

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

INÁCIO MAXIMILIANO MARCHETTI DA SILVA

**ESTUDO DAS PERDAS COMERCIAIS E SUAS TECNOLOGIAS DE COMBATE
NO SISTEMA ELÉTRICO DE DISTRIBUIÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2018

INÁCIO MAXIMILIANO MARCHETTI DA SILVA

**ESTUDO DAS PERDAS COMERCIAIS E SUAS TECNOLOGIAS DE COMBATE
NO SISTEMA ELÉTRICO DE DISTRIBUIÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Me. João Cesar de Paula Salve

CORNÉLIO PROCÓPIO
2018



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Elétrica
Curso de Engenharia Elétrica



FOLHA DE APROVAÇÃO

Inácio Maximiliano Marchetti da Silva

Estudo das perdas comerciais e suas tecnologias de combate no sistema elétrico de distribuição

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 08:00hs do dia 29/11/2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista no programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Me(a). João Cesar de Paula Salve - Presidente (Orientador)

Prof(a). Dr(a). Wagner Fontes Godoy - (Membro)

Prof(a). Me(a). Ângelo Feracin Neto - (Membro)

Prof(a). Dr(a). Rodrigo Augusto Modesto - (Membro)

Dedico a Deus, fonte de sabedoria e conhecimento. A todos os meus familiares, em especial a meus pais, Ana Maria Marchetti da Silva e Jose Luis Pinto da Silva, e a todos os meus amigos por apoiarem a minha carreira até o presente momento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, pelo dom da vida, por estar presente na minha vida, proporcionando diariamente inúmeras conquistas.

Ao meu orientador Prof. Me. João Cesar de Paula Salve, pela sabedoria e disponibilidade, contribuindo no desenvolvimento do trabalho.

A minha família, meus pais Ana Maria e Jose Luis, que apoiaram minhas decisões, batalhando no sustento com muito esforço e trabalho, a minha irmã Mariana por todo o amor e ensinamento.

A minha namorada Maysa, que está presente em todos os momentos da minha vida, me fortalecendo como pessoa, com muito companheirismo e amor.

Aos meus amigos conquistados durante a trajetória universitária, que levarei sempre comigo na minha vida, Felipe Vicente Rodrigues, Rafael Bastos, Luiz Henrique Furlaneti, Thiago Inácio Caretta, Leonardo Monfernatti, Júlio Frauzino, Kevin Ricci, Vinicius M. Casari, Kauã Mansur Botelho, Rodolpho Garcia, Yeda Souza, Ana Laura Vieira, Pedro Petri, Gabriel Sakuno e o John Lennon, por tudo que passamos juntos, me ensinando a ser uma pessoa melhor com seus exemplos.

Aos meus conterrâneos Mateus Souza, Letícia Carradori, Raoni Xavier, Danyella Godoy, Thaís Fernandes, Mateus Rossi, e o Charles Almeida que seguem comigo a mais de uma década, sempre presentes na minha vida.

Aos membros do Movimento de Schoenstatt, que sempre com muito amor e fé, impulsionaram minha vida, proporcionando renovações e mudanças, contribuindo na persistência durante toda a graduação.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

SILVA, Inácio Maximiliano Marchetti da. **ESTUDO DAS PERDAS COMERCIAIS E SUAS TECNOLOGIAS DE COMBATE NO SISTEMA ELÉTRICO DE DISTRIBUIÇÃO**. 2018. 59f. Trabalho de conclusão de curso – Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2018.

Este trabalho de conclusão de curso aborda o tema perdas comerciais, também denominada como perda não técnica, ocasionadas por fatores como o furto de energia elétrica no sistema de distribuição, representando a energia elétrica consumida, mas não faturada. Definições correlacionadas ao tema serão apresentadas, conectando ao cenário envolvendo as perdas de energia elétrica, assim como demonstrações dos planos de ação iniciados pelas concessionárias de energia elétrica no Brasil. Para enfatizar as formas e tecnologias implantadas ao sistema, o estudo de caso da concessionária Enel Distribuição Rio proporcionará a real dimensão do problema, causado principalmente pelos fatores ligados a variáveis socioeconômicas, culturais e comportamentais da população de cada região, além da postura das instituições governamentais e judiciárias.

Palavras-chave: Roubo de energia elétrica; Perdas comerciais; Perdas não-técnicas.

ABSTRACT

SILVA, Inácio Maximiliano Marchetti da. **STUDY OF COMMERCIAL LOSSES AND THE COMBAT TECHNOLOGIES USED IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION SYSTEM.** 2018. 59f. Trabalho de conclusão de curso – Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2018.

The present study looks into the theme of commercial losses, also known as non-technical loss, caused by factors such as the theft of electricity at the distribution system, thus representing electricity which was consumed but not billed. The theme will be further developed, connecting the physical background of the electricity losses to the losses in the general distribution and transmission. This study will also demonstrate the Plans of Action started by the Electricity Distributors in Brazil. To emphasize the forms of physical barriers and the technology implemented in the system, the case study of Enel Distribuição Rio, a distributor, will provide a real dimension of the problem, mainly caused by factors linked to socioeconomic, cultural and behavioral variables of the population of each region, as well as the position of governmental and judiciary institutions.

Key words: Electricity theft; Commercial losses; Non-technical loss.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desvios de energia em Baixa Tensão.....	19
Figura 2 - Desvio de energia no ramal de entrada do medidor	20
Figura 3 - Dispositivo eletrônico utilizado para ‘gato’, empregado dentro do medidor, ativado via controle remoto	21
Figura 4 - Perdas comerciais por concessionária (Dados ANEEL período maio/2017 a abril/2018)	22
Figura 5 - Perdas no setor elétrico	24
Figura 6 - Ciclo com relação à inadimplência.....	25
Figura 7 - Fluxograma do procedimento de avaliação das perdas.....	27
Figura 9 - Rede DAT	38
Figura 10 - Ampla Chip com medição centralizada	39
Figura 11 - Projeto Sentinela.....	41
Figura 12 - Máquina Antifurto	41
Figura 13 - Quatro quadrantes de potência ativa e reativa	45
Figura 14 - Configuração do encapsulado de medição em uma unidade consumidora com transformador exclusivo.....	45
Figura 15 - Participação dos clientes em áreas de risco sobre o total - Estado do Rio de Janeiro.....	46
Figura 16 - Perdas totais (Enel Distribuição Rio).....	48
Figura 17 - Perdas comerciais da concessionária Enel e perdas comerciais regulatórias ANEEL.....	49

LISTA DE SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AMAZONAS	Amazonas Distribuidora de Energia S/A
AMPLA	Ampla Energia e Serviços S/A
BOA VISTA	Boa Vista Energia S.A – Roraima
CAIUA	Caiuá Distribuição de Serviços S/A
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEA	Companhia de Eletricidade do Amapá
CEAL	Companhia Energética de Alagoas
CEB	Companhia Energética de Brasília
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CELPA	Centrais Elétricas do Pará S/A
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CEMAR	Companhia Energética do Maranhão
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CEPISA	Companhia de Energia do Piauí
CERON	Centrais Elétricas de Rondônia
CFLO	Companhia de Força e Luz do Oeste
CHESP	Companhia Hidroelétrica São Patrício
CJE	Companhia Jaguari Energia
CLFM	Companhia Luz e Força Mococa
CLFSC	Companhia Luz e Força Santa Cruz
CNEE	Companhia Nacional de Energia Elétrica
COCEL	Companhia Campolarguense de Energia
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
COOPERALIANÇA	Cooperativa Aliança
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
COSERN	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
CPEE	Companhia Paulista de Energia Elétrica
CPFL PAULISTA	Companhia Paulista de Força e Luz
CPFL PIRATININGA	Companhia Piratininga de Força e Luz
CPFL NOVA SANTA CRUZ	Companhia Luz e Força Santa Cruz

CPI	Comissão Parlamentar de Inquérito
CSPE	Companhia Sul Paulista de Energia
DAT	Distribuição Aérea Transversal
DEMEI	Departamento Municipal de Energia de Ijuí
DME-PC	Distribuição S.A. Poços de Caldas
EBO	Energisa Borborema Distribuidora de Energia S/A
EDEVP	Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema S/A
EDP ES	Espirito Santo Distribuidora de Energia S.A
EDP SP	São Paulo Distribuidora de Energia S.A.
EEB	Empresa Elétrica Bragantina
EFLJC	Empresa Força e Luz João Cesa Ltda.
EFLUL	Empresa Força e Luz de Urussanga Ltda.
ELEKTRO	Elektro Eletricidade e Serviços S/A
ELETROACRE	Companhia de Eletricidade do Acre
ELETROCAR	Centrais Elétricas de Carazinho S/A
ELETROPAULO	Eletropaulo Metropolitana / Eletricidade de São Paulo S/A
ELFSM	Empresa Luz e Força Santa Maria S/A
EMG	Energisa Minas Gerais Distribuidora de Energia S/A
EMT	Energisa Mato Grosso
ENEL CE	Enel Distribuição Ceará
ENEL GO	Enel Distribuição Goiás
ENEL RJ	Enel Distribuição Rio
ESS	Energisa Sul Sudeste Distribuidora de Energia S/A
ESSE	Energisa Mato Grosso do Sul Distribuidora de Energia S/A
ENF	Energisa Nova Friburgo Distribuidora de Energia S/A
EPB	Energisa Paraíba Distribuidora de Energia S/A
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESSE	Energisa Sergipe Distribuidora de Energia S/A
ETO	Energisa Tocantins Distribuidora de Energia S/A
FORCEL	Força e Luz Coronel Vivida
IENERGIA	Iguaçu Distribuidora de Energia S/A
HIDROPAN	Hidroelétrica Panambi S/A
LIGHT	Light Serviços de Eletricidade S/A
MUX-ENERGIA	Muxfeldt Marin & Cia. Ltda.
NOVA PALMA	Nova Palma Energia – Rio Grande do Sul

ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODIST	Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
PRORET	Procedimento de Regulação Tarifária
RGE	Rio Grande Energia S/A
SAMP	Sistema de Acompanhamento de Informações de Mercado para Regulação Econômica
SDAT	Sistema de Distribuição de Alta Tensão
SDBT	Sistema de Distribuição de Baixa Tensão
SDMT	Sistema de Distribuição de Média Tensão
SEMTS	Sistema Encapsulado de Medição a Transformador a Seco
SIN	Sistema Interligado Nacional
SULGIPE	Companhia Sul Sergipana de Eletricidade
UPPs	Unidades de Polícia Pacificadoras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo geral	14
1.1.2	Objetivo específico	14
1.2	JUSTIFICATIVA	15
1.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	PERDAS ELÉTRICAS	16
2.1.1	Perdas na Rede Básica	17
2.1.2	Perdas na Rede de Distribuição	18
2.1.2.1	Perdas técnicas	18
2.1.2.2	Perdas comerciais	19
2.2	INADIMPLÊNCIA	24
2.3	AGÊNCIA REGULADORA	26
2.3.1	O papel do PRODIST	26
2.3.2	Regulação das perdas de energia na distribuição	28
2.4	AÇÕES DESENVOLVIDAS NO COMBATE AS PERDAS COMERCIAIS	28
2.4.1	Projetos sociais	29
2.4.2	Geração distribuída	30
2.4.3	Configurações especiais das redes de distribuição	31
2.4.4	Pagamento pré-pago de energia	31
2.4.5	Tecnologias inteligentes e internet das coisas (<i>IoT</i>)	33
2.4.6	Medidores inteligentes e sua contribuição no combate	34
3	ESTUDO DE CASO	36
3.1	GRUPO ENEL	36
3.1.1	Enel Distribuição Rio	36
3.1.2	Projeto Rede DAT	37
3.1.3	Projeto AMPLA Chip	38
3.1.4	Projeto Sentinela	40
3.1.5	Problemas judiciais	42
3.1.6	Projeto Cidade Inteligente	43

3.1.7	Projeto macromedição	44
3.1.8	Principal dificuldade da concessionária.....	46
3.1.9	Enel em números	47
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

O sistema elétrico é composto por geração, transmissão e distribuição. As perdas referem-se a energia elétrica gerada que passa pelas linhas de transmissão e distribuição, mas que não chega a ser comercializada por motivos técnicos ou comerciais (ANEEL¹, 2017).

A minimização das perdas por furto e fraude de energia elétrica vem sendo tratada com prioridade pelas concessionárias e órgãos reguladores, tanto pelo seu crescimento nos últimos anos quanto pela sua atual dimensão. Fraudes e furtos de energia elétrica realizados por consumidores residenciais, comerciais e até industriais são fiscalizados periodicamente, os mesmos constituem o montante majoritário das perdas comerciais (DANTAS, 2006).

As perdas comerciais de energia elétrica de modo geral caracterizam-se pelo uso irregular de energia, ocasionadas principalmente pela ação de terceiros ou por equipamentos de medição defeituosos. A fraude acontece por ações como a violação ou adulteração do medidor de energia, com a intenção de redução ou eliminação de consumo de eletricidade, a religação direta à rede após o corte de energia da unidade consumidora, causando problemas técnicos nas instalações elétricas do consumidor e deterioração de equipamentos (REIS, 2005; VIEIRALVES, 2005; PENIN, 2008).

É válido reforçar que o mercado energético brasileiro tem passado por significativas mudanças no que se refere à liberalização e à competitividade visando incentivar investimentos privados. Nesse contexto o combate às perdas comerciais no sistema de distribuição torna-se crucial para a sobrevivência das concessionárias em um mercado cada vez mais competitivo e dinâmico (FARIA, 2012).

Assim, este Trabalho de Conclusão de Curso apresentará o estudo sobre as formas para controle das perdas comerciais, demonstrando as tecnologias utilizadas para melhorar e minimizar os prejuízos causados nas principais concessionárias de distribuição de energia elétrica do Brasil, em especial na Enel Distribuição Rio (antiga concessionária AMPLA), que demonstra uma luta diária a décadas deste tema.

A Enel Distribuição Rio foi escolhida como principal concessionária a ser estudada, pois apresenta uma complexidade de fatores que contribui ao nível elevado de casos de perdas de energia elétrica e suas soluções foram reconhecidas

internacionalmente, tornando-se então um caso conveniente a ser apresentado neste trabalho.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos gerais e específicos deste Trabalho de Conclusão de Curso são descritos nas seções abaixo.

1.1.1 Objetivo geral

Analisar os danos causados pelas perdas comerciais nas distribuidoras de energia, apresentando as tecnologias aplicadas no combate destas perdas além de apresentar um estudo de caso da concessionária Enel Distribuição Rio.

1.1.2 Objetivo específico

- Realizar um estudo sobre as perdas comerciais das concessionárias de distribuição de energia do Brasil;
- Estudar o comportamento das perdas elétricas no sistema elétrico brasileiro;
- Expor as tecnologias e ações aplicadas pelas concessionárias de energia no combate das perdas comerciais;
- Apresentar um estudo de caso da concessionária Enel Distribuição Rio.

1.2 JUSTIFICATIVA

As perdas comerciais representam um dos principais problemas das concessionárias de distribuição de energia elétrica, ocasionando diversos prejuízos para as empresas. Segundo o Instituto Acende Brasil, em 2015, as somas das perdas das 59 principais distribuidoras de eletricidade do país foram da ordem de 5% da energia injetada nas redes de distribuição. Isso representa 15 milhões de MWh, equivalente ao consumo total do Estado de Santa Catarina (BRASIL, 2017).

Desta forma o conhecimento acerca de perdas comerciais ocorridas no Brasil e suas consequências sobre a sociedade, traz uma reflexão na qual busca-se as alternativas para o combate das mesmas.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada para este trabalho é composta por um estudo aplicado na área de perdas comerciais, com definições e levantamento de dados das concessionárias de distribuição de energia elétrica do sistema elétrico nacional.

O estudo cita dissertações e artigos de outros autores para justificar a complexidade do tema, demonstrando os programas, projetos e regulamentações utilizadas no combate.

Também aborda a evolução do problema, considerando as irregularidades e a questão da inadimplência como um dos fatores responsáveis pelo crescimento das perdas comerciais.

Como resultado são apresentadas as tecnologias utilizadas para combate às perdas da companhia Enel Distribuição Rio, relatando o histórico das principais formas utilizadas por ela.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordadas definições de conceitos relacionados às perdas elétricas e demonstrações de indicadores, com apresentação de exemplos e ações iniciadas pelos órgãos reguladores e também pelas concessionárias.

2.1 PERDAS ELÉTRICAS

Através do Decreto nº 4.562, de 31 de dezembro de 2002 (BRASIL, 2002), a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL enfatizou sua preocupação com as perdas elétricas, visto que elas passaram a compor, de forma explícita, as tarifas de fornecimento:

Art. 1º. § 1º Na definição do valor das tarifas para os contratos de conexão e de uso dos sistemas de transmissão ou distribuição a que se refere este artigo, serão consideradas as parcelas apropriadas dos custos de transporte e das perdas de energia elétrica, bem como os encargos de conexão e os encargos setoriais de responsabilidade do segmento de consumo (BRASIL, 2002).

O conceito de perdas está relacionado diretamente ao desperdício, extravio, representando no sistema elétrico a diferença entre a energia elétrica gerada e a quantidade de energia paga pelos consumidores (FARIA, 2012; ARAUJO, 2017).

Todo o ano a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, que presta serviços ao Ministério de Minas e Energia, disponibiliza as planilhas eletrônicas do Anuário Estatístico de Energia Elétrica, com dados consolidados do setor elétrico, incluindo informações das perdas técnicas nas redes de transmissão e distribuição, e as perdas não técnicas (Tabela 1).

Adicionalmente, as perdas totais contabilizam outras diferenças relativas aos próprios conceitos utilizados de carga global (ONS/CCEE) e de consumo na rede (EPE), como é o caso de alguns consumidores livres conectados na Rede Básica que possuem autoprodução de energia, cujo consumo é integralmente considerado na carga global, porém não no consumo na rede (EPE, 2017).

Tabela 1- Carga de Energia, consumo e perdas na distribuição - Brasil e subsistemas elétricos

	2012	2013	2014	2015	2016
Sistemas Isolados					
Carga de Energia (MW médio)	1.435	1.204	1.219	562	445
Consumo (GWh)	7.823	5.796	3.769	3.321	2.942
Perdas e diferenças (%)	38,0	45,0	64,7	32,5	24,7
SIN - Sistema Interligado Nacional					
Carga de Energia (MW médio)	60.553	62.799	65.196	64.625	64.613
Consumo (GWh)	440.354	457.338	471.053	461.655	457.887
Perdas e diferenças (%)	17,2	16,9	17,5	18,5	19,3
Norte					
Carga de Energia (MW médio)	4.118	4.667	5.192	5.363	5.460
Consumo (GWh)	29.822	32.085	33.787	33.582	34.433
Perdas e diferenças (%)	17,6	21,5	25,7	28,5	28,2
Nordeste					
Carga de Energia (MWmédio)	9.068	9.651	10.071	10.261	10.420
Consumo (GWh)	63.896	68.680	72.031	72.926	73.307
Perdas e diferenças (%)	19,8	18,8	18,4	18,9	19,9
Sudeste/Centro-Oeste					
Carga de Energia (MWmédio)	37.112	37.816	38.709	38.064	37.751
Consumo (GWh)	269.146	276.181	280.417	273.135	268.084
Perdas e diferenças (%)	17,4	16,6	17,3	18,1	19,2
Sul					
Carga de Energia (MWmédio)	10.256	10.665	11.223	10.937	10.982
Consumo (GWh)	77.491	80.393	84.819	82.012	82.063
Perdas e diferenças (%)	14,0	13,9	13,7	14,4	14,9

Fonte: Adaptado de EPE (2017, Tabela 2.13)

Nota: Os valores de carga do SIN e seus subsistemas foram revisados pelo ONS.

Desta maneira, toda a energia entregue pelas distribuidoras nas unidades consumidoras será inferior à energia recebida pelas distribuidoras, provocando assim a diminuição da receita das concessionárias no Brasil.

Essas diferenças são denominadas perdas de energia e estão divididas nos seguintes grupos:

2.1.1 Perdas na Rede Básica

Também denominada Perda na Rede de Transmissão, está relacionada a perdas entre a geração e a rede de distribuição. Na Rede Básica, grandes quantidades de energia são transmitidas em tensões altas, na casa de 230 kV, por linhas de

transmissão e subestações localizadas por todo o território. Esta rede é responsável pela transmissão e o abastecimento energético brasileiro em longas distâncias. (ANEEL¹, 2017).

Na Rede Básica, as perdas são apuradas mensalmente pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE e o seu custo é definido anualmente nos processos tarifários, sendo rateado metade para geração e a outra metade aos consumidores (ANEEL¹, 2017). Os custos das perdas técnicas são inevitáveis, apesar de existirem inúmeros esforços para reduzir essas perdas, pois esse tipo de perda é natural e inerente a qualquer processo de distribuição (ARAUJO, 2017).

A operação desta rede é feita via Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS e qualquer agente do setor elétrico que esteja em conformidade com as normas estabelecidas pela ANEEL, pode utilizar a Rede Básica de energia.

2.1.2 Perdas na Rede de Distribuição

As perdas na rede de distribuição podem ser agrupadas conforme sua origem em duas categorias: Perdas técnicas e perdas comerciais (também chamado de perdas não técnicas).

2.1.2.1 Perdas técnicas

As perdas técnicas representam a energia consumida pelo efeito Joule, ou seja, a transformação de energia elétrica em energia térmica devido à resistência dos condutores e equipamentos de transmissão (enrolamento dos transformadores, chaves e etc.) (COMETTI *et al*, 2005). Elas são inevitáveis e dentro do sistema de distribuição, representam um custo fixo para o setor elétrico (CEER, 2017).

Podem ser ocasionadas também nas conexões, através do efeito Corona, fugas nos isolamentos dos equipamentos e nas linhas de transmissão e distribuição, banco de capacitores e reguladores de tensão, representando cerca de cinco por cento do total das perdas técnicas (PENIN, 2008; RAMOS, 2014).

2.1.2.2 Perdas comerciais

As perdas comerciais são aquelas associadas à comercialização de energia fornecida, mas não faturada (DAVIDSON, 2002). Em geral podem ser estimadas através da subtração das perdas totais pelas perdas técnicas. Elas podem ser causadas por irregularidades (falha do equipamento de medição, erro no processo de faturamento e leitura do medidor), fraude e furto (através de adulteração do equipamento de medição e ligações clandestinas de energia respectivamente) (RAMOS, 2014). Pontualmente os principais tipos de irregularidades destacadas são:

- Ligação direta à rede secundária (baixa tensão);
- Elemento móvel do medidor bloqueado por meio de perfuração da tampa de vidro ou base e introdução de objetos ou materiais estranhos;
- Ponteiros do medidor deslocados ou retrocedidos;
- Ligações do medidor invertidas;
- Bobina de potencial interrompida;
- Engrenagem do medidor substituída;
- Dentes da engrenagem desgastados;
- Curto-circuito nos secundários dos transformadores de corrente;
- Alimentação do motor de temporização de demanda interrompida;
- Sequência e posição dos fios do medidor invertida;
- Desligamento do neutro no medidor;
- Curto-circuito na entrada ou saída do medidor;
- Desvio no ramal de entrada (antes do medidor);
- Instalação de dispositivo eletrônico para bloqueio de medição.

Figura 1 - Desvios de energia em Baixa Tensão



Fonte: Adaptado de BLITZ (2018).

A Figura 1 demonstra o furto de energia através da ligação direta a rede de Baixa Tensão. Esse cenário ocorre na maioria das vezes nas regiões mais carentes, onde o furto de energia acontece de forma explícita, com a utilização de fios “pendurados” direto na rede de distribuição.

O furto é realizado de maneira elaborada nas regiões com melhores condições de infraestrutura. Os consumidores utilizam de ligações clandestinas através de eletrodutos conectados no ramal de entrada, embutidos na parede. Esse formato dificulta a fiscalização, pois na maioria dos casos só é possível identificar os fraudadores com a abertura de “buracos”, para visualização do ramal por completo, como observado na Figura 2.

Figura 2 - Desvio de energia no ramal de entrada do medidor



Fonte: Adaptado de LIBERAL (2017).

Contudo, não são apenas as regiões carentes que cometem a atividade de extravio de energia. Os condomínios pertencentes as classes de moradores A e B por sua vez, cometem o furto de energia utilizando meios sofisticados, com tecnologia remota para ativação do sistema de furto de energia. Estabelecimentos comerciais também instalam sistemas similares, como o apresentado na Figura 3, no qual é possível fazer o “congelamento” do medidor de energia em horários de pico, fazendo

acionamento via controle remoto, diminuindo o faturamento da distribuidora de energia, que perde receita com a energia não contabilizada pelo sistema de medição.

Figura 3 - Dispositivo eletrônico utilizado para 'gato', empregado dentro do medidor, ativado via controle remoto

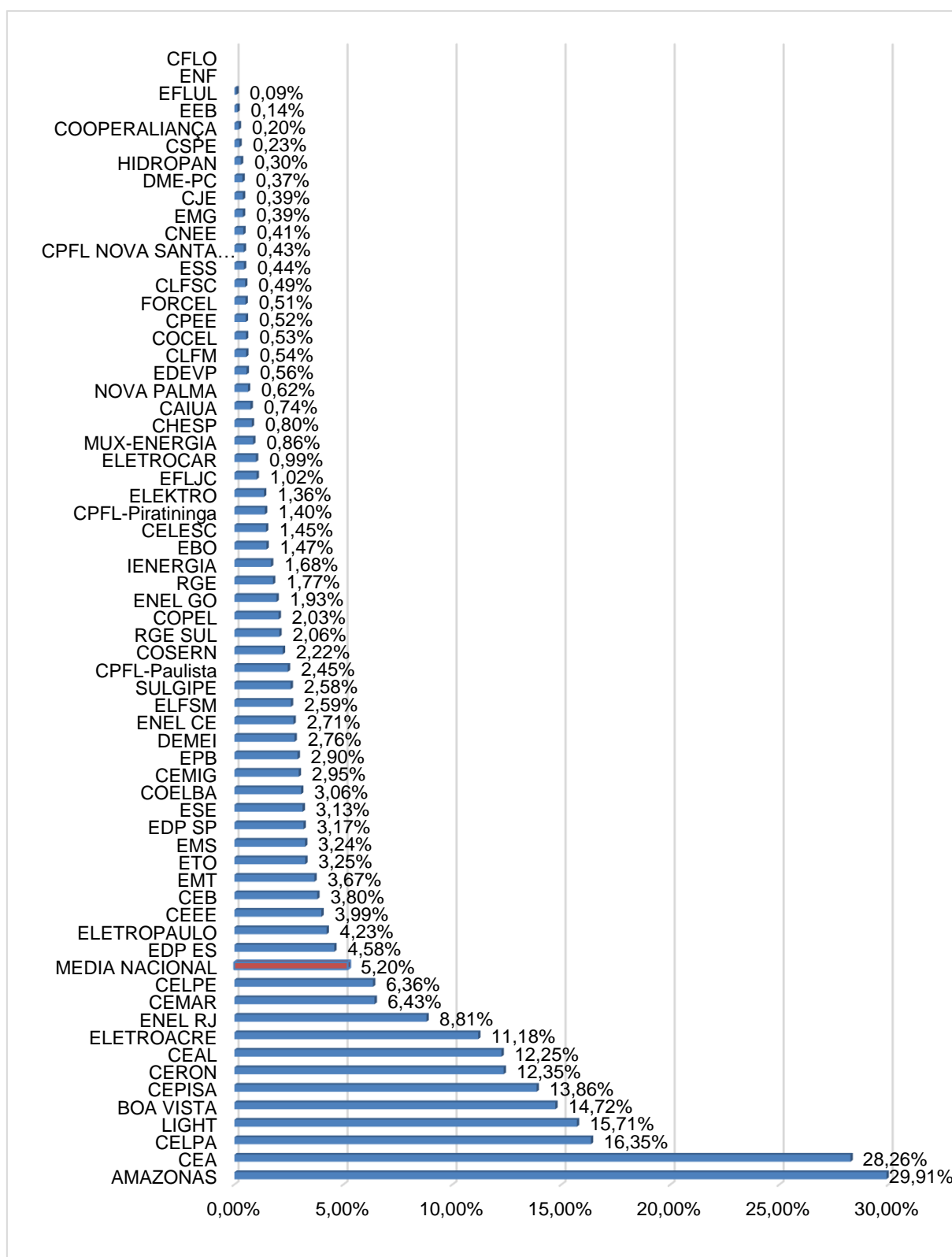


Fonte: Adaptado de GLOBO (2018, v. 4:26).

O montante de energia não faturada é relacionado as intervenções ilícitas, ou seja, que não são autorizadas pela concessionária, sendo realizadas pelos usuários no intuito de alterar o registro de energia elétrica (ELLER, 2003). Nesse contexto, os diversos tipos de fraudes comprometem a qualidade do produto oferecido. Elas afetam as agências reguladoras, órgãos públicos e consumidores, pois diminuem investimentos de expansão e recolhimento de tributos.

Certos progressos podem ser observados no Brasil. Segundo dados da ANEEL as perdas comerciais caíram de 6,0% no ano 2010 para 5,2% entre maio de 2017 a abril de 2018. Contudo, quando são analisados os dados por concessionária, percebe-se que em determinadas localidades as perdas comerciais são muito elevadas, e que muitas empresas de distribuição estão acima da média nacional, como observado na Figura 4 (Dados extras apresentados no ANEXO A).

Figura 4 - Perdas comerciais por concessionária (Dados ANEEL período maio/2017 a abril/2018)



Fonte: Autoria Própria.

Obs¹: As distribuidoras CJE, CLFM, CLFSC, CPEE e CSPE formaram a distribuidora CPFL Nova Santa Cruz. As distribuidoras CAIUA, CFLO, CNEE, EDEVP e EEB formaram a distribuidora Energisa Sul Sudeste (ESS);

Obs²: As concessionárias CFLO e CNF não possuíam dados nesse período.

As distribuidoras da região Norte (CEA e AMAZONAS) apresentam também índice de insatisfação elevado, sendo consideradas as piores do país. Assim é possível notar as áreas de alto nível de perdas comerciais, sendo consideradas áreas de risco, pois a ação do poder público é inexistente. As equipes técnicas das distribuidoras não possuem condições de trabalhar e fiscalizar, devido ameaças à integridade física de seus colaboradores e equipamentos.

No Brasil, o furto de energia é crime para o qual é prevista pena de multa e reclusão entre um a quatro anos, conforme previsto no Código Penal – Decreto Lei nº 2848 de 7 de dezembro de 1940 (BRASIL, 1940).

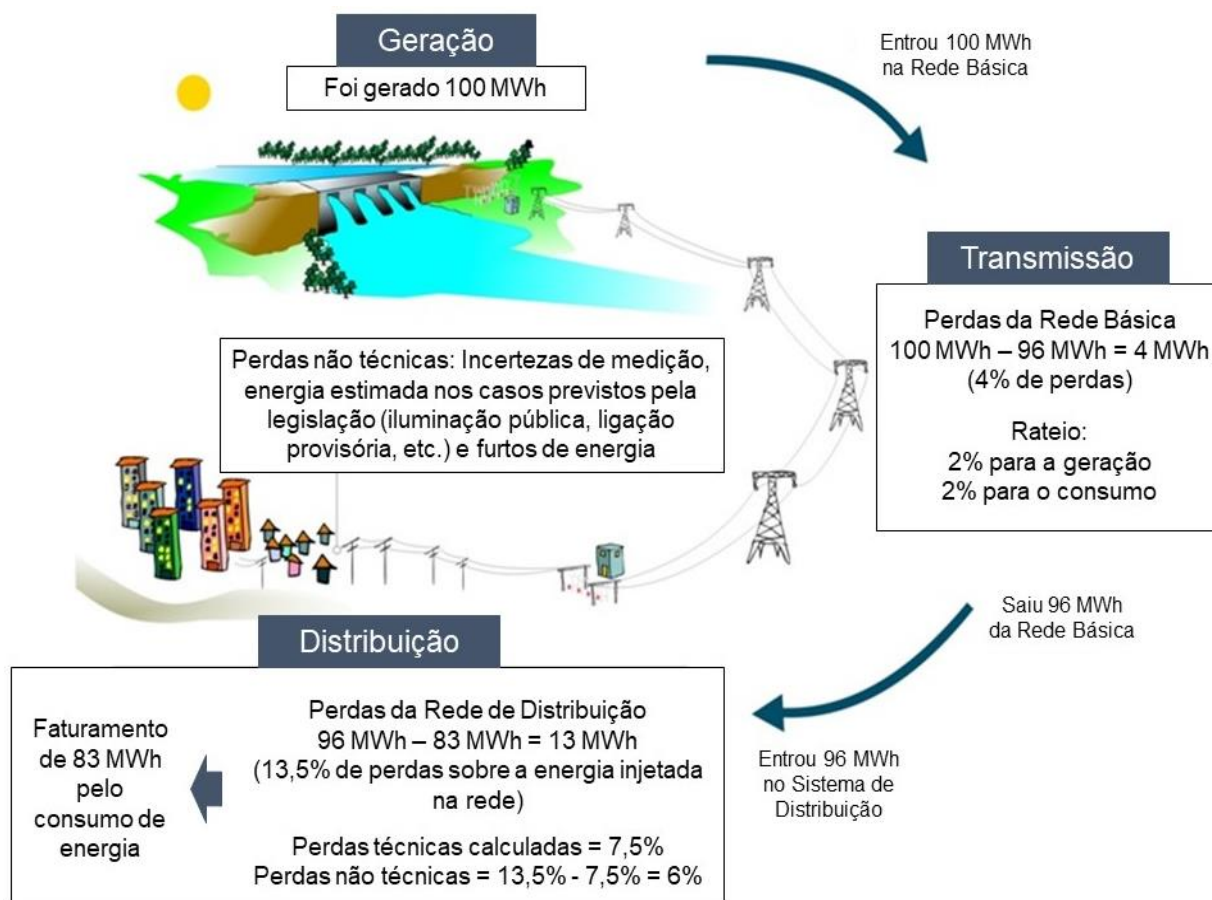
Art. 155º. Subtrair, para si ou para outrem, coisa alheia móvel:

§ 3, equipara-se a coisa móvel a energia elétrica ou qualquer outra que tenha valor econômico (BRASIL, 1940).

Outro tipo de perda refere-se à inadimplência, onde a energia é faturada, mas não é recebida pela distribuidora. Parte dela é temporária, na qual os consumidores pagam com eventuais atrasos. Contudo o restante jamais é recuperado, e por mais que as empresas façam o possível para evitar, a mesma é uma realidade incontornável (BRASIL, 2017). A ANEEL denomina esse fato como receita irre recuperável.

A Figura 5 exemplifica a disposição das perdas no sistema elétrico como um todo.

Figura 5 - Perdas no setor elétrico



Fonte: Adaptado de ANEEL¹ (2017).

2.2 INADIMPLÊNCIA

Na última década, o índice de inadimplência para qualquer serviço essencial, seja ele público ou de concessão, tem aumentado devido a recessão econômica do país. Nas distribuidoras de energia elétrica não é diferente: existe a inadimplência dos clientes da concessionária que somados aos prejuízos referentes às perdas comerciais, fazem por diminuir a receita das mesmas.

As altas tarifas implicam em altos níveis de inadimplência e furto de energia em diversas maneiras, para quaisquer regiões do país, com destaque as regiões com baixa renda (CRUZ, 2008).

A ANEEL disponibiliza dados dos indicadores da inadimplência, através das informações encaminhadas pelas distribuidoras, no cumprimento à Resolução Normativa 414, de 9 de setembro de 2010 (ANEEL, 2010). Na Tabela 2 é possível visualizar que a partir de 2013 o total de inadimplentes que sofreram corte no fornecimento passou de 2,1 milhões de unidades consumidoras, para 16,7 milhões

até o ano de 2017. No acumulado para este ano de 2018, já se tem 7,1 milhões de inadimplentes como verificado na Tabela 2

Tabela 2 - Inadimplência média e suspensão de fornecimento – Brasil

Percentual da receita faturada no enésimo mês anterior ainda não recebida no mês de referência

Ano	Acumulativo no ano	Quantidade de suspensão por inadimplemento
2000	13,68	116.134
2012	20,18	1.444.655
2013	24,46	2.188.465
2014	15,99	13.914.835
2015	16,36	13.819.683
2016	16,96	17.025.207
2017	16,86	16.792.469
2018 ¹	18,01	7.012.317

Fonte: Adaptado de ANEEL² (2018).

¹dados contabilizados em outubro de 2018, sujeitos à alteração.

O Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST, por meio do Procedimento de Regulação Tarifária - PRORET, através do módulo 2, submódulo 2.2, enquadra de maneira excepcional a melhor alternativa para apurar a parcela de custos operacionais e receitas irrecuperáveis, causados por fatores notáveis, incluindo a inadimplência.

O fato é que existem complementaridades entre perdas de energia e inadimplência. A redução de um pode levar ao aumento do outro. O consumidor que é pego furtando, tem sua ligação elétrica normalizada pelos medidores, sendo emitida uma multa com cobrança sobre a energia furtada. Caso este cliente não pague sua conta, ele passa a ser inadimplente e o fornecimento de energia elétrica é cortado (HUBACK, 2018). Porém o consumidor sem energia pode voltar a furtar, incorrendo no risco de prejuízo novamente para a empresa (SIMAS *et al*, 2003), isso pode ser verificado na Figura 6.

Figura 6 - Ciclo com relação à inadimplência



Fonte: Adaptado RAMOS (2014, p. 13).

Levando a relação do movimento de incremento de combate às perdas e o sucessivo aumento de inadimplência, pode-se notar a médio prazo valores elevados para ambos. Isso acontece, pois, a recuperação de receita das perdas e dos inadimplentes não ocorrem de maneira imediata, podendo ser necessário vários meses ou até anos. Em alguns casos nunca serão recuperados, levando uma situação com número de perdas e inadimplência elevadas (ARAUJO, 2007).

Atualmente o setor de distribuição reconhece que os fatores predominantes para os índices de perdas e inadimplência, estão vinculados a desigualdade social, ao tipo de urbanização, localização do domicílio, questões sociais e culturais, deixando de ser somente um problema ligado a renda da população.

2.3 AGÊNCIA REGULADORA

Vinculada ao Ministério de Minas e Energia, a ANEEL foi criada com o propósito de regular e fiscalizar a produção, transmissão, a distribuição e a comercialização de energia elétrica no Brasil. Suas atividades iniciaram por meio Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996) e do Decreto nº 2.335 de 6 de outubro de 1997 (BRASIL, 1997).

Três modalidades de regulação são praticadas na agência: a regulação técnica de padrões de serviço (geração, transmissão, distribuição e comercialização), a regulação econômica (tarifas e mercado) e a dos projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e eficiência energética.

Para a viabilidade e oferta de serviço de qualidade, a agência desenvolve metodologias de cálculo tarifário para o setor elétrico, levando em consideração a infraestrutura do sistema, bem como fatores econômicos sinalizados pelo mercado.

2.3.1 O papel do PRODIST

Quando são abordadas as perdas técnicas relacionadas ao sistema elétrico brasileiro, existe um regulamento que trata destas perdas elétricas, chamado Módulo 7 do PRODIST, definido por Cálculo de Perdas na Distribuição (ANEEL², 2017).

Este módulo possui como um dos seus objetivos, estabelecer a metodologia, os parâmetros regulatórios e os procedimentos para apuração das perdas no sistema de distribuição de energia elétrica. Esta apuração das perdas

ocorre seguindo uma metodologia de cálculo já estabelecida pelo PRODIST, levando em consideração os dados coletados das distribuidoras de energia, conforme previsto no Módulo 6 do PRODIST, denominado Informações Requeridas e Obrigações (ANEEL¹, 2018).

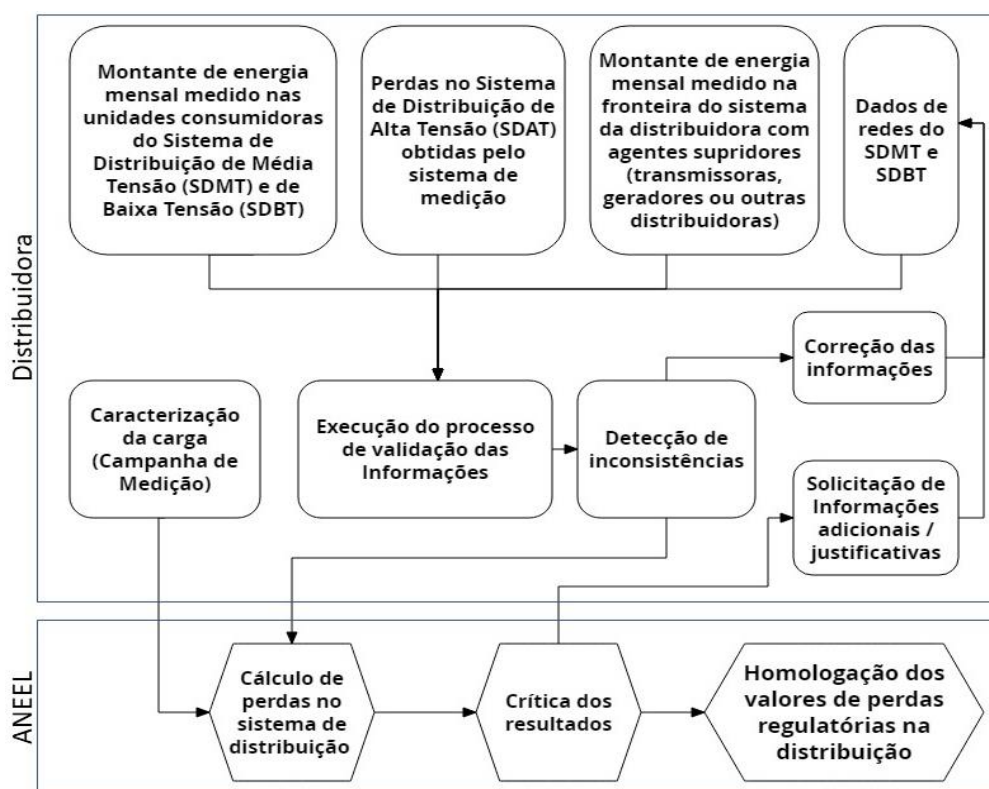
No caso das perdas não técnicas, o PRODIST realiza o seguinte cálculo:

$$PPNT = PPD - PPT \quad (1)$$

Onde, PPNT é o Percentual de Perdas Não Técnicas, PPD trata-se do Percentual de Perdas das Distribuições e por fim, PPT é o Percentual de Perdas Técnicas.

Para verificar a competência da distribuidora, O PRODIST por meio da Revisão Tarifária realizada geralmente em intervalos de quatro anos, calcula os valores das perdas que são reconhecidos na tarifa de energia elétrica. O fluxograma da Figura 7 apresenta simplificada como as informações são coletadas e por meio delas a ANEEL acompanha os níveis de eficiência da rede elétrica, afim de analisar o equilíbrio econômico e financeiro de cada concessionária de energia elétrica.

Figura 7 - Fluxograma do procedimento de avaliação das perdas



Fonte: Adaptado de ANEEL² (2017, p. 8).

2.3.2 Regulação das perdas de energia na distribuição

Por meio do PRORET, a ANEEL faz a regulamentação normativa e consolida os processos tarifários. Aprovado pela Resolução Normativa nº 435 de 24 de maio de 2011, o procedimento foi desenvolvido e organizado em 12 módulos (ANEEL, 2011).

Para as perdas não técnicas, o submódulo 2.6, define e mensura as metas de combate, indicando os limites de redução através de dados fornecidas pelas concessionárias de distribuição de energia e também pelas audiências e consultas públicas (ANEEL¹, 2015).

Com análise comparativa é efetuada a construção do *ranking* de complexidade de cada concessionária, com o propósito de aferir a eficiência de cada distribuidora no combate as perdas não técnicas. Os limites estipulados não podem superar limites definidos pela ANEEL (ANEXO B).

2.4 AÇÕES DESENVOLVIDAS NO COMBATE AS PERDAS COMERCIAIS

As distribuidoras de energia elétrica adotaram ações na intenção de solucionar e combater o problema de perdas. No entanto, a experiência vem demonstrando que a ocorrência do problema não se dá apenas aos fatores físicos, mas sim as diversidades culturais, econômicas e sociais. Isso impossibilita a resolução do problema de forma única.

No caso das perdas naturais, a principal forma de combate do sistema é a manutenção dos componentes utilizados na geração, transmissão e distribuição de energia, trocas de componentes deteriorados, manutenção preventiva e pesquisa sobre novas técnicas de prevenção da degradação dos equipamentos (ARAUJO 2017).

Por outro lado, no caso das questões socioeconômicos e culturais, são necessárias formas de combate mais amplas. Neste sentido, muitas empresas apostam em campanhas para conscientização e prevenção, alertando a população sobre o ato criminoso ocasionado pela fraude e furto de energia (BRASIL, 2017).

Neste contexto, as empresas buscam desenvolver soluções criativas e diferenciadas. Dentre as principais ações adotadas no combate pelas distribuidoras, podem ser citadas:

- Identificação das áreas de mais incidência de perdas técnicas de energia, denominadas de áreas críticas, desenvolvendo planos de ação, com fiscalização periódica;
- Aferição de consumo de energia elétrica, com comparativo entre as medições realizadas nos postes de transformação e o total das unidades consumidoras, para o grupo correspondente ao transformador;
- Inspeção nas unidades consumidoras que apresentam variações de medições, fazendo o controle do número dos lacres dos medidores, para identificação de adulteração;
- Programa e campanhas educacionais para as comunidades mais vulneráveis, apresentando a importância do uso adequado e eficiente da energia elétrica;
- Aplicação de equipes especializadas, com recursos diferenciados para identificação dos fraudadores.

Para as equipes especializadas, as concessionárias de energia elétrica aplicam treinamentos massivos para a inspeção das unidades consumidoras mais críticas, monitorando os pontos de medição e de iluminação pública periodicamente.

Em termos de receita, as concessionárias deixaram de arrecadar no período de maio de 2017 a abril de 2018 cerca de R\$ 4,5 bilhões para as perdas comerciais e R\$ 6,2 bilhões para as perdas técnicas, já as perdas na rede básica contribuíram para uma perda de R\$ 1,4 bilhões. As três totalizam cerca de R\$ 12,1 bilhões a menos no faturamento (ANEEL³, 2018).

2.4.1 Projetos sociais

Para diminuir os índices das perdas comerciais pelos consumidores de baixa renda, o governo sancionou a Lei 12.212, em 20 de janeiro de 2010, que proporciona descontos de 10% a 65% sobre a tarifa. Os consumidores devem estar enquadrados na subclasse residencial baixa renda (BRASIL, 2010).

Os consumidores aptos a receber o benefício da Tarifa Social devem atender pelo menos uma das condições:

- Seus moradores deverão pertencer a uma família inscrita no CadÚnico – Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal com renda familiar mensal per capita menor ou igual a meio salário mínimo nacional; ou

- Tenham entre seus moradores quem receba o benefício de prestação continuada da assistência social.

Já pelas concessionárias, foram realizados projetos de eficiência energética. Dentre os quais foram tomadas as seguintes medidas:

- Troca de eletrodomésticos antigos por equipamentos mais eficientes com selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL;
- Substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas de *LED (Light Emitting Diodo)*;
- Instalação gratuita de padrões de entrada e de aquecedores solares.

Com essas medidas foi possível redução da tarifa de energia no orçamento das famílias, diminuindo os índices de inadimplência. Além disso, implementam políticas de facilitação de quitação de débitos e políticas de cortes do fornecimento de energia (FARIA, 2012).

2.4.2 Geração distribuída

Através da Resolução Normativa da ANEEL nº 482 de 17 de abril de 2012, foram estabelecidas as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia (ANEEL, 2012).

A microgeração corresponde a central geradora de energia elétrica com potência menor ou igual a 75 kW. Já a minigeração corresponde a potência superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW.

Com isso as unidades consumidoras são capazes de suprir a sua demanda parcial ou total de energia elétrica. Em geral, o consumidor que possui a geração distribuída continua conectado à rede de distribuição, para utilização da energia da concessionária caso a sua geração não supra sua demanda.

Para a concessionária, essa aplicação colabora de forma expressiva com redução a inadimplência e as perdas comerciais, pois a unidade deixa de ser apenas um cliente e passa a ser um colaborador ativo, que consome e fornece energia da distribuidora de energia elétrica.

2.4.3 Configurações especiais das redes de distribuição

Um dos métodos a ser utilizado para a minimização de perdas comerciais está ligado aos projetos de engenharia, com utilização das novas tecnologias, materiais e equipamentos. As configurações de rede projetadas especificamente para inibir as perdas de energia (barreiras físicas) demonstram resultados significativos elencados abaixo:

- Elevação dos postes e da rede de baixa tensão no sistema de distribuição, deixando na mesma altura da rede de alta tensão;
- Utilização de novas tecnologias para soluções mais eficazes na medição, com aplicação de cabines e cabos blindados, e implementação de sistemas computacionais com inteligência artificial, para aumentar a eficácia das inspeções;
- Utilização de transformadores de menor potência para atendimento de um número menor de unidades consumidoras;
- Substituição dos medidores analógicos convencionais, também chamados de relógio, por medidores eletrônicos, com sistema interligado, que permite monitoramento de forma remota;
- Medição pela rede de média tensão, com o propósito de identificação das áreas específicas com alto índice de perdas;
- Instalação de transformadores com medição integrada, fazendo a medição do consumo em tempo real, com avaliação da tensão de operação, curvas de carregamento e o consumo do transformador;
- Utilização de cabos concêntricos bipolares ou tripolares (Anexo C), de Cobre ou Alumínio isolados, rodeado concentricamente por um conjunto de fios, dispostos em forma helicoidal e uma capa para proteção de condutores.

2.4.4 Pagamento pré-pago de energia

Em 1º de abril de 2014 através Resolução Normativa nº 610, a ANEEL regulamentou o pré-pagamento de energia elétrica (ANEEL, 2014).

O sistema de pagamento pré-pago é similar ao sistema pré-pago de telefonia, onde é feito o pagamento antecipado de uma quantidade determinada de

energia para ser consumida (RAMOS, 2014). Esse tipo de serviço é uma das alternativas para a redução das perdas comerciais, pois a taxa de inadimplência diminui e os gastos financeiros da companhia também reduzem pois não é necessário efetuar a medição nas residências e o envio das faturas.

O consumidor tem maior controle do seu consumo de energia, pois tem a visualização em tempo real dos seus gastos e pode adotar boas práticas para reduzir seu consumo. O agravante para esse tipo de sistema é a necessidade de implantar um sistema de medição inteligente e, principalmente, subsídios para os investimentos, de tal forma a não impor mais gastos ao consumidor de energia elétrica que deseja ter esse sistema em sua residência.

O principal obstáculo para a implantação desse sistema, são as críticas e resistências, tanto pelos consumidores quanto pelos dos órgãos de defesa do consumidor. Eles alegam a facilidade no corte de energia por inadimplência como evasiva, uma vez que a energia elétrica é considerada como um serviço essencial. conforme previsto no código de defesa do consumidor, Lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990 (BRASIL, 1990).

Art. 22. Os órgãos públicos, por si ou suas empresas, concessionárias, permissionárias ou sob qualquer outra forma de empreendimento, são obrigados a fornecer serviços adequados, eficientes, seguros e, quanto aos essenciais, contínuos (BRASIL, 1990).

Contudo a lei de concessão e permissão, Lei nº 8.987 de 13 de fevereiro de 1995, dispõe o seguinte (BRASIL, 1995).

Art. 6º Toda concessão ou permissão pressupõe a prestação de serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários, conforme estabelecido nesta § 3º Não se caracteriza como descontinuidade do serviço a sua interrupção em situação de emergência ou após prévio aviso, quando:

- I - Motivada por razões de ordem técnica ou de segurança das instalações;
 - e,
 - II - Por inadimplemento do usuário, considerado o interesse da coletividade.
- (BRASIL, 1995).

Assim a ANEEL declara que o corte de fornecimento de energia elétrica, mediante prévio aviso ao consumidor, é legítimo quando o consumidor está

inadimplente, conforme previsto no Artigo 172 da Resolução nº414, de 9 de setembro de 2010 (ANEEL, 2010).

Art. 172. – I - Não pagamento da fatura relativa à prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica (ANEEL, 2010).

No mundo o sistema pré-pago de energia é utilizado em países como Irlanda do Norte, África do Sul, Moçambique e Argentina. Cada país possui uma regulamentação e métodos para evitar o desligamento automático, sendo esse o principal empecilho na implantação desse sistema (HIEDA, 2012).

2.4.5 Tecnologias inteligentes e internet das coisas (*IoT*)

Com a oportunidade no mercado, as empresas de tecnologias vêm aprimorando os novos conceitos de aplicação para o combate as perdas. No mercado já existem soluções que oferecem controle abrangente dos fluxos através das redes de distribuição, identificando perdas, fraudes e inadimplência a partir de medições no sistema de pontos.

O sistema possibilita acompanhamento diário da evolução de cada consumidor, permitindo a caracterização das áreas, setores, circuitos e elementos da rede. A análise potencial dos pontos de abastecimento com alto índice de fraude e a otimização de desvios está entre as principais vantagens das *IoT* (*Internet of Things*) (SOUZA, 2017).

Nesse contexto, as concessionárias apresentam interesse na utilização das tecnologias altamente inovadoras. Porém o combate as perdas implica em altos investimentos e contratação de serviços especializados. Outro exemplo é a externalização dos processos de gestão de fraude, por empresas que utilizam a tecnologia da informação – *BPO* (*Business Process Outsourcing*).

Com essas tecnologias, as concessionárias podem conhecer melhor sua rede de distribuição, gerar balanços de energia com diferentes variáveis (níveis de tensão, áreas energéticas, áreas geográficas), definindo planos de ações específicos conforme a efetividade da empresa (SOUZA, 2017).

Dentre as principais aplicações para esses conceitos, está a Tarifa Branca, implementada recentemente no Brasil, cuja possibilita através dos novos medidores

de energia, informações *online* do consumo de uma casa ou de uma empresa, possibilitando o pagamento de valores diferentes em função da hora e do dia da semana.

Segundo a ANEEL, o conceito inovador promete uma economia de 10% a 22% ao consumidor, em razão a aplicação da Tarifa Branca, que é mais barata fora do horário de pico. No Brasil, a Eletropaulo está em processo de instalar 64 mil medidores inteligentes na cidade de Barueri, na grande São Paulo, beneficiando mais de 250 mil pessoas.

O conceito está aplicado em diferentes lugares do mundo, por exemplo em Dubai, nos Emirados Árabes Unidos, onde os medidores de energia utilizam *IoT* estão provendo resultados tanto para a distribuidora de energia como para os consumidores, proporcionando a concessionária de energia a otimização na lucratividade por meio da redução de despesas relacionadas as perdas comerciais e perdas técnicas de energia.

2.4.6 Medidores inteligentes e sua contribuição no combate

Com o advento da energia elétrica nos procedimentos industriais, desde a Segunda Revolução Industrial, o *modus operandi* foi ultrapassado, pois atualmente as necessidades mudaram, fazendo com que sejam necessárias algumas alterações.

Quando se diz “ultrapassado”, isso quer dizer que os equipamentos usados atualmente são em sua maioria, ineficientes para suprir as necessidades atuais. Um exemplo que justifica a necessidade de se aprimorar os equipamentos é o fato de a grande parte dos medidores de energia elétrica serem analógicos.

Os consumidores acabam obtendo uma estimativa de gasto de energia elétrica, pois a aferição é feita por leiturista da concessionária e a chance de erro é elevada. Neste cenário, há a necessidade de modernizar o procedimento para melhorar o atendimento dos consumidores, e toda essa otimização do sistema de distribuição de energia, passa pelas mãos da implantação de *Smart Grids* – Redes Inteligentes.

No contexto histórico, o termo *Smart Grid* foi usado pela primeira vez em 2005 em um artigo escrito por S. Massoud Amin e Bruce F. Wollenberg, publicado na revista IEEE P&E, com o título de "*Toward A Smart Grid*" - Em direção a rede inteligente (AMIN *et al.* 2005).

Basicamente os *Smart Grids* trazem a capacidade de automatizar redes, digitalizar processos, aferir a qualidade de energia e apresentar confiabilidade elevada na medição de energia elétrica, reduzindo a perda de energia de caráter não técnico (PROOF, 2018).

Eles fornecem informações periódicas em tempo real sobre as características de cargas, possibilitando conhecer melhor o comportamento dos consumidores. Assim o medidor é capaz de fornecer dados mais precisos e de maneira mais rápida (FANG *et al*, 2012). Nesse contexto, cabe a inteligência computacional trabalhar com os dados e indicar quais os consumidores com maior probabilidade de irregularidade, colaborando para maior eficiência das equipes de campo no combate às fraudes.

Paralelamente, os *Smart Grids* possibilitam a integração dos equipamentos da rede elétrica com as redes de comunicação de dados, gerenciando e automatizando a área das empresas de distribuição de energia, não sendo necessário equipe de campo para tarefas como leitura dos medidores (FANG *et al*, 2012; PENIN, 2008).

O *Smart Grid* é o futuro das redes de energia. No Brasil, existem alguns projetos em São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Amazonas, Pernambuco, Ceará e no Paraná. Logo, busca-se acompanhar esta tendência motivada pelos benefícios quanto à melhoria nos serviços prestados, tais como (RAMOS, 2014):

- Resolução de problemas mais rapidamente através da mobilização de técnicos para a realização de reparos nas redes de energia;
- Aumento da confiabilidade do sistema e da qualidade no fornecimento de energia;
- Redução das perdas comerciais, do desperdício de energia e da inadimplência.

3 ESTUDO DE CASO

Com o propósito de demonstrar como o combate as perdas comerciais e a inadimplência vem sendo desenvolvido pelas distribuidoras de energia, será apresentada a experiência concreta da concessionária Enel Distribuição Rio, responsável pelo abastecimento de 66 municípios, no **Estado** do Rio de Janeiro.

3.1 GRUPO ENEL

Fundada em 1965, a multinacional de origem italiana, atua no mercado de energia e gás. Atualmente o Grupo Enel está presente nos continentes americano, asiático, africano e europeu, atuando em 35 países. Ao redor do mundo atende mais de 65 milhões de usuários, com distribuição, transmissão, conversão e geração de energia elétrica, com registro de faturamento em 2017 de € 74,6 bilhões.

No Brasil a concessionária é uma *holding* (participação majoritária) das companhias instaladas no Ceará, Goiás, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo. Em junho de 2018 com a aquisição da Eletropaulo, a companhia se tornou a maior empresa privada do setor elétrico brasileiro, oferecendo serviços para mais de 17 milhões de clientes residenciais, comerciais, industriais, rurais e do setor público (ENEL, 2018).

3.1.1 Enel Distribuição Rio

No Rio de Janeiro a empresa controla a concessionária Ampla Energia, responsável na distribuição de energia elétrica de 70% dos municípios da Unidade Federativa. Com reconhecimento nacional no combate às perdas comerciais, a Ampla Energia sempre buscou soluções de rede e medição. No entanto seus investimentos e suas inovações vêm enfrentando contradições, pois seus índices de perdas comerciais ainda se apresentam altos.

Historicamente durante os anos, diversos programas foram implementados. De 1997 a 2002 através do Programa de Eletrificação de Bairros, a concessionária regulamentou o fornecimento de energia elétrica nas áreas de atuação. Porém em 2003 as perdas já correspondiam a 25% da energia adquirida. Naquele instante a empresa verificou que os maiores índices estavam nas áreas com

carência de infraestrutura e altos índices de violência, correspondendo às regiões de São Gonçalo, Magé, Itaboraí, Duque de Caxias e as favelas de Niterói (ANEEL, 2009).

As regiões eram caracterizadas por altas perdas em consumidores residenciais (maior de 50%) e pela baixa sustentabilidade das técnicas tradicionais de combates ao furto. A principal forma utilizada para furtar energia nestas regiões ocorria por meio das ligações clandestinas na rede de Baixa Tensão (ANEEL, 2009).

Para entender a complexidade dos altos índices de perdas, foi encomendado em 2003 um estudo para a Fundação Getúlio Vargas (FGV) e a Universidade Federal Fluminense (UFF), que identificou a relação do alto índice de perdas com a complexidade social dessas regiões. Os parâmetros utilizados abordavam a falta de confiança a estrutura dos órgãos públicos, áreas carentes, ocupação desordenada, alto índice de violência e dificuldade de acesso, sendo o Rio de Janeiro o que apresentava o maior índice (SIMAS *et al*, 2003).

A partir disso, projetos para combater especificamente as perdas comerciais foram inicializados pela concessionária, observados os riscos à segurança e a qualidade no fornecimento de energia elétrica pela distribuidora.

3.1.2 Projeto Rede DAT

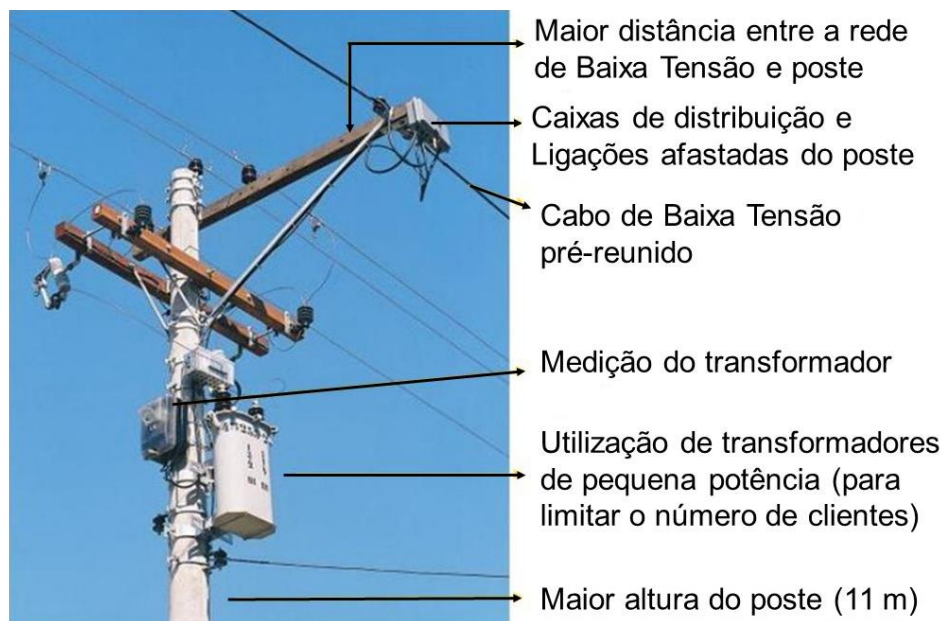
Criado e implantado em 2003, a rede blindada, denominada como Rede DAT – Distribuição Aérea Transversal, consistia na mudança estrutural e topológica da rede de distribuição de energia elétrica, adotando postes mais altos, com transformadores de menor potência para atendimento de número menor de unidades consumidoras, facilitando a localização precisa das regiões com maior incidência de furto.

Além dessa barreira física para dificultar o acesso a rede de baixa tensão, a rede DAT implementou a leitura da potência consumida pelo transformador, utilizando as medições para fins comparativos no seu balanço energético (ANEEL, 2009).

Com esse projeto foi possível diminuir significativamente a perda por furto de energia elétrica, pois a instalação de medidores possibilitou monitorar detalhadamente energia consumida. A Figura 8 apresenta a configuração da Rede DAT, na qual o acesso foi dificultado ao fixar do cabo de baixa tensão e medidores

junto a linha de média tensão na cruzeta do poste, diminuindo as ligações diretas (PENIN, 2008; ENEL, 2018).

Figura 8 - Rede DAT



Fonte: Adaptado de SOUZA (2011, p. 8).

Métodos paralelos foram desenvolvidos na distribuição de energia podendo citar a elevação da tensão nos ramais de distribuição, com emissões de ruídos na rede para que não fosse possível utilização da energia elétrica sem os filtros embutidos nos medidores. Mesmo assim os consumidores desenvolveram métodos de furto, através da adulteração dos medidores (NAGAMINE, 2011).

A Rede DAT obteve uma significativa redução de furto. Porém com a manipulação dos equipamentos de medição, os clientes voltaram a furtar energia elétrica. Percebendo a necessidade de investimento em um novo modelo de medição mais seguro e eficiente, a concessionária iniciou seus estudos em medição eletrônica.

3.1.3 Projeto AMPLA Chip

Em extensão ao projeto DAT, a concessionária recebeu a autorização da ANEEL, pela Resolução Autorizativa nº 201 de 30 de maio de 2005, para implementar o sistema de medição eletrônica. Inicialmente os medidores convencionais (eletromecânicos) foram substituídos pelo eletrônicos, com funcionalidade de telemedição (ANEEL, 2005).

Os medidores fixados dentro de uma caixa lacrada como observado na Figura 9, denominada Concentrador, permite leitura, suspensão e restabelecimento do fornecimento da energia elétrica de maneira remota, reduzindo a inadimplência e melhorando a qualidade do fornecimento de energia (BRASIL, 2017).

Figura 9 - Ampla Chip com medição centralizada



Fonte: Adaptado de ANEEL (2018, p. 28).
(CS: Concentrador Secundário, CP: Concentrador Primário).

Dentro dos principais benefícios adquiridos para a concessionária, destacam a redução dos custos operacionais com melhoria nos serviços de manutenção de medidores com defeitos, menores investimentos em geração, transmissão e distribuição, melhoria na precisão do medidor contribuindo para o faturamento mais preciso e confiabilidade nos dados de leitura.

Os consumidores também receberam vantagens, como a rapidez e eficiência na prestação de serviços de corte e religação, mais a automação na coleta de dados das leituras, eliminando erros que antes eram comuns pelo leiturista.

Além dos resultados na recuperação de energia e diminuição de furto, a distribuidora ficou reconhecida internacionalmente como uma iniciativa de sucesso no uso de medição eletrônica, com prêmio 2006 *Value Chain Award* pela *M2M Magazine* e o *Best International AMR Initiative* pela *Metering Awards* (ANEEL, 2008).

No Brasil, em 2007 o projeto recebeu o Prêmio de Excelência, concedido pela Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações - APTEL. No ano seguinte foi considerado uma das dez maiores inovações brasileiras, segundo avaliação da revista *Exame* e da consultoria Monitor (OLIVEIRA, 2011).

Atualmente a Resolução nº 201 de 2005 foi revogada, e o PRODIST por meio do Módulo 5 – Sistema de Medição impõe os requisitos mínimos para medição

das grandezas elétrica. Para o caso específico do estudo, destaca a Seção 5.2, tópico 3 - Requisitos técnicos mínimos para os sistemas de medição (ANEEL⁴, 2018):

3.11 Quando for necessária a preservação dos dados, os sistemas de medição devem ser providos de equipamentos que atendam os seguintes requisitos:

- a) devem ser dotados de um sistema de preservação e salvamento dos registros durante as perdas de alimentação, armazenando os dados em memória não volátil por pelo menos 100 (cem) horas;
- b) os medidores eletrônicos devem ser providos de sistema de garantia do horário e calendário de acordo com as normas aplicáveis (ANEEL⁴, 2018).

Pela resolução o equipamento de medição deverá estar apto ao destacado na mesma seção 5.2, no Tópico 4 – Requisitos técnicos mínimos para os equipamentos de medição (ANEEL⁴, 2018):

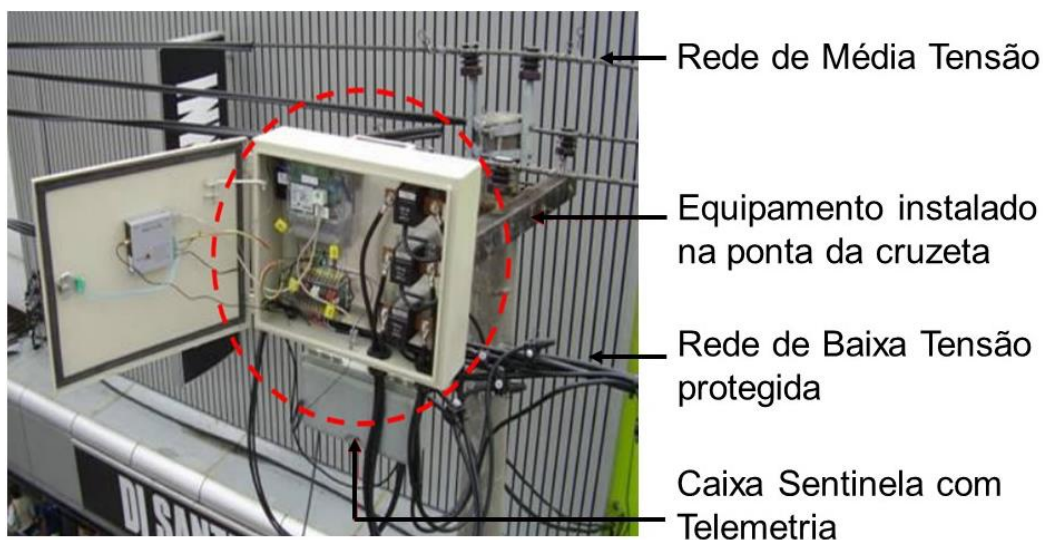
4.1.2.2 Os medidores devem possuir dispositivos ou atributos para leituras, respeitando:

- a) mostrador digital com pelo menos 6 dígitos, para leitura local, indicando de forma cíclica através de pulsos proporcionais ou grandezas programadas a serem medidas, associadas às suas respectivas unidades primárias;
- b) interface serial ou porta óptica de comunicação ou dispositivo de função equivalente, para aquisição da leitura local dos valores medidos e/ou da memória de massa;
- c) a interface serial ou a porta óptica ou o dispositivo de função equivalente deve permitir acesso automático, para a aquisição de leituras remotamente; (ANEEL⁴, 2018).

3.1.4 Projeto Sentinela

Complementando o programa Ampla Chip, em 2007 foi implantado o Projeto Sentinela, destinado ao comércio e indústrias, atendidos por baixa tensão, com consumo elevado, localizados nas áreas com alto índice de perdas de energia, onde os medidores eletrônicos passaram a ser instalados em caixas blindadas, como apresentado na Figura 10. Assim os consumidores mal-intencionados não podiam manipular as medições.

Figura 10 - Projeto Sentinela



Fonte: Adaptado de ANEEL (2018, p. 18).

Já para os consumidores atendidos por média tensão, foram implantadas as máquinas antifurto, onde a leitura do consumo passou a ser realizada antes do transformador, através da funcionalidade de tele medição conforme o modelo demonstrado na Figura 11.

Figura 11 - Máquina Antifurto



Fonte: Adaptado de ANEEL (2018, p. 28).

Com esses projetos, as medições passaram a ser realizadas em tempo real, com informações mais precisas e com leitura de fator de potência, corrente, tensão, cálculo de energia ativa e reativa. Tais medidas contribuíram para a queda calculada em 23,6% em 2003 para 18,7% em 2008.

Entretanto houveram repercussões contra o programa Ampla Chip. Por se tratar de um projeto piloto, a concessionária precisou se adequar ao Inmetro, que lançou a portaria a portaria nº 371, derrubando as autorizações concedidas

anteriormente, sendo permitido a instalação dos novos medidores, após o cumprimento de algumas exigências (ANEEL, 2009; INMETRO, 2009).

Na ocasião, a Ampla mobilizou seus funcionários durante o período de seis meses, para as adequações, sendo formalmente aprovados os medidores em abril de 2010. Até sua aprovação acontecer, a concessionária sofreu problemas e teve por alguns momentos seu plano de combate às perdas interrompido (ALERJ, 2008).

3.1.5 Problemas judiciais

Diversos processos judiciais e protestos pelos consumidores foram apresentados, gerando a abertura da Comissão Parlamentar de Inquérito - CPI em 2007, na Assembleia Legislativa do Rio de Janeiro. Na ocasião não foram apontadas evasões na utilização de medidores, mas indicada a existência de falhas na precisão da medição (ALERJ, 2008).

Outra CPI foi aberta na Câmara Municipal de Niterói em 2009, baseada na insatisfação dos clientes da companhia que alegavam irregularidades e fraudes no sistema de medição dotado de chip. Nesta CPI os consumidores alegavam que a troca do medidor (relógio) para o medidor eletrônico era o responsável pelo aumento na conta de energia. A concessionária justificava a elevação, as medições mais precisas que faziam leitura de fator de potência e também cobravam taxas para a utilização de energia fora do plano pré-contratado. Finalizada em 2010, não chegou em conclusões concretas.

“Cumprе esclarecer que a CPI não considera tolerável o furto de energia elétrica nem qualquer outro furto ou ação delituosa de qualquer natureza. A CPI busca, na verdade, ao destacar essa discussão, acentuar que a preocupação principal da AMPLA não é propriamente com a modernização da rede ou do serviço, mas antes com sua própria rentabilidade.” (Câmara Municipal de Niterói, 2010)

Mesmo com os desgastes impostos pelas duas CPI, a concessionária continuou no combate as perdas, e iniciou novos projetos tecnológicos, com uso de conceitos inovadores e politicamente corretos.

3.1.6 Projeto Cidade Inteligente

Os projetos de *Smart Cities* – Cidades Inteligentes, tem como objetivo principal sanar a necessidade de mudança do setor energético, com a integração das fontes renováveis à matriz energética (VILACA *et al*, 2014). A Enel, em 2011 iniciou o projeto Cidade Inteligente em Búzios-RJ, utilizando o conceito de *Smart Grid*.

A escolha da cidade deu-se pela abundância de sol e vento, potencializando a geração de energia renovável distribuída, através dos módulos fotovoltaicos e a aerogeradores. Outro motivo foi pela grande viabilidade turística da cidade, expandindo o reconhecimento por todo espaço nacional e internacional.

Os principais conceitos das *Smart Cities* são: sustentabilidade (uso de fontes renováveis de energia), racionalidade (participação ativa do consumidor na gestão de energia) e eficiência (diminuição das perdas de energia).

Neste projeto de Cidade Inteligente, a implantação de *Smart Grid* possibilitou a automatização da rede e prevenção de furtos de energia, além do gerenciamento remoto, com uma comunicação de medição bidirecional para os produtores de energia, implantação da tarifa horária (PEREIRA, 2013).

O projeto também possibilitou a instalação das fossas bioenergéticas, em residências situadas nas áreas carentes de Búzios, onde resíduos orgânicos da residência são armazenados e utilizados na produção de biogás, por meio da decomposição anaeróbica dos resíduos. Assim o gás gerado é aplicado como combustível, para acionamento dos geradores utilizados na produção de energia elétrica, podendo repassar o excedente ao sistema elétrico da concessionária. (VILACA *et al*, 2014).

Nesse contexto, a integração dos sistemas de microgeração de energia, através das fontes renováveis nas redes de baixa tensão, possibilita o fornecimento de energia nas redes de baixa tensão, sendo um aliado ao combate as perdas comerciais, conciliando a produção e consumo de energia elétrica pelas unidades consumidoras.

Outras aplicações do projeto abordam melhorias nos sistemas de iluminação, também conhecidas como *Smart Lighting* – Iluminação Inteligente, fazendo a substituição das luminárias a vapor de sódio por luminárias a *LED*.

Na Índia por exemplo, depois da promulgação da Lei de Eletricidade no ano 2003, as concessionárias de distribuição de energia passaram por uma reforma

visando a satisfação do cliente e a racionalização da tarifa de energia elétrica com introdução das redes inteligentes (KONRAD, 2015).

Nesse cenário de inovação tecnológica, as *Smart Cities* vão surgindo pouco a pouco, em um mundo totalmente ligado a conexão e comunicação em alta velocidade, tirando proveito e se aperfeiçoando em suas diferentes aplicações, tornando uma realidade em diversas partes do mundo.

3.1.7 Projeto macromedição

Em complemento ao projeto da rede DAT e ao Ampla Chip, os transformadores da rede de distribuição de Baixa Tensão receberam o equipamento de macromedição, que realiza a medição da energia fornecida por aquele transformador. Com isso foi possível realizar o balanço energético para o cálculo das perdas. Entretanto, esta medição eletrônica é aplicada apenas aos municípios de Niterói, São Gonçalo, Maricá e Magé, em razão de inviabilidade técnica e financeira para aplicação desse projeto em outras áreas (BRASIL, 2017)

Assim nas demais áreas, foram instalados os equipamentos de macromedição em Média Tensão através de transformadores de corrente, com medidor de quatro quadrantes acoplado ao secundário do transformador. Com eles é possível a leitura da energia consumida e vendida, onde a comparação das duas fornece os dados das perdas do local (SIQUEIRA *et al*, 2014).

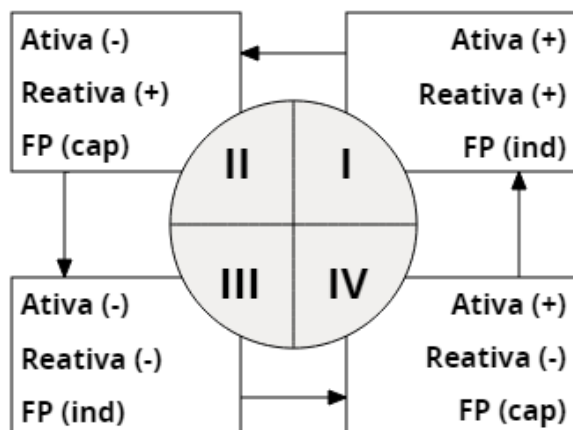
Entre as principais funcionalidades dos medidores de quatro quadrantes destaca a possibilidade de medição bidirecional do fluxo de energia (entrada e saída), através das leituras de energia ativa consumida e fornecida, energia reativa em cada um dos quatro quadrantes, demanda ativa, demanda reativa, fator de potência (com indicação de quadrante), potência ativa (com direção de sentido) potência reativa, tensão, corrente e frequência. A simplificação do modelo de macromedição em quatro quadrantes na Figura 12 (ANEEL, 2009, SIQUEIRA *et al*, 2014).

Tabela 3 - Detalhamento dos quatro quadrantes

Quadrante	Fator de Potência (FP)	Potência Ativa	Potência Reativa
I	Atrasado	Fornecendo	Fornecendo
II	Adiantando	Recebendo	Fornecendo
III	Atrasado	Recebendo	Recebendo
IV	Adiantado	Fornecendo	Recebendo

Fonte: SIQUEIRA *et al* (2014, p. 429).

Figura 12 - Quatro quadrantes de potência ativa e reativa

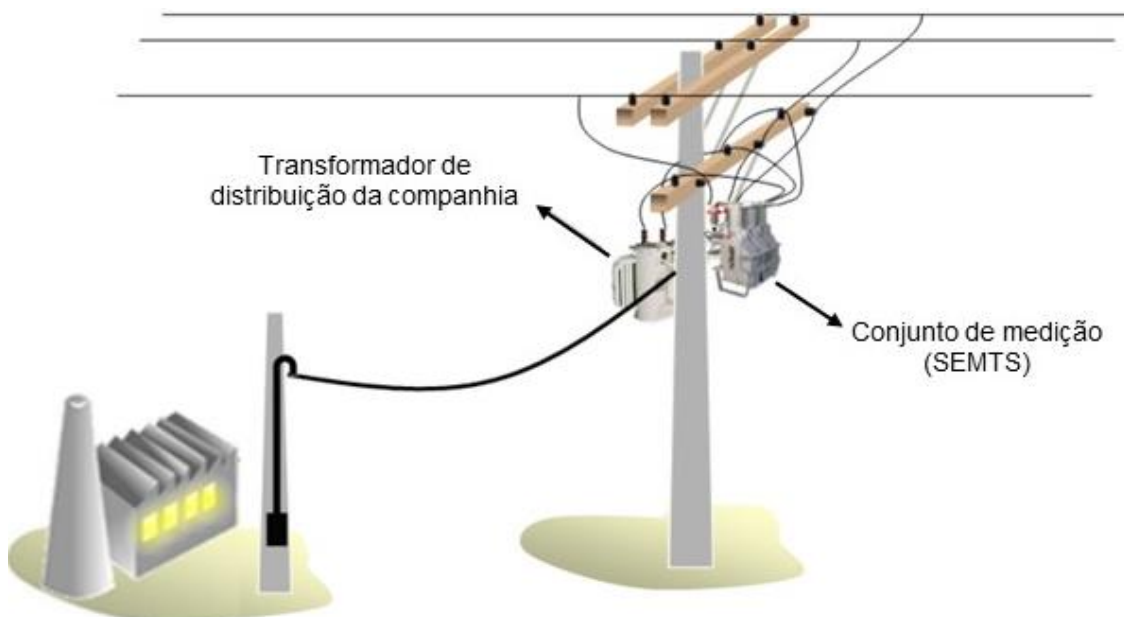


Fonte: Adaptado de SIQUEIRA *et al* (2014, p. 429).
(cap: capacitivo, ind: indutivo).

Com o sucesso no combate as perdas com essa topologia, a concessionária obteve recuperação de energia de forma significativa. Aprovada pela ANEEL em 2015, com a finalidade de combater as perdas comerciais, os demais consumidores, atendidos por transformador exclusivo, também passaram a ter suas leituras de consumo com macromedição, utilizando a topologia de medição em média tensão com o uso do Sistema Encapsulado de Medição a Transformador a Seco - SEMTS observado na

Figura 13 (ANEEL², 2015).

Figura 13 - Configuração do encapsulado de medição em uma unidade consumidora com transformador exclusivo.



Fonte: ANEEL² (2015, p. 3).

O propósito do projeto é computar, mês a mês, a perda na transformação de cada unidade consumidora, obtida pela diferença entre os dois sistemas de medição.

3.1.8 Principal dificuldade da concessionária

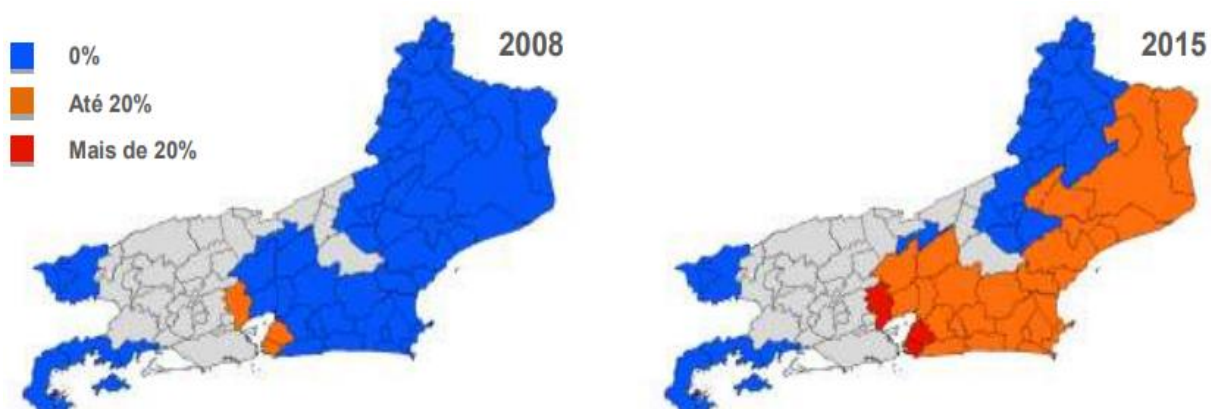
Entre as áreas de atuação da distribuidora de energia, estão as regiões dominadas por traficantes e milícias, onde a empresa não consegue acessar as vias devido o controle imposto por esses grupos. Nesse caso o Poder Público é substituído pelo poder paralelo dessas facções (BRASIL, 2017).

Essas regiões são classificadas como áreas de risco, e estão distribuídas por diferentes locais do Brasil, sendo o estado do Rio de Janeiro considerado a mais notável. Neste contexto a prestadora de serviço Enel, não consegue executar inspeções para combater os elevados índices de perdas comerciais (NAGAMINE, 2011).

Alicerçado em 2008, com a introdução das UPPs, o Estado fluminense buscou restaurar a segurança e controle nessas regiões pretendendo, através de operações policiais, capturar armamentos irregulares. Contudo isso ocasionou um efeito colateral, pois a maioria das facções criminosas migraram para outras regiões que não haviam intervenção efetiva do Estado (ANEEL, 2016; BRASIL, 2017).

Parte dessas regiões ampliaram as novas áreas de risco, como ilustradas na Figura 14, sendo em sua maioria as localizadas na extensão de concessão da Enel Distribuição Rio, com alta complexidade socioeconômica e altos índices de violência.

Figura 14 - Participação dos clientes em áreas de risco sobre o total - Estado do Rio de Janeiro



Fonte: ANEEL (2016, p. 10).

Em 2016, essas áreas abrangiam 435 mil clientes, correspondendo a 18,3% do total de clientes residenciais faturados pela distribuidora. Nessas regiões as perdas de energia chegam a mais de 80% da energia fornecida dependendo da localidade (ANEEL, 2016).

Como consequência a distribuidora não consegue alcançar a meta estabelecida pela agência regulamentadora, pois a ausência do poder do Estado inviabiliza a prestação de serviços, sendo necessário tratamento regulatório especial, para o tratamento as perdas comerciais nessas regiões.

Sem acesso as regiões com altos índices de perdas, a distribuidora sofre negativamente, comprometendo o desempenho nos indicadores de qualidade utilizados para as revisões tarifárias.

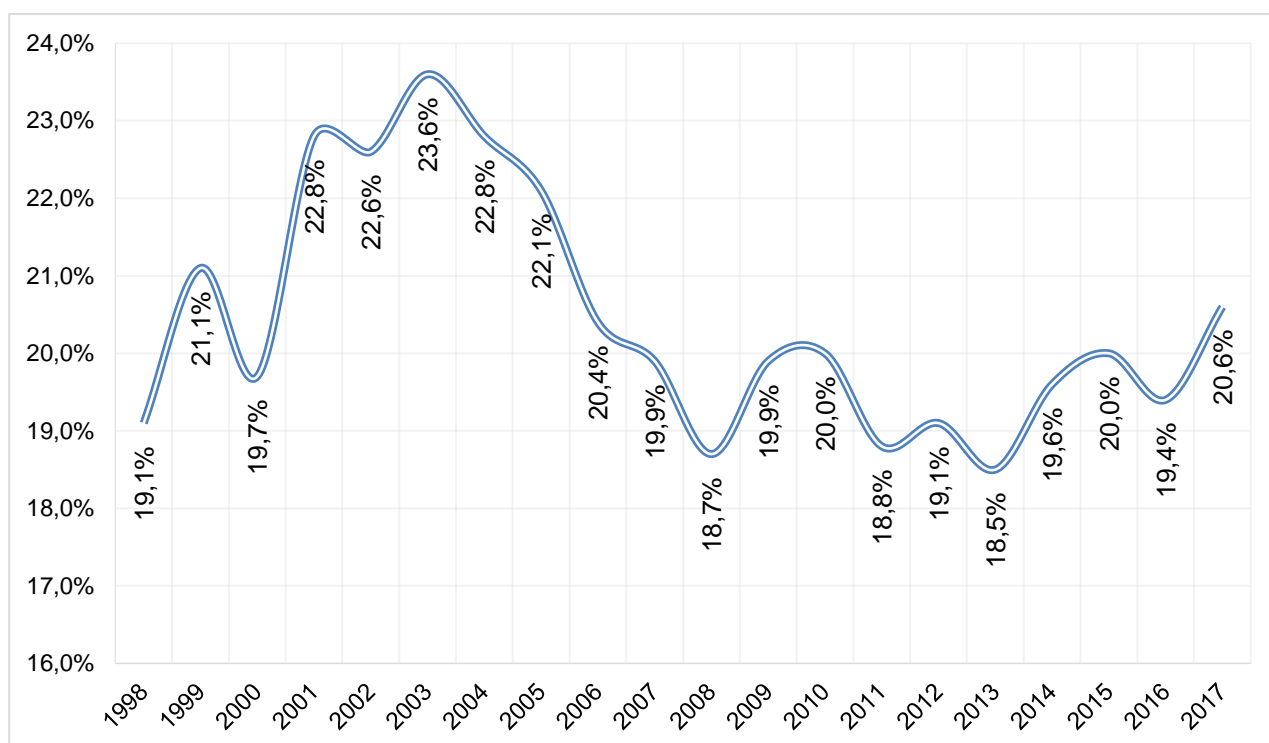
Com esse fato, visando melhorar os índices da distribuidora de energia, a ANEEL decidiu estabelecer um montante de perda nos anos de 2017 e 2018, considerando as dificuldades enfrentadas pela distribuidora, na manutenção e combates em áreas de risco. Assim em 2019 os índices deverão ser reorganizados.

3.1.9 Enel em números

Mesmo com as dificuldades já destacadas no tópico anterior, a concessionária conseguiu um resultado significativo no combate as perdas. As medidas tecnológicas utilizadas impulsionaram a distribuidora, porém a complexidade social das regiões de atuação impediu o resultado estatístico expressivo.

Isso pode ser observado através da Figura 15, que demonstra a porcentagem de perdas totais da concessionária sobre a energia total contratada. Já na Figura 16 apresenta o total das perdas comerciais para a última década, sendo demonstrado também para fins comparativos, as perdas comerciais regulatórias estipuladas pela ANEEL.

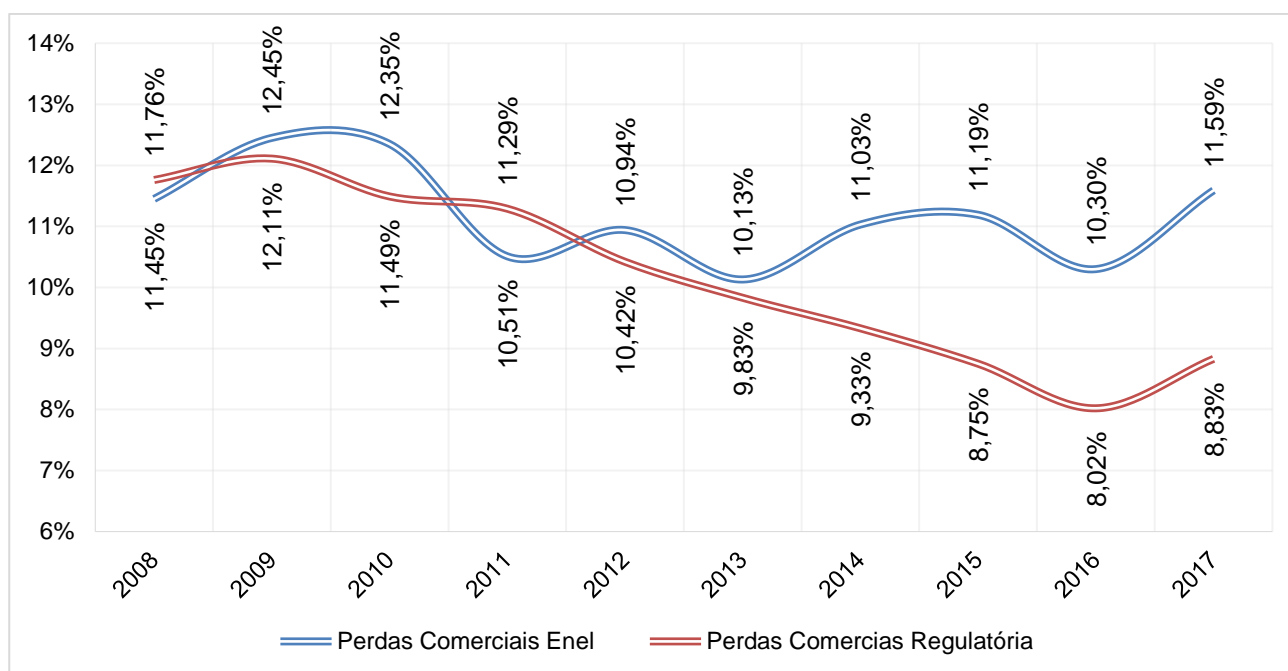
Figura 15 - Perdas totais (Enel Distribuição Rio)



Fonte: ANEEL (2008), ANEEL (2018).

- 1997 a 2002: Projeto Eletrificação de Bairros
- 2003: Projeto Rede DAT;
- 2005: Projetos Maquinas Antifurto e Ampla Chip;
- 2006: Projeto Sentinela;
- 2010: Regulamentação dos medidores eletrônicos;
- 2011: Projeto cidade inteligente de Búzios;
- 2017: Aplicação Macromedição para geração distribuída.

Figura 16 - Perdas comerciais da concessionária Enel e perdas comerciais regulatórias ANEEL



Fonte: ANEEL (2018).

- 2008 a 2010: Aumento das perdas comerciais devido a suspensão de medição eletrônica pelo Inmetro;
- 2010 a 2011: Queda das perdas comerciais adquirida através da autorização para utilização dos medidores eletrônicos. Neste período a distribuidora não sofre penalidades pois o índice estava menor que as perdas comerciais regulatória imposta pela ANEEL;
- 2011 a 2015: Migração de criminosos da capital, provocada pela implantação das UPPs, contribuindo para o aumento das áreas de risco;

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término deste Trabalho de Conclusão de Curso, foi possível apresentar as formas nas quais as perdas no sistema elétrico ocorrem e as tratativas utilizadas para seu combate. A demonstração das leis declara que neste contexto nenhum setor, seja ele pertencente a geração, transmissão, distribuição ou ao cliente final, sai ganhando, visto que as perdas são rateadas por todos, inclusive nas faturas das unidades consumidoras, através dos ajustes da tarifa de energia elétrica.

Foram abordadas também as perdas comerciais das concessionárias atuantes no Brasil, demonstrando a porcentagem de cada uma delas, destacando as de maiores índices, relacionadas aos problemas culturais e sociais. De maneira genérica foram apresentadas as ações e projetos utilizados pelas distribuidoras de energia, para diminuir os índices de perdas comerciais.

Tais medidas utilizadas no combate as perdas enfatizam os projetos sociais e programas de conscientização utilizado nas comunidades mais carentes, como o implementado aos consumidores de baixa renda, que recebem através de autorização do governo federal descontos na fatura de energia e também ao sistema pré-pago, utilizado como um forte aliado no combate as perdas, porém que ainda necessita de aperfeiçoamento, visto a complexidade social e cultural das regiões de aplicação.

Apresenta-se também as configurações especiais, utilizadas com o princípio de barreira, dificultando e impedindo que os consumidores fraudulentos utilizem a eletricidade sem ser faturada, destacando a elevação dos postes e dos cabos de baixa tensão no sistema de transmissão, utilização de cabines blindadas aos medidores, cabos concêntricos no ramal de alimentação ao consumidor, instalação de transformadores de menor porte e com sistema de medição integrado, para identificar as áreas e regiões com elevados índices de perdas comerciais e implantação dos medidores eletrônicos, com recurso que possibilita o controle da distribuição de forma remota.

Foram indenficadas as principais tecnologias e conceitos aplicados no cenário mundial, exemplificando a utilização dos medidores inteligentes (*Smart Grid*) no contexto da Índia, e na aplicação no Brasil, através do projeto da Cidade Inteligente de Búzios, no Estado do Rio de Janeiro, sendo a primeira cidade da América Latina a implementar o sistema de redes inteligentes. Aliado a esse projeto de Búzios, foi

possível a regularização dos medidores eletrônicos, utilizados pela concessionária como o principal recurso ao combate as perdas comerciais.

Para o estudo de caso, apresentou-se os projetos implementados, como o Eletrificação dos Bairros, Rede DAT, AMPLA Chip, Sentinela, Maquina Antifurto e Macromedição, e suas contribuições na história da distribuidora, ligando através dos dados das perdas totais às ações tomadas, responsáveis pelo crescimento e diminuição dos índices apurados anualmente pela distribuidora e informados para a ANEEL.

Apresentou-se a justificativa dos altos índices de perdas da distribuidora, devida a influência das variáveis socioeconômicas, culturais e comportamentais de cada região, além da postura dos órgãos governamentais e judiciários e os acontecimentos globais, tais como crise econômica mundial, retomada da segurança pelo Estado, avanço da criminalidade do Rio de Janeiro e a questão da inadimplência, também somada a estatística de perdas.

Demonstra-se as tecnologias utilizadas para o combate as perdas comerciais e as novas plataformas e conceitos tecnológicos, como a internet das coisas, que vem sendo utilizada como um aliado inovador no combate a diferentes sistemas, incluindo o de distribuição de energia elétrica, e também ao sistema de geração distribuída, impulsionadas atualmente pelas fontes de energia renováveis, colaborando para a participação dos clientes, que passam a ser fornecedores de energia.

Assim com o presente trabalho, através do estudo de caso da Enel Distribuição Rio, foi possível ilustrar o problema global enfrentado pelas distribuidoras de energia elétrica no Brasil, onde o benefício a ser conquistado ao combater as perdas comerciais será agregado a todos os envolvidos, especialmente aos consumidores finais, observado a necessidade de conscientizar a sociedade.

REFERÊNCIAS

AMIN, S. M.; WOLLENBERG, B. F. *Toward a Smart Grid: Power Delivery for the 21st Century*. *IEEE Power & Energy Magazine*, vol. 3, no: 5. Pages: 34 - 41, 2005.

ANEEL. **Contribuição Enel Brasil - Consulta Pública nº 015**. 2016. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/Enel%20Brasil%20CP%20015_2016.pdf>. Acesso em: 05 de outubro de 2018.

ANEEL. **Consulta Pública nº 15**. 2009. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/Consulta%20P%C3%BAblica%20015_2009%20-%20Ampla.pdf>. Acesso em: 14 de fevereiro 2018.

ANEEL². **Inadimplência Média E Suspensão de Fornecimento - Brasil**, Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/indicadores-da-distribuicao>> Acesso em 15 de out. de 2018.

ANEEL¹. **Metodologia De Cálculo Tarifários Da Distribuição**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/calculo-tarifario-e-metodologia>>. Acesso em: 10 de ago. de 2017.

ANEEL³. **Perdas De Energia**. Metodologia De Cálculo Tarifários Da Distribuição. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/calculo-tarifario-e-metodologia>>. Acesso em: 18 de set de 2018.

ANEEL⁴. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**. Módulo 5 – Sistemas de Medição rev. 5. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/modulo-5>>. Acesso em: 1 de out. de 2018.

ANEEL¹. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**. Módulo 6 – Informações Requeridas e Obrigações rev. 13. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/modulo-6>>. Acesso em: 11 de set. de 2018.

ANEEL². **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**. Módulo 7 – Cálculo de Perdas na Distribuição rev. 5. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/modulo-7>>. Acesso em: 10 de ago. de 2017.

ANEEL². **Processo nº 48575.003463/2015-00**, de 3 de novembro de 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/066/documento/voto_d_o_diretor_relator.pdf>. Acesso em: 5 de out. de 2018.

ANEEL. **Recuperação De Mercado**. Experiência da AMPLA em Sistemas de Medição Centralizada. Brasília, 2008.

ANEEL. **Resolução Autorizativa nº 201**, de 3 de maio de 2005. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/rea2005201.pdf>>. Acesso em 19 de ago. de 2018.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 414**, de 9 de setembro de 2010. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414comp.pdf>>. Acesso em 14 de jun. de 2018.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 435**, de 24 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2011435.pdf>>. Acesso em: 4 de ago. de 2018.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 9 de jun. de 2018.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 610**, de 1 de abril de 2014. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2014610.pdf>>. Acesso em: 30 de jul. de 2018.

ANEEL¹. **Resolução Normativa nº 660**, de 28 de abril de 2015. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2015660_Proret_Submod_2_6_V3.pdf>. Acesso em: 6 de ago. de 2018.

ARAUJO, A. C. M. **Perdas E Inadimplência Na Atividade De Distribuição De Energia Elétrica No Brasil**. Dissertação (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético). Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.

ARAUJO, B. S. **Métodos De Inteligência Computacional Para Detecção De Fraudes De Energia Elétrica**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2017.

ALERJ. **Relatório Final e Conclusões da Comissão Parlamentar de Inquérito para investigar possíveis irregularidades nos medidores de consumo instalados pela AMPLA Energia e Serviços S.A., principalmente aqueles do tipo “aéreo”**. Assembleia Legislativa do Estado do Rio De Janeiro, 2008.

BRASIL. **Código do Consumidor – Lei nº 8.078**, art. 22 de 11 de setembro de 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8078.htm>. Acesso em: 18 de out. de 2018.

BRASIL. **Código Penal - Decreto Lei nº 2.848**, art. 155. de 7 de dezembro de 1940. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del2848compilado.htm>. Acesso em 15 de abr. de 2018.

BRASIL. **Decreto nº 2335**, de 6 de outubro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2335.htm> Acesso em 13 de jun. de 2018.

BRASIL. **Decreto nº 4.562**, art. 1. de 31 de dezembro de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9427cons.htm> Acesso em 11 de jun. de 2018.

BRASIL. **Lei nº 8.987**, art. 6, de 13 de fevereiro de 1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987cons.htm>. Acesso em 18 de out. de 2018.

BRASIL. **Lei nº 9.427** de 26 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4562.htm> Acesso em 17 de set de 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.212/2010**, de 20 de janeiro de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12212.htm> Acesso em 12 de junho de 2018.

BRASIL, I. A.; **Perdas Comerciais e Inadimplência no Setor Elétrico**. *White Paper* 18, São Paulo, 40 p, 2017.

BLITZ. **Amazonas lideram ‘gatos’**. Disponível em: <<https://www.blitzamazonico.com.br/2018/08/amazonas-lideram-gatos-desvio-de.html>> Acesso em: 15 de set de 2018.

Câmara Municipal de Niterói **Relatório Final da Comissão Parlamentar de Inquérito para Apurar Possíveis Irregularidades Cometidas Pela Concessionária Ampla Energia E Serviços S/A**. Niterói. Rio de Janeiro, 2010.

CEER. **Report On Power Losses** - Council of European Energy Regulators asbl, ref: C17-EQS-80-03. Bélgica, 18 de outubro de 2017. Disponível em: <<https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/09ecee88-e877-3305-6767-e75404637087>> Acesso em 16 de set. de 2018.

COMETTI, E. S.; VAREJÃO, F. M. **Melhoramento Da Identificação De Perdas Comerciais Através Da Análise Computacional Inteligente Do Perfil De Consumo E Dos Dados Cadastrais De Consumidores**. Vitória: UFES, 2005.

CRUZ, K. **Análise das Causas do Furto de Energia Elétrica na Cidade do Recife**. In: XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica. Anais. Olinda: Sendi, p. 1 – 12. 2008.

DANTAS, P. R. P. **Avaliação de Perdas de Energia Elétrica Não-Técnicas: metodologia aplicada no município de Salvador/BA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Salvador: Universidade Salvador, 2006.

DAVIDSON, I. E. **Evaluation and effective management of nontechnical losses in electrical power networks**. In IEE Africon Conference in Africa, pages 473 - 477, 2002.

ELLER, N. A. **Arquitetura de Informação para o Gerenciamento de Perdas Comerciais de Energia Elétrica**. Florianópolis: UFSC, 2003.

ENESEP. **A Inovação Tecnológica: Um Estudo De Caso Da Ampla Energia E Serviços S.A.** Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enesep2011_tn_sto_142_896_19051.pdf> Acesso em: 11 de fev de 2018.

ENEL. **Energis**. *Especificación Técnica: Cables Concéntricos para Baja Tensión (E-Bt-003)*. Disponível em: <https://www.eneldistribuição.com.br/rj/documentos/E-BT-003_R-04.pdf>. Acesso em: 31 de dez. 2017.

ENEL. **Quem Somos**. Disponível em: <<https://www.enel.com.br/pr/quemsomos.html>>. Acesso em: 31 de out. 2018.

EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017**. Tabela 2.13. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017.xls](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuário%20Estatístico%20de%20Energia%20Elétrica%202017.xls)>. Acesso em: 12 de out. 2018.

FANG, X.; MISRA, S.; XUE, G. and YANG, D. **Smart Grid - The New and Improved Power Grid: A Survey**. *IEEE Communications Surveys and Tutorials, vol 14 no 4*. Pages: 944 - 980, 2012.

FARIA, L. T. **Sistema Inteligente Híbrido Intercomunicativo para Detecção de Perdas Comerciais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Ilha Solteira: UNESP, 2012.

GLOBO. **Câmeras flagram como casas de luxo instalam gatos de energia elétrica** Fantástico, 24 jun 2018. Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/6829717/>>. Acesso em: 9 de ago. de 2018.

HIEDA, F. Y. **Análise Técnica E Regulatória Do Sistema Pré-Pago De Energia Elétrica Do Brasil**. Trabalho de conclusão de curso, UFPR, Curitiba 2012.

HUBACK, V. B. S. **Medidas ao Combate a Perdas Elétricas Não Técnicas em Áreas com Severas Restrições à Operação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Rio de Janeiro. UFRJ, 2018.

INMETRO. **Portaria nº371**, de 29 de dezembro de 2009. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001519.pdf>>. Acesso em: 6 de jul. de 2018.

KONRAD, F. C. **Contexto Energético da Índia e os Desafios e Políticas Relacionados**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

LIBERAL, O. **Polícia descobre ‘gato’ de energia nas casas de gêmeos**. Em 8 dez 2017. Disponível em: <<https://oliberalregional.com.br/2017/12/08/policia-descobre-gato-de-energia-nas-casas-de-gemeos/>> Acesso em: 15 de ago. de 2018.

NAGAMINE, G. K. **Estudos das Perdas Não Técnicas no Sistema Elétrico de Distribuição e as Tecnologias Utilizadas para seu Combate**. Curitiba: UTFPR, 2011.

OLIVEIRA, R. G. **A Análise das Perdas de Energia na Concessionária Ampla S/A**. Monografia (faculdade de administração e ciências contábeis) UFRJ. 2011.

PENIN, C. A. d. S. **Combate, Prevenção e Otimização das Perdas Comerciais de Energia Elétrica**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

PEREIRA, C. C. S. **Oportunidades E Desafios Smart Grid**. Jornada de Pesquisa e Extensão. Cuiabá, Mato Grosso. IFMT, 2013.

PROOF. **Smart Grid: A Rede Elétrica Inteligente**. Disponível em: <<https://www.proof.com.br/blog/smart-grid/>>. Acesso em: 17 de out. de 2018.

RAMOS, C. C. O. **Caracterização de Perdas Comerciais em Sistemas de Energia Através de Técnicas Inteligentes**, São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

REIS, C. Z. **Eficácia de solução tecnológica para redução de furtos de energia em empresas distribuidoras: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2005.

SIQUEIRA, J. C.; BATISTA, E. A.; GOMEZ, R. C.; GODOY, R. B. **Medição E Análise De Fluxo De Potência Em Quatro Quadrantes Com Fpga**. XVIII International Conference on Engineering and Technology Education - COPEC. p. 428 - 432. Portugal, 2014.

SIMAS, M.; HENRIQUES, H. **Desenvolvimento de Novas Alternativas para a Redução de Inadimplência e Perdas Comerciais em Regiões Socialmente Desfavorecidas**. Rio de Janeiro: UFF, FGV, 2003.

SOUZA, M. B. **Soluções Tecnológicas, Principais Aliadas Para Conhecer E Minimizar Níveis De Perdas Energéticas**. Artigo – Negócios e Empresas. Indra, 2017.

SOUZA, T. B. B. C. **A Inovação Tecnológica: Um Estudo De Caso Da Ampla Energia E Serviços S.A.** ENEGEP. Belo Horizonte, 2011.

VIEIRALVES, E. X. **Proposta De Uma Metodologia Para Avaliação Das Perdas Comerciais Dos Sistemas Elétricos: o caso Manaus**. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Campinas: UNICAMP, 2005.

VILACA, N. C. A. A.; FIGUEIREDO, V. N.; OLIVEIRA, L. B.; FERREIRA, V. H.; CORREIA, W. F.; PACHECO, O. L. C. **Smart City – Caso Da Implantação Em Buzios**. Revista SODEBRAS –Volume 9 – N° 98. Rio de Janeiro, 2014.

ANEXO A – Valores de perdas das distribuidoras para o período maio de 2017 a abril de 2018 (ANEEL³, 2018).

Distribuidora	MWh considerados nas tarifas - maio/2017 a abril/2018					R\$		MWh tarifas x Preço Médio (em mil reais - R\$)			
	Perda Não Técnica	Perda Técnica	Perda Rede Básica	Perda Total	Mercado (Cativo + Livre)	Preço Médio Energia	Perda Não Técnica	Perda Técnica	Perda Rede Básica	Perda Total	
RGE SUL	202.765	621.122	203.331	1.027.218	8.807.529	9.834.747	181,97	36.896	113.023	36.999	186.919
AMAZONAS	2.893.923	742.884	115.596	3.752.404	5.924.122	9.676.526	196,40	568.360	145.901	22.703	736.964
EDP SP	501.660	728.374	207.781	1.437.814	14.411.696	15.849.511	174,50	87.539	127.100	36.257	250.896
EEB	1.623	76.755	7.369	85.747	1.097.864	1.183.611	178,76	290	13.721	1.317	15.328
CAIUA	9.342	115.570	14.970	139.882	1.119.124	1.259.006	168,96	1.578	19.527	2.529	23.635
CEA	521.283	209.047	26.869	757.198	1.087.468	1.844.666	138,86	72.386	29.029	3.731	105.146
CEAL	583.569	484.777	113.750	1.182.096	3.580.870	4.762.967	158,47	92.476	76.821	18.025	187.322
CEB	275.001	541.506	158.312	974.819	6.256.699	7.231.518	174,49	47.984	94.485	27.623	170.092
CEEE	369.434	535.951	199.856	1.025.241	8.142.732	9.247.973	179,98	66.490	96.459	35.970	198.918
CELESC	368.006	1.492.633	353.576	2.214.216	23.136.646	25.350.862	190,26	70.018	283.994	67.273	421.284
ENEL GO	292.597	1.416.917	233.908	1.943.423	13.214.535	15.157.958	169,97	49.734	240.840	39.758	330.332
CELPA	2.000.897	1.215.045	263.783	3.479.725	8.757.306	12.237.031	170,19	340.524	206.783	44.892	592.200
CELPE	1.038.131	1.578.105	329.233	2.945.470	13.364.692	16.310.163	170,40	176.901	268.915	56.103	501.919
ETO	83.212	271.365	37.455	392.032	2.172.129	2.564.161	181,04	15.064	49.127	6.781	70.972
CEMAR	490.329	896.592	179.822	1.566.743	6.055.507	7.622.250	161,96	79.415	145.214	29.124	253.753
CEMIG	1.438.538	3.803.754	538.787	5.781.079	42.928.489	48.709.568	172,24	247.772	655.154	92.800	995.726
CEPISA	656.018	578.062	113.592	1.347.673	3.385.354	4.733.027	170,02	111.533	98.279	19.312	229.125
CERON	493.067	435.993	80.843	1.009.902	2.981.188	3.991.090	173,61	85.602	75.693	14.035	175.330
CFLO	-	12.282	-	12.282	280.346	292.628	208,99	-	2.567	-	2.567
CHESP	1.056	12.571	2.794	16.422	116.241	132.663	131,97	139	1.659	369	2.167
CJE	2.394	44.768	5.206	52.368	561.535	613.904	144,81	347	6.483	754	7.583
CNEE	2.881	63.312	5.879	72.071	622.756	694.827	145,38	419	9.204	855	10.478
COCEL	1.672	14.252	-	15.924	300.796	316.721	215,78	361	3.075	-	3.436
COELBA	691.494	2.066.729	462.028	3.220.251	19.408.425	22.628.675	145,80	100.820	301.328	67.363	469.511
ENEL CE	359.285	1.056.944	273.157	1.689.386	11.567.706	13.257.092	178,43	64.106	188.586	48.738	301.429
COOPERALIANÇA	428	15.930	-	16.358	192.969	209.327	194,39	83	3.097	-	3.180
COPEL	645.116	1.927.336	514.558	3.087.011	28.667.761	31.754.771	173,15	111.701	333.715	89.095	534.511
COSERN	142.890	552.091	121.052	816.032	5.613.766	6.429.798	169,39	24.204	93.518	20.505	138.226
COPE	2.093	41.212	3.890	47.195	357.832	405.028	134,74	282	5.553	524	6.359
CPFL-Paulista	816.045	1.926.390	566.689	3.309.124	30.012.144	33.321.268	184,00	150.154	354.461	104.272	608.888
CPFL-Piratininga	205.067	790.621	213.779	1.209.467	13.486.023	14.695.490	176,82	36.261	139.800	37.801	213.862
CLFSC	6.157	117.439	10.706	134.302	1.126.644	1.260.946	178,50	1.099	20.963	1.911	23.973
CSPE	1.242	48.043	5.740	55.025	480.614	535.639	135,00	168	6.486	775	7.428
DEMEI	3.938	7.128	-	11.065	131.774	142.840	204,72	806	1.459	-	2.265
DME-PC	1.748	19.327	3.012	24.087	451.473	475.560	122,28	214	2.363	368	2.945
EDEVP	5.560	80.857	10.829	97.246	894.827	992.073	159,91	889	12.930	1.732	15.550
EFLUL	91	3.868	-	3.959	95.713	99.672	244,75	22	947	-	969
ELEKTRO	244.722	908.056	488.354	1.641.131	16.327.651	17.968.783	172,57	42.232	156.704	84.276	283.211
ELETROACRE	140.982	121.584	26.648	289.214	971.790	1.261.005	127,55	17.983	15.509	3.399	36.891
ELETRÓCAR	1.904	12.717	-	14.621	178.068	192.689	207,80	396	2.643	-	3.038
ELETRÓPAULO	2.036.248	2.410.291	929.734	5.376.273	42.719.918	48.096.190	157,97	321.659	380.746	146.867	849.272
EBO	9.986	42.340	11.134	63.460	618.019	681.479	175,09	1.749	7.413	1.950	11.112
EMG	6.413	149.945	15.482	171.840	1.460.971	1.632.811	184,85	1.185	27.718	2.862	31.765
EPB	142.956	492.473	109.104	744.533	4.187.468	4.932.001	157,07	22.454	77.354	17.137	116.945
ESE	122.873	266.558	77.139	466.570	3.453.343	3.919.913	155,44	19.100	41.435	11.991	72.525
ENF	0	21.818	-	21.818	321.849	343.667	209,63	0	4.574	-	4.574
EDP ES	511.956	789.422	114.343	1.415.720	9.753.822	11.169.542	176,77	90.498	139.545	20.212	250.254
FORCEL	341	3.173	-	3.514	63.013	66.527	119,86	41	380	-	421
HIDROPAN	325	4.432	-	4.757	105.375	110.132	207,21	67	918	-	986
ENERGIA	4.917	21.126	2.832	28.875	264.268	293.142	170,84	840	3.609	484	4.933
EFLJC	182	726	-	908	16.992	17.900	245,08	45	178	-	222
LIGHT	5.130.709	2.269.009	480.511	7.880.229	24.784.134	32.664.364	187,77	963.398	426.054	90.226	1.479.678
CLFM	1.456	27.533	2.916	31.905	237.641	269.546	135,64	198	3.734	395	4.327
MUX-ENERGIA	614	4.379	-	4.993	66.532	71.525	162,81	100	713	-	813
RGE	200.792	809.443	176.397	1.186.632	10.146.383	11.333.015	166,22	33.376	134.548	29.321	197.246
ELFSM	15.195	50.293	14.027	79.515	506.674	586.189	188,82	2.869	9.497	2.649	15.014
SULGIPE	11.066	45.533	-	56.598	372.744	429.342	191,71	2.121	8.729	-	10.850
NOVA PALMA	452	7.910	-	8.362	64.815	73.178	155,26	70	1.228	-	1.298
BOA VISTA	169.510	87.721	-	257.230	893.962	1.151.192	211,64	35.875	18.565	-	54.440
EMT	366.920	993.231	111.203	1.471.354	8.525.347	9.996.701	201,25	73.844	199.891	22.380	296.115
EMS	195.550	576.854	61.163	833.568	5.200.741	6.034.309	181,77	35.545	104.854	11.118	151.516
ENEL RJ	1.241.929	1.287.230	206.963	2.736.123	11.358.481	14.094.604	179,38	222.772	230.898	37.124	490.795
TOTAL	25.666.551	35.949.351	8.206.101	69.822.003	423.393.298	493.215.301	174,05	4.531.053	6.225.693	1.412.686	12.169.433
ESS	19.406	348.775	39.047	407.228	4.014.917	4.422.145	167,39	3.248	58.381	6.536	68.165
CPFL NOVA SANTA CRUZ	13.343	278.995	28.457	320.795	2.764.268	3.085.063	155,76	2.078	43.455	4.432	49.966

Obs³: Os custos das perdas para as distribuidoras foram calculados pela multiplicação dos montantes com o preço médio da energia dos processos tarifários, que são estimados e somente terão seu valor definitivo nos processos subsequentes calculados por componentes financeiros (Compensação de Variação de Valores de Itens da Parcela A - CVA - e sobre contratação);

Obs⁴: Os custos das perdas não técnicas para os consumidores são maiores do que o calculado na tabela abaixo. A regularização do consumo irregular de energia elétrica implica no aumento do mercado faturado da concessionária, ou seja, a incorporação de uma parcela desse consumo no rateio dos custos que formam a tarifa de energia elétrica.

ANEXO B – Valores de perdas regulatórias estabelecidos para as distribuidoras, para o ano de 2017, assim como os valores considerados nos processos tarifários vigentes - atualização em abril de 2018 (ANEEL³, 2018).

Distribuidora	Ano	MWh											PTecReg/ EI	PNTec/ EI	PNTecReg/ EI	PTot/ EI	PTotReg/ EI	PNTec/ BT	PNTecReg/ BT
		El - Energia Injetada	BT - Mercado Baixa Tensão	Perda Não Técnica Real (SAMP)	Perda Técnica Real (SAMP)	PTot - Perda Total	PTecReg - Perda Técnica Regulatória	PNTec - Perda Não Técnica	PNTecReg - Perda Não Técnica Regulatória										
RGE SUL	2017	9.921.773	4.166.996	347.505	668.752	1.016.257	644.618	371.639	204.600	6,50%	3,75%	2,06%	10,24%	8,56%	8,92%	4,91%			
AMAZONAS	2017	10.389.556	3.058.763	3.726.291	810.825	4.537.116	797.502	3.739.614	2.996.139	7,68%	35,99%	28,84%	43,67%	36,51%	122,26%	97,95%			
ENEL RJ	2017	14.374.156	6.716.190	1.798.088	1.176.132	2.974.219	1.308.048	1.666.171	1.269.731	9,10%	11,59%	8,83%	20,69%	17,93%	24,81%	18,91%			
EDP SP	2017	16.275.200	5.491.003	525.729	895.735	1.421.464	739.830	681.633	504.764	4,55%	4,19%	3,10%	8,73%	7,65%	12,41%	9,19%			
BOA VISTA	2017	1.196.129	704.344	198.669	84.092	282.761	84.231	198.529	95.582	7,04%	16,60%	7,99%	23,64%	15,03%	28,19%	13,57%			
CAIUA	2017	1.309.205	802.091	20.216	75.415	95.631	91.631	4.000	9.545	7,00%	0,31%	0,73%	7,30%	7,73%	0,50%	1,19%			
CEAL	2017	4.729.796	2.197.646	613.635	489.061	1.102.696	489.250	613.446	344.371	10,34%	12,97%	7,28%	23,31%	17,62%	27,91%	15,67%			
CEB	2017	7.101.178	3.891.639	345.484	545.261	890.745	529.819	360.926	274.224	7,46%	5,08%	3,86%	12,54%	11,32%	9,27%	7,05%			
CEEE	2017	9.900.273	4.747.079	1.206.078	492.898	1.698.976	595.006	1.103.969	381.656	6,01%	11,15%	3,86%	17,16%	9,87%	23,26%	8,04%			
CELESC	2017	26.335.381	9.993.345	750.884	1.598.341	2.349.226	1.572.749	776.477	372.260	5,97%	2,95%	1,41%	8,92%	7,39%	7,77%	3,73%			
ENEL GO	2017	15.273.124	7.751.246	301.305	1.482.700	1.784.005	1.430.023	353.982	300.748	9,36%	2,32%	1,97%	11,68%	11,33%	4,57%	3,88%			
CELPA	2017	12.092.202	5.867.108	1.848.744	1.481.063	3.329.807	1.227.096	2.102.711	1.994.817	10,15%	17,39%	16,50%	27,54%	26,64%	35,84%	34,00%			
CELPE	2017	16.246.885	7.492.098	1.360.957	1.374.624	2.735.582	1.580.010	1.155.572	1.037.278	9,73%	7,11%	6,38%	16,84%	16,11%	15,42%	13,84%			
ETO	2017	2.582.856	1.611.087	39.796	294.713	334.509	277.166	57.342	85.226	10,73%	2,22%	3,30%	12,95%	14,03%	3,56%	5,29%			
CENMAR	2017	7.488.524	4.863.634	478.994	807.521	1.286.515	903.266	383.250	628.516	12,06%	5,12%	8,39%	17,18%	20,46%	7,88%	12,92%			
EMT	2017	9.928.591	5.109.076	671.028	798.603	1.469.630	983.725	485.906	254.560	9,91%	4,89%	2,56%	14,80%	12,47%	9,51%	4,98%			
CEMIG	2017	49.522.869	18.752.993	1.634.851	4.916.477	6.551.328	3.882.592	2.668.735	1.430.853	7,84%	5,39%	2,89%	13,23%	10,73%	14,23%	7,63%			
CEPISA	2017	5.013.293	2.638.393	791.445	612.716	1.404.161	610.268	793.892	367.528	12,17%	15,84%	7,33%	28,01%	19,50%	30,09%	13,93%			
CERON	2017	4.264.711	2.155.812	731.275	475.515	1.206.790	475.430	731.360	-	11,15%	17,15%	0,00%	28,30%	11,15%	33,93%	0,00%			
CFLO	2017	304.137	157.803	-1.015	12.025	11.011	12.765	-1.754	-	4,20%	-0,58%	0,00%	3,62%	4,20%	-1,11%	0,00%			
CHESP	2017	135.031	93.375	2.218	15.913	18.131	13.071	5.060	1.064	9,68%	3,75%	0,79%	13,43%	10,47%	5,42%	1,14%			
CJIE	2017	593.923	149.707	2.330	21.498	23.828	25.396	-1.569	2.395	4,28%	-0,26%	0,40%	4,01%	4,68%	-1,05%	1,60%			
CLFM	2017	268.287	149.040	8.084	21.078	29.162	21.919	7.243	1.461	8,17%	2,70%	0,54%	10,87%	8,71%	4,86%	0,98%			
CLFSC	2017	1.269.620	630.704	12.082	106.954	119.036	98.523	20.514	1.046	7,76%	1,62%	0,08%	9,38%	7,84%	3,25%	0,17%			
CNEE	2017	691.150	427.725	-6.992	61.308	54.316	53.799	517	1.039	7,78%	0,07%	0,15%	7,86%	7,93%	0,12%	0,24%			
COCEL	2017	332.613	129.225	2.827	16.587	19.413	14.981	4.432	1.680	4,50%	1,33%	0,51%	5,84%	5,01%	3,43%	1,30%			
COELBA	2017	22.955.276	11.326.704	696.555	2.579.264	3.275.819	2.493.632	782.187	697.725	10,86%	3,41%	3,04%	14,27%	13,90%	6,91%	6,16%			
ENEL CE	2017	13.349.451	6.934.736	574.774	1.294.201	1.868.975	1.083.708	785.266	356.445	8,12%	5,88%	2,67%	14,00%	10,79%	11,32%	5,14%			
COOPERALIANÇA	2017	219.815	98.510	3.968	15.871	19.839	16.728	3.111	724	7,61%	1,42%	0,33%	9,03%	7,94%	3,16%	0,74%			
COPEL	2017	32.106.123	13.929.844	578.479	1.926.968	2.505.448	1.941.457	563.990	654.703	6,05%	1,76%	2,04%	7,80%	8,09%	4,05%	4,70%			
COSERN	2017	6.251.394	3.324.900	93.382	534.379	627.760	600.759	27.001	142.306	9,61%	0,43%	2,28%	10,04%	11,89%	0,81%	4,28%			
CPEE	2017	397.676	218.042	6.034	32.590	38.624	31.058	7.566	3.354	7,81%	1,90%	0,84%	9,71%	8,65%	3,47%	1,54%			
CPFL-Paulista	2017	34.884.940	14.188.179	1.148.872	1.970.808	3.119.681	1.952.510	1.167.170	654.075	5,60%	3,35%	1,87%	8,94%	7,47%	8,23%	4,61%			
CPFL-Piratininga	2017	15.141.912	5.340.606	298.954	832.383	1.131.337	765.726	365.611	208.284	5,06%	2,41%	1,38%	7,47%	6,43%	8,85%	3,90%			
CSPE	2017	537.447	249.828	9.988	42.793	52.691	31.924	20.767	1.170	5,94%	3,86%	0,22%	9,80%	6,16%	8,31%	0,47%			
DEMEI	2017	144.082	103.763	4.586	5.043	9.629	7.190	2.439	4.317	4,99%	1,69%	3,00%	6,68%	7,99%	2,35%	4,16%			
DME-PC	2017	495.435	199.130	20.440	20.263	40.704	20.263	20.440	1.855	4,09%	4,13%	0,37%	8,22%	4,46%	10,26%	0,93%			
EBO	2017	710.246	396.981	-11.975	54.263	42.288	42.686	-398	12.070	6,01%	-0,06%	1,70%	5,95%	7,71%	-0,10%	3,04%			
EDVSP	2017	984.603	583.192	-6.439	71.776	65.337	63.718	1.619	5.657	6,47%	0,16%	0,57%	6,64%	7,05%	0,28%	0,97%			
EEB	2017	1.190.962	459.747	-5.848	64.450	58.602	59.760	-1.158	1.655	5,02%	-0,10%	0,14%	4,92%	5,16%	-0,25%	0,36%			
EFLJC	2017	18.104	11.818	-	901	901	735	166	182	4,06%	0,92%	1,01%	4,98%	5,07%	1,41%	1,54%			
EFLUL	2017	99.837	24.231	-	277	277	3.875	-3.598	90	3,88%	-3,60%	0,09%	0,28%	3,97%	-14,85%	0,37%			
ELEKTRO	2017	16.506.113	7.636.176	357.349	856.007	1.213.356	856.007	357.349	249.703	5,19%	2,16%	1,51%	7,35%	6,70%	4,68%	3,27%			
ELETROACRE	2017	1.328.406	754.698	158.777	130.845	289.622	130.848	158.774	85.130	9,85%	11,95%	6,41%	21,80%	16,26%	21,04%	11,28%			
ELETROCAR	2017	199.637	115.825	5.025	14.121	19.146	13.176	5.970	1.520	6,60%	2,99%	0,76%	9,59%	7,36%	5,15%	1,31%			
ELETROPOL	2017	47.547.736	24.116.738	1.776.505	2.661.373	4.437.878	2.429.689	2.008.189	2.043.916	5,11%	4,22%	4,30%	9,33%	9,41%	8,33%	8,48%			
ELFISM	2017	553.377	377.787	16.827	39.576	56.403	48.664	7.739	15.405	8,79%	1,40%	2,78%	10,19%	11,58%	2,05%	4,08%			
EMG	2017	1.680.662	1.020.744	19.864	157.414	177.278	155.327	21.951	6.533	9,24%	1,31%	0,39%	10,55%	9,63%	2,15%	0,64%			
E.MS	2017	5.989.185	3.248.079	202.001	599.050	801.051	576.219	224.832	159.155	9,62%	3,75%	2,66%	13,37%	12,28%	6,92%	4,90%			
ENF	2017	373.617	249.456	-2.199	18.576	16.377	21.834	-5.457	-	5,84%	-1,46%	0,00%	4,38%	5,84%	-2,19%	0,00%			
EPB	2017	5.005.872	2.769.173	131.160	512.256	643.416	494.281	149.135	196.667	9,87%	2,98%	3,93%	12,85%	13,80%	5,39%	7,10%			
EDP ES	2017	11.317.812	4.425.247	528.635	939.104	1.467.739	808.205	659.534	506.691	7,14%	5,83%	4,48%	12,97%	11,62%	14,90%	11,45%			
ESE	2017	3.439.197	1.613.065	73.153	260.591	333.744	255.414	78.330	123.077	7,43%	2,28%	3,58%	9,70%	11,01%	4,86%	7,63%			
FORCEL	2017	42.380	21.170	-	-	-	2.022	-2.022	-	4,77%	-4,77%	0,00%	0,00%	4,77%	-9,55%	0,00%			
HIDROPAN	2017	93.128	55.006	612	4.483	5.095	3.747	1.347	162	4,02%	1,45%	0,17%	5,47%	4,20%	2,45%	0,30%			
IENERGIA	2017	297.081	131.356	9.489	21.628	31.116	21.619	9.497	5.375	7,28%	3,20%	1,81%	10,47%	9,09%	7,23%	4,09%			
LIGHT	2017	35.489.575	14.507.744	5.598.385	2.271.529	7.869.914	2.248.265	5.621.650	5.241.614	6,34%	15,84%	14,77%	22,18%	21,10%	38,75%	36,13%			
MUX-ENERGIA	2017	71.239	32.824	204	3.635	3.839	4.362	-523	595	6,12%	-0,73%	0,84%	5,39%	6,96%	-1,59%	1,81%			
RGE	2017	11.695.513	4.587.696	183.114	862.678	1.045.792	843.714	202.077	202.317	7,21%	1,73%	1,73%	8,94%	8,94%	4,40%	4,41%			
SULGIPE	2017	418.071	209.864	13.279	39.630	52.910	42.936	9.974	11.535	10,27%	2,39%	2,76%	12,66%	13,03%	4,75%	5,50%			
NOVA PALMA	2017	74.448	53.499	833	6.519	7.352	8.048	-696	289	10,81%	-0,93%	0,39%	9,88%	11,20%	-1,30%	0,54%			

Obs⁵: Perdas na distribuição = Perdas Técnicas + Perdas Não Técnicas;

Obs⁶: As perdas não técnicas são obtidas pela diferença dos montantes de perdas totais declarados pelas distribuidoras e as perdas técnicas regulatórias, conforme estabelecido no Módulo 7 do PRODIST;

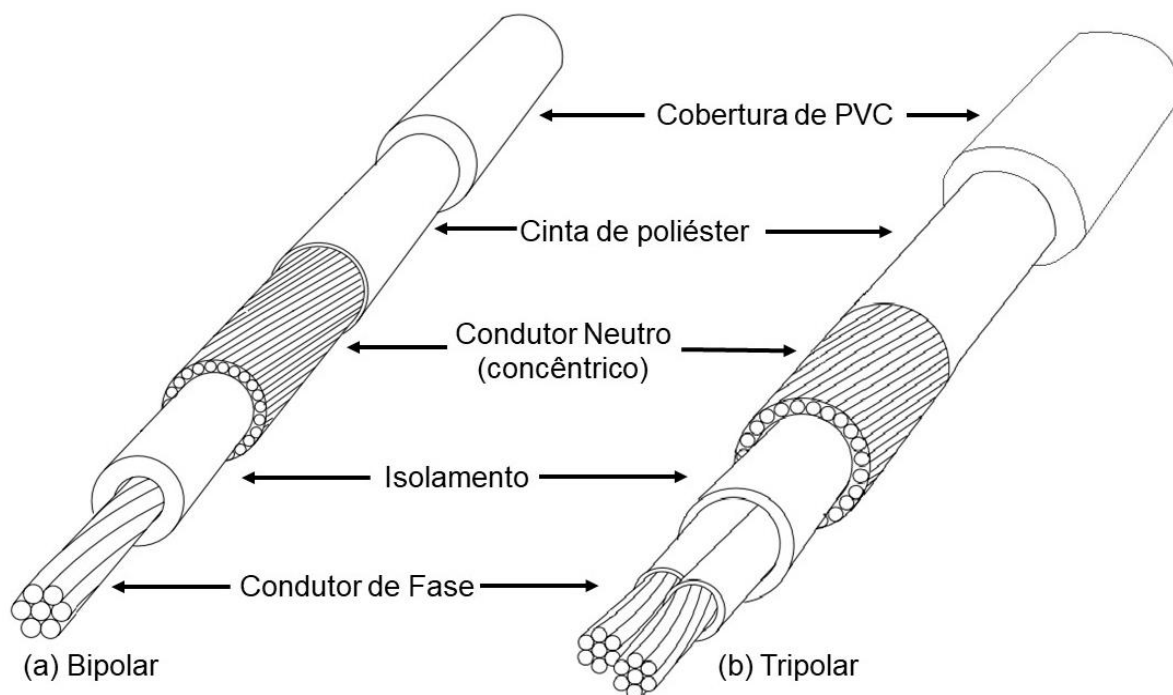
Obs⁷: Os montantes de Energia Injetada não consideram a energia transitada pelas redes do subgrupo A1;

Obs⁸: Os montantes de perdas técnicas e não técnicas regulatórias da tabela abaixo foram calculados para o ano civil respeitando os percentuais regulatórios vigentes de cada mês. Como os percentuais regulatórios das perdas técnicas são calculados nas revisões tarifárias (a cada 4 ou 5 anos), foi aplicada uma trajetória linear entre as perdas técnicas da última revisão com a anterior. Em razão desse procedimento, os novos percentuais regulatórios das perdas técnicas estabelecidos na próxima revisão de cada distribuidora alteram os valores passados;

Obs⁹: Conforme item 4, os percentuais de perdas técnicas da tabela abaixo não são coincidentes com a Resolução Homologatória do processo de revisão tarifária de cada concessionária;

Obs¹⁰: Os percentuais regulatórios de perdas não técnicas são estabelecidos sobre o mercado de baixa tensão, conforme consta na Resolução Homologatória do processo de revisão tarifária de cada concessionária;

Obs¹¹: Os dados de perdas da CEA e da CERR não foram considerados por motivo de inconsistência.

ANEXO C – Especificação técnica de cabos concêntricos de Baixa Tensão

Fonte: Adaptado ENEL (2017, p. 6-7).