e centésimos de hora. <i>DMIC_p</i> = Limite de continuidade estabelecido no período considerado para o DMIC por unidade consumidora ou por ponto de conexão, expresso em horas. <i>EUSD_{médio}</i> = 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	= 15 para unidades em BT, 20 para unidades em MT, 27 para unidades em AT.

Segundo o PRODIST (2011) [5], no caso do indicador de continuidade individual DMIC, o período de apuração sempre será mensal. No caso de compensação ao consumidor referente à violação dos indicadores individuais DIC e FIC para os períodos de apuração trimestral e anual, deverão ser observados os critérios a seguir:

- Quando da violação dos limites trimestral ou anual, o montante a ser compensado deverá ser calculado proporcionalmente, multiplicando-se o resultado obtido da fórmula de cálculo da compensação pelo quociente entre a soma dos valores apurados dos indicadores mensais que não foram violados e o valor apurado do indicador trimestral ou anual. Devem ser descontados os montantes que já foram pagos pelas violações mensais, respeitando a lógica de que um mesmo fato gerador não pode penalizar mais de uma vez.
- Quando os limites trimestrais ou anuais tiverem sido violados e os valores mensais apurados não violados forem nulos, a compensação referente ao período de apuração trimestral ou anual deverá corresponder à diferença dos montantes calculados para essa compensação e os montantes mensais de cada indicador já creditados ao consumidor.
- Quando todos os limites dos indicadores mensais de uma unidade consumidora tiverem sido violados em um trimestre ou em um ano, e as compensações mensais já tenham sido devidamente creditadas, as compensações referentes aos períodos de apuração trimestral ou anual deverão corresponder à diferença dos montantes calculados para essas compensações e os montantes mensais de cada indicador já creditados aos consumidores ou à distribuidora.

Para efeito de aplicação de eventual compensação, quando exista violação dos limites estabelecidos, deverão ser consideradas as seguintes situações:

- O valor mínimo da compensação no caso de violação do limite do indicador de continuidade individual será R\$ 0,01.
- O valor máximo da compensação, associada à violação do limite do indicador de continuidade individual, será:
- 10 vezes o valor do EUSD médio, no caso de violação de limite mensal.
 - 30 vezes o valor do EUSD médio, no caso de violação de limite trimestral.
 - 120 vezes o valor do EUSD médio, no caso de violação de limite anual.

Entretanto, quando ocorrer violação de mais de um indicador de continuidade individual, no período de apuração, deverá ser considerado, para efeito de compensação, aquele indicador que apresentar o maior valor de compensação.

2.4 Tarifas

A tarifa de energia elétrica é a composição de valores estimados pela ANEEL para remunerar os investimentos e cobrir os custos operacionais dos agentes para que a energia elétrica possa ser utilizada pelo consumidor. Portanto, a tarifa de fornecimento deve cobrir os custos envolvidos em toda a cadeia produtiva, englobando a produção, a transmissão, a distribuição e a comercialização de energia. Na conta final são acrescidos ainda tributos direcionados ao custeio da aplicação de políticas públicas. A Figura 2-5 mostra os custos correspondentes à conta de energia elétrica para os consumidores finais.

Figura 2-5. Componentes da conta de energia elétrica [19].

Segundo a ANEEL [19], em nível de distribuição secundária, o valor da conta mensal sem encargos é equivalente à quantidade de energia elétrica consumida, no mês anterior, estabelecida em quilowatt-hora (kWh) e multiplicada por um valor unitário, denominado tarifa, medido em reais por quilowatt-hora (R\$/kWh), que corresponde ao valor de 1 quilowatt (kW) consumido em uma hora. As empresas de energia elétrica prestam o serviço por delegação da União na sua área de concessão, ou seja, na área em que lhe foi dada autorização para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica. Cabe à ANEEL estabelecer tarifas que assegurem ao consumidor o pagamento de um valor justo, como também garantir o equilíbrio econômico-financeiro da concessionária ou permissionária de distribuição, para que ela possa oferecer um serviço com a qualidade, confiabilidade e continuidade necessárias.

2.4.1 Estrutura tarifaria

Segundo [19], a estrutura tarifaria é o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência, de acordo com a modalidade de fornecimento. No Brasil, as tarifas de energia elétrica estão estruturadas em dois grandes grupos de consumidores: grupo A e grupo B. Entretanto, o estabelecimento e aplicação das tarifas de energia elétrica são feitos de acordo à identificação em classes de consumo dos usuários. A Tabela 2-10 apresenta a classificação das tarifas em e classes de consumo.

Tabela 2-10. Classificação das tarifas de energia elétrica ANEEL.

GRUPO	CLASSE	DESCRIÇÃO
GRUPO A	A1	Tensão de Fornecimento igual ou superior a 230 kV
	A2	Tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV
	A3	Tensão de fornecimento de 69 kV
	A3a	Tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV
	A4	Tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV
	AS	Tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição e faturadas neste grupo em caráter opcional
GRUPO B	B1-R	Baixa Tensão - Residencial
	B1-RBR	Baixa Tensão - Residencial baixa renda
	B2-CER	Baixa Tensão - Cooperativa de eletrificação rural
	B2-R	Baixa Tensão - Rural
	B2-SPI	Baixa Tensão - Serviço público de irrigação rural
	B3-DC	Baixa Tensão - Demais classes
	B4-IP	Baixa Tensão - Iluminação pública

As tarifas do grupo A são para os consumidores atendidos pela rede de alta tensão, de 2,3 kV a 230 kV, e podem ser aplicadas em diferentes modalidades de fornecimento. A modalidade tarifária convencional é caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia e/ou demanda de potência independentemente do período de utilização do dia e dos períodos do ano.

A modalidade tarifária horo – sazonal (azul e/ou verde) é caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. O objetivo dessa modalidade de estrutura tarifária é racionalizar o consumo de energia elétrica ao longo do dia e do ano, motivando o consumidor, pelo valor diferenciado das tarifas, a consumir mais energia elétrica nos horários do dia e nos períodos do ano em que ela for mais barata.

As tarifas do grupo B se destinam às unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 2,3 kV e são atualmente estabelecidas somente para o componente de consumo de energia, em reais por megawatt-hora, considerando que o custo da demanda de potência está incorporado ao custo do fornecimento de energia em megawatt-hora.

2.4.2 Tarifas e qualidade do serviço

Nos monopólios naturais, como o caso da distribuição de energia elétrica, o consumidor não tem a liberdade de escolher um agente de seu interesse ou sua distribuidora de energia, portanto, é importante a atuação de um órgão regulador, para definir o valor da tarifa e um padrão mínimo de qualidade dos serviços prestados. Assim, compete à ANEEL evitar que se produzam situações de abuso de posição dominante, derivada da situação de monopólio, e verificar que os níveis de qualidade do serviço sejam apropriados. Portanto, com o objetivo de preservar esse equilíbrio econômico – financeiro da concessão, o órgão regulador, através das RTP – Revisões Tarifárias Periódicas das distribuidoras de energia elétrica, regula e acompanha o nível de investimentos na rede e os custos operacionais das empresas para alcançar os padrões de qualidade almejados, utilizando-os como base para a formação das tarifas de distribuição de energia elétrica.

Contudo, garantir uma tarifa justa tanto para os consumidores quanto para os investidores e estimular o aumento da eficiência e da qualidade do serviço de distribuição de energia elétrica, não é tarefa fácil. Pois quanto maior o nível de qualidade dos serviços, maior é o custo associado e, portanto, maiores devem ser as tarifas cobradas. No caso extremo, se duplicamos as instalações desde o gerador até o usuário, possibilitando um caminho alternativo para o fornecimento, a probabilidade de ocorrer uma interrupção do serviço será muito baixa, porém, os custos fixos atrelados a este alto nível de qualidade serão o dobro dos custos relacionados à qualidade mínima.

De acordo aos cadernos de política tarifária do Instituto Ascende Brasil [20], para se chegar a um padrão de qualidade socialmente justo, o regulador deve equacionar adequadamente:

- O impacto tarifário causado pelos investimentos e custos operacionais necessários ao aprimoramento dos serviços.
- A disposição dos consumidores de pagar mais caro pela energia para viabilizar a melhoria na qualidade dos serviços.
- As penalidades incidentes sobre as empresas que não cumprem com os níveis de qualidade determinados na regulação.

Assim, para definir o nível de qualidade justo que satisfaça a sociedade, é necessário determinar quanto o consumidor está disposto a pagar para obter o nível de qualidade desejado. Para isso, é necessário avaliar o impacto econômico da falta da energia, ou seja, o valor da END – Energia Não Distribuída. A grosso modo, a valoração da END está relacionada à importância do consumo de cada classe de consumidor, e a sua dependência para com os serviços de energia elétrica. Os impactos que a duração e a frequência da interrupção do fornecimento causam nas atividades produtivas ou de lazer dos consumidores interferem na percepção e valoração do serviço. Para os consumidores comerciais e industriais, por exemplo, a baixa qualidade implica perda de produção, inatividade do capital e da mão de obra, depreciação de material, custos para reinício de processos, perda de matéria prima e danos aos equipamentos. Tais impactos são muito diferentes dos percebidos pelos consumidores residenciais, mais atentos à inconveniência da falta de transporte, à segurança, à perda do tempo de lazer e conforto etc. Como as interrupções no fornecimento não atingem

um único consumidor, a valoração da END deve respeitar a natureza do consumo de energia de toda uma área, tratando individualmente os diferentes tipos de consumidores. Aplicando esse conceito, a empresa distribuidora precisa receber uma tarifa aceitável para fornecer energia com a qualidade desejada pelos consumidores, porém deve estar sujeito a penalidades, se prestar um serviço com uma qualidade inferior às metas estabelecidas pelo órgão regulador.

As penalidades em caso de uma descontinuidade no fornecimento devem ser maiores que o custo a ser incorrido pela empresa com a melhoria de qualidade. Assim, por um lado induz-se a empresa a realizar os investimentos para atingir a meta de qualidade regulatória, e por outro a ressarcir aos consumidores pelos prejuízos quando exceder os limites previstos no nível de qualidade justa. Segundo o Instituto Ascende Brasil [20], a Figura 2-6 apresenta de forma esquemática, as relações entre o ponto de qualidade justa para o fornecimento de energia e os custos das penalidades pelo não cumprimento das metas de qualidade regulatória.

Figura 2-6. Nível de qualidade do serviço recomendado de acordo aos custos do fornecimento de energia e aos custos da END [20].

Onde:

- *Curva de Custos do Fornecimento*: A curva de Custo de Fornecimento, que agrega os montantes de investimentos e os custos operacionais e de manutenção incorridos no aprimoramento dos serviços, aumenta quando sobe a qualidade. Assim, o custo mínimo de fornecimento é o valor mínimo para o funcionamento do sistema. Em patamares baixos de qualidade, significativos ganhos de qualidade podem ser recebidos com investimentos relativamente modestos. A partir de certo patamar de qualidade, entretanto, os investimentos requeridos para um nível adicional de qualidade sobem vertiginosamente, pois, seria necessária ampliar a redundância do sistema que ficaria ociosa a maior parte do tempo.
- *Curva de Custos da Energia Não Distribuída (END)*: Na medida em que a qualidade dos serviços aumenta, menor será o tempo e a frequência das interrupções no fornecimento da energia e, conseqüentemente, menor os custos relacionados à energia não distribuída. Dessa forma, a curva de custo de oportunidade da END declina em função da maior qualidade dos serviços.
- *Custo Total*: A soma da curva de fornecimento e a END dão origem à curva de custos totais, que reflete os custos e benefícios para a sociedade do aumento na qualidade dos serviços prestados. O nível de qualidade justa (ponto de equilíbrio) ocorre no ponto mínimo da curva de custo total. Antes deste ponto, o aprimoramento dos serviços se justifica, pois os benefícios dele advindos são maiores que os custos. Após este ponto, o aprimoramento dos serviços não se justifica, pois os benefícios dele advindos são menores que os custos. Por conseguinte, o ponto (custo da tarifa) que assegura ao consumidor o pagamento de um valor justo, e a sua vez garante o equilíbrio econômico-financeiro da concessionária de distribuição, se situa na projeção do ponto de equilíbrio sob a curva de custo do fornecimento.
- *Penalidade*: A penalidade deve ser maior que o custo a ser incorrido pela empresa com a melhoria de qualidade e deve ressarcir os consumidores pelos prejuízos que excedam os previstos no ponto de qualidade justa. Essa condição é satisfeita se em

qualquer ponto à esquerda da qualidade justa, a penalidade corresponde à diferença entre a curva da END e o valor do custo mínimo do fornecimento.

Até aqui foram apresentados os conceitos básicos de qualidade do serviço, que serão aplicados no desenvolvimento deste trabalho. Nos seguintes capítulos serão analisados estatisticamente os dados de interrupção de longa duração do fornecimento da energia elétrica de 6 empresas para os anos 2007 e 2008, com tensões contratadas menores ou iguais a 69 kV. Essas informações foram fornecidas à ANEEL como parte do estudo da nota técnica 092/2009 SRD-ANEEL [17], que permitiu a análise inicial das metas de continuidade do serviço que substituiriam às metas fixadas no ano 2000.

3 Análise das metas e procedimentos do PRODIST 2010

Nos sistemas elétricos de distribuição tornam-se cada vez mais frequente as análises dos indicadores de continuidade com base em tratamentos estatísticos, usando os bancos de dados das interrupções de fornecimento de energia das empresas distribuidoras. As informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho foram disponibilizadas pela ANEEL, mediante o compromisso de uso restrito para fins acadêmicos e de pesquisa. Neste capítulo serão apresentados as informações dos bancos de dados relativos aos anos 2007 e 2008, de 6 empresas distribuidoras de energia, e uma análise das metas e procedimentos do PRODIST 2010.

3.1 Informação geral da base de dados

O estudo foi possível de ser realizado nesta pesquisa devido ao alto nível de detalhamento das informações providas pela ANEEL. Essas informações foram fornecidas pelas empresas à ANEEL para a elaboração do estudo exposto na Nota Técnica 092/2009 SRD-ANEEL e se referem ao desempenho dos indicadores de continuidade coletivos e individuais. Para este estudo a ANEEL coletou informações de todos os consumidores que tiveram algum tipo de interrupção de longa duração. Dentre as informações utilizadas no estudo da ANEEL [17] foram escolhidas seis empresas segundo os seguintes critérios: região, número de usuários, número de conjuntos, valores dos indicadores coletivos anuais. Ou seja, foram utilizados os dados de interrupções que foram usados para fixar os limites consignados na primeira revisão do PRODIST. O objetivo dessa classificação foi selecionar uma quantidade de empresas que fossem representativas do universo das empresas distribuidoras de energia do Brasil.

Contudo, ficaram evidentes alguns erros de levantamento ou problemas de registro, que de certa forma podem ocorrer em bancos de dados desse porte. A Tabela 3-1 apresenta as regiões das empresas escolhidas.

Tabela 3-1. Empresas participantes do estudo.

Empresa	Região
A	NORDESTE
B	SUDESTE
C	SUDESTE
D	SUDESTE
E	NORDESTE
F	SUL

A Tabela 3-2 mostra o número de unidades consumidoras e os indicadores coletivos das empresas analisada segundo os dados apresentados na NT 092/2009 SRD-ANEEL.

Tabela 3-2. Indicadores coletivos das empresas no ano 2007 e 2008 segundo a NT 092/2009 SRD-ANEEL [17].

Empresa	2007			2008		
	Usuários	DEC Anual [Horas]	FEC Anual [Interrup.]	Usuários	DEC Anual [Horas]	FEC Anual [Interrup.]
A	952.099	13,0326	9,2655	994.972	13,5950	7,8410
B	149.041	7,2977	7,9003	152.209	6,3341	6,9126
C	1.972.718	9,3002	6,3676	2.035.747	8,5082	6,0207
D	5.631.300	8,5321	5,4169	5.753.105	8,8995	5,0288
E	1.026.592	34,8217	19,3621	1.073.052	33,8018	17,6011
F	1.137.909	16,9627	10,8795	1.173.254	15,1735	9,5709

As empresas que foram analisadas no presente estudo, são empresas de diferentes portes. Os desempenhos das empresas em quanto a duração variam desde 6,33 horas por ano (“B” – 2008) até 34,82 horas por ano (“E” – 2007), e em quanto a frequência variam desde 5,02 (“D” – 2008) até 19,36 interrupções por ano (“E” – 2007).

O número de conjuntos das empresas escolhidas também apresenta grandes dispersões. No entanto, deve ser considerado que entre os anos de 2000 e 2009, período de vigência da Resolução Normativa No. 024 de 2000, os conjuntos de unidades consumidoras eram formados por áreas contíguas. Esse critério trouxe às distribuidoras grande liberdade na formação de seus conjuntos, o que naturalmente criou algumas distorções. Em 15 de dezembro de 2009 foi publicada a Resolução Normativa No. 395, que aprovou a primeira

revisão do PRODIST. A referida revisão modificou os critérios para formação de conjuntos, constantes na Seção 8.2, item 2 do Módulo 8 do PRODIST, que passaram a ser vinculados à rede elétrica. Os novos critérios definidos pela ANEEL para a formação de conjuntos utilizando atributos físico-elétricos irão alterar os cálculos das metas dos indicadores individuais, pois a fixação das metas está diretamente relacionada com os indicadores individuais dos conjuntos. Assim, um conjunto que foi reconfigurado mantendo apenas as unidades consumidoras com os melhores desempenhos terá uma redução dos limites individuais em quanto que o conjunto para onde migrarão os consumidores com piores desempenhos terão os limites individuais provavelmente aumentados. As análises dos bancos de dados e os conjuntos das empresas do presente trabalho usam os mesmos dados da NT 092/2009 SRD-ANEEL. A seguinte tabela apresenta o número de conjuntos das empresas dos anos 2007 e 2008.

Tabela 3-3. Número de conjuntos das empresas.

Empresa	Conjuntos
<i>A</i>	340
<i>B</i>	12
<i>C</i>	106
<i>D</i>	58
<i>E</i>	49
<i>F</i>	102

Os dados analisados correspondem a 12 bancos de dados, ou seja, dados de 6 empresas em 2 anos diferentes (2007 e 2008). A Tabela 3-4 apresenta um exemplo das informações disponíveis por usuário nos bancos de dados de interrupções das empresas.

Tabela 3-4. Informações por usuário nos bancos de dados de interrupções.

Código do usuário	Mês	DIC [horas]	FIC [inter.]	DMIC [horas]	Fatura [R\$]	Subest.	Aliment.	Tensão de atendimento	Tipo de localização	Município	Código conjunto	Código empresa
100000016	2	8,6716	4	3,7733	29,51	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40
100000016	3	0,2667	1	0,2667	51,37	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40
100000016	4	0,1542	1	0,1542	25,42	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40
100000016	5	0,2814	1	0,2814	36,51	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40
100000016	7	1,9653	2	1,1447	23,05	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40
100000017	2	0,7608	1	0,7608	11,22	NTU	01J1	B1-RBR	URB	2408102	8930	40
100000017	3	0,2833	1	0,2833	17,51	NTU	01J1	B1-RBR	URB	2408102	8930	40
100000017	5	0,2036	1	0,2036	9,54	NTU	01J1	B1-RBR	URB	2408102	8930	40
100001012	2	8,6716	4	3,7733	74,32	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40
100001012	3	0,2667	1	0,2667	74,87	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40
100001012	4	0,1542	1	0,1542	68,59	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40
100001012	5	0,2814	1	0,2814	72,18	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40
100001012	7	1,9653	2	1,1447	64,22	NEO	01N9	B1-R	URB	2408102	8928	40

Cada linha da tabela anterior corresponde aos dados de interrupção de um usuário em um mês. A primeira coluna refere-se ao código identificador dos consumidores, as repetições dos códigos dessa coluna dependem dos meses nos quais um mesmo usuário sofreu interrupções de longa duração no fornecimento de energia, assim o número máximo de repetições de um código são 12. A segunda coluna contém os meses em que registraram interrupções de longa duração, a terceira, quarta e quinta coluna são os dados dos indicadores individuais dos meses registrados. A sexta coluna é a fatura líquida mensal do usuário, respectivamente. A sétima, oitava, nona e décima colunas, mostram às siglas da Subestação, do Alimentador, da Tensão de Atendimento e de Localização (urbana o não urbana) de cada usuário. As últimas 3 colunas correspondem as informações do código do Município, código do Conjunto e Código da Empresa. Dentro da coluna de Tensão de atendimento aparecem os diferentes tipos de tensão da estrutura tarifaria da ANEEL. Esses níveis de tensão foram apresentados na Tabela 2-10 do item 2.4.1 Estrutura tarifaria.

3.2 Usuários da NT 092/2009 SRD-ANEEL vs. os usuários registrados nos bancos de dados

O primeiro passo na análise dos bancos de dados foi realizar a contagem de todos os códigos dos usuários que registraram interrupções, e o número de registros mensais, nos anos 2007 e 2008. Para evitar registros de usuários duplicados, o cálculo dos usuários foi feito sem levar em conta a classificação de nível de tensão, localização ou conjunto ao qual pertencem os usuários. Ou seja, foi feita uma contagem simples das repetições da primeira coluna dos bancos de dados.

Tabela 3-5. Usuários registrados e registros mensais de interrupções nos bancos de dados analisados.

Empresas	2007		2008	
	Usuários registrados	Registros mensais	Usuários registrados	Registros mensais
A	982.120	5.302.594	1.024.284	4.912.920
B	147.295	738.003	154.730	733.520
C	1.938.173	8.047.930	1.995.031	8.001.835
D	5.154.315	20.673.217	5.158.702	19.510.676
E	1.037.534	7.973.919	1.100.835	8.650.149
F	1.213.771	6.701.795	1.238.635	6.325.929

Como apresentado na Tabela 3-5, foram analisados nos bancos de dados do ano 2007, 49.437.458 registros mensais de 10.473.208 usuários. Em 2008, foram analisados 48.135.029 registros mensais de 10.672.217 usuários das 6 empresas. A Figura 3-1 e a Figura 3-2 apresentam um comparativo por ano entre o número de usuários registrados nos bancos de dados de interrupções e os usuários totais das empresas considerados no estudo da NT 092/2009 SRD-ANEEL, apresentados na Tabela 3-2.

Figura 3-1. Comparativo do ano 2007 dos usuários registrados nas bases de dados vs. os usuários totais utilizados no estudo da NT 092/2009 SRD-ANEEL.

Note-se que nas bases de dados das interrupções no comparativo do ano 2007, 3 das 6 empresas analisadas (“A”, “E” e “F”) registraram mais usuários do que o número total de usuários informados à ANEEL. As divergências a menor nos números de consumidores das bases de dados e os informados à ANEEL usados no estudo da N.T 092/2009 SRD-ANEEL, pode ser atribuído a consumidores que não sofreram desligamentos de fornecimento de energia. Assim em 2007, pelo menos cerca de 2% dos consumidores das empresas “C” e “B”, e 8,5% dos consumidores da empresa “D”, não sofreram desligamentos. As divergências a maior podem ser atribuídas a varias fontes: consumidores que mudaram o nível de tensão de atendimento, consumidores que entraram ao longo do ano após o fornecimento dos dados, reconfigurações, problemas no cadastramento dos usuários, etc.

Figura 3-2. Comparativo do ano 2008 dos usuários registrados nas bases de dados vs. os usuários utilizados no estudo da NT 092/2009 SRD-ANEEL.

No ano 2008, 4 das 6 empresas analisadas (“A”, “B”, “E” e “F”) registraram a maior o número de usuários nos bancos de dados das interrupções. Na empresa “C” a diferença entre os usuários registrados no banco de dados e os usuários da nota técnica se manteve em 2%. Na empresa “D” o número de usuários que não tiveram interrupções de longa duração foi pelo menos de 10,33% dos usuários respeito ao número de usuários totais informados à ANEEL.

As diferenças a menor não oriundas somente de consumidores que não sofreram desligamentos, e as diferenças a maior afetam os cálculos dos indicadores coletivos das empresas. No caso das empresas que apresentaram maior número de usuários registrados nos bancos de dados, os indicadores coletivos diminuem com base nos calculados pela ANEEL, além disso, nessa situação pode-se afirmar que o 100% dos usuários das empresas tiveram algum tipo de interrupção de longa duração no decorrer do ano analisado.

Outra análise mostra um incremento no cálculo dos usuários das empresas ao classificar os usuários pela localização, nível de tensão ou conjunto. Esses problemas são causados por registros de um mesmo usuário em conjuntos diferentes, ou mesmo em tensões ou localizações diferentes. Existem registros desse tipo que não podem ser considerados erros, como no caso de reconfigurações de conjuntos, mudanças de localização por expansão das zonas urbanas, ou mudanças do nível de tensão de atendimento. A seguinte tabela apresenta

um exemplo dos registros de um usuário ao longo de um ano onde existem registros em duas tensões diferentes.

Tabela 3-6. Registro de um usuário em duas tensões diferentes no banco de dados.

Código do usuário	Mês	DIC [Horas]	FIC [Interrup.]	DMIC [Horas]	Fat. Líquida [R\$]	Conjunto	Tensão atendim.	Localização
10806922	1	1,61	1	1,61	732,24	9092	A4	NURB
10806922	2	4,11	2	2,70	757,77	9092	A4	NURB
10806922	5	1,35	1	1,35	423,35	9092	A4	NURB
10806922	7	3,03	2	1,92	1443,91	9092	B2-R	NURB
10806922	8	1,74	2	0,98	914,19	9092	B2-R	NURB
10806922	10	3,07	3	2,38	917,03	9092	B2-R	NURB
10806922	11	6,77	3	2,90	936,11	9092	B2-R	NURB

Portanto, cada vez que se faz uma classificação dos usuários registrados nos bancos de dados seja por conjunto, nível de tensão ou localização, existe a possibilidade de que se incremente o número total de usuários da empresa. Entretanto, as percentagens de erros são consideradas muito baixas e não alteram os resultados gerados.

3.3 Limites dos indicadores individuais de continuidade do PRODIST

Uma das preocupações nos critérios de estabelecimento de metas do PRODIST é o fato de que os usuários finais têm a mesma tarifa de energia independentemente do nível de qualidade recebido. Dentro da mesma área de concessão e dependendo do nível de tensão de atendimento e localização, todos os usuários de uma mesma classe tarifaria (A4, B1-R, etc.) pagam a mesma tarifa, porém têm ressarcimentos diferenciados quando são compensados pela má qualidade no fornecimento.

As metas mensais dos indicadores de qualidade do serviço da primeira revisão do PRODIST foram obtidas como resultado do estudo estatístico realizado pela ANEEL mediante a Nota técnica No. 092/2009 SRD-ANEEL [17]. Nesse estudo, foram analisados os desempenhos dos indicadores de continuidade de todos os conjuntos de 36 empresas nos anos 2007 e 2008. Na metodologia as metas dos usuários dependem do desempenho do conjunto ao qual pertencem. O critério geral para estabelecer as metas mensais considerou que 90% dos consumidores das

médias mensais dos conjuntos, nos períodos analisados, estariam com uma qualidade adequada. Portanto, para incentivar a melhoria da qualidade do serviço das empresas distribuidoras de energia, o 10% dos consumidores nacionais deveriam ser ressarcidos. Esse estudo foi feito mediante uma análise dos indicadores individuais através das frequências acumuladas dos usuários. As metas trimestrais e anuais dos indicadores de qualidade do serviço DIC e FIC, para tensões contratadas menores ou iguais a 69 kV são calculadas com base nas metas mensais. Ou seja, nas tabelas vigentes das metas dos indicadores individuais, os limites mensais foram multiplicados por 2 e por 4 para se obterem os limites trimestrais e anuais, respectivamente. Segundo a Nota técnica No. 130/2009 SRD-ANEEL [18] essa relação junto ao coeficiente de majoração de penalidade k_i conserva o incentivo financeiro à melhoria da qualidade do serviço. O indicador DMIC, é calculado mensalmente. O ANEXO A desse trabalho mostra as tabelas atuais dos indicadores dos períodos anual, trimestral e mensal dos diferentes níveis de tensão do PRODIST. A Figura 3-3 apresenta os limites mensais dos indicadores individuais em horas (DIC ou DMIC) ou interrupções (FIC) para baixa tensão urbana de cada unidade consumidora vs. os indicadores coletivos anuais do conjunto ao qual pertencem.

Figura 3-3. Metas dos indicadores mensais do PRODIST para baixa tensão urbana.

Ao observar a figura anterior se adverte que ainda falta aperfeiçoar a metodologia de ressarcimento dos usuários, pois um consumidor que faz parte de um conjunto A que tem um desempenho anual de 6 horas, no caso do DIC, teria que aguardar 4,59 horas de desligamento mensal para começar a ser ressarcido por má qualidade. Outro consumidor que pertence a um

conjunto B com um desempenho deficiente de 40 horas teria que aguardar 10,04 horas mensais de desligamento para começar a ser ressarcido por má qualidade. Para ilustrar melhor esta situação, admite-se que haja uma ocorrência de um evento de 2 horas que desliga unidades consumidoras tanto no conjunto A quanto no conjunto B, e que os DICs acumulados mensais dos dois conjuntos no mês fossem de 4 e 7 horas respectivamente. Nessa ocorrência os consumidores do melhor conjunto, começariam a ser ressarcidos a partir das 4,59 horas. Os consumidores do conjunto B tendo a mesmas condições tarifárias ainda estariam uma hora abaixo do limite para começar a serem ressarcidos por má qualidade. Os procedimentos para o estabelecimento das metas foram concebidos pela ANEEL com a finalidade principal de incentivar à melhoria da qualidade do serviço das concessionárias e não com o fim de homogeneizar os ressarcimentos dos usuários por má qualidade.

3.3.1 Histogramas de frequência acumulada

Neste item é apresentado o procedimento usado pela ANEEL para o cálculo dos limites de continuidade mensais do DIC, FIC e DMIC, consignados no Anexo I do módulo 8 do PRODIST.

Segundo a NT 092/2009 SRD-ANEEL, por meio da montagem de histogramas de frequência acumulada da média mensal dos registros de interrupções dos usuários vs. os indicadores individuais dos conjuntos é possível observar o comportamento e desempenho do sistema. O primeiro passo da metodologia é classificar os registros mensais dos usuários de cada conjunto em 4 classes de tensão: unidades consumidoras urbanas com tensão contratada entre $1 \text{ kV} \leq \text{Tensão} < 69 \text{ kV}$, unidades consumidoras rurais com tensão contratada entre $1 \text{ kV} \leq \text{Tensão} < 69 \text{ kV}$, unidades consumidoras urbanas com tensão contratada menor que 1 kV e unidades consumidoras rurais com tensão contratada menor que 1 kV. O segundo passo é realizar a montagem dos histogramas. Essa etapa é feita agrupando os dados mensais dos indicadores individuais dos usuários de cada conjunto em intervalos (histograma de frequência absoluta dos usuários) segundo a duração e a frequência das interrupções. No caso do DIC e o DMIC, em intervalos de 12 minutos equivalentes a 0,2 horas. Os intervalos são representados por um valor médio em horas, por exemplo, o intervalo de 0,2 horas até 0,4 horas tem uma média 0,3 horas. O FIC é classificado segundo o número de interrupções.

A seguinte tabela apresenta um exemplo dos dados necessários para realizar a montagem de um histograma de frequência absoluta e frequência acumulada dos FICs mensais de um conjunto qualquer.

Tabela 3-7. Exemplo: montagem de um histograma de frequência acumulada dos usuários em porcentagem dos registros mensais de um ano.

No. de interrup.	Número de registros mensais dos usuários nos 12 meses do ano												Freq. Absoluta	Freq. Acum.	Freq. Acum. %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	13535	21461	13815	11901	13854	15938	19903	11490	20715	10377	14932	15208	183129	183129	64,1%
2	12284	4599	7319	2394	2528	3841	5709	3548	2889	3175	7622	7293	63201	246330	86,3%
3	2163	2748	1224	401	713	1244	1098	160	2117	589	875	1584	14916	261246	91,5%
4	1572	1189	2058	4	0	173	249	23	276	3277	404	1518	10743	271989	95,3%
5	1227	102	208	5	27	355	1530	768	96	5646	473	479	10916	282905	99,1%
6	0	0	123	0	30	357	528	0	0	834	5	178	2055	284960	99,8%
7	0	83	0	0	0	0	27	0	0	0	109	115	334	285294	99,9%
8	0	0	0	16	0	0	2	0	0	0	0	10	28	285322	99,9%
9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	46	50	285372	99,9%
10	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	63	285435	100%
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	109	285544	100%
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%
>25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285544	100%

A primeira coluna da tabela corresponde ao número de interrupções da classificação dos registros mensais dos usuários. As colunas marcadas de 1 até 12 correspondem aos registros de interrupções mensais do conjunto nos 12 do ano. A frequência relativa se calcula fazendo a somatória das colunas de 1 até 12 para cada faixa de interrupções, sendo que o resultado é expressado em porcentagem em função do número total de registros mensais. A frequência acumulada é calculada acumulando os valores de porcentagens das frequências relativas. A Figura 3-4 apresenta um exemplo da forma dos histogramas dessas frequências em porcentagem.

Figura 3-4. Exemplo de frequência relativa e frequência acumulada dos dados.

A figura seguinte mostra um exemplo das frequências acumuladas da média mensal dos usuários, dos três indicadores DIC, FIC e DMIC de um conjunto em baixa tensão urbana que apresentou um desempenho anual de 15,92 horas e 8,87 interrupções no ano 2007.

Figura 3-5. Exemplo: frequência acumulada mensal dos indicadores DIC, FIC e DMIC de um conjunto.

Na metodologia da NT 092/2009 SRD-ANEEL, o cálculo das frequências acumuladas dos registros mensais dos usuários, se repete para todos os conjuntos das 36 empresas nos 4 níveis de tensão, e se extrai o valor 90% dos 3 indicadores. Ou seja, com este procedimento de frequências acumuladas tenta-se garantir que em média 10% dos registros mensais com pior

desempenho no ano sejam ressarcidos. Seguindo com exemplo da Figura 3-5, o valor 90% do DIC do conjunto analisado é de 6,25 horas mensais. O valor 90% do FIC é de 3 (sempre valores inteiros) e o valor 90% do DMIC é de 3,25 horas mensais.

Com o intuito de generalizar o critério de ressarcimento no âmbito nacional, a metodologia da nota técnica 092/2009 SRD-ANEEL faz um relacionamento entre valores correspondentes à probabilidade de 90% dos indicadores individuais e os indicadores coletivos anuais de cada conjunto, para cada combinação de tipo de localização (urbano ou rural) e nível de tensão (baixa tensão e média tensão). Em seguida, é feita uma regressão linear dos pontos calculados, onde as linhas resultantes representam as metas dos indicadores individuais dos conjuntos em função dos seus indicadores coletivos. A Figura 3-6 apresenta o 90% do DIC vs. o DEC anual dos conjuntos das 6 empresas analisadas em relação às metas nacionais calculadas no PRODIST.

Figura 3-6. DIC 90% vs. DEC Anual dos conjuntos das 6 empresas analisadas.

Note-se que existe uma dispersão muito grande entre os valores mensais do DIC 90% dos conjuntos e sua média anual. Uma regressão lineal para um conjuntos de pontos, como os mostrados na Figura 3, apresenta um coeficiente de determinação (R^2) abaixo de 0.5, o que se considera como pontos com baixa correlação.

Figura 3-7. FIC 90% vs. FEC Anual dos conjuntos das 6 empresas analisadas.

A Figura 3-7 apresenta a análise do indicador FIC. Note-se que, para o FIC, o valor fixado sempre é inteiro, isto gera certa dificuldade no atendimento do critério de ressarcimento desse indicador, pois eventualmente entre a meta de 2 interrupções e a meta de 3 interrupções a diferença de consumidores alocados é muito grande. No entanto, o critério de ressarcimento da ANEEL não obriga as empresas distribuidoras a ressarcir os consumidores com níveis de qualidade superior àqueles definidos pela metodologia, fazendo com que a percentagem de consumidores com ultrapassagens sempre seja menor que o critério 10%.

3.4 Penalidades das empresas segundo as metas do PRODIST

Neste item são apresentadas as penalidades mensais, trimestrais e anuais das empresas analisadas, aplicando as metas e os procedimentos do PRODIST 2010, nos bancos de dados de interrupções dos anos 2007 e 2008. Os resultados das 6 empresas são apresentados para cada indicador individual e para cada ano. Os valores das penalidades classificados por nível de tensão são apresentados no ANEXO C, e serão usados como referência dos impactos

financeiros dos limites e penalidades das propostas alternativas para fixação de metas e tarifas em função da qualidade do serviço.

Para verificar o verdadeiro impacto dos limites de cada indicador DIC, FIC, e, DMIC, o cálculo das penalidades apresentadas, usando as fórmulas da Tabela 2-9, foi realizado sem considerar a seguinte regra estabelecida no PRODIST:

→ Quando ocorrer violação de mais de um indicador de continuidade individual, no período de apuração, deverá ser considerado, para efeito de compensação, aquele indicador que apresentar o maior valor de compensação.

Entretanto, no cálculo das penalidades trimestrais e anuais de cada indicador, foi aplicada a regra dos descontos (PRODIST – módulo 8 item 5.11.5.3): “quando da violação dos limites trimestral ou anual, o montante a ser compensado deverá ser calculado proporcionalmente, multiplicando-se o resultado obtido da fórmula de cálculo da compensação pelo quociente entre a soma dos valores apurados dos indicadores mensais que não foram violados e o valor apurado do indicador trimestral ou anual”, ou seja aplicando as fórmulas da Tabela 3-8.

Tabela 3-8. Fórmula para o cálculo das compensações trimestrais e anuais dos indicadores individuais.

FÓRMULA PARA O CÁLCULO DAS COMPENSAÇÕES ANUAIS	
DIC	$Valor_DIC = \left(\frac{DIC_v}{DIC_p} - 1 \right) \times DIC_p \times \frac{EUSD_{médio}}{730} \times kei \times \left(\frac{\sum DIC_{MESES_NÃO_VIOLADOS}}{DIC_{ANUAL}} \right)$
FIC	$Valor_FIC = \left(\frac{FIC_v}{FIC_p} - 1 \right) \times DIC_p \times \frac{EUSD_{médio}}{730} \times kei \times \left(\frac{\sum FIC_{MESES_NÃO_VIOLADOS}}{FIC_{ANUAL}} \right)$
Onde: <i>DIC_v</i> = Duração de interrupção por unidade consumidora ou por ponto de conexão, conforme cada caso, verificada no período considerado, expressa em horas e centésimos de hora. <i>DIC_p</i> = Limite de continuidade estabelecido no período considerado para o DIC por unidade consumidora ou por ponto de conexão, expresso em horas e centésimos de hora. <i>FIC_v</i> = Frequência de interrupção por unidade consumidora ou por ponto de conexão, conforme cada caso, verificada no período considerado, expressa em número de interrupções. <i>FIC_p</i> = Limite de continuidade estabelecido no período considerado para o FIC por unidade consumidora ou por ponto de conexão, expresso em número de interrupções e centésimo do número de interrupções. <i>EUSD_{médio}</i> = Média aritmética dos encargos de uso do sistema de distribuição correspondentes aos meses do período de apuração do indicador. <i>730</i> = Número médio de horas no mês. <i>kei</i> = 15 para unidades em BT, 20 para unidades em MT, 27 para unidades em AT.	

Outro aspecto importante dos cálculos apresentados, é a forma em que foi estimado o *EUSD médio* de cada usuário. Nos dados fornecidos nos bancos de dados aparece o custo da fatura líquida que cada usuário pagou em cada mês que apresentou interrupções, porém os bancos de dados não possuem informação da estrutura tarifária (tarifa convencional, tarifa horo-sazonal azul ou verde) de cada consumidor. Então, nos cálculos foi necessário atribuir a todos os usuários dos bancos de dados as tarifas convencionais de uso do sistema de distribuição – TUSD descritas no anexo I das revisões tarifárias anuais das empresas. No ANEXO B desse trabalho se apresentam as tarifas de energia – TE e as tarifas TUSD das empresas usadas nos cálculos das penalidades dos anos 2007 e 2008. A seguir o resultado do cálculo das penalidades mensais, trimestrais e anuais, classificadas por empresa, ano e indicador usando a metodologia do PRODIST. Os valores das tabelas estão em reais.

Tabela 3-9. PRODIST: Penalidades mensais das empresas, classificadas por indicador e ano.

PENALIDADES MENSAIS						
Empresas	2007			2008		
	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DMIC [R\$]	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DMIC [R\$]
<i>A</i>	363.930	224.459	358.713	487.699	129.767	504.275
<i>B</i>	49.106	41.786	49.183	69.218	15.275	55.172
<i>C</i>	2.162.665	653.236	1.398.522	1.613.634	376.481	1.106.532
<i>D</i>	6.046.792	2.384.846	4.574.082	7.076.869	1.729.484	5.708.413
<i>E</i>	1.591.670	1.034.939	1.103.470	1.753.258	1.209.640	1.231.519
<i>F</i>	1.592.736	707.287	1.424.442	1.566.144	591.994	1.326.215

Nas penalidades mensais, o indicador que mais penaliza é o DIC, o segundo é o DMIC. Com as metas do PRODIST 2010, as empresas são fortemente penalizadas pela duração das interrupções mensais.

Tabela 3-10. PRODIST: Penalidades trimestrais das empresas, classificadas por indicador e ano.

PENALIDADES TRIMESTRAIS				
Empresas	2007		2008	
	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DIC [R\$]	FIC [R\$]
<i>A</i>	32.037	29.792	43.080	15.688
<i>B</i>	3.730	1.870	3.265	738
<i>C</i>	180.602	82.910	141.413	58.686
<i>D</i>	351.569	290.893	454.978	223.056
<i>E</i>	186.296	234.708	195.063	252.636
<i>F</i>	148.063	135.318	134.637	79.806

Os valores das penalidades trimestrais são baixos quando comparados com os valores das penalidades mensais e anuais. Isto ocorre porque os cálculos são feitos em 4 trimestres civis, onde um usuário que apresente longos desligamentos em 3 meses consecutivos, poderia não ser ressarcido se esses meses não pertencem ao mesmo trimestre civil.

Tabela 3-11. PRODIST: Penalidades anuais das empresas, classificadas indicador e ano.

Empresas	PENALIDADES ANUAIS			
	2007		2008	
	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DIC [R\$]	FIC [R\$]
A	76.029	122.827	123.596	115.595
B	13.937	16.055	11.258	6.245
C	674.765	459.233	442.531	330.771
D	1.122.923	1.352.835	1.352.910	1.240.592
E	647.792	1.379.394	699.223	1.376.422
F	490.543	699.135	455.035	528.681

Nas penalidades anuais, a maioria das empresas tem mais penalizações pela quantidade de interrupções, do que pela duração das interrupções. No cenário simulado, a maior parcela das penalidades acontece no período mensal das empresas. As penalidades mensais seriam responsáveis pelo 70% das penalidades totais a serem pagas pelas empresas. Nas simulações não foi levada em conta a regra de quando ocorrer violação de mais de um indicador de continuidade individual, deverá ser considerado, para efeito de compensação, aquele indicador que apresentar o maior valor de compensação. A exclusão desta regra permite analisar o verdadeiro impacto de cada indicador em todos os períodos de apuração.

Tabela 3-12. PRODIST: Penalidades totais das empresas, classificadas por indicador e ano.

Empresas	PENALIDADES: MENSAIS + TRIMESTRAIS + ANUAIS					
	2007			2008		
	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DMIC [R\$]	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DMIC [R\$]
A	471.878	377.078	358.713	654.170	261.059	504.275
B	66.773	59.711	49.183	83.742	22.257	55.172
C	3.017.013	1.195.380	1.398.522	2.196.958	765.919	1.106.532
D	7.511.700	4.028.617	4.574.082	8.880.381	3.193.132	5.708.413
E	2.425.115	2.649.039	1.103.470	2.646.553	2.838.811	1.231.519
F	2.230.585	1.541.730	1.424.442	2.154.833	1.200.481	1.326.215

Nos custos totais, o indicador que mais penaliza é o DIC excluindo a empresa “E”, pois essa distribuidora é a que tem o maior montante relativo de ressarcimentos pela ultrapassagem do

FIC. O DMIC é um indicador que penaliza bastante na metodologia do PRODIST, pois sendo um indicador mensal, os custos das penalidades em algumas empresas podem superar os custos das penalidades do FIC que é calculado nos períodos de apuração mensal, trimestral e anual.

Em geral, as penalidades variam muito de empresa para empresa, pois dependem do tipo e da quantidade de usuários atendidos (rurais ou urbanos), da infraestrutura da rede, da facilidade de deslocamento nas áreas de atuação, das causas das interrupções, etc. Cada empresa usa essas características, no planejamento dos investimentos de manutenção e operação das redes visando reduzir seus indicadores de qualidade do serviço e consequentemente os custos das penalidades devidos à ultrapassagem das metas estabelecidas pelo órgão regulador. No site da ANEEL [1], estão disponíveis os dados anuais de DEC, FEC e número de usuários de todos os conjuntos que foram analisados.

3.5 Análise das médias de ressarcimentos dos usuários dos conjuntos

A fim de comparar a forma em que seriam ressarcidos os usuários pela ultrapassagem dos limites mensais e anuais dos indicadores individuais, foi calculada a média de ressarcimentos para cada conjunto, em função do número de registros mensais e anuais de interrupções no ano. A regra principal na metodologia da ANEEL estabelece que o 10% dos usuários pior atendidos da média nacional deveria ser ressarcido por má qualidade no fornecimento de energia. A análise do número de ressarcimento por conjunto foi feita usando os bancos de dados de 2008 de todos os níveis de tensão. O nível de tensão apresentado é baixa tensão urbana, pois nesse nível de tensão é onde se concentram a maioria dos usuários das empresas.

O procedimento para estabelecer as percentagens de ressarcimentos mensais e anuais segundo a metodologia do PRODIST é simples. O primeiro passo é calcular os indicadores coletivos anuais DEC e FEC de cada conjunto, considerando o DIC e o FIC dos usuários de todos os níveis de tensão. O segundo passo é selecionar a tensão que será analisada nas tabelas do Anexo I do PRODIST (ANEXO A desse trabalho), neste caso baixa tensão urbana, e procurar

a coincidência dos indicadores coletivos na primeira coluna, depois, nas colunas dos períodos mensal e anual das tabelas se extraem os valores das metas correspondentes aos indicadores coletivos anuais de cada conjunto. O terceiro passo é aplicar essas metas nos bancos de dados da tensão analisada, calculando o número de ressarcimentos e o número total de registros de interrupções de cada conjunto, em cada período de apuração. Por último, para se obter a média de ressarcimentos em função dos usuários registrados do conjunto é só dividir o número ressarcimentos pelo número total de registros de interrupções do conjunto, em cada período. As figuras seguintes apresentam os resultados obtidos.

3.5.1 Média de ressarcimentos mensais por conjunto

A Figura 3-8, a Figura 3-9 e a Figura 3-10, apresentam as percentagens da média mensal de ressarcimentos dos conjuntos, para cada indicador DIC, FIC e DMIC, em baixa tensão urbana. Nas figuras, os pontos vermelhos indicam os conjuntos que não ressarciriam nenhum usuário e, portanto não teria nenhum tipo de penalização.

Figura 3-8. PRODIST: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, DIC Baixa Tensão Urbana.

Nas figuras, o eixo “x” são os DEC anuais dos conjuntos em baixa tensão, e o eixo “y” corresponde à percentagem de ressarcimentos, em função do número total de registros mensais de cada conjunto. Nos resultados apresentados, verifica-se que 5 das empresas analisadas estariam com uma percentagem de ressarcimentos abaixo do critério 10% da ANEEL. Das 6 empresas, a “D” é a única empresa que tem uma média de ressarcimentos mensais acima do critério, isto acontece porque no cálculo das metas da metodologia PRODIST, a dispersão dos dados (valor 90% das curvas de frequência acumuladas) dos conjuntos da empresa “D” é grande quando comparado com outros conjuntos que têm o mesmo tempo médio de atendimento (DEC). A empresa “E” apresenta um conjunto com DEC anual de 62,18 horas que tem somente o 1% dos usuários ressarcidos, ou seja, mesmo

com um desempenho deficiente, a meta do PRODIST aprova o 99% da qualidade dos usuários desse conjunto.

Figura 3-9. PRODIST: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, FIC Baixa Tensão Urbana.

No indicador FIC, a empresa que seria mais penalizada em 2008 é a “E” com uma média de ressarcimentos mensais de 11,53%. Dos 340 conjuntos da empresa “A” 66 não ressarciriam nenhum de seus usuários pela ultrapassagem das metas mensais do FIC, essa empresa ressarciria em média o 3,5% dos registros mensais. A empresa “F” tem 3 conjuntos que não ressarciriam nenhum usuário e uma média de ressarcimento de 6,08%. O restante das empresas teria ressarcimentos abaixo do 5% dos seus registros mensais pela ultrapassagem do FIC.

Figura 3-10. PRODIST: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, DMIC Baixa Tensão Urbana.

No caso do indicador DMIC as dispersões são maiores às apresentadas no indicador DIC, portanto, o DMIC é o indicador que tem maior número de usuários ressarcidos. Isto não quer dizer que necessariamente os custos das penalidades sejam maiores no DMIC. Nos gráficos da Figura 3-10, só 2 conjuntos não seriam penalizados por violação das metas no ano 2008.

Em geral, os ressarcimentos mensais dos indicadores DIC, FIC e DMIC dos conjuntos das empresas, não tem uma tendência definida, pois podem existir conjuntos com DEC anuais bastante deficientes com poucos usuários ressarcidos ou, conjuntos com DEC anuais aceitáveis com uma média mensal de ressarcimentos bem acima do critério 10% da ANEEL.

A figura seguinte apresenta o resumo das médias de ressarcimentos mensais de cada indicador no ano 2008.

Figura 3-11. PRODIST: Ressarcimentos mensais das empresas, Baixa Tensão Urbana.

Lembre-se que a média mensal foi calculada em função dos registros mensais dos bancos de dados e não do número de usuários totais dos conjuntos, pois a metodologia visa ressarcir a nível nacional a média de 10% dos registros mensais com pior atendimento.

3.5.2 Média de ressarcimentos anuais por empresa

O cálculo da média de ressarcimentos anuais por violação dos indicadores por empresa foi feito aplicando as metas anuais dos conjuntos nos dados dos indicadores anuais DIC e FIC dos usuários. Depois, para se obter as percentagens dos ressarcimentos, o número de usuários ressarcidos foi dividido pelo número total de usuários registrados nos bancos de dados. A figura seguinte apresenta as percentagens de ressarcimentos pela ultrapassagem dos limites anuais dos indicadores DIC e FIC das empresas em baixa tensão urbana no ano 2008.

Figura 3-12. PRODIST: Ressarcimentos anuais das empresas, Baixa Tensão Urbana.

Nos cálculos do ano 2008, a empresa “E” teria que ressarcir o 42% dos seus registros anuais pela ultrapassagem das metas do FIC, no DIC a percentagem de ressarcimentos fica em 15%. A empresa “D” é a única empresa das 6 analisadas que se manteve perto do 10% tanto nos ressarcimentos mensais quanto nos anuais do DIC, ou seja a relação entre as metas anuais e mensais (metas anuais = 4 vezes as metas mensais) conserva a percentagem de ressarcimentos nos dois períodos. Os ressarcimentos anuais das outras empresas não conservam uma relação aparente com os ressarcimentos mensais.

Uma questão importante dos ressarcimentos tanto mensais quanto anuais do FIC, é que podem variar bruscamente, já que esse indicador varia em números inteiros, podendo ter diferenças muito grandes entre os usuários que tiveram 1, 2 ou 3 interrupções.

3.6 Análise das penalidades e dos ressarcimentos

Neste item, um registro mensal refere-se aos valores dos indicadores de um usuário em um mês, podendo acontecer que um usuário apresente no máximo 12 registros mensais em um ano. Nos cálculos apresentados, os registros mensais de interrupções de baixa tensão urbana foram classificados em intervalos. Os indicadores DIC e DMIC foram classificados em

patamares de 2 horas. O indicador FIC foi classificado segundo o número de interrupções. Para cada patamar foram calculados o número de registros sem ressarcimento, o número de registros com ressarcimento e o valor das penalidades. A figura representa o resultado dessa classificação.

Figura 3-13. PRODIST: Análise das penalidades mensais do DIC 2008 em baixa tensão urbana.

Na figura, a cor verde das barras representa o número de registros mensais sem ressarcimento, a cor laranja representa a quantidade de registros com ressarcimentos, e a linha vermelha o custo das penalidades de cada intervalo. Nesta análise, a metodologia do PRODIST não parece ser muito equânime com os usuários, pois existem usuários na mesma faixa de DIC que não são ressarcidos, mesmo com um DIC mensal muito alto. Por exemplo, no patamar de

10 até 12 horas de interrupções (quase meio dia de interrupção) da empresa “E”, o 47,1% dos registros mensais desse patamar não seriam ressarcidos. Os custos das penalidades das empresas apresentam uma curva com grandes penalidades nos primeiros intervalos que vão se atenuando à medida que aumenta o DIC, pois o número de registros mensais nos bancos de dados com DIC deficiente vai diminuindo. No entanto, o ressarcimento médio dos usuários de cada patamar (Penalidade/No de registros mensais com ressarcimentos) apresenta uma tendência crescente. No caso da empresa “E”, no último patamar do gráfico, existem 4.447 registros de usuários que apresentaram um desligamento de acima de 40 horas em algum mês do ano 2008, isto gerou um pico nos custos das penalidades desse patamar.

Figura 3-14. PRODIST: Análise das penalidades mensais do FIC 2008 em baixa tensão urbana.

Na Figura 3-14, são conservadas as mesmas tendências apresentadas no DIC, os registros mensais com mesma frequência de interrupções podem ter o não ressarcimento pela ultrapassagem dos limites do PRODIST 2010. Nos resultados, os custos das penalidades do FIC mensal são menores do que os custos das penalidades do DIC, assim como o número de usuários ressarcidos, excluindo à empresa “E” já que esta empresa apresentou mais ressarcimentos mensais por causa da ultrapassagem dos limites do FIC.

Figura 3-15. PRODIST: Análise das penalidades mensais do DMIC 2008 em baixa tensão urbana.

Na maioria das empresas o DMIC é o indicador que apresentou o maior número de ressarcimentos entre os 3 indicadores, sendo que os custos das penalidades calculadas pela ultrapassagem dos limites mensais do DMIC são maiores do que as calculadas para o FIC.

A figura seguinte apresenta a multa média de cada ressarcimento mensal em baixa tensão urbana no ano 2008. O cálculo foi feito dividindo o valor total das penalidades mensais de cada indicador pelo número de ressarcimentos mensais no ano.

Figura 3-16. PRODIST: Multa média dos indicadores mensais em baixa tensão urbana.

Em todas as empresas analisadas, a multa média por ressarcimento do DIC é maior do que a multa média dos outros indicadores. Assim, nesta análise a metodologia do PRODIST não parece ser muito equitativa com as empresas, pois uma empresa “E” que teve um desempenho em 2008 de 22,69 horas tem uma multa média por ressarcimento mensal menor do que a empresa “B” que apresentou um desempenho de 4,83 horas no mesmo ano.

A penalidade média mensal do DIC das 6 empresas analisadas foi de R\$ 2,12 por ressarcimento. Nas empresas “A”, “B”, “C” e “D”, a multa média do DMIC superou à multa média do FIC. Nas empresas “E” e “F”, a multa média do FIC supera a multa média do DMIC. As multas médias das 6 empresas para o FIC e o DMIC foram de R\$ 1,25 e R\$ 1,31 respectivamente.

Com as análises apresentadas, observa-se que estabelecer metas em função dos desempenhos dos conjuntos com distorções e heterogeneidades, dificultam as análises comparativas de desempenho e consequentemente, a definição dos limites de continuidade. Além disso, dentro

da área de concessão, os usuários que são tratados de maneira isotrópica na tarifação, são tratados de maneira diferenciada quando compensados pela má qualidade no fornecimento. Isto pode criar muitas inconformidades nos usuários com respeito à percepção da qualidade do serviço.

Nos capítulos seguintes serão apresentadas propostas de tarifas e metas em função da qualidade do serviço, por níveis de tensão, que independem da conformação dos conjuntos. As metas de cada proposta serão comparadas com as metas do PRODIST, assim como as penalidades devidas à ultrapassagem dos limites e o número de usuários ressarcidos. Outra diferença importante, é que as metas das propostas são calculadas usando os dados anuais e mensais dos indicadores individuais e não só a média mensal como no caso das metas atuais do PRODIST.

4 Tarifa única – Meta única (TAMU)

A principal premissa que sustenta as propostas apresentadas no presente trabalho é o fato de todos os consumidores de uma mesma classe tarifaria e/ou de um mesmo nível de tensão de atendimento tenham que pagar a mesma tarifa, com fornecimento de energia regulado em qualidades do serviço diferenciadas. Os limites de qualidade para cada usuário dependem do desempenho anual do conjunto de unidades consumidoras ao qual o mesmo está associado.

Esta proposta sugere estabelecer um limite único para cada nível de tensão (média tensão não urbana, média tensão urbana, etc.) de cada empresa, conservando os custos das tarifas das classes de atendimento (A3a, A4, AS, B1-R, etc.). Nesse conceito, existem varias alternativas para fixar uma meta única. Uma opção pode ser fixar uma meta única para “x” vezes o valor do DEC e FEC do nível de tensão. Por exemplo, se o valor limite do DIC anual é fixado em 2 vezes o DEC anual, uma concessionária com uma média de 10 horas por ano teria um limite anual de 20 horas no ano para todos os usuários. Outra alternativa, é fixar uma meta para cada indicador individual em função do ressarcimento de uma percentagem de usuários do nível de tensão. Nesse capítulo é apresentada a segunda opção, considerando para fins comparativos o critério 10% do PRODIST. A primeira alternativa poderia ser considerada em trabalhos futuros.

4.1 Histogramas de frequência acumulada

As metas da proposta TAMU estão baseadas nos histogramas de frequência acumulada dos registros de interrupções mensais e anuais classificados por nível de tensão. O uso de histogramas mensais e anuais para cada empresa garante que todos os desligamentos registrados nos dois períodos sejam usados no cálculo dos limites dos indicadores de

continuidade das empresas. O procedimento da montagem dos histogramas é basicamente o mesmo usado para estabelecer as metas do PRODIST (item 3.3.1), a diferença é que a montagem é feita por nível de tensão e localização (por exemplo, baixa tensão urbana), e não por conjunto. Além disto, os histogramas são feitos nos períodos de apuração mensal e anual, já que a relação entre as metas mensais e anuais usada pela ANEEL, geralmente não conserva o critério que procura ressarcir 10% dos registros pior atendidos. A seguir são apresentados os histogramas mensais e anuais dos indicadores para cada nível de tensão da empresa “E”, nos anos 2007 e 2008. Os histogramas completos das 6 empresas são apresentados no ANEXO D desse trabalho.

Figura 4-1. Histogramas de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções da empresa E.

Na proposta TAMU, cada nível de tensão de cada empresa terá sua meta com base ao seu histograma de frequência acumulada. Assim, procura-se garantir que para cada empresa o ressarcimento dos usuários de cada nível de tensão esteja o mais próximo do critério selecionado (10% no caso do PRODIST).

Figura 4-2. Histogramas de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções da empresa E.

A Figura 4-1 e a Figura 4-2 permitem avaliar a relação entre as metas mensais e anuais usadas no PRODIST. Por exemplo, na Figura 4-1, observa-se que o valor 90% dos registros mensais do DIC 2008 de baixa tensão urbana tem uma projeção no eixo “x” de 7,5 horas, esse valor corresponderia à meta mensal da empresa “E”. Ao repetir o mesmo procedimento no DIC anual da Figura 4-2, a projeção 90% fica em 49,3 horas no ano. Segundo o PRODIST, o valor da meta mensal multiplicado por 4 corresponderia à meta anual, no exemplo, o cálculo seria de 30 horas no ano. Usando a relação do PRODIST, a empresa “E” teria que ressarcir o 23% dos seus registros anuais, pois esse valor é a projeção do valor calculado (30 horas) no histograma dos registros anuais dos usuários.

Na proposta TAMU é usada a curva de cada período para o cálculo das metas mensais e anuais. Essas metas calculadas têm um funcionamento a posteriori e se atualizam a cada ano. Não obstante, uma restrição importante desta metodologia é que as metas não podem piorar, devem sempre melhorar o no pior dos casos devem-se manter iguais. Deste modo, as metas calculadas com os bancos de dados do ano anterior serão atualizadas a cada ano, e serão aplicadas nos dados do seguinte ano.

4.2 Indicadores coletivos dos usuários registrados nos bancos de dados de interrupções

Um aspecto importante das propostas apresentadas no trabalho é o uso de indicadores coletivos anuais dos usuários que experimentaram interrupções no fornecimento de energia. Isto, porque do ponto de vista de um usuário que não teve interrupções no decorrer do ano, os indicadores de continuidade não têm nenhum impacto no desenvolvimento de suas atividades. Então para os usuários que experimentaram interrupções no fornecimento de energia, os indicadores anuais calculados a partir das informações dos bancos de dados, representam o tempo médio real sem fornecimento de energia. A tabela seguinte apresenta o número de usuários e os indicadores coletivos anuais DEC e FEC dos usuários que sofreram interrupções de longa duração em cada nível de tensão.

Tabela 4-1. Número de usuários e indicadores coletivos anuais dos usuários que tiveram interrupções de longa duração, classificados por nível de tensão.

Nível de tensão	Empresas	2007			2008		
		No. Usuários	DEC [Horas]	FEC [Interrup.]	No. Usuários	DEC [Horas]	FEC [Interrup.]
Média tensão não urbana	A	894	15,61	9,51	884	17,03	8,36
	B	171	12,02	9,81	173	10,39	8,92
	C	2.118	15,65	8,58	2.163	15,19	8,26
	D	-	-	-	-	-	-
	E	385	36,47	16,45	419	38,66	18,62
	F	1.192	17,44	10,27	1.154	16,86	10,20
Média tensão urbana	A	1.488	5,80	5,81	1.382	5,72	4,57
	B	211	5,11	6,72	231	3,43	5,68
	C	3.456	4,73	4,20	3.582	4,25	4,03
	D	8.431	6,29	4,81	8.211	7,86	4,95
	E	1.051	9,48	9,60	1.078	9,46	9,78
	F	3.921	7,67	7,03	3.924	6,52	6,15

Nível de tensão	Empresas	2007			2008		
		No. Usuários	DEC [Horas]	FEC [Interrup.]	No. Usuários	DEC [Horas]	FEC [Interrup.]
Baixa tensão não urbana	A	232.229	20,42	11,61	246.824	23,19	10,90
	B	15.333	22,18	14,61	15.615	18,62	13,06
	C	274.454	28,86	13,62	284.260	26,40	12,65
	D	796	34,53	15,42	787	35,90	13,11
	E	243.900	63,91	22,81	272.141	63,65	21,06
	F	222.030	33,21	15,77	227.793	33,75	14,92
Baixa tensão urbana	A	751.980	10,11	8,10	775.847	9,98	6,56
	B	131.584	5,66	7,22	138.714	4,83	6,09
	C	1.661.596	6,22	5,29	1.707.362	5,69	5,05
	D	5.124.354	9,36	5,94	5.125.354	9,97	5,63
	E	792.199	25,19	17,99	827.673	22,69	15,86
	F	986.865	12,01	8,96	1.006.405	9,98	7,75

Na tabela as casas em vermelho indicam os desempenhos mais deficientes e as casas em azul indicam os melhores desempenhos nos dois anos. Então, como esperado, os melhores desempenhos acontecem em media tensão urbana (início da infraestrutura), e os piores em baixa tensão não urbana (fim da infraestrutura). Por outro lado, a grande dispersão dos indicadores coletivos dos níveis de tensão aponta que deveriam ser estudados os desempenhos individuais dos tipos de rede (por exemplo, rede subterrânea, aérea nua, aérea protegida, aérea compacta, etc.), pois o tipo de rede tem influência direta nos indicadores de continuidade.

4.3 Limites dos indicadores de continuidade

As metas dos indicadores de continuidade da proposta TAMU, são calculadas usando um princípio parecido usado na metodologia da ANEEL. Na metodologia da ANEEL visa-se ressarcir 10% dos registros mensais pior atendidos da média nacional. Na Metodologia TAMU procura-se ressarcir 10% dos registros que sofreram interrupções de longa duração de cada nível de tensão das empresas.

Nesta proposta, os limites mensais e anuais dos indicadores de continuidade DIC e FIC são calculados a priori, ou seja, os limites válidos para o ano seguinte são calculados com os bancos de dados de interrupções do ano anterior. Por exemplo, para estabelecer os limites válidos em 2008 de cada empresa, é só selecionar em cada nível de tensão as projeções no

eixo x das percentagens 90% dos histogramas de frequência acumulada do ano 2007 apresentados no ANEXO D.

A Tabela 4-2 e a Tabela 4-3 apresentam os limites mensais e anuais calculados a partir do valor 90% dos registros de usuários que sofreram interrupções de longa duração, nas 6 empresas analisadas. Os limites estão classificados por nível de tensão e indicador. Na tabela BD significa banco de dados, então a coluna BD – 2007 corresponde aos limites calculados com os bancos de dados do ano 2007, que seriam as metas para o ano seguinte.

Tabela 4-2. Limites mensais do DIC, FIC e DMIC da proposta TAMU.

		TAMU: LIMITES MENSAIS 90%					
		BD - 2007			BD - 2008		
Nível de tensão	Empresas	DIC [Horas]	FIC [Interrup.]	DMIC [Horas]	DIC [Horas]	FIC [Interrup.]	DMIC [Horas]
Média tensão não urbana	<i>A</i>	6,70	3	4,30	7,90	3	4,70
	<i>B</i>	4,70	3	2,90	4,70	3	2,70
	<i>C</i>	6,90	3	3,90	6,70	3	3,90
	<i>D</i>						
	<i>E</i>	13,90	5	7,90	12,50	5	7,30
	<i>F</i>	7,70	4	4,70	7,70	4	4,70
Média tensão urbana	<i>A</i>	3,30	2	2,50	3,30	2	2,70
	<i>B</i>	2,70	2	1,70	1,70	2	1,10
	<i>C</i>	3,50	2	2,10	3,30	2	1,90
	<i>D</i>	4,50	2	2,50	5,10	2	3,30
	<i>E</i>	4,30	4	2,50	4,50	4	2,50
	<i>F</i>	4,70	3	2,90	4,30	3	2,50
Baixa tensão não urbana	<i>A</i>	7,70	3	4,50	8,50	3	5,10
	<i>B</i>	7,10	4	4,70	6,10	3	3,90
	<i>C</i>	9,70	4	4,90	8,90	4	4,70
	<i>D</i>	11,50	4	5,90	12,30	4	7,50
	<i>E</i>	19,50	6	12,10	19,10	5	12,10
	<i>F</i>	10,90	4	6,30	11,30	4	7,10
Baixa tensão urbana	<i>A</i>	4,50	3	3,10	4,90	3	3,50
	<i>B</i>	2,70	2	1,70	2,30	2	1,50
	<i>C</i>	3,70	2	2,30	3,50	2	2,10
	<i>D</i>	5,30	3	3,30	5,90	3	3,70
	<i>E</i>	7,70	5	3,90	7,50	4	3,70
	<i>F</i>	5,70	3	3,50	5,10	3	3,10

Nos limites apresentados, cada nível de tensão apresenta suas características próprias, onde os níveis de tensão não urbanos apresentam limites de duração maiores que os níveis de tensão

urbanos, conservando a lógica dos tempos de atendimento de áreas urbanas e não urbanas. No caso do FIC, as variações entre os limites dos níveis de tensão são pequenas, pois a classificação dos registros deste indicador se faz em números inteiros.

Tabela 4-3. Limites anuais do DIC e FIC da proposta TAMU calculados a partir do valor 90% dos usuários que tiveram interrupções.

		TAMU: LIMITES ANUAIS 90%			
		BD – 2007		BD – 2008	
Nível de tensão	Empresas	DIC [Horas]	FIC [Interrup.]	DIC [Horas]	FIC [Interrup.]
Média tensão não urbana	<i>A</i>	33,40	17	41,20	17
	<i>B</i>	23,60	17	23,40	16
	<i>C</i>	34,60	17	34,40	16
	<i>D</i>				
	<i>E</i>	85,80	30	88,20	36
	<i>F</i>	39,80	19	35,20	20
Média tensão urbana	<i>A</i>	12,80	10	12,60	9
	<i>B</i>	11,60	11	7,60	10
	<i>C</i>	11,20	8	9,40	8
	<i>D</i>	14,40	9	16,80	9
	<i>E</i>	20,60	18	18,40	17
	<i>F</i>	17,80	13	15,60	13
Baixa tensão não urbana	<i>A</i>	40,00	21	46,60	20
	<i>B</i>	40,60	24	36,00	21
	<i>C</i>	58,40	26	53,20	23
	<i>D</i>	76,80	30	82,40	24
	<i>E</i>	132,00	42	134,20	37
	<i>F</i>	68,80	27	70,80	26
Baixa tensão urbana	<i>A</i>	20,40	13	21,00	12
	<i>B</i>	11,40	12	9,00	11
	<i>C</i>	13,80	10	12,40	10
	<i>D</i>	20,20	11	21,60	11
	<i>E</i>	49,20	32	46,80	28
	<i>F</i>	25,20	17	21,80	15

Do ponto de vista comparativo entre empresas, o método dos histogramas de frequência tem uma desigualdade na fixação das metas, pois os limites de algumas empresas no mesmo nível de tensão poderiam ter como meta o dobro dos limites (ex. Empresa “E” baixa tensão urbana) de outras com melhor desempenho (ex. Empresa “B” baixa tensão urbana). Este fato pode ser compensado aplicando no cálculo das penalidades coeficientes de majoração de penalidade

(keis diferenciados) que dependem dos desempenhos das empresas (DEC e FEC) assim como da dispersão dos dados.

4.4 Keis diferenciados por indicador e por nível de tensão

Os cálculos das penalidades da proposta TAMU foram feitos conservando as fórmulas gerais da metodologia do PRODIST apresentadas na Tabela 2-9 e na Tabela 3-8. Entretanto, o fato de estabelecer uma meta única por nível de tensão, exige que o kei varie em função do desempenho e das metas dos indicadores de cada nível de tensão das empresas. Ou seja, quanto pior o desempenho de um nível de tensão, maior será o kei no cálculo das penalizações. Na fórmula do cálculo dos keis, foi necessário estabelecer uma variável de controle para o órgão regulador, que permitisse diminuir ou aumentar os custos das penalidades em cada nível de tensão. Isto foi feito através de uma constante definida para cada nível de tensão. Na sequência, serão apresentadas as fórmulas de cálculo dos keis para cada indicador DIC e FIC usados na proposta TAMU.

Tabela 4-4. Fórmulas de cálculo dos keis da proposta TAMU.

Indicador Individual	Fórmula de cálculo do kei para cada nível de tensão
DIC	$kei_{DIC} = \left(\frac{DICp_{ANUAL}}{DEC_{ANUAL}} - 1 \right) \cdot DEC_{ANUAL} \cdot Mkei_{DIC}$
FIC	$kei_{FIC} = \left(\frac{FICp_{ANUAL}}{FEC_{ANUAL}} - 1 \right) \cdot FEC_{ANUAL} \cdot Mkei_{FIC}$
Onde: $DICp_{ANUAL}$: $FICp_{ANUAL}$: DEC_{ANUAL} : FEC_{ANUAL} : $Mkei_{DIC}$: $Mkei_{FIC}$:	Limite anual do DIC do nível de tensão analisado. Limite anual do FIC do nível de tensão analisado. DEC anual do nível de tensão analisado. FEC anual do nível de tensão analisado. Constante atenuadora do DIC para o nível de tensão analisado. Constante atenuadora do FIC para o nível de tensão analisado.

Os keis são estabelecidos em função dos limites anuais e os indicadores anuais, e foram usados nos cálculos das penalidades de todos os períodos de apuração. No cálculo das

penalidades do DMIC, foi usado o kei calculado para o DIC, pois os dois indicadores medem a duração das interrupções.

Um aspecto importante das fórmulas dos keis é a penalização da dispersão dos dados, ou seja, na estrutura da fórmula quanto mais afastado da média estiver o limite 90%, maior será o valor do kei, da mesma forma quanto maior o valor médio (DEC ou FEC), maior o valor do kei.

Os critérios usados para definir as constantes de controle Mkei foram os seguintes:

- Os cálculos finais devem conservar o equilíbrio econômico financeiro das penalidades do PRODIST (estudo feito na NT 092/2009 SRD-ANEEL [17]). Deste modo, os montantes calculados na proposta TAMU devem ser parecidos aos montantes gerais apresentados no item 3.4.
- Os Mkeis dos FICs devem ser maiores aos Mkeis do DIC, isto porque se considera que a frequência das interrupções pode ser mais prejudicial para os consumidores do que a duração (perda de material, reinício de processos, perda de vida útil de alguns equipamentos, etc.).
- Os Mkeis devem ser maiores nos níveis de média tensão.
- Os Mkeis dos níveis não urbanos devem ser menores do que os Mkeis dos níveis urbanos.
- Os Mkeis devem ser os mesmos para todos os períodos de apuração.
- O Mkei do DMIC deve ser o mesmo do DIC, porque ambos indicadores dependem do DEC.

Após muitas simulações considerando os critérios anteriores, foram definidas as variáveis de controle para cada nível de tensão e de cada indicador. Os valores são apresentados na Tabela 4-5. Esses dados são válidos para todas as empresas, e representam a valoração que o órgão regulador fixa para cada nível de tensão, por exemplo, as constantes definidas para os níveis de tensão urbanos devem ser maiores do que as constantes dos níveis não urbanos. Da mesma maneira, é preciso penalizar mais as áreas urbanas onde se encontram a maior concentração de usuários, e dar maior flexibilidade às penalizações das áreas não urbanas.

Tabela 4-5. Valores de controle Mkei para o DIC e FIC de cada nível de tensão da proposta TAMU.

Constantes	Média tensão não urbana	Média tensão urbana	Baixa tensão não urbana	Baixa tensão urbana
Mkei_DIC	0,75	2	0,25	1
Mkei_FIC	1,5	4	0,5	2

A Tabela 4-6 e a Tabela 4-7 apresentam os valores dos keis calculados com os bancos de dados de 2007 e 2008 para cada nível de tensão e para cada indicador das empresas participantes do estudo. As figuras são representações gráficas dos dados das tabelas.

Tabela 4-6. Keis DIC classificados por nível de tensão e ano.

		keis DIC por nível de tensão					
		2007			2008		
Nível de tensão	Empresas	DEC Anual [Horas]	Meta Anual DIC [Horas]	kei DIC	DEC Anual [Horas]	Meta Anual DIC [Horas]	kei DIC
Média tensão não urbana	A	15,61	33,30	13,26	17,03	41,10	18,05
	B	12,02	23,50	8,61	10,39	23,30	9,68
	C	15,65	34,70	14,29	15,19	34,30	14,33
	D	-	-	-	-	-	-
	E	36,47	85,70	36,92	38,66	88,10	37,08
	F	17,44	39,90	16,85	16,86	35,30	13,83
Média tensão urbana	A	5,80	12,70	13,81	5,72	12,70	13,97
	B	5,11	11,50	12,78	3,43	7,50	8,15
	C	4,73	11,30	13,14	4,25	9,50	10,49
	D	6,29	14,30	16,01	7,86	16,70	17,67
	E	9,48	20,70	22,44	9,46	18,30	17,68
	F	7,67	17,70	20,07	6,52	15,50	17,96
Baixa tensão não urbana	A	20,42	39,90	4,87	23,19	46,70	5,88
	B	22,18	40,70	4,63	18,62	36,10	4,37
	C	28,86	58,50	7,41	26,40	53,10	6,68
	D	34,53	76,70	10,54	35,90	82,30	11,60
	E	63,91	132,10	17,05	63,65	134,30	17,66
	F	33,21	68,90	8,92	33,75	70,90	9,29
Baixa tensão urbana	A	10,11	20,50	10,39	9,98	21,10	11,12
	B	5,66	11,30	5,64	4,83	9,10	4,27
	C	6,22	13,90	7,68	5,69	12,30	6,61
	D	9,36	20,10	10,74	9,97	21,70	11,73
	E	25,19	49,30	24,11	22,69	46,70	24,01
	F	12,01	25,30	13,29	9,98	21,90	11,92

Figura 4-3. TAMU: kei DIC VS. DEC anual considerando os dados de 2007 e 2008.

No caso dos keis do DIC, se obteve valores mais baixos nos níveis de tensão urbanos do que nos níveis de tensão não urbanos. A razão disto é porque o cálculo do kei depende diretamente da meta 90% e da média, então para metas e médias menores como no caso dos níveis de tensão urbanos, o valor do kei é menor, mesmo com uma constante de controle de penalidade Mkei maior.

Nos níveis de tensão não urbanos as constantes Mkeis são menores e as metas 90% são bem maiores do que os níveis de tensão urbanos, mas o valor final do kei é maior, isto quer dizer que existe uma grande flexibilidade nas metas não urbanas, porém no caso de ultrapassagens exageradas, ou uma grande dispersão nos dados anuais do DIC dos consumidores, o custo das penalidades será alto.

Tabela 4-7. Keis FIC classificados por nível de tensão e ano.

		keis FIC por nível de tensão					
		2007			2008		
Nível de tensão	Empresas	FEC Anual [Horas]	Meta Anual FIC [Horas]	kei FIC	FEC Anual [Horas]	Meta Anual FIC [Horas]	kei FIC
Média tensão não urbana	A	9,51	17	11,23	8,36	17	12,96
	B	9,81	17	10,78	8,92	16	10,61
	C	8,58	17	12,64	8,26	16	11,61
	D	-	-	-	-	-	-
	E	16,45	30	20,33	18,62	36	26,07
	F	10,27	19	13,10	10,20	20	14,70

		keis FIC por nível de tensão					
		2007			2008		
Nível de tensão	Empresas	FEC Anual [Horas]	Meta Anual FIC [Horas]	kei FIC	FEC Anual [Horas]	Meta Anual FIC [Horas]	kei FIC
Média tensão urbana	A	5,81	10	16,77	4,57	9	17,70
	B	6,72	11	17,14	5,68	10	17,30
	C	4,20	8	15,19	4,03	8	15,88
	D	4,81	9	16,76	4,95	9	16,21
	E	9,60	18	33,61	9,78	17	28,89
	F	7,03	13	23,88	6,15	13	27,40
Baixa tensão não urbana	A	11,61	21	4,69	10,90	20	4,55
	B	14,61	24	4,70	13,06	21	3,97
	C	13,62	26	6,19	12,65	23	5,17
	D	15,42	30	7,29	13,11	24	5,44
	E	22,81	42	9,60	21,06	37	7,97
	F	15,77	27	5,61	14,92	26	5,54
Baixa tensão urbana	A	8,10	13	9,81	6,56	12	10,88
	B	7,22	12	9,55	6,09	11	9,81
	C	5,29	10	9,42	5,05	10	9,90
	D	5,94	11	10,12	5,63	11	10,73
	E	17,99	32	28,01	15,86	28	24,27
	F	8,96	17	16,09	7,75	15	14,51

Figura 4-4. TAMU: kei FIC VS. DEC anual considerando os dados de 2007 e 2008.

Os valores dos keis do FIC são menores do que os apresentados no DIC. Isto acontece porque mesmo com Mkeis maiores (o dobro) o valor dos FECs dos níveis de tensão são menores do que os DEC. Os keis do FIC vão penalizar mais os níveis de tensão urbanos, onde a frequência das interrupções é bastante prejudicial para os usuários afetados. A frequência das

interrupções pode influir diretamente na perda de material, reinício de processos, perda de vida útil de alguns equipamentos, etc.

Um aspecto muito importante da metodologia TAMU, é que os keis variáveis, combinados com metas em função dos desempenhos dos níveis de tensão também representam uma relação com o valor da END das empresas. Por exemplo, a empresa “D” vai ter metas muito mais desafiadoras do que as metas da empresa “E”. As penalizações da empresa “D” vão começar primeiro, o que aponta valores diferentes para o custo social de energia para os usuários das duas empresas. Por outro lado, os keis variáveis equilibram a diferença e “flexibilidade” das metas em empresas com pior desempenho, pois os keis dessas empresas vão ser muito maiores já que dependem da média e da dispersão dos dados de interrupções de cada nível de tensão.

A Figura 4-5 apresenta uma análise do comportamento dos keis nos histogramas de frequência acumulada (2007 e 2008) do indicador DIC do nível de baixa tensão da empresa “A”.

Figura 4-5. Análise do comportamento dos keis nos histogramas de frequência acumulada do indicador DIC do nível de baixa tensão da empresa A.

No gráfico o histograma azul (BD 2007) apresenta uma média de 10,11 horas e a curva vermelha (BD 2008) apresenta uma média 9,98 horas. A curva vermelha apresenta maior dispersão dos dados alcançando 100% dos usuários interrompidos quase 10 horas depois do que a

curva azul, o que neste caso gera uma meta maior. Entretanto, mesmo com uma média muito parecida nas duas curvas, e uma meta mais flexível na curva vermelha, a fórmula de cálculo dos keis penaliza a dispersão dos dados, aumentando o valor do kei da curva vermelha e consequentemente as penalidades. Então, a estrutura da fórmula do kei oferece um incentivo direto à melhoria da qualidade do serviço, pois quando menos dispersos sejam os dados (atendimento mais equitativo dos usuários) e menor seja a média, menor será o valor do kei e da penalidade.

4.5 Penalidades TAMU por nível de tensão

A seguinte tabela apresenta as fórmulas utilizadas no cálculo das penalidades de cada indicador dos períodos de apuração mensal, trimestral e anual da proposta TAMU.

Tabela 4-8. Fórmulas para o cálculo das penalidades da proposta TAMU.

INDICADOR INDIVIDUAL	FÓRMULA PARA O CÁLCULO DAS COMPENSAÇÕES
DIC	$Valor_DIC = \left(\frac{DIC_v}{DIC_p} - 1 \right) \times DIC_p \times \frac{EUSD_{médio}}{730} \times keiDIC$
FIC	$Valor_FIC = \left(\frac{FIC_v}{FIC_p} - 1 \right) \times DIC_p \times \frac{EUSD_{médio}}{730} \times keiFIC$
DMIC	$Valor_DMIC = \left(\frac{DMIC_v}{DMIC_p} - 1 \right) \times DMIC_p \times \frac{EUSD_{médio}}{730} \times keiDIC$
Onde: <i>DIC_v</i> = Duração de interrupção por unidade consumidora ou por ponto de conexão, conforme cada caso, verificada no período considerado, expressa em horas e centésimos de hora. <i>DIC_p</i> = Limite de continuidade DIC estabelecido para cada nível de tensão e aplicado a cada unidade consumidora ou ponto de conexão, expresso em horas e centésimos de hora. <i>FIC_v</i> = Frequência de interrupção por unidade consumidora ou por ponto de conexão, conforme cada caso, verificada no período considerado, expressa em número de interrupções. <i>FIC_p</i> = Limite de continuidade FIC estabelecido para cada nível de tensão e aplicado a cada unidade consumidora ou por ponto de conexão, expresso em número de interrupções e centésimo do número de interrupções. <i>DMIC_v</i> = Duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora ou por ponto de conexão, conforme cada caso, verificada no período considerado, expressa em horas e centésimos de hora. <i>DMIC_p</i> = Limite de continuidade mensal do DMIC estabelecido para cada nível de tensão e aplicado a cada unidade consumidora ou por ponto de conexão, expresso em horas. <i>EUSD_{médio}</i> = Média aritmética dos encargos de uso do sistema de distribuição correspondentes aos meses do período de apuração do indicador. <i>730</i> = Número médio de horas no mês.	

<i>keiDIC</i>	= Valor para o DIC calculado para cada nível de tensão a partir da equação apresentada na Tabela 4-4. Válidos para todos os períodos de apuração.
<i>keiFIC</i>	= Valor para o FIC calculado para cada nível de tensão a partir da equação apresentada na Tabela 4-4. Válidos para todos os períodos de apuração.

Tendo em conta que as metas do seguinte ano são baseadas nos bancos de dados do ano anterior, as simulações apresentadas com os bancos de dados se realizaram da seguinte maneira: Metas calculadas com os bancos de dados de 2007 e aplicadas no cálculo das penalidades nos bancos de dados de 2008.

Deve-se ter muita precaução ao fazer comparações entre as metodologias TAMU e a do PRODIST. As duas metodologias são baseadas em conceitos diferentes, portanto, são mais comparáveis os resultados dos custos globais das penalidades das duas metodologias e os impactos que as mesmas podem gerar no faturamento anual das empresas.

Na metodologia TAMU os custos das penalidades aumentam ou diminuem dependendo dos desempenhos do ano anterior, no PRODIST os critérios são fixos. As seguintes tabelas apresentam o custo das penalidades do ano 2008 devido à ultrapassagem dos indicadores DIC, FIC e DMIC nos períodos mensais e anuais, esses valores estão classificados por nível de tensão. A título ilustrativo, as casas em vermelho das tabelas representam os valores das penalidades da proposta TAMU que estão acima dos valores calculados com o PRODIST (vise ANEXO C).

Tabela 4-9. TAMU: Penalidades mensais classificadas em níveis de tensão e indicadores.

		TAMU: PENALIDADES MENSAS 2008		
Nível de tensão	Empresas	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DMIC [R\$]
Média tensão não urbana	A	36.058	22.277	19.804
	B	7.032	5.074	4.086
	C	144.411	67.713	112.047
	D	-	-	-
	E	88.465	40.242	71.468
	F	79.820	16.095	71.160
Média tensão urbana	A	42.231	33.539	34.184
	B	8.924	3.834	3.010
	C	164.409	78.968	62.635
	D	698.786	781.481	431.945
	E	53.666	24.347	39.545
	F	175.982	105.787	123.230

TAMU: PENALIDADES MENSAIS 2008				
Nível de tensão	Empresas	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DMIC [R\$]
Baixa tensão não urbana	A	83.547	79.642	50.294
	B	13.692	12.353	7.685
	C	533.575	155.994	352.124
	D	5.796	1.699	2.272
	E	830.499	370.275	531.440
	F	443.486	157.938	330.226
Baixa tensão urbana	A	285.756	73.638	182.849
	B	38.480	31.715	26.797
	C	506.195	621.604	326.516
	D	3.360.312	1.015.497	2.541.343
	E	1.695.423	1.743.213	1.129.136
	F	995.024	744.116	645.932

Nas penalidades mensais da proposta TAMU, as penalidades aparecem sem uma tendência definida, então, algumas empresas podem ser mais penalizadas por DIC, outras por FIC. Isto acontece porque as metas dependem diretamente da qualidade oferecida pelas empresas, sendo que esses desempenhos podem variar muito entre as distribuidoras de energia.

Tabela 4-10. TAMU: Penalidades anuais classificadas em níveis de tensão e indicadores.

TAMU: PENALIDADES ANUAIS 2008			
Nível de tensão	Empresas	DIC [R\$]	FIC [R\$]
Média tensão não urbana	A	10.685	5.002
	B	740	1.011
	C	20.002	14.231
	D	-	-
	E	5.394	13.270
	F	9.034	18.611
Média tensão urbana	A	5.758	3.773
	B	73	389
	C	15.811	32.611
	D	293.371	223.187
	E	7.922	15.533
	F	23.425	55.031
Baixa tensão não urbana	A	25.763	9.874
	B	898	832
	C	50.054	39.972
	D	1.207	311
	E	66.291	24.077
	F	63.571	37.182

TAMU: PENALIDADES ANUAIS 2008			
Nível de tensão	Empresas	DIC [R\$]	FIC [R\$]
Baixa tensão urbana	A	66.441	66.078
	B	2.962	2.967
	C	107.770	204.667
	D	1.091.012	1.092.823
	E	188.324	102.619
	F	134.761	167.967

A forma de penalizar os indicadores anuais segundo a proposta TAMU é parecida com a forma de penalização da metodologia do PRODIST. Nos custos das penalidades anuais o indicador que mais penalizaria seria o FIC. Entretanto, as diferenças mais significativas estão na percentagem de usuários ressarcidos e o comportamento das multas médias por usuário que serão apresentados nos itens seguintes. A tabela seguinte apresenta os custos totais das penalidades (mensais e anuais) da proposta TAMU e da metodologia PRODIST. As casas em vermelho representam os valores da proposta TAMU que ficaram acima dos valores da metodologia PRODIST.

Tabela 4-11. Comparativo: Penalidades totais TAMU vs. Penalidades totais PRODIST.

PENALIDADES TOTAIS 2008		
Empresas	TAMU [R\$]	PRODIST [R\$]
A	1.137.191	1.360.931
B	172.552	157.167
C	3.611.307	3.869.949
D	11.541.041	17.108.268
E	7.041.150	6.270.062
F	4.398.380	4.468.068

No ano 2008, a empresa “A” teria que pagar 16,44% a menos do que o valor calculado com o PRODIST. As empresas “B” e “E” teriam um incremento de 9,79% e 12,30% respectivamente. Os valores das duas propostas são parecidos nas empresas “C” e “F”. A empresa “D” apresenta uma grande redução de 32,54% nos custos das penalidades desse ano, pois na metodologia PRODIST essa empresa tinha um ressarcimento médio de acima de 10% dos usuários.

4.6 Análise da média de ressarcimentos mensais e anuais dos usuários dos conjuntos

O procedimento de cálculo das percentagens é parecido ao exposto na análise do PRODIST, a diferença está nas metas utilizadas. Neste caso a meta é única para cada nível de tensão de cada empresa, e o objetivo é ressarcir 10% dos registros mensais e anuais. No PRODIST o objetivo é ressarcir o 10% dos usuários piores atendidos da média nacional do BRASIL. Os cálculos das duas metodologias foram feitos com os bancos de dados de interrupções de baixa tensão do ano 2008. Nos resultados, cada indicador é apresentado em forma separada sem levar em conta a regra do maior ressarcimento em caso da ultrapassagem simultânea dos limites individuais. No eixo x dos gráficos aparecem os indicadores coletivos anuais de baixa tensão urbana de todos os conjuntos. O eixo y corresponde às percentagens de usuários ressarcidos dos conjuntos. Para cada empresa foi calculada a média geral das percentagens dos conjuntos.

4.6.1 Média de ressarcimentos mensais por conjunto

As figuras seguintes apresentam a quantidade de ressarcimentos mensais em percentagem do total de registros mensais de cada conjunto e para cada indicador.

Figura 4-6. TAMU: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, DIC Baixa Tensão Urbana.

Nos gráficos, note-se que em geral, o número de registros mensais com ressarcimento aumenta à medida que aumenta o DEC anual dos conjuntos. Um aspecto que pode aumentar o número de registros ressarcidos de um conjunto é a dispersão dos dados, por exemplo, um conjunto com um DEC aceitável, pode ter muitos ressarcimentos porque a dispersão dos seus registros com relação à meta do nível de tensão é alta. Os gráficos da Figura 4-6 podem ser comparados com os gráficos da Figura 3-8 da metodologia do PRODIST. Nos gráficos desta mesma análise feita com a metodologia PRODIST, não existe uma tendência definida, e pode acontecer que conjuntos que apresentaram indicadores anuais deficientes tenham um ressarcimento de usuários bem abaixo do critério 10% da ANEEL. No DIC da proposta

TAMU a média de registros mensais com ressarcimento de todas as empresas está muito perto do critério 10%.

Figura 4-7. TAMU: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, FIC Baixa Tensão Urbana.

No caso do FIC, é muito difícil conseguir percentagens médias perto do critério 10% com qualquer metodologia aplicada. A razão disto é a forma em que são classificados os registros dos usuários deste indicador, ou seja, a classificação em números inteiros pode causar que o valor 10% dos usuários pior atendidos esteja muito abaixo do critério. Este fato pode ser observado na Figura 3-5 Exemplo: frequência acumulada mensal dos indicadores DIC, FIC e DMIC de um conjunto. Então, no caso do FIC pode-se afirmar que quanto mais dispersos estiverem os dados maior será a percentagem de ressarcimentos.

Figura 4-8. TAMU: Ressarcimentos mensais dos conjuntos, DMIC Baixa Tensão Urbana.

No DMIC se conservam as mesmas tendências apresentadas no DIC. No caso da metodologia PRODIST, o DMIC é o indicador com mais ressarcimentos mensais no ano, já que apresenta maiores dispersões nos ressarcimentos dos conjuntos, e as médias por nível de tensão são superiores às apresentadas no DIC e no FIC. No caso da metodologia TAMU as percentagens do DIC e o DMIC ficam em todas as empresas perto do critério 10%. A figura seguinte apresenta o resumo dos ressarcimentos médios de cada indicador no nível de baixa tensão urbana, usando a proposta TAMU.

Figura 4-9. TAMU: Ressarcimentos mensais das empresas.

Na Figura 4-9, observa-se que no DIC e no DMIC, o objetivo de ressarcir 10% dos registros mensais do nível de tensão com pior atendimento é alcançado. Já no FIC, como explicado anteriormente, é muito difícil alcançar exatamente o critério 10%. Vale lembrar que as médias mensais de ressarcimentos foram calculadas em função de todos os registros mensais no banco de dados de interrupções do ano 2008, e não do número de usuários totais dos níveis de tensão, pois o objetivo da metodologia é ressarcir o 10% dos registros mensais com pior atendimento, no ano. A Figura 4-9 pode ser comparada com a Figura 3-11 PRODIST: Ressarcimentos mensais das empresas, Baixa Tensão Urbana.

4.6.2 Média de ressarcimentos anuais por empresa

Neste item são apresentadas as médias de ressarcimentos anuais das empresas, usando a metodologia TAMU. As percentagens de ressarcimentos anuais foram calculadas em função do total de registros de interrupções anuais de cada nível de tensão.

Figura 4-10. TAMU: Ressarcimentos anuais das empresas.

No caso dos ressarcimentos anuais, nota-se muito bem a influência das metas calculadas a priori, pois o ano 2008 foi muito melhor do que o ano 2007. As metas anuais usadas nos cálculos dos ressarcimentos médios são mais sensíveis a mudanças entre anos do que as metas mensais, já que a quantidade de registros mensais é muito maior do que a quantidade de registros anuais de interrupções. A Figura 4-9 pode ser comparada com os cálculos apresentados na Figura 3-12 PRODIST: Ressarcimentos anuais das empresas, Baixa Tensão Urbana.

4.7 Análise das penalidades e ressarcimentos usando a proposta TAMU

Neste item procura-se analisar os montantes das penalidades vs. o número de registros mensais. Os registros mensais de baixa tensão urbana dos bancos de dados de 2008 foram classificados pelos valores de seus indicadores, onde os indicadores DIC e DMIC foram classificados em patamares de 2 horas, e o indicador FIC foi classificado segundo o número de interrupções. Para cada patamar foram calculados o número de registros não ressarcidos, o número de registros ressarcidos e o valor das penalidades.

Nas figuras, a parte azul das barras representa o número de usuários que não receberiam ressarcimentos no ano, a parte laranja é a quantidade de usuários com ressarcimento. A linha vermelha representa o custo das penalidades em cada patamar analisado.

Figura 4-11. TAMU: Análise das penalidades mensais do DIC 2008 em baixa tensão urbana.

Na proposta TAMU considera-se uma meta única para todos os usuários de um mesmo nível de tensão. A partir dessa meta todos os usuários devem ser ressarcidos. Nos gráficos das empresas, a barra que aparece com as duas cores (azul e laranja) contém a meta do nível de tensão analisado, ou seja, ao fazer um corte dessa barra no valor da meta, todos os usuários a jusante dessa meta seriam ressarcidos. No caso da metodologia do PRODIST, duas cores no mesmo patamar sinalizam que podem existir usuários com um mesmo valor de DIC, FIC ou

DMIC que seriam ressarcidos e outros que não, isto depende da meta do conjunto ao qual pertencem os usuários. Nos ajustes das penalidades da proposta TAMU, tentou-se manter na medida do possível os custos globais das penalidades do PRODIST.

Figura 4-12. TAMU: Análise das penalidades mensais do FIC 2008 em baixa tensão urbana.

Na Figura 4-12, se observa muito melhor a forma definida das metas da proposta TAMU. Por exemplo, na empresa “E”, todos os registros mensais a jusante de 4 interrupções seriam ressarcidos. No FIC, a quantidade de usuários perto da meta é alto, isto gera os picos no início da curva das penalidades, e atenuações rápidas no final da curva.

Figura 4-13. TAMU: Análise das penalidades mensais do FIC 2008 em baixa tensão urbana.

No caso do DMIC, as metas são muito mais desafiadoras do que as metas do DIC, mas a quantidade de usuários ressarcidos é mantida já que os histogramas desses indicadores são diferentes, portanto, a quantidade de registros sem ressarcimento do primeiro patamar do DMIC é muito maior do que a quantidade de usuários do DIC.

Como foi apresentado nas figuras anteriores, na proposta TAMU se conserva uma dependência direta do número de usuários, pois todos os usuários de um mesmo nível de tensão têm a mesma meta. No caso da metodologia PRODIST, os custos das penalidades dependem do número de usuários e da meta do conjunto ao qual pertencem os usuários.

A figura seguinte apresenta a multa média que receberia cada usuário pela ultrapassagem dos limites mensais dos indicadores de continuidade do serviço. O cálculo foi realizado dividindo valor total das penalidades mensais de cada indicador pelo número de ressarcimentos mensais do ano.

Figura 4-14. TAMU: Multa média dos indicadores mensais em baixa tensão urbana.

Na Figura 4-14, observa-se que a multa média de cada ressarcimento aumenta na medida em que pioram os desempenhos anuais dos níveis de tensão (vide os dados de baixa tensão da Tabela 4-1), e um pouco mais implicitamente com a dispersão dos dados. A diferença da metodologia do PRODIST (vide Figura 3-16), a proposta TAMU conserva o objetivo de penalizar mais fortemente as empresas que apresentam pior desempenho. A empresa “E” é a que apresenta a maior multa média nos 3 indicadores, já que o DEC anual e o FEC anual em baixa tensão urbana foram de 22,69 horas e 15,86 interrupções respectivamente. Os valores dos keis que avaliam a média de atendimento e a dispersão dos dados da proposta TAMU podem ser consultados na Tabela 4-6 e na Tabela 4-7 deste capítulo.

4.8 Diagrama de fluxo da proposta TAMU

A figura seguinte apresenta o diagrama de fluxo dos passos de cálculo das metas e penalidades da proposta TAMU.

Figura 4-15. Diagrama de fluxo da proposta TAMU.

Na proposta TAMU, os limites anuais dos indicadores de continuidade DIC e FIC são calculados a posteriori, ou seja, os limites válidos para o ano seguinte são calculados com os bancos de dados de interrupções do ano anterior.

A proposta depende diretamente dos bancos de dados de interrupções das empresas. Para o cálculo das metas que serão aplicadas no seguinte ano, os dados mensais e anuais das interrupções do ano anterior são classificados em níveis de tensão, e agrupados em forma

acumulativa formando os histogramas de frequência acumulada dos indicadores mensais DIC, FIC e DMIC e os indicadores anuais DIC e FIC. Ao mesmo tempo são calculados os indicadores coletivos anuais DEC e FEC dos usuários registrados nos bancos de dados (usuários que sofreram interrupções de longa duração no decorrer do ano). Nos histogramas mensais e anuais dos níveis de tensão de cada indicador é selecionado o valor 90%, este valor corresponde à meta de cada nível de tensão. Com os valores das metas, os indicadores coletivos anuais dos usuários registrados nos bancos de dados, e as variáveis de controle Mkei (definidas para todas as empresas pelo órgão regulador), se calculam os valores dos keis de cada nível de tensão e cada indicador DIC e FIC, esses valores são válidos para todos os períodos de apuração. O kei para o cálculo das penalidades do DMIC é o mesmo do DIC, pois os dois indicadores avaliam a duração das interrupções.

Os valores das metas e os keis que foram calculados com os bancos de dados do ano anterior serão aplicados nos cálculos das penalidades dos períodos de apuração mensal, trimestral e anual do ano seguinte. Entretanto, uma restrição importante desta metodologia é que as metas não podem piorar, devem sempre melhorar ou no pior dos casos devem-se manter iguais. Deste modo, as metas calculadas com os bancos de dados do ano anterior serão atualizadas a cada ano.

Entre os aspectos principais da proposta TAMU está o fato de que os limites são calculados a partir dos histogramas de frequência acumulada dos registros de interrupções mensais e anuais classificados por nível de tensão, ou seja, as metas não dependem da formação dos conjuntos, estabelecendo um passo importante para tentar minimizar as heterogeneidades no ressarcimento dos consumidores.

Outro aspecto importante de uma proposta de meta única é que as metas individualizadas por nível de tensão refletem os alcances reais de qualidade de cada distribuidora. Desta maneira, nas revisões tarifárias, poderiam ser fixadas a priori metas de DEC e FEC mais coerentes com os desempenhos de cada empresa. Para fixar as metas poderiam ser calculados períodos de 12 meses definidos em função da revisão tarifária. Por exemplo, quem tem reajuste em janeiro poderia estabelecer o período de apuração de setembro a setembro, os 3 meses de diferença com o período de tarifação de janeiro a janeiro, seriam para realizar os cálculos necessários.

5 Tarifa diferenciada por descontos (TARDIF)

Existe um grande número de causas de interrupções de fornecimento de energia. Estas causas podem ser próprias do sistema, devidas ao meio ambiente ou causadas por terceiros. Em qualquer caso, a interrupção de fornecimento de energia elétrica é sentida pelo consumidor, incluindo as interrupções programadas. Na análise das metas de continuidade do serviço, as causas dos desligamentos que afetam algumas empresas podem não afetar outras (seja por porte, tipos de rede, região das áreas de concessão, etc.), além disto, as características próprias dos conjuntos são heterogêneas e dificultam a comparação dos desempenhos.

Os cálculos da proposta TARDIF independem das configurações dos conjuntos das empresas, e os agrupamentos são feitos por níveis de tensão e localização. O objetivo desta metodologia é diferenciar a tarifa de fornecimento de energia através de patamares de descontos. A diferenciação das tarifas pode ser feita através de percentagens de usuários ou através dos indicadores coletivos de DEC e FEC. No entanto, na metodologia apresentada neste capítulo, os descontos das tarifas foram estabelecidos usando uma metodologia de benchmarking entre os desempenhos dos níveis de tensão das empresas.

Na proposta TARDIF, os descontos tarifários têm o mesmo efeito das penalidades do PRODIST, pois nos dois casos a empresa deixa de receber dinheiro por causa da má qualidade do serviço. Na proposta, os cálculos dos descontos são feitos a priori, ou seja, com os dados recolhidos no final do ano “1”, se calculam o número de unidades consumidoras e o desconto que será aplicado no ano seguinte (“2”). Nos cálculos apresentados, os descontos e os códigos de usuários que serão ressarcidos são calculados usando os históricos de interrupções do ano 2007, os resultados obtidos serão aplicados nos bancos de dados de interrupções do ano 2008.

5.1 Classificação dos usuários em patamares de DEC

Na proposta TARDIF cada usuário é classificado de acordo a seu DIC anual e comparado com múltiplos do DEC anual do nível de tensão analisado. Da mesma forma que a proposta TAMU, a proposta TARDIF faz uso de indicadores coletivos anuais dos usuários que experimentaram interrupções no fornecimento de energia, pois do ponto de vista de um usuário que não teve interrupções no decorrer do ano, os indicadores de continuidade não têm nenhum impacto no desenvolvimento de suas atividades. Já para os usuários que experimentaram interrupções no fornecimento de energia, os indicadores anuais calculados a partir das informações dos bancos de dados, representam o tempo médio que ficaram sem fornecimento de energia. A tabela seguinte apresenta a classificação dos usuários em percentagem para os intervalos de DEC dos níveis de tensão do ano 2007.

Tabela 5-1. Percentagem de usuários em intervalos de DEC do ano 2007.

		PERCENTAGEM DE USUÁRIOS EM INTERVALOS DE DEC DO ANO 2007					
Nível de tensão	Empresas	% ≤ 1 DEC	1 DEC < % ≤ 2 DEC	2 DEC < % ≤ 3 DEC	3 DEC < % ≤ 4 DEC	% > 4 DEC	DEC [Horas]
Média tensão não urbana	A	62,53%	26,17%	7,49%	2,68%	1,12%	15,61
	B	60,23%	29,82%	7,02%	2,34%	0,58%	12,02
	C	64,21%	22,95%	8,36%	3,31%	1,18%	15,65
	D	-	-	-	-	-	-
	E	67,79%	18,18%	7,79%	3,90%	2,34%	36,47
	F	67,70%	19,38%	7,55%	2,60%	2,77%	17,44
Média tensão urbana	A	62,30%	25,74%	7,93%	2,69%	1,34%	5,80
	B	62,09%	25,12%	7,11%	5,69%	0,00%	5,11
	C	67,53%	19,44%	6,74%	3,85%	2,43%	4,73
	D	65,07%	21,92%	8,08%	2,93%	2,00%	6,29
	E	64,80%	24,07%	6,66%	2,19%	2,28%	9,48
	F	66,08%	20,50%	7,75%	3,14%	2,52%	7,67
Baixa tensão não urbana	A	60,41%	30,04%	7,60%	1,51%	0,44%	20,42
	B	61,48%	29,37%	5,54%	2,98%	0,63%	22,18
	C	65,46%	24,22%	6,01%	2,53%	1,79%	28,86
	D	62,69%	22,86%	12,19%	2,01%	0,25%	34,53
	E	61,13%	28,37%	7,25%	2,28%	0,96%	63,91
	F	62,04%	27,02%	7,79%	1,97%	1,18%	33,21
Baixa tensão urbana	A	59,29%	30,26%	8,44%	1,79%	0,23%	10,11
	B	63,93%	26,56%	5,18%	3,04%	1,29%	5,66
	C	65,69%	21,94%	7,69%	2,63%	2,05%	6,22
	D	63,73%	24,47%	7,15%	2,70%	1,94%	9,36
	E	61,04%	29,37%	6,93%	1,70%	0,96%	25,19
	F	60,71%	27,85%	8,30%	2,20%	0,94%	12,01

Na Tabela 5-1, observa-se que as distribuições dos usuários em patamares de DEC são muito parecidas entre empresas, mesmo com médias de atendimento muito diferentes (última coluna da tabela). A semelhança das distribuições é devida à própria infraestrutura da rede elétrica, pois a maioria da infraestrutura das empresas distribuidoras em média e baixa tensão é radial. A Figura 5-1 apresenta graficamente as distribuições de baixa tensão urbana.

Figura 5-1. % de Usuários por faixas de DEC em baixa tensão urbana do ano 2007.

5.2 Descontos

O PRODIST considera que 10% dos usuários com pior atendimento devem ser ressarcidos por má qualidade. Na proposta TARDIF, o critério proposto inicialmente foi similar, pois foi considerado que os dois primeiros patamares de usuários da Tabela 5-1, que somam aproximadamente 90% dos usuários, são atendidos com uma boa qualidade (no tempo médio de atendimento do nível de tensão) e, portanto, pagariam 100% da tarifa (sem desconto). Na proposta TARDIF, avaliou-se o desconto anual na base da tarifa completa (TUSD + TE), pois para os usuários a falta de energia deve ser compensada na mesma proporção dos custos gerados pelas interrupções que afetaram suas atividades. Vale lembrar que as penalidades do PRODIST são calculadas unicamente com a parcela TUSD. Para os 3 patamares restantes, o

desconto é calculado usando uma metodologia de benchmarking. Primeiro são estabelecidos descontos padrões mínimos iguais para todos os patamares dos níveis de tensão. Os descontos mínimos são fixados pelo órgão regulador e devem ser aplicados aos usuários da empresa que apresentar o melhor desempenho no ano, em um determinado nível de tensão. Para as outras empresas os descontos são calculados por uma regra de 3 simples, usando como base o melhor desempenho e os descontos mínimos padrões. Por exemplo, supondo que os descontos mínimos padrões fossem [x1%, x2%, x3%], e o nível de tensão analisado fosse baixa tensão urbana, a empresa que teria melhor desempenho seria a empresa “B” com 5,66 horas por ano (vide última coluna Tabela 5-1). A partir desse desempenho padrão seriam calculados os descontos das outras empresas multiplicando a relação DEC_Empresa/DEC_Padrão pelos descontos mínimos padrões [x1%, x2%, x3%]. Assim, para a empresa “top” que tem o DEC padrão, os descontos serão mínimos em suas tarifas e para as outras empresas as percentagens de descontos aumentam segundo o DEC anual do nível de tensão. Como os descontos são calculados em percentagem, esses valores se aplicam às tarifas das classes tarifárias de cada empresa.

Após algumas simulações para encontrar valores razoáveis de descontos (penalidades), os descontos mínimos padrões foram fixados em: 1% para os usuários com DIC entre 2 e 3 DEC; 2% para os usuários entre 3 e 4 DEC; e 5% para os usuários com DIC maiores que 4 DEC. A Tabela 5-2 apresenta os descontos calculados para todos os níveis de tensão.

Tabela 5-2. DEC e Descontos das tarifas (%) calculados com os dados de 2007 que serão aplicados no banco de dados do ano 2008.

Nível de tensão	Empresas	DEC [Horas]	Descontos 2 DEC – 3 DEC	Descontos 3 DEC – 4 DEC	Descontos > 4 DEC
Média tensão não urbana	A	15,61	1,30%	2,60%	6,49%
	B	12,02	1,00%	2,00%	5,00%
	C	15,65	1,30%	2,60%	6,51%
	D	-	-	-	-
	E	36,47	3,03%	6,06%	15,16%
	F	17,44	1,45%	2,91%	7,26%
Média tensão urbana	A	5,80	1,23%	2,45%	6,13%
	B	5,11	1,08%	2,15%	5,39%
	C	4,73	1,00%	2,00%	5,00%
	D	6,29	1,33%	2,66%	6,65%
	E	9,48	2,00%	4,01%	10,02%
	F	7,67	1,62%	3,24%	8,10%

Nível de tensão	Empresas	DEC [Horas]	Descontos 2 DEC – 3 DEC	Descontos 3 DEC – 4 DEC	Descontos > 4 DEC
Baixa tensão não urbana	A	20,42	1,00%	2,00%	5,00%
	B	22,18	1,09%	2,17%	5,43%
	C	28,86	1,42%	2,84%	7,10%
	D	34,53	1,69%	3,38%	8,45%
	E	63,91	3,17%	6,33%	15,83%
	F	33,21	1,63%	3,25%	8,13%
Baixa tensão urbana	A	10,11	1,79%	3,58%	8,94%
	B	5,66	1,00%	2,00%	5,00%
	C	6,22	1,10%	2,20%	5,50%
	D	9,36	1,65%	3,31%	8,27%
	E	25,19	4,45%	8,91%	22,27%
	F	12,01	2,12%	4,25%	10,62%

Na Tabela 5-2, observa-se que o melhor desempenho entre níveis de tensão (casas azuis) nem sempre corresponde à mesma empresa. Em média tensão não urbana, a empresa referência que teria os descontos mínimos é a “B” com 12,02 horas por ano. Em média tensão urbana, a empresa referência é a “C” com 4,73 horas por ano. Em baixa tensão não urbana, a empresa referência é a “A” com 20,42 horas por ano. Já em baixa tensão urbana, os descontos mínimos seriam aplicados à empresa “B” com 5,66 horas por ano. A empresa com maiores descontos em todos os níveis de tensão é a “E” por causa dos DEC altos (piores desempenhos).

5.3 Faturamentos anuais e penalidades

Neste item serão apresentados os faturamentos anuais com descontos e sem descontos dos usuários que apresentaram interrupções de longa duração no decorrer do ano 2008. A diferença dos dois tipos de faturamentos corresponde às penalidades da empresa, já que seria o dinheiro que a empresa deixaria de receber a causa das dispersões dos dados. Os faturamentos sem descontos foram calculados fazendo a somatória das faturas de todos os usuários do banco de dados. Já os faturamentos com descontos foram calculados aplicando os descontos fixados no item anterior, aos usuários que tiveram má qualidade de fornecimento de energia no ano 2007, deste modo, os usuários que teriam descontos no ano 2008 são os usuários que apresentaram os piores DIC (classificados em patamares) do ano 2007. A Tabela 5-3 apresenta os resultados obtidos para cada nível de tensão das empresas no ano 2008.

Tabela 5-3. Faturamentos e penalidades por níveis de tensão da proposta TARDIF.

TARDIF: Faturamentos e penalidades 2008				
Nível de tensão	Empresas	Fat. sem descontos [R\$] (A)	Fat. com descontos [R\$] (B)	Penalidades [R\$] (C)=(A)-(B)
Média tensão não urbana	<i>A</i>	67.841.265	67.752.375	88.890
	<i>B</i>	21.211.335	21.203.877	7.458
	<i>C</i>	337.808.591	337.545.102	263.490
	<i>D</i>	-	-	-
	<i>E</i>	36.622.772	36.529.792	92.980
	<i>F</i>	197.069.319	196.819.292	250.026
Média tensão urbana	<i>A</i>	152.985.253	152.737.412	247.841
	<i>B</i>	21.422.481	21.398.428	24.053
	<i>C</i>	508.549.106	507.532.410	1.016.696
	<i>D</i>	1.915.922.452	1.910.045.651	5.876.801
	<i>E</i>	117.209.330	116.897.603	311.727
	<i>F</i>	544.919.877	543.785.511	1.134.366
Baixa tensão não urbana	<i>A</i>	92.393.580	92.287.190	106.390
	<i>B</i>	16.578.872	16.558.726	20.146
	<i>C</i>	215.657.051	215.192.924	464.127
	<i>D</i>	1.740.325	1.736.388	3.937
	<i>E</i>	56.436.597	56.215.438	221.159
	<i>F</i>	179.147.928	178.751.933	395.995
Baixa tensão urbana	<i>A</i>	420.165.713	419.511.416	654.297
	<i>B</i>	96.536.166	96.402.194	133.972
	<i>C</i>	1.201.129.372	1.198.267.662	2.861.709
	<i>D</i>	4.131.056.920	4.118.685.165	12.371.755
	<i>E</i>	374.333.303	372.919.015	1.414.288
	<i>F</i>	892.016.025	889.334.764	2.681.261

Os custos das penalidades (descontos) da proposta TARDIF não podem ser comparados diretamente com os custos das penalidades do PRODIST, pois a proposta TARDIF considera de maneira simplificada, unicamente os DIC anuais. No entanto, os montantes das penalidades são maiores (descontos com tarifa completa TUSD + TE), incluindo indiretamente os custos das penalidades de FIC e DMIC do PRODIST. Na sequência, a Tabela 5-4 apresenta os custos dos faturamentos e as penalidades totais das empresas no ano 2008, usando a proposta TARDIF.

Tabela 5-4. Faturamentos e penalidades totais da proposta TARDIF.

Empresas	TARDIF: Faturamentos e penalidades totais		
	2008		
	Fat. sem descontos [R\$] (A)	Fat. com descontos [R\$] (B)	Penalidades [R\$] (C)=(A)-(B)
A	733.385.811	732.288.393	1.097.418
B	155.748.854	155.563.225	185.629
C	2.263.144.120	2.258.538.098	4.606.022
D	6.048.719.697	6.030.467.203	18.252.494
E	584.602.002	582.561.848	2.040.153
F	1.813.153.149	1.808.691.500	4.461.649

5.4 Análise das penalidades e usuários com desconto da proposta TARDIF

Os custos das penalidades da proposta TARDIF conservam uma relação com o número de usuários por nível de tensão de cada empresa. Por exemplo, supondo que existam duas empresas “A1” e “B1”, as duas empresas têm DEC anual igual, a mesma distribuição de usuários em percentagem nas faixas de DEC, mas o número de usuários de “A1” é o dobro de usuários de “B1”. Neste cenário a percentagem de usuários ressarcidos é a mesma, os descontos das faixas de DEC são iguais para as duas empresas, porém as penalidades de “A1” seriam exatamente o dobro das penalidades de “B1”. Isto quer dizer que a multa média dos usuários com desconto seria igual para as duas empresas, o que é coerente em termos de desempenho.

A Tabela 5-5 mostra o número de usuários que apresentaram interrupções nos bancos de dados, o número de usuários com descontos, o número de usuários com descontos em percentagem, as penalidades (equivalentes ao desconto) desses usuários, e a multa média por usuário de cada nível de tensão. Esta última é calculada dividindo o valor da penalidade entre o número de usuários com desconto.

Tabela 5-5. Percentagens de usuários com desconto e multa média de cada nível de tensão da proposta TARDIF.

		TARDIF: % Usuários com desconto e multa média				
Nível de tensão	Empresas	2008				
		Usuários Totais	Usuários com desconto	Usuários com desconto (%)	Penalidades [R\$]	Multa Média [R\$]/Usuário
Média tensão não urbana	A	884	94	10,63%	88.890	945,64
	B	173	17	9,83%	7.458	438,74
	C	2.163	264	12,21%	263.490	998,07
	D	-	-	-	-	-
	E	419	54	12,89%	92.980	1.721,85
	F	1.154	151	13,08%	250.026	1.655,80
Média tensão urbana	A	1.382	165	11,94%	247.841	1.502,07
	B	231	27	11,69%	24.053	890,85
	C	3.582	441	12,31%	1.016.696	2.305,43
	D	8.211	986	12,01%	5.876.801	5.960,24
	E	1.078	115	10,67%	311.727	2.710,67
	F	3.924	502	12,79%	1.134.366	2.259,69
Baixa tensão não urbana	A	246.824	21.933	8,89%	106.390	4,85
	B	15.615	1.386	8,88%	20.146	14,54
	C	284.260	27.986	9,85%	464.127	16,58
	D	787	113	14,36%	3.937	34,84
	E	272.141	25.600	9,41%	221.159	8,64
	F	227.793	23.768	10,43%	395.995	16,66
Baixa tensão urbana	A	775.847	77.519	9,99%	654.297	8,44
	B	138.714	12.492	9,01%	133.972	10,72
	C	1.707.362	202.952	11,89%	2.861.709	14,10
	D	5.125.354	600.021	11,71%	12.371.755	20,62
	E	827.673	75.871	9,17%	1.414.288	18,64
	F	1.006.405	109.583	10,89%	2.681.261	24,47

A proposta TARDIF penaliza em forma de descontos. Os critérios usados nas penalizações são a média de atendimento (DEC) e a dispersão dos dados do nível de tensão. No entanto, o critério predominante é a dispersão dos dados.

Observa-se que nos dados de baixa tensão urbana da Tabela 5-2, a empresa que apresentou melhor desempenho no ano 2007 foi a “B” com uma média anual de 5,66 horas por ano. Entretanto, na Tabela 5-5, na última coluna dos dados de baixa tensão urbana, a multa média por usuário da “B” é maior (10,72 R\$/Usuário) do que a “A” (8,44 R\$/Usuário) que apresentou um desempenho anual em 2007 de 10,11 horas por ano. Isto acontece pelas dispersões dos dados e quantidade de usuários em cada intervalo de DEC, vide a Figura 5-1.

A Figura 5-2 apresenta a quantidade de unidades consumidoras sem descontos, a quantidade de unidades consumidoras com desconto, e as penalidades desses usuários classificados segundo o DIC que apresentaram em 2008. Os usuários com desconto no ano 2008 foram calculados segundo a classificação dos DICs respeito o DEC do nível de tensão de cada empresa, no ano 2007. Em outras palavras, os usuários são compensados no ano “2” devido à má qualidade do serviço de energia no “1”.

Figura 5-2. TARDIF: Análise dos descontos (“penalidades”) do ano 2008 em baixa tensão urbana.

Na figura, a faixas verdes das barras representam o número de usuários que teriam descontos no ano 2008. As faixas amarelas das barras representam a quantidade de usuários sem ressarcimentos. A linha vermelha são os custos dos descontos (penalidades) das empresas. Na

Figura 5-2, observa-se que existem usuários que no ano 2008 apresentaram boa qualidade e tiveram descontos, esses usuários no seguinte ano pagariam o 100% da tarifa, devido ao reajuste da distribuição dos usuários.

5.5 Diagrama de fluxo da proposta TARDIF

Figura 5-3. Diagrama de fluxo da proposta TARDIF.

Os passos de cálculo da proposta TARDIF estão divididos em duas partes. A primeira parte é referente aos cálculos feitos com os dados do ano 1. Com o histórico do banco de dados do ano 1, a empresa tem que classificar os usuários de cada nível de tensão em intervalos de DEC de cada nível de tensão (5 intervalos), os usuários classificados nos 3 últimos intervalos serão ressarcidos com descontos na tarifa de energia do ano seguinte. É de responsabilidade do órgão regulador fixar os descontos mínimos padrões de cada intervalo de DEC. Além disso, o órgão regulador deve fixar um DEC padrão para cada nível de tensão. Essas

referências de desempenho são utilizadas por cada empresa para calcular mediante uma regra de 3 os descontos de cada intervalo de DEC dos nível de tensão.

A segunda parte é aplicar os descontos calculados com os dados do ano 1. As unidades consumidoras que apresentaram os piores desempenhos com relação à média do nível de tensão do ano 1, serão ressarcidas no ano 2. Na proposta TARDIF o cálculo da penalidade é simplesmente a diferença entre o valor do faturamento com tarifas 100% e o valor do faturamento com tarifas descontadas. Isto representa o dinheiro que a empresa deixaria de receber no ano 2 por causa da má qualidade do serviço oferecida no ano 1.

Em forma geral, a proposta TARDIF também incentiva à melhoria da qualidade de duas maneiras. A primeira é a categoria de empresa “top” do nível de tensão, já que essa empresa irá aplicar os descontos mínimos para os usuários nos 3 intervalos de DEC. O segundo incentivo à melhoria é a própria dispersão dos dados, ou seja, considerou-se que as metas simbólicas (sem penalidade) dos níveis de tensão das empresas são os extremos superiores dos intervalos múltiplos do DEC, então cabe a possibilidade de uma empresa reduzir a quantidade de usuários com desconto reduzindo a dispersão dos dados, concentrando os valores de DIC de seus usuários perto da média de atendimento.

Entretanto, é importante ressaltar que os limites simbólicos da metodologia, não podem piorar, ou seja, os valores de DEC e FEC devem sempre melhorar ou ficar iguais (quando há estabilização dos indicadores da rede). Esse fato pode ser aproveitado nas revisões tarifárias para estabelecer as metas coletivas das empresas.

A metodologia apresentada neste capítulo não considera metas mensais, pois foi considerado que um usuário com direito a desconto no ano 2 deveria ter um atendimento deficiente na maior parte do ano 1 o que se refletiria no DIC anual (somatória dos DIC mensais). Porém, poderia ser estudada em trabalhos futuros uma metodologia mais complexa que levasse em conta as metas mensais e as trimestrais.

6 Conclusões e Recomendações

6.1 Conclusões

Na atual regulamentação da qualidade do serviço descrita no módulo 8 do PRODIST 2010, existe um critério nas compensações dos usuários que pode causar inconformidades, pois, dentro da área de concessão, os usuários que são tratados de maneira isotrópica na tarifação, são tratados de maneira diferenciada quando compensados pela má qualidade no fornecimento. A causa disto é a própria concepção das metas de qualidade do serviço que foram calculadas em função dos desempenhos dos conjuntos das empresas priorizando a melhoria gradativa dos indicadores.

Com as análises apresentadas no capítulo 3 Análise das metas e procedimentos do PRODIST 2010, observou-se que os conjuntos usados para estabelecer as metas podem ter distorções e heterogeneidades que dificultam as análises comparativas de desempenho e consequentemente, prejudicam a definição dos limites de continuidade.

Esta dissertação procurou minimizar o desequilíbrio nas metas e nas compensações dos usuários através de propostas preliminares de metas e de tarifas em função da qualidade do serviço, baseadas em agrupamentos dos usuários por níveis de tensão (média tensão não urbana, media tensão urbana, baixa tensão não urbana e baixa tensão urbana).

Na proposta TAMU – Tarifa única meta única, todos os usuários de um mesmo nível de tensão possuem o mesmo limite para o início das compensações, independentemente do conjunto ao qual pertençam. As metas dos níveis de tensão de cada empresa foram fixadas a partir dos seus histogramas de frequência acumulada dos indicadores individuais dos usuários. A fixação de metas para cada empresa em função dos histogramas garante que a percentagem

de usuários ressarcidos possa ser igual em todos os níveis de tensão das empresas. Os resultados obtidos com este procedimento são bastante coerentes com os desempenhos coletivos dos níveis de tensão, ou seja, para uma mesma percentagem de usuários ressarcidos o valor da penalidade média por usuários aumenta segundo o DEC ou FEC do agrupamento.

Na proposta TARDIF – Tarifa diferenciada por descontos, os usuários de um mesmo nível de tensão foram classificados em 5 intervalos, considerando valores múltiplos do DEC do nível de tensão. Nos 3 últimos intervalos estão os usuários que apresentaram piores desempenhos no ano 1. Para esses intervalos foram definidos descontos tarifários válidos para o ano 2 com o intuito de ressarcir a má qualidade do serviço recebida no ano 1. Na proposta TARDIF, os descontos tarifários têm o mesmo efeito das penalidades do PRODIST, pois nos dois casos a empresa deixaria de faturar por causa da má qualidade do serviço. Nos resultados obtidos as multas médias dos usuários ressarcidos, conservam a relação com a média de atendimento e com a dispersão dos dados, sendo o último o critério mais dominante. Outro aspecto importante dessa proposta é que as metas (sem penalidade) dos níveis de tensão das empresas são os extremos superiores dos intervalos múltiplos do DEC, então caberia a possibilidade de uma empresa reduzir a quantidade de usuários com desconto reduzindo a dispersão dos dados. Isto provocaria uma concentração dos valores de DIC de seus usuários perto da média de atendimento.

Como produto da fase inicial desse trabalho foi apresentado um artigo no evento internacional IEEE/PES 2010 T&D Latin America Conference and Exposition [25].

6.2 Recomendações

Para qualquer proposta de melhoria da qualidade do serviço é muito importante que se aprimore a auditoria e fiscalização dos indicadores apurados visando dar total transparência e credibilidade ao sistema de controle da qualidade do serviço.

6.3 Trabalhos futuros

6.3.1 Aprimoramentos das propostas TAMU e TARDIF

Os exercícios aqui apresentados dão sustentação às propostas, porém há ajustes a fazer, de modo a atender fins regulamentares. Entre esses ajustes está a necessidade de considerar propostas alternativas com esses mesmos objetivos, porém com conceitos diferentes. Por exemplo, na proposta TAMU o objetivo de tarifa única pode ser estudado usando metas fixadas em função do DEC anual do nível de tensão. Já na proposta TARDIF pode ser analisada a inclusão de metas mensais e/ou trimestrais na metodologia. Nas duas metodologias poderia ser considerada a segregação dos usuários segundo as diversas tipologias de rede (rede subterrânea, aérea nua, aérea protegida, aérea compacta, etc.).

6.3.2 DEC “x” e DEC zero

No caso da proposta DEC zero ou “ $x=0$ ”, procura-se ressarcir os consumidores por qualquer interrupção de longa duração no fornecimento da energia. No caso DEC “ $x>0$ ”, as metas dessa proposta seriam iguais a “x” vezes o valor do DEC para todos os consumidores, e idealmente se consideraria a dispersão dos valores de DIC e FIC é pequena, por exemplo se “x” igual a 1, todos os consumidores teriam metas iguais ao valor médio. Esse tipo de proposta implicaria um aumento das tarifas dos usuários finais da ordem de 1 a 3% que seria destinado ao aumento de ressarcimentos por qualquer interrupção que deveria ser aplicada prioritariamente à melhoria da qualidade do serviço. Nos estágios iniciais da proposta esse acréscimo tarifário aumentaria gradativamente na medida em que fosse reduzido valor “x”.

O aumento na tarifa, e consequentemente o valor “x” também deve considerar pesquisas de disposição a pagar dos usuários, os custos de investimento das obras necessárias para melhorar o serviço e compatível com os padrões de rede. O consumidor pagaria a tarifa de energia como se fosse um seguro, onde por cada interrupção acima do limite o usuário é ressarcido com o dinheiro que já pagou antecipadamente. Por outro lado, se a empresa garante um bom serviço, os ganhos dela serão muito grandes. As penalidades desta proposta devem ser fixadas levando em conta o faturamento extra do aumento da tarifa e os custos das

penalidades vigentes. Nesse âmbito, uma empresa que não investisse o dinheiro do aumento da tarifa na melhoria da qualidade do serviço, os valores das penalidades deveriam considerar o fato de que o recurso não foi usado adequadamente. No entanto, deve-se analisar com muita cautela, principalmente os valores reduzidos de “x” (até DEC zero), pois poderia haver ganhos substanciais ou enormes prejuízos em função de anos com maiores ou menores problemas climáticos de chuvas e ventos.

7 Referências Bibliográficas

- [1] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Site www.aneel.gov.br. Acesso em Janeiro de 2012.
- [2] ANEEL – Resolução normativa No. 024/2000. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/bres2000024.pdf>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [3] ANEEL – Portaria DNAEE No. 046/1978. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/prt1978046.pdf>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [4] ANEEL – Contratos de concessão das empresas distribuidoras de energia. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/contrato/contrato.cfm?idramo=3>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [5] ANEEL – PRODIST: Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. Todas as versões. Disponíveis em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=82>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [6] ANEEL – Audiência Pública No. 033/2009. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/dspListaAudiencia.cfm?attAnoAud=2009&attAnoFasAud=2009&id_area=13. Acesso em Janeiro de 2012.
- [7] ANEEL – Resolução normativa No. 395/2009. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009395.pdf>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [8] ANEEL – Resolução normativa No. 424/2010. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010424.pdf>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [9] ANEEL - Nota Técnica No. 0094/2009-SRD/ANEEL. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2009/033/documento/nota_tecnica_0094_djane.pdf. Acesso em Janeiro de 2012.
- [10] CENELEC – EN 50160: Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks, Brussels, 2007.

- [11] IEEE – Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices. IEEE Std 1366 – 2003. ISBN: 0738138894.
- [12] CEER – 4 th Benchmarking report on Quality of electricity Supply 2008. Disponível em: http://www.energy-regulators.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/2008. Acesso em Janeiro de 2012.
- [13] BERKELEY NATIONAL LABORATORY – Tracking the Reliability of the U.S. Electric Power System: An Assessment of Publicly Available Information Reported to State Public Utility Commissions. Eto, J. and K. Hamachi LaCommare. October 2008. Disponível em: <http://certs.lbl.gov/pdf/lbnl1092e-puc-reliability-data.pdf>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [14] Evolução do Desempenho dos Indicadores de Qualidade. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=80#. Acesso em Janeiro de 2012.
- [15] ANEEL – Resolução normativa 063/2004. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2004063.pdf>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [16] ANEEL – Resolução normativa 345/2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2008345.pdf>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [17] ANEEL – Nota técnica No. 092/2009 SRD-ANEEL. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2009/033/documento/nota_tecnica_092_renato_eduardo.pdf. Acesso em Janeiro de 2012.
- [18] ANEEL – Nota técnica No. 130/2009 SRD-ANEEL. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/dspListaResultado.cfm?attAnoAud=2009&attIdeAud=402&attAnoFasAud=2009&id_area=13. Acesso em Janeiro de 2012.
- [19] ANEEL – Cadernos temáticos ANEEL. Tarifas do fornecimento de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/caderno4capa.pdf>. Acesso em Janeiro de 2012.
- [20] ACENDE BRASIL – Cadernos de política tarifária. Análise do Processo de Revisão Tarifária e da Regulação por incentivos. Disponível em: http://www.acendebrasil.com.br/archives/files/estudos/Caderno_04_Qualidade_e_Investimentos.pdf. Acesso em Janeiro de 2012.
- [21] KAGAN, Nelson. Estimção de indicadores de qualidade da energia elétrica / Nelson Kagan, Ernesto João Robba, Hernán Prieto Schmidt. São Paulo: Editora Blucher, 2009. ISBN: 978-85-212-0487-9. Capítulo 2.

- [22] DUARTE, Daniel Pérez. Automação como recurso de planejamento de redes de distribuição de energia elétrica. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de energia e automação elétricas. 2008.
- [23] CYRILLO, Ivo Ordonha. Estabelecimento de metas de qualidade na distribuição de energia elétrica por otimização da rede e do nível tarifário. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de energia e automação elétricas. 2008.
- [24] EL HAGE, Fábio. A estrutura tarifária de energia elétrica: teoria e aplicação / Marco A. P. Delgado, Lucas P. C Ferraz; prefácio Edvaldo Santana (diretor da ANEEL). Rio de Janeiro: Synergia: ABRADÉE, 2011. ISBN: 978-85-61335-65-7.
- [25] J. P. González Pérez, C. M. V. Tahan. Análisis Estadístico de las Metas y Penalidades para los Indicadores de Calidad del Servicio PRODIST (2010) en Conexiones Urbanas Menores a 1 kV. IEEE/PES 2010 T&D Latin America Conference and Exposition. São Paulo, 8 a 10 de novembro de 2010.

ANEXO A. Metas PRODIST 2010

Tabela A-1. Limites de continuidade para unidades consumidoras urbanas com tensão contratada: 1 kV $\leq$ Tensão < 69 kV.

Limites Anuais dos Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Limites de continuidade por unidade consumidora situada em área urbana com faixa de tensão contratada: 1 kV $\leq$ Tensão < 69 kV						
	DIC (horas)			FIC (interrupções)			DMIC (horas)
	Anual	Trim.	Mensal	Anual	Trim.	Mensal	Mensal
1	11,25	5,62	2,81	6,48	3,24	1,62	2,36
2	11,68	5,84	2,92	6,93	3,46	1,73	2,39
3	12,12	6,06	3,03	7,37	3,68	1,84	2,41
4	12,55	6,27	3,13	7,82	3,91	1,95	2,44
5	12,99	6,49	3,24	8,27	4,13	2,06	2,46
6	13,43	6,71	3,35	8,71	4,35	2,17	2,49
7	13,86	6,93	3,46	9,16	4,58	2,29	2,52
8	14,30	7,15	3,57	9,61	4,80	2,40	2,54
9	14,73	7,36	3,68	10,05	5,02	2,51	2,57
10	15,17	7,58	3,79	10,50	5,25	2,62	2,60
11	15,61	7,80	3,90	10,95	5,47	2,73	2,62
12	16,04	8,02	4,01	11,40	5,70	2,85	2,65
13	16,48	8,24	4,12	11,84	5,92	2,96	2,68
14	16,91	8,45	4,22	12,29	6,14	3,07	2,71
15	17,35	8,67	4,33	12,74	6,37	3,18	2,74
16	17,79	8,89	4,44	13,18	6,59	3,29	2,76
17	18,22	9,11	4,55	13,63	6,81	3,40	2,79
18	18,66	9,33	4,66	14,08	7,04	3,52	2,82
19	19,09	9,54	4,77	14,52	7,26	3,63	2,85
20	19,53	9,76	4,88	14,97	7,48	3,74	2,88
>20 e $\leq$ 22	19,97	9,98	4,99	15,42	7,71	3,85	2,91
>22 e $\leq$ 24	20,84	10,42	5,21	16,31	8,15	4,07	2,98
>24 e $\leq$ 26	21,71	10,85	5,42	17,20	8,60	4,30	3,04
>26 e $\leq$ 28	22,58	11,29	5,64	18,10	9,05	4,52	3,10
>28 e $\leq$ 30	23,45	11,72	5,86	18,99	9,49	4,74	3,17
>30 e $\leq$ 32	24,33	12,16	6,08	19,88	9,94	4,97	3,24
>32 e $\leq$ 34	25,20	12,60	6,30	20,78	10,39	5,19	3,31
>34 e $\leq$ 36	26,07	13,03	6,51	21,67	10,83	5,41	3,38
>36 e $\leq$ 38	26,94	13,47	6,73	22,57	11,28	5,64	3,45
>38 e $\leq$ 40	27,81	13,90	6,95	23,46	11,73	5,86	3,52
>40 e $\leq$ 45	29,34	14,67	7,33	25,02	12,51	6,25	3,55
>45 e $\leq$ 50	31,52	15,76	7,88	27,26	13,63	6,81	3,80
>50 e $\leq$ 55	33,70	16,85	8,42	29,49	14,74	7,37	4,06
>55 e $\leq$ 60	35,88	17,94	8,97	31,72	15,86	7,93	4,34
>60 e $\leq$ 65	38,06	19,03	9,51	33,96	16,98	8,49	4,64
>65 e $\leq$ 70	40,24	20,12	10,06	36,19	18,09	9,04	4,96
>70 e $\leq$ 80	43,51	21,75	10,87	39,54	19,77	9,88	5,47
>80 e $\leq$ 90	47,87	23,93	11,96	44,01	22,00	11,00	6,23
>90 e $\leq$ 100	52,23	26,11	13,05	48,48	24,24	12,12	7,10
>100 e $\leq$ 110	56,59	28,29	14,14	52,95	26,47	13,23	8,07
>110 e $\leq$ 120	60,95	30,47	15,23	57,42	28,71	14,35	9,17

Tabela A-2. Limites de continuidade para unidades consumidoras rurais com tensão contratada: 1 kV ≤ Tensão < 69 kV.

Limites Anuais dos Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Limites de continuidade por unidade consumidora situada em área não urbana com faixa de tensão contratada: 1 kV ≤ Tensão < 69 kV						
	DIC (horas)			FIC (interrupções)			DMIC (horas)
	Anual	Trim.	Mensal	Anual	Trim.	Mensal	Mensal
1	31,98	15,99	7,99	15,49	7,74	3,87	4,32
2	32,62	16,31	8,15	15,96	7,98	3,99	4,39
3	33,26	16,63	8,31	16,43	8,21	4,10	4,46
4	33,90	16,95	8,47	16,90	8,45	4,22	4,53
5	34,54	17,27	8,63	17,37	8,68	4,34	4,60
6	35,18	17,59	8,79	17,84	8,92	4,46	4,67
7	35,82	17,91	8,95	18,31	9,15	4,57	4,74
8	36,46	18,23	9,11	18,78	9,39	4,69	4,81
9	37,10	18,55	9,27	19,25	9,62	4,81	4,88
10	37,74	18,87	9,43	19,72	9,86	4,93	4,95
11	38,38	19,19	9,59	20,19	10,09	5,04	5,02
12	39,02	19,51	9,75	20,66	10,33	5,16	5,09
13	39,66	19,83	9,91	21,13	10,56	5,28	5,16
14	40,30	20,15	10,07	21,60	10,80	5,40	5,24
15	40,94	20,47	10,23	22,07	11,03	5,51	5,31
16	41,58	20,79	10,39	22,54	11,27	5,63	5,38
17	42,22	21,11	10,55	23,01	11,50	5,75	5,45
18	42,86	21,43	10,71	23,48	11,74	5,87	5,52
19	43,50	21,75	10,87	23,95	11,97	5,98	5,59
20	44,14	22,07	11,03	24,42	12,21	6,10	5,66
>20 e ≤22	44,78	22,39	11,19	24,90	12,45	6,22	5,73
>22 e ≤24	46,06	23,03	11,51	25,84	12,92	6,46	5,87
>24 e ≤26	47,34	23,67	11,83	26,78	13,39	6,69	6,01
>26 e ≤28	48,61	24,30	12,15	27,72	13,86	6,93	6,15
>28 e ≤30	49,89	24,94	12,47	28,66	14,33	7,16	6,29
>30 e ≤32	51,17	25,58	12,79	29,60	14,80	7,40	6,43
>32 e ≤34	52,45	26,22	13,11	30,54	15,27	7,63	6,57
>34 e ≤36	53,73	26,86	13,43	31,48	15,74	7,87	6,72
>36 e ≤38	55,01	27,50	13,75	32,42	16,21	8,10	6,86
>38 e ≤40	56,29	28,14	14,07	33,36	16,68	8,34	7,00
>40 e ≤45	58,53	29,26	14,63	35,01	17,50	8,75	7,24
>45 e ≤50	61,73	30,86	15,43	37,36	18,68	9,34	7,60
>50 e ≤55	64,92	32,46	16,23	39,71	19,85	9,92	7,95
>55 e ≤60	68,12	34,06	17,03	42,06	21,03	10,51	8,30
>60 e ≤65	71,32	35,66	17,83	44,42	22,21	11,10	8,65
>65 e ≤70	74,52	37,26	18,63	46,77	23,38	11,69	9,01
>70 e ≤80	79,32	39,66	19,83	50,30	25,15	12,57	9,54
>80 e ≤90	85,71	42,85	21,42	55,00	27,50	13,75	10,24
>90 e ≤100	92,11	46,05	23,02	59,70	29,85	14,92	10,95
>100 e ≤110	98,50	49,25	24,62	64,41	32,20	16,10	11,65
>110 e ≤120	104,9	52,45	26,22	69,11	34,55	17,27	12,36
>120	108,1	54,05	27,02	71,46	35,73	17,86	12,71

Tabela A-3. Limites de continuidade para unidades consumidoras urbanas com tensão contratada: menor que 1 kV.

Limites Anuais dos Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Limites de continuidade por unidade consumidora situada em área urbana com faixa de tensão contratada: menor que 1 kV						
	DIC (horas)			FIC (interrupções)			DMIC (horas)
	Anual	Trim.	Mensal	Anual	Trim.	Mensal	Mensal
1	16,00	8,00	4,00	11,20	5,60	2,80	2,09
2	16,47	8,23	4,11	11,45	5,72	2,86	2,18
3	16,95	8,47	4,23	11,70	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	12,20	6,10	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	12,70	6,35	3,17	2,60
8	19,34	9,67	4,83	12,95	6,47	3,23	2,69
9	19,82	9,91	4,95	13,20	6,60	3,30	2,77
10	20,30	10,15	5,07	13,45	6,72	3,36	2,86
11	20,77	10,38	5,19	13,70	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	14,20	7,10	3,55	3,11
14	22,21	11,10	5,55	14,45	7,22	3,61	3,20
15	22,69	11,34	5,67	14,70	7,35	3,67	3,29
16	23,16	11,58	5,79	14,95	7,47	3,73	3,37
17	23,64	11,82	5,91	15,20	7,60	3,80	3,46
18	24,12	12,06	6,03	15,45	7,72	3,86	3,54
19	24,60	12,30	6,15	15,70	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	3,80
>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	5,30	4,65
>32 e ≤34	35,40	17,70	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	26,70	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	13,70	33,84	16,92	8,46	6,90
>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	38,60	19,30	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	38,30	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	30,60	15,30	11,80
>120	104,34	52,17	26,08	63,59	31,79	15,89	12,22

Tabela A-4. Limites de continuidade para unidades consumidoras rurais com tensão contratada: menor que 1 kV.

Limites Anuais dos Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Limites de continuidade por unidade consumidora situada em área não urbana com faixa de tensão contratada: menor que 1 kV						
	DIC (horas)			FIC (interrupções)			DMIC (horas)
	Anual	Trim.	Mensal	Anual	Trim.	Mensal	Mensal
1	36,00	18,00	9,00	28,00	14,00	7,00	4,57
2	36,57	18,28	9,14	28,29	14,14	7,07	4,67
3	37,15	18,57	9,28	28,59	14,29	7,14	4,77
4	37,73	18,86	9,43	28,89	14,44	7,22	4,87
5	38,30	19,15	9,57	29,19	14,59	7,29	4,97
6	38,88	19,44	9,72	29,49	14,74	7,37	5,07
7	39,46	19,73	9,86	29,79	14,89	7,44	5,17
8	40,03	20,01	10,00	30,09	15,04	7,52	5,28
9	40,61	20,30	10,15	30,39	15,19	7,59	5,38
10	41,19	20,59	10,29	30,69	15,34	7,67	5,48
11	41,76	20,88	10,44	30,98	15,49	7,74	5,58
12	42,34	21,17	10,58	31,28	15,64	7,82	5,68
13	42,92	21,46	10,73	31,58	15,79	7,89	5,78
14	43,49	21,74	10,87	31,88	15,94	7,97	5,88
15	44,07	22,03	11,01	32,18	16,09	8,04	5,98
16	44,65	22,32	11,16	32,48	16,24	8,12	6,08
17	45,22	22,61	11,30	32,78	16,39	8,19	6,19
18	45,80	22,90	11,45	33,08	16,54	8,27	6,29
19	46,38	23,19	11,59	33,38	16,69	8,34	6,39
20	46,96	23,48	11,74	33,68	16,84	8,42	6,49
>20 e ≤22	47,79	23,89	11,94	34,16	17,08	8,54	6,59
>22 e ≤24	49,42	24,71	12,35	35,10	17,55	8,77	6,79
>24 e ≤26	51,05	25,52	12,76	36,04	18,02	9,01	6,99
>26 e ≤28	52,68	26,34	13,17	36,98	18,49	9,24	7,20
>28 e ≤30	54,31	27,15	13,57	37,92	18,96	9,48	7,40
>30 e ≤32	55,94	27,97	13,98	38,86	19,43	9,71	7,60
>32 e ≤34	57,57	28,78	14,39	39,80	19,90	9,95	7,80
>34 e ≤36	59,20	29,60	14,80	40,74	20,37	10,18	8,01
>36 e ≤38	60,83	30,41	15,20	41,69	20,84	10,42	8,21
>38 e ≤40	62,45	31,22	15,61	42,63	21,31	10,65	8,41
>40 e ≤45	65,30	32,65	16,32	44,27	22,13	11,06	8,76
>45 e ≤50	69,38	34,69	17,34	46,62	23,31	11,65	9,27
>50 e ≤55	73,45	36,72	18,36	48,98	24,49	12,24	9,77
>55 e ≤60	77,52	38,76	19,38	51,33	25,66	12,83	10,28
>60 e ≤65	81,59	40,79	20,39	53,68	26,84	13,42	10,79
>65 e ≤70	85,66	42,83	21,41	56,03	28,01	14,00	11,29
>70 e ≤80	91,77	45,88	22,94	59,56	29,78	14,89	12,05
>80 e ≤90	99,92	49,96	24,98	64,26	32,13	16,06	13,06
>90 e ≤100	108,06	54,03	27,01	68,97	34,48	17,24	14,07
>100 e ≤110	116,20	58,10	29,05	73,67	36,83	18,41	15,08
>110 e ≤120	124,35	62,17	31,08	78,38	39,19	19,59	16,09
>120	128,42	64,21	32,10	80,73	40,36	20,18	16,60

ANEXO B. Tarifas TE e tarifas TUSD

Tabela B-1. Tarifas convencionais de energia – TE do ano 2007[1].

Tarifas convencionais de energia TE [R\$/kWh] - 2007									
Empresas	A3a	A4	AS	B1_R	B2_CER	B2_R	B2_SPI	B3_DC	B4_IP
<i>A</i>	-	0,100	0,113	0,100	0,047	0,062	0,057	0,100	0,051
<i>B</i>	0,111	0,115	0,150	0,115	0,053	0,071	0,066	0,114	0,059
<i>C</i>	0,093	0,093	0,097	0,093	0,041	0,055	0,050	0,087	0,045
<i>D</i>	0,108	0,108	0,113	0,108	0,051	0,067	0,062	0,107	0,055
<i>E</i>	-	0,098	0,103	0,098	0,045	0,060	0,055	0,096	0,049
<i>F</i>	0,162	0,162	0,191	0,162	0,083	0,111	0,097	0,178	0,083

Tabela B-2. Tarifas convencionais de energia – TE do ano 2008[1].

Tarifas convencionais de energia TE [R\$/kWh] - 2008									
Empresas	A3a	A4	AS	B1_R	B2_CER	B2_R	B2_SPI	B3_DC	B4_IP
<i>A</i>	-	0,097	0,102	0,097	0,046	0,061	0,056	0,098	0,050
<i>B</i>	0,108	0,108	0,113	0,108	0,050	0,067	0,062	0,108	0,055
<i>C</i>	0,098	0,098	0,102	0,098	0,043	0,058	0,053	0,092	0,047
<i>D</i>	0,117	0,117	0,122	0,117	0,055	0,073	0,067	0,116	0,060
<i>E</i>	-	0,107	-	0,107	0,049	0,065	0,060	0,104	0,054
<i>F</i>	0,150	0,150	0,157	0,150	0,077	0,103	0,090	0,165	0,077

Tabela B-3. Tarifas convencionais de uso do sistema de distribuição – TUSD do ano 2007[1].

Tarifas TUSD [R\$/kWh] - 2007									
Empresas	A3a	A4	AS	B1_R	B2_CER	B2_R	B2_SPI	B3_DC	B4_IP
<i>A</i>	-	0,024	0,027	0,189	0,090	0,118	0,109	0,189	0,097
<i>B</i>	0,108	0,049	0,064	0,188	0,086	0,117	0,108	0,187	0,096
<i>C</i>	0,111	0,139	0,145	0,206	0,091	0,121	0,111	0,194	0,100
<i>D</i>	0,084	0,106	0,111	0,138	0,065	0,086	0,079	0,138	0,071
<i>E</i>	-	0,020	0,021	0,253	0,115	0,154	0,142	0,247	0,127
<i>F</i>	0,043	0,038	0,045	0,225	0,115	0,155	0,135	0,248	0,116

Tabela B-4. Tarifas convencionais de uso do sistema de distribuição – TUSD do ano 2008[1].

Tarifas TUSD [R\$/kWh] - 2008									
Empresas	A3a	A4	AS	B1_R	B2_CER	B2_R	B2_SPI	B3_DC	B4_IP
<i>A</i>	-	0,024	0,025	0,184	0,088	0,116	0,106	0,185	0,095
<i>B</i>	0,105	0,046	0,049	0,177	0,081	0,110	0,101	0,176	0,091
<i>C</i>	0,032	0,039	0,040	0,226	0,100	0,133	0,122	0,213	0,109
<i>D</i>	0,039	0,035	0,037	0,150	0,071	0,094	0,086	0,150	0,077
<i>E</i>	-	0,022	0,023	0,288	0,131	0,176	0,162	0,281	0,144
<i>F</i>	0,039	0,036	0,037	0,208	0,107	0,143	0,125	0,229	0,107

ANEXO C. Penalidades por nível de tensão – PRODIST 2010

No presente trabalho admite-se que os custos das penalidades calculadas por nível de tensão, usando as metas do PRODIST 2010, são razoáveis e servem como base comparativa do montante financeiro das penalidades calculadas nas propostas. Nos cálculos, foram consideradas as mesmas regras do item 3.4 Penalidades das empresas segundo as metas do PRODIST.

Tabela C-1. PRODIST: Penalidades mensais classificadas por nível de tensão, indicador e ano.

		PRODIST: PENALIDADES MENSAIS					
		2007			2008		
Nível de tensão	Empresas	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DMIC [R\$]	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DMIC [R\$]
Média tensão não urbana	A	13.736	5.430	13.193	25.126	8.733	18.918
	B	805	517	1.165	4.112	2.241	3.248
	C	274.556	81.253	247.258	110.496	27.578	109.257
	D	-	-	-	-	-	-
	E	31.529	9.213	30.439	36.527	16.940	40.778
	F	46.276	18.109	62.071	40.290	6.019	62.595
Média tensão urbana	A	50.942	40.941	37.556	52.216	29.220	51.371
	B	4.135	4.276	2.695	6.426	4.719	1.841
	C	393.299	217.207	95.864	226.412	86.073	55.713
	D	2.100.415	1.177.795	1.133.021	1.432.263	541.705	831.328
	E	33.335	37.170	20.484	32.002	36.448	26.508
	F	194.212	159.543	155.924	168.349	127.491	103.411
Baixa tensão não urbana	A	63.190	10.144	36.631	88.799	4.078	77.304
	B	23.814	768	18.285	17.040	979	13.127
	C	858.237	30.299	579.091	804.454	29.789	559.215
	D	3.936	49	2.590	6.665	326	3.302
	E	718.608	32.854	511.183	870.212	63.447	662.632
	F	473.972	22.624	432.233	581.526	9.162	562.438
Baixa tensão urbana	A	236.061	167.944	271.333	321.557	87.735	356.683
	B	20.353	36.225	27.038	41.640	7.336	36.956
	C	636.573	324.478	476.309	472.272	233.041	382.348
	D	3.942.441	1.207.002	3.438.471	5.637.941	1.187.452	4.873.782
	E	808.198	955.702	541.365	814.517	1.092.805	501.601
	F	878.276	507.011	774.214	775.979	449.322	597.770

A soma das penalidades mensais e as penalidades anuais da metodologia do PRODIST são responsáveis por acima do 93% das penalidades totais. O 7% restante do montante das penalidades corresponde a multas trimestrais.

Tabela C-2. PRODIST: Penalidades anuais classificadas por nível de tensão, indicador e ano.

		PRODIST: PENALIDADES ANUAIS			
		2007		2008	
Nível de tensão	Empresas	DIC [R\$]	FIC [R\$]	DIC [R\$]	FIC [R\$]
Média tensão não urbana	<i>A</i>	7.065	9.573	4.902	7.204
	<i>B</i>	199	118	33	795
	<i>C</i>	60.775	82.898	31.129	16.589
	<i>D</i>	-	-	-	-
	<i>E</i>	11.289	12.270	13.117	19.010
	<i>F</i>	15.719	18.023	11.314	16.189
Média tensão urbana	<i>A</i>	3.679	14.989	5.528	7.446
	<i>B</i>	536	2.473	270	664
	<i>C</i>	34.552	50.796	10.248	25.587
	<i>D</i>	222.771	505.256	196.943	258.667
	<i>E</i>	5.203	15.907	8.036	30.198
	<i>F</i>	23.047	88.217	20.134	61.844
Baixa tensão não urbana	<i>A</i>	25.462	16.160	37.330	11.556
	<i>B</i>	11.745	2.643	5.201	965
	<i>C</i>	407.550	92.259	278.982	71.771
	<i>D</i>	3.504	541	5.653	522
	<i>E</i>	270.505	117.480	317.745	91.660
	<i>F</i>	259.472	57.633	274.078	38.523
Baixa tensão urbana	<i>A</i>	39.824	82.106	75.836	89.390
	<i>B</i>	1.458	10.821	5.754	3.820
	<i>C</i>	171.888	233.281	122.173	216.823
	<i>D</i>	896.647	847.038	1.150.314	981.403
	<i>E</i>	360.795	1.233.737	360.325	1.235.554
	<i>F</i>	192.306	535.263	149.510	412.125

ANEXO D. Frequências acumuladas dos indicadores DIC, FIC e DMIC.

Figura D-1. Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa A.

Figura D-2. Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa B.

Figura D-3. Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa C.

Figura D-4. Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa D.

Figura D-5. Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa E.

Figura D-6. Histograma de frequência acumulada dos registros mensais de interrupções: Empresa F.

Figura D-7. Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa A.

Figura D-8. Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa B.

Figura D-9. Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa C.

Figura D-10. Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa D.

Figura D-11. Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa E.

Figura D-12. Histograma de frequência acumulada dos registros anuais de interrupções: Empresa F.