

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DE CURITIBA  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA  
ÊNFASE EM ELETROTÉCNICA**

**GUILHERME KEY NAGAMINE**

**ESTUDO DAS PERDAS NÃO TÉCNICAS NO SISTEMA ELÉTRICO DE  
DISTRIBUIÇÃO E AS TECNOLOGIAS UTILIZADAS PARA SEU  
COMBATE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA**

**2011**

**GUILHERME KEY NAGAMINE**

**ESTUDO DAS PERDAS NÃO TÉCNICAS NO SISTEMA ELÉTRICO DE  
DISTRIBUIÇÃO E AS TECNOLOGIAS UTILIZADAS PARA SEU  
COMBATE**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase em Eletrotécnica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientadora: Profa. Annemarlen Gehrke Castagna, MSc.

**CURITIBA**

**2011**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha esposa Claudia Czarnik Nagamine por me apoiar nos momentos em que tive que dedicar parte do meu tempo ao curso. Por ter paciência e compreender o motivo da minha ausência no tempo que eu poderia dedicar à família.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perdas Por Região.....	19
Figura 2 – Perfil das Perdas de Energia no Brasil .....	21
Figura 3 - Perdas de Energia no Brasil em 2009 .....	22
Figura 4 - Panorama Macro das Perdas Comerciais por Estado Brasileiro .....	22
Figura 5 - Cabos roubados e já cortados para venda.....	25
Figura 6 - Equipamentos e Cabos Furtados .....	26
Figura 7 - Cabos Furtados .....	27
Figura 8 - Cabos cortados em tamanhos de 30 a 40 cm e ensacados para venda. ....	28
Figura 9 - Materiais encontrados nas casas de reciclagens e prontos para serem derretidos. ....	28
Figura 10 - Capacitores furtados e encontrados em ferro-velho. ....	29
Figura 12 - Furto de Energia através de ligação direta na rede elétrica.....	30
Figura 11 - Transformadores Furtados da Copel.....	30
Figura 13 - Desvio de energia escondida na parede da casa .....	31
Figura 14 - "Pesca de Energia" .....	32
Figura 15 - Ligação Clandestina. ....	32
Figura 16 - Furto de Energia na Rede de Baixa Tensão. ....	33
Figura 18 - Medidor de Lâmpada - Hora de J.B.Fuller (1878) .....	34
Figura 17 - Medidor de Lâmpada - Hora de Samuel Gardiner .....	34
Figura 19 - Medidor químico de energia de Thomas Edison. ....	35
Figura 20 - Medidor Trifásico Eletromecânico .....	36
Figura 21 - Esquema do circuito interno de um medidor eletromecânico.....	37
Figura 22 - Vista explodida do medidor eletromecânico polifásico.....	37
Figura 23 - Abertura do Elo de Potencial .....	38
Figura 24 - Rebaixamento do mancal .....	39
Figura 25 - Troca de engrenagens.....	39
Figura 26 - Deslocamento de Eixos .....	40
Figura 27 - Entradas de Tc's jumpeadas na placa do medidor eletrônico .....	40
Figura 28 - Engrenagens lixadas. ....	41
Figura 29 – “A máquina” .....	42
Figura 30 - Medidor eletrônico anti-fraude. ....	44
Figura 31 - Diagrama de Blocos de um Medidor Eletrônico. ....	45
Figura 32 - Vista Explodida do medidor eletrônico .....	46
Figura 33 - Conjunto de Medição para MT .....	47
Figura 34 - Exteriorização da Medição. ....	48
Figura 35 - Visualização interna do Conjunto de Medição. ....	49
Figura 36 - Medidor de Energia para pré-pagamento.....	52
Figura 37 – Unidade de Inteface do Usuário. ....	52
Figura 38 - Esquema de Instalação do Sistema. ....	53

Figura 39 - Rede convencional .....	54
Figura 40 - Rede com padrão DAT .....	55
Figura 41 - Rede percursora na rede de alta tensão. ....	55
Figura 42 - Rede com padrão DAT .....	56
Figura 43 - Poste com transformador e rede com padrão DAT.....	56
Figura 44 - Rede BT afastada e próxima da MT.....	57
Figura 45 - Rede com padrão DAT e com concentradores de medição centralizada. ....	57
Figura 46 - Rede antifurto. ....	61
Figura 47 - Vista interna do CS com seus medidores.....	62
Figura 48 - Esquema completo do Sistema de Medição Centralizada. ....	63
Figura 49 - Concentrador Secundário.....	64
Figura 50 - Concentrador Primário.....	66
Figura 51 - Módulo de Medição.....	67
Figura 52 - Troca de medidores " a quente" .....	67
Figura 53 - Terminal de Leitura Remota - CPR. ....	68
Figura 54 - Exemplo de Smart Grid no sistema Elétrico.....	70
Figura 55 - Difusão do furto de energia nas concessionárias do Brasil em relação à complexidade social. ....	73
Figura 56 - Intervenções nas caixas dos medidores.....	74
Figura 57 - Troca da engrenagem do medidor. ....	74
Figura 58 - Raspagem na engrenagem do medidor .....	75
Figura 59 - Proteção da baixa tensão através de uma barreira física. ....	76
Figura 60 - Barreira física para proteção da rede BT.....	77
Figura 61 - Barreira física para proteção da rede BT.....	77
Figura 62 - Barreira física para proteção da rede BT.....	78
Figura 63 - Proteção aplicada na cidade de Medellin.....	78
Figura 64 - Rede DAT com SGP+M.....	79
Figura 65 - Rede DAT adaptada com SGP+M.....	82
Figura 66 - Variação de Perdas - Medição Convencional x SGP+M.....	83
Figura 67 - Projeto Ampla Fase II com CPR.....	84
Figura 68 - Concentração das Perdas na concessão da Ampla em 2003 .....	85
Figura 69 - Perdas na área de concessão da AMPLA em 2003.....	85
Figura 70 - Perdas na área de concessão da AMPLA em 2009.....	86
Figura 71 - Evolução das Perdas Comerciais da Ampla (2003 - 2010).....	87

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Maiores Perdas de Energia por Concessionária no Brasil .....	20
Tabela 2 - Menores Perdas de Energia por Concessionária no Brasil .....	20
Tabela 3 – Trajetória Regulatória das Perdas .....	21
Tabela 4 - Resultados da Fase I do projeto publicados pela AMPLA.....	82

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Comparação entre funcionalidades ..... 71

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia Elétrica
AMR	<i>Automated Meter Reading</i>
ANEEL	Agencia Nacional de Energia Elétrica
AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEB	Companhia Energética de Brasília
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina S/A
CELG	Companhia Energética de Goiás
CEMAR	Companhia Energética do Maranhão
CEMAT	Centrais Elétricas Matogrossense S/A
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CEPISA	Companhia Energética do Piauí
CERJ	Companhia Energética do Rio de Janeiro
CFLO	Companhia Força e Luz do Oeste
COELCE	Companhia Energética do Ceará
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CP	Concentrador Primário
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CS	Concentrador Secundário
DAT	Distribuição Aérea Transversal
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e prestações de Serviço
MT	Média Tensão
NTC	Normas Técnicas COPEL
ONS	Organização Nacional de Sistemas
PT	Perdas Técnicas
PNT	Perdas Não Técnicas
RTM	Regulamento Técnico Metrológico
SDC	Superintendência Regional Distribuição Centro-Sul
SDL	Superintendência Regional Distribuição Leste
SDN	Superintendência Regional Distribuição Noroeste
SDO	Superintendência Regional Distribuição Oeste
SDT	Superintendência Regional Distribuição Norte
SGP+M	Sistema de Gerenciamento de Perdas + medição
SPC	Serviço de Proteção ao Crédito
PIS	Programa de Integração Social
RNA	Redes Neurais Artificiais
RSI	Rede Secundária Isolada
TCU	Tribunal de Contas da União

## SUMÁRIO

1.1	TEMA.....	10
1.1.1	Delimitação do Tema.....	11
1.2	PROBLEMAS E PREMISSAS .....	11
1.3	OBJETIVOS.....	12
1.3.1	Objetivo Geral.....	12
1.3.2	Objetivos Específicos .....	12
1.4	JUSTIFICATIVA.....	12
1.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	13
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>2</b>	<b>PERDAS ELÉTRICAS .....</b>	<b>16</b>
2.1	PERDAS TÉCNICAS .....	18
2.2	PERDAS COMERCIAIS .....	18
2.2.1	Roubo de Materiais e Equipamentos.....	24
2.2.2	Ligações Clandestinas.....	30
2.2.3	Medidores de Energia.....	33
2.2.4	Fraudes em Medidores de Energia.....	38
<b>3</b>	<b>EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS PARA COMBATE DE PERDAS COMERCIAIS .....</b>	<b>43</b>
3.1	MEDIDORES ELETRÔNICOS.....	43
3.2	CONJUNTOS DE MEDIÇÃO .....	47
3.3	MEDIDORES PRÉ – PAGOS .....	49
3.4	REDE DAT.....	53
3.5	REDE ANTIFURTO .....	59
3.6	SISTEMA DE MEDIÇÃO CENTRALIZADA .....	61
3.6.1	CONCENTRADOR SECUNDÁRIO –CS .....	64
3.6.2	CONCENTRADOR PRIMÁRIO –CP .....	65
3.6.3	MÓDULOS DE MEDIÇÃO.....	66
3.6.4	TERMINAL DE LEITURA REMOTA – CPR.....	68
3.6.5	SOFTWARE DE GERENCIAMENTO.....	68
3.7	SMART GRID .....	69
<b>4</b>	<b>O CASO AMPLA .....</b>	<b>72</b>
4.1	MÉTODOS UTILIZADOS PELA AMPLA PARA O COMBATE DAS PERDAS COMERCIAIS.....	75
4.2	PROJETO AMPLA – FASE I.....	81
4.3	PROJETO AMPLA – FASEII.....	83
4.4	ANÁLISE ATUAL DAS PERDAS NA AMPLA .....	84
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>88</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>90</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 TEMA

Denominam-se Perdas Técnicas de Energia, as perdas associadas ao transporte da energia pelas redes de transmissão e distribuição. As perdas não técnicas ou comerciais correspondem à diferença entre as perdas totais e as perdas técnicas, decorrentes de furto de energia, problemas na medição e faturamento, entre outros.

As somas das perdas técnicas e das perdas não técnicas constituem as perdas elétricas.

O furto de energia elétrica está tipificado no Código Penal no Art. 155:

*“É a subtração, para si ou para outrem, de coisa alheia.*

*§ 30 Equipara-se à coisa móvel a energia elétrica ou qualquer outra que tenha valor econômico.”*

Quando há furto de energia elétrica, parte dos custos é incorporada na tarifa para suprir a compra de energia e investimentos adicionais na rede.

Partindo da premissa justificada que “o honesto não deve e nem pode pagar pelo desonesto”, faz-se necessário desenvolver procedimentos ou implantar novas tecnologias para o combate às perdas não técnicas.

Nesse contexto, pode-se citar a AMPLA, uma concessionária de energia do Estado do Rio de Janeiro, que vem trabalhando metodologias para combater as perdas comerciais, modificando a instalação da rede de distribuição e utilizando novas tecnologias de medição de energia.

### 1.1.1 Delimitação do Tema

O trabalho aborda especificamente o estudo das perdas comerciais no sistema elétrico e as soluções aplicadas com êxito em algumas concessionárias brasileiras.

## 1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

O Sistema Brasileiro através do seu órgão regulador, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) vem trabalhando, junto aos órgãos relacionados ao sistema energético, condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes (concessionárias de energia) e beneficie toda a sociedade.

Para a manutenção da qualidade do fornecimento de energia elétrica, o balanço econômico entre fornecimento e faturamento deve ser melhorado através de novas ferramentas de medição e controle. Para que esse objetivo seja conquistado, há a necessidade de remunerar adequadamente os Agentes Reguladores através contratos honrados e regras claras. Deste modo, também os consumidores poderão conquistar modicidade tarifária (tarifa mais acessível para todos os cidadãos), qualidade de serviço e garantia de direitos.

O equilíbrio econômico e financeiro tem um impacto direto nas tarifas de energia, pois quanto mais energia vendida sem perdas, menor será a tarifa necessária para manter a qualidade dos serviços.

A ANEEL apresentou indicadores de 61 empresas analisadas, após o ciclo da revisão tarifária (PINHEIRO, 2010):

Perdas Técnicas: aproximadamente 4%;

Perdas Não Técnicas: aproximadamente 23%.

Custos das Perdas Não Técnicas no Brasil (considerando tarifa média de venda de R\$ 252,59 – Dez/2009): Energia – R\$ 2,2 Bilhões a.a.

A proposta deste trabalho é levar ao conhecimento da sociedade acadêmica a realidade das perdas ocorridas no Sistema Elétrico Brasileiro, suas consequências e apresentar algumas das tecnologias, inovações e soluções aplicadas no seu combate.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Analisar o comportamento das perdas comerciais em algumas das principais concessionárias de energia, como por exemplo, AMPLA e COPEL, as tecnologias aplicadas no seu combate e o estudar do caso AMPLA no estado do Rio de Janeiro.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, anteriormente citado, foram seguidos os seguintes passos:

- pesquisa sobre os tipos e comportamento das perdas comerciais de algumas concessionárias de energia no Brasil.
- estudo sobre o comportamento atual das perdas comerciais no sistema elétrico.
- pesquisa sobre as tecnologias utilizadas por algumas concessionárias de energia no combate às perdas.
- Análise do caso AMPLA.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

O aumento das perdas implica em maior compra de energia para atendimento do mercado. Como um exemplo hipotético, podemos supor que uma concessionária de distribuição verifique uma perda de 10% de energia; isso significa que, para atender um consumidor com consumo de 100 kWh/mês, a concessionária deve comprar 110 kWh de energia. Como a compra de energia faz parte da composição dos custos de uma distribuidora de energia elétrica, tem-se que perdas elevam os custos que devem ser repassados aos consumidores.

O uso racional e eficiente da energia elétrica tem impacto direto na sustentabilidade ambiental e social. O conhecimento sobre a realidade das perdas ocorridas no Sistema Elétrico Brasileiro e sobre as consequências dessas perdas para a sociedade nos permite refletir sobre o equilíbrio necessário para o êxito no combate às perdas. Esse equilíbrio pode ser simbolizado através de um tripé representado pela ação social, ação comercial e pela tecnologia. Com esse estudo, será possível agregar mais conhecimento para a comunidade acadêmica em geral em concordância com a competência técnica.

## 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Através dos objetivos traçados, foi feito um estudo bibliográfico dos tipos de perdas que ocorrem no Brasil e das diversas tecnologias atualmente existentes para combatê-las, estabelecendo as vantagens e desvantagens de cada técnica. São mostradas o comportamento das perdas elétricas e os respectivos impactos sobre as tarifas e sobre a regulação, os investimentos, programas e projetos das concessionárias de Energia, apresentando as soluções mais adequadas ao cenário brasileiro e novidades tecnológicas para o setor.

Na primeira etapa foi elaborado um estudo sobre as perdas elétricas comerciais no sistema elétrico brasileiro, e através de artigos de seminários, normas técnicas revistas, livros, pesquisa na internet entre outros, definindo quais são e como são combatidas.

Na segunda etapa são analisadas através de normas técnicas, regulamentação, palestras e pesquisa na internet, os impactos sobre as tarifas, a sociedade e o meio ambiente.

Na terceira etapa foram analisados através de pesquisa, revistas, artigos de seminários e livros, os métodos aplicados pelas companhias de energia elétrica para o combate às perdas comerciais, e estudadas as vantagens e desvantagens obtidas.

Na quarta etapa foram pesquisados investimentos, programas, projetos desenvolvidos e em desenvolvimento pelas concessionárias de energia, através de artigos de seminários, palestras, normas técnicas, revistas, livros, pesquisa na internet entre outros.

Na etapa final analisou-se o Caso Ampla e o seu sucesso no combate as Perdas Comerciais.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Seguindo a estrutura apresentada no item anterior, O presente trabalho é composto por 5 capítulos, sendo:

Capítulo 1: Introdução - esclarece o tema central, e de forma sucinta apresentar uma prévia da pesquisa a ser desenvolvida

Capítulo 2: Perdas Elétricas - inicia a fundamentação teórica através de histórico de modalidade de furto de energia do sistema elétrico brasileiro, traçando o perfil de consumo e perdas;

Capítulo 3: Evolução das Tecnologias para combate de perdas comerciais - descreve a evolução e os avanços tecnológicos dos sistemas/tecnologias utilizados pelas concessionárias de energia e sua adequação a normatizações relevantes e aplicáveis;

Capítulo 4: Estudo de Caso - aborda conceitos, definições, características, topologias das principais tecnologias utilizadas no Caso Ampla;

Capítulo 5: Conclusão- apresenta conclusões da viabilidade técnica e econômica das tecnologias pesquisadas no combate às perdas.

Capítulo Final: Elementos Complementares: Referências, Apêndices e Anexos.

## 2 PERDAS ELÉTRICAS

Em um sistema de distribuição de energia, ocorrem algumas perdas de energia elétrica. Pode-se dividi-las em dois tipos: as técnicas (PT), decorrentes da interação da corrente elétrica e de seus campos eletromagnéticos com o meio físico de transporte de energia, e as não técnicas (PNT) ou comerciais referentes à energia entregue, porém não faturada pela concessionária de energia. Essa última se origina tanto de erros de faturamento da distribuidora como de ações dos consumidores através de fraudes em medidores ou ligações clandestinas.

Conforme Resolução Normativa da ANEEL nº 166 de 10 de outubro de 2005:

*XIII – Perdas Elétricas do Sistema de Distribuição: perdas elétricas reconhecidas pela ANEEL quando da revisão tarifária periódica, compostas por:*

- a) perdas na Rede Básica, correspondentes às perdas nos sistemas de transmissão, apuradas no âmbito da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE;*
- b) perdas técnicas, correspondentes às perdas no transporte da energia na rede de distribuição; e*
- c) perdas não técnicas, correspondentes à parcela de energia consumida e não faturada por concessionária de distribuição, devido a irregularidades no cadastro de consumidores, na medição e nas instalações de consumo.*

Os grandes reflexos nas tarifas cobradas dos consumidores finais devido ao impacto na receita das empresas gerada pelo problema das perdas no Brasil vêm demandando especial atenção da ANEEL e das concessionárias de energia, na busca de soluções para equacioná-lo.

Segundo auditoria do Tribunal de Contas da União (TCU), (2008) para levantar o impacto das perdas comerciais, o Brasil deixa de receber por ano, cerca de R\$ 10 bilhões em impostos em razão de perdas de energia elétrica. Foi constatado na apuração que os consumidores ainda pagam 5% a mais nas tarifas e, nos últimos anos, tem ocorrido crescimento desses prejuízos, causados por furtos, falhas operacionais e ausência de medição.

A tecnologia utilizada pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica é uma das causas das perdas. Técnicos do TCU verificaram que, das 64 distribuidoras do Brasil, ainda existem empresas que usam medidores de indução para realizar a medição, cuja tecnologia tem mais de 100 anos. Isto dificulta a medição eficiente e conseqüentemente facilita o furto. Estes visitaram a LIGHT e a AMPLA, no Rio de Janeiro, e a MANAUS ENERGIA, no Amazonas, onde constataram que a “vulnerabilidade da rede elétrica é muito grande”.

Como parâmetro da grandeza do prejuízo causado pelas perdas, segundo o relatório, só o volume de energia perdida em 2007 poderia abastecer por um ano os estados de Minas Gerais, Ceará, Bahia e Pernambuco juntos. Além disso, toda a energia que será produzida pela Usina de Santo Antônio, no Rio Madeira (RO), corresponderá a pouco mais de 35% das perdas elétricas anuais do País.

O Rio de Janeiro apresenta uma das maiores índices de perdas do país, justificadas pelos problemas da violência e da ausência de fiscalização nas favelas. No entanto, segundo estudo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), as áreas mais pobres respondem por apenas 37% dessas perdas. Condomínios de luxo foram construídos com tecnologias que permitem fraudes no consumo de energia.

O volume de perdas de energia é um dos fatores que influencia o valor das tarifas pagas pela população. No primeiro ciclo de revisão tarifária de 2003, as perdas elétricas foram repassadas integralmente para os consumidores. A própria Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) reconheceu que as falhas foram causadas por ineficiências na

gestão. Já no segundo ciclo, iniciado em 2007 ainda em curso, a maioria das medidas para combater e regular os prejuízos com mais eficiência deixou de ser implementada.

O TCU recomendou que a ANEEL tomasse medidas para diminuir as perdas. A agência foi recomendada a estabelecer níveis de perdas técnicas admissíveis por meio de comparação entre as distribuidoras e definir uma trajetória descendente para os prejuízos, entre outras medidas.

## 2.1 PERDAS TÉCNICAS

Denominam-se Perdas Técnicas de Energia, as perdas associadas ao transporte da energia pelas redes de transmissão e distribuição.

As perdas técnicas correspondem às perdas inerentes ao processo de transmissão e distribuição, causadas pela passagem da corrente elétrica nos diversos elementos que compõem uma rede elétrica, efeito Joule nos condutores, ao estado de conservação de medidores de energia, às perdas nos núcleos dos transformadores e outros equipamentos, além de perdas ligadas às correntes de fuga no ar e nos isoladores.

## 2.2 PERDAS COMERCIAIS

Um dos grandes problemas em empresas de distribuição de energia elétrica está relacionado a perdas de energia por fraudes e outras irregularidades. Essas perdas, também chamadas de perdas não técnicas, podem ser vistas como uma forma de subtrair ilicitamente a energia distribuída.

As perdas não técnicas ou comerciais correspondem à diferença entre as perdas totais e as perdas técnicas, decorrentes de furto de energia, problemas na medição e faturamento, entre outros.

As perdas comerciais podem ser definidas como sendo a diferença entre a quantidade de energia consumida e a que foi faturada e estão relacionadas ao furto de materiais e equipamentos localizados na rede, desvios de energia no sistema de distribuição, fraudes realizadas por manipulação nos equipamentos de medição de energia e por inadimplências de alguns clientes. Essas perdas estão diretamente relacionadas ao modo de gestão comercial da concessionária distribuidora de Energia.

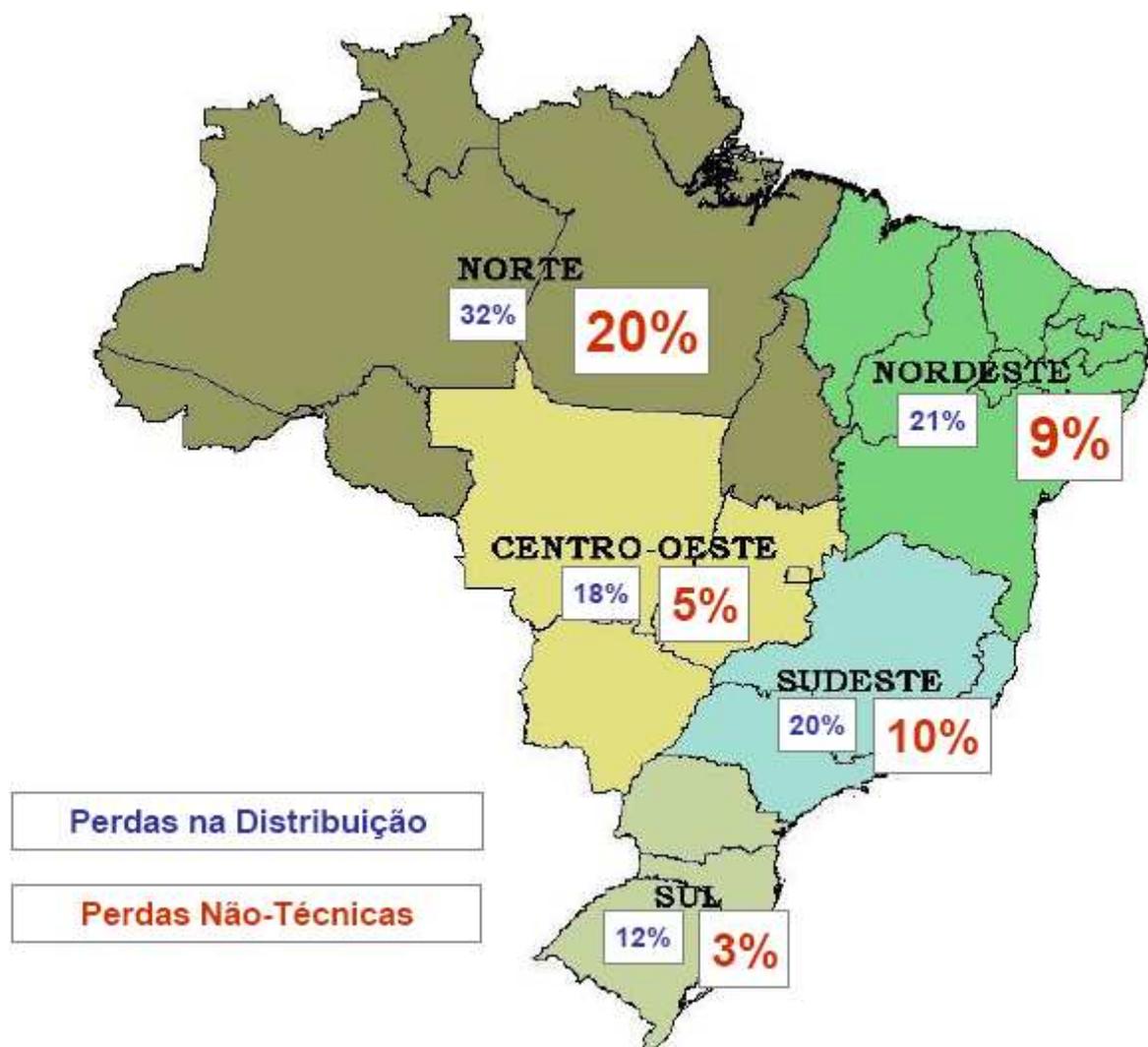


Figura 1 - Perdas Por Região

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição (2010)

Pos.	Distribuidora	Perdas Técnicas (%)	Perdas Não Técnica (%)	Perdas Dist. (%)
1	CELPA	14,3%	24,4%	38,8%
2	LIGHT	10,1%	24,2%	34,3%
3	CERON	7,9%	22,0%	29,9%
4	CEMAR	16,6%	17,8%	34,4%
5	AMPLA	10,1%	17,1%	27,2%
6	CEAL	11,3%	17,0%	28,3%
7	AMAZONAS ENERGIA	9,8%	16,8%	26,6%
8	ELETROACRE	15,6%	15,9%	31,5%
9	CEPISA	17,6%	15,8%	33,4%
10	ENERGISA PARAÍBA	14,1%	11,2%	25,3%
11	ELETROPAULO	7,0%	10,8%	17,8%
12	CEEE	7,2%	10,5%	17,7%
13	BANDEIRANTE	9,3%	10,1%	19,4%
14	ESCELSA	14,6%	10,0%	24,6%
15	BOA VISTA	7,8%	10,0%	17,8%

**Tabela 1 - Maiores Perdas de Energia por Concessionária no Brasil**

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição (2010)

Pos.	Distribuidora	Perdas Não Técnica (GWh)	Acumulado (GWh)	Acumulado (%)
1	LIGHT	4.494	4.494	19%
2	ELETROPAULO	3.460	7.954	34%
3	AMPLA	1.431	9.385	41%
4	CEMIG	1.286	10.671	46%
5	CELPA	1.269	11.940	52%
6	COELBA	1.007	12.947	56%
7	CPFL PAULISTA	856	13.804	60%
8	CELPE	852	14.656	63%
9	BANDEIRANTE	806	15.462	67%
10	AMAZONAS ENERGIA	771	16.233	70%
11	CEEE	741	16.974	73%
12	CEMAR	658	17.632	76%
13	ESCELSA	488	18.119	78%
14	CERON	437	18.556	80%
15	CEAL	408	18.964	82%

**Tabela 2 - Menores Perdas de Energia por Concessionária no Brasil**

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição (2010)

Pos.	Distribuidora	Perdas BT (%)	Dif. 3ª-2ª RTP (%)
4	CERON	32,75%	-10,92%
5	CEAL	29,75%	-9,91%
1	CELPA	40,11%	-8,29%
7	CEMAR	24,16%	-7,94%
2	AMAZONAS ENERGIA	39,20%	-7,38%
3	LIGHT	38,98%	-7,16%
6	AMPLA	27,13%	-6,43%
18	ENERSUL	14,32%	-5,73%
9	ELETROACRE	20,15%	-5,43%
12	ENERGISA PARAÍBA	17,56%	-5,17%
11	CEEE	19,23%	-5,14%
17	BOA VISTA	15,26%	-5,09%
21	CEMAT	12,47%	-4,20%
8	CEPISA	23,83%	-4,09%
14	ENERGIPE	17,40%	-4,02%
10	BANDEIRANTE	19,85%	-3,73%

**Tabela 3 – Trajetória Regulatória das Perdas**

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição (2010)



**Figura 2 – Perfil das Perdas de Energia no Brasil**

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

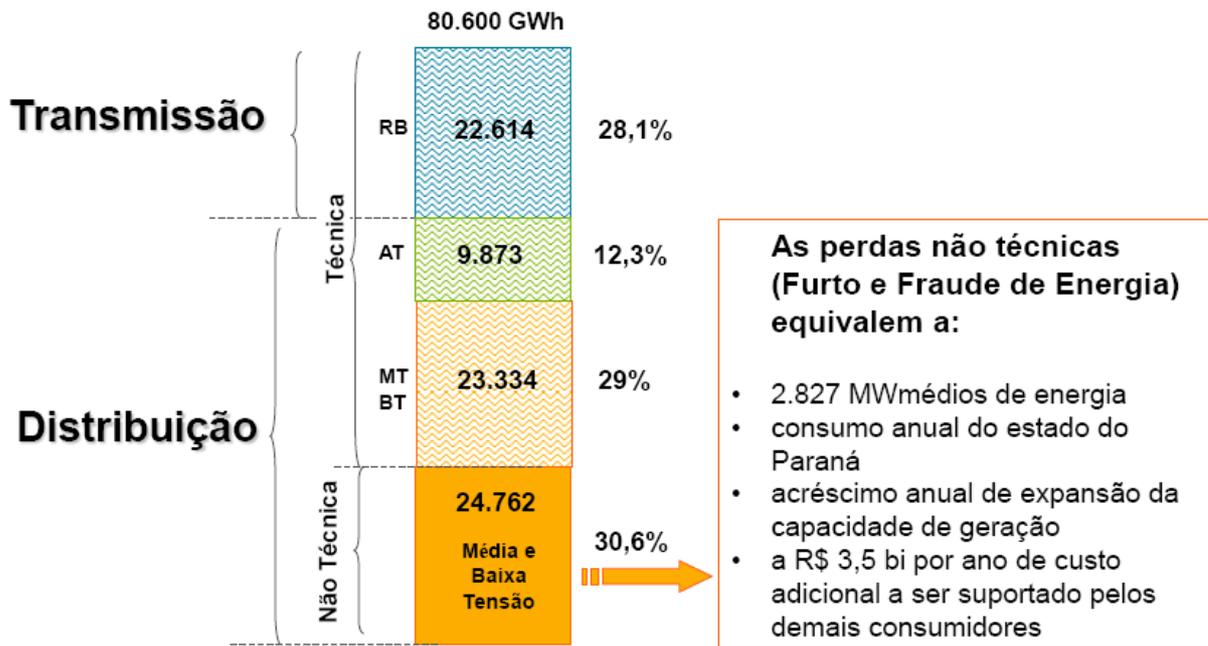


Figura 3 - Perdas de Energia no Brasil em 2009

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

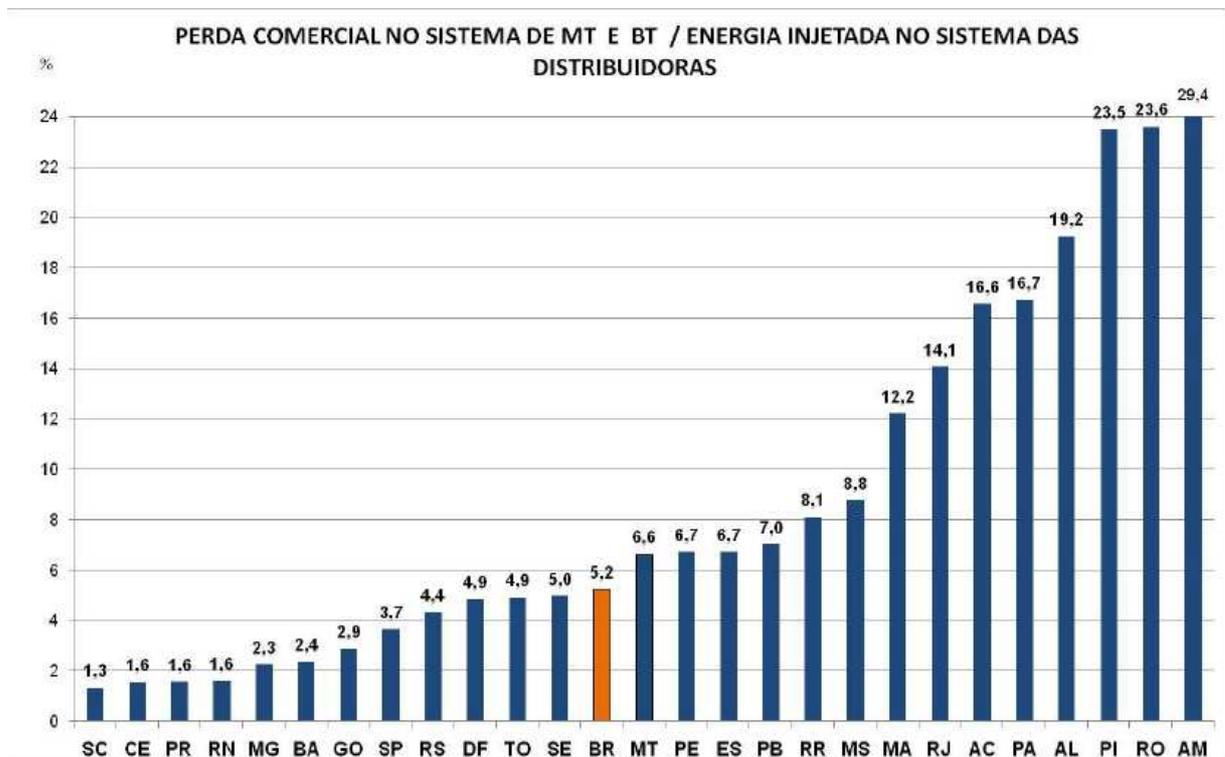


Figura 4 - Panorama Macro das Perdas Comerciais por Estado Brasileiro

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

A Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia Elétrica ABRADDEE (2009) faz distinção entre fraude e furto:

- A fraude ocorre na alteração do funcionamento dos equipamentos de medição, visando redução no registro de demanda e/ou consumo, induzindo ou mantendo a concessionária em erro. As infrações ocorrem quando há troca nas ligações de medições que fazem o disco girar para trás, bloqueio do disco do medidor, entre outras causas.

- No caso do furto, é subtraída energia elétrica das redes da concessionária sem medição e com prejuízo desta. A ligação clandestina e desvio de energia são citados como exemplos de furtos muito comuns no Brasil.

Dados de 2008 revelam que as perdas, de toda a energia produzida, chegam a 16 %, com média de 50% para cada uma das PT e PNT. Alguns estados da federação apresentam perdas técnicas que variam de 3 a 20%. As maiores perdas estão na Região Norte, da ordem de 19,7%. Nas outras regiões do Brasil as perdas são em torno de 13 e 14%, sendo adotado para o Brasil uma perda comercial de cerca de 13,6 % .

A ABRADDEE (2009) afirma que o total de energia desviada no Brasil abasteceria um estado cuja demanda fosse da ordem de 1,2 GWh. A Resolução nº 456/2000 trata de procedimentos ilegais praticados, penalizando o infrator a pena de reclusão de 2 a 8 anos e multa conforme Art. 155, e reclusão de 1 a 5 anos e multa no caso de infração relativa ao Art. 171. Algumas das possíveis causas podem ser listadas como segue: erro de faturamento, erros de medição, falta de medição, falhas no cadastro, fraude, fraude interna e iluminação pública, estas sobre controle da concessionária.

Desvio de energia, fraude e ligação clandestina são considerados fora do controle da concessionária. Pelo fato dos "leituristas" não terem fácil acesso a algumas áreas de favelas onde sabemos da existência de desvio de energia.

Uma das metas das concessionárias de energia elétrica para a redução das perdas comerciais é a capacitação de sua equipe técnica, nomeadamente a dos leituristas. As implicações no roubo e furto de energia no Brasil contemplam aspectos culturais, sociais e econômicos de nossa sociedade.

### 2.2.1 Roubo de Materiais e Equipamentos

O furto de Materiais e Equipamentos está relacionado ao vandalismo e principalmente a venda para reciclagem. Estas infrações ocorrem principalmente em grandes centros urbanos, onde há grande facilidade e procura na venda das matérias primas retiradas desses equipamentos.

Os cabos geralmente costumam ser derretidos e os componentes como: cobre e alumínio furtados e outros materiais são vendidos em ferros-velhos que não exigem notas fiscais pelo produto adquirido.

A AES Eletropaulo, concessionária que fornece energia para a capital do estado de São Paulo e mais 23 cidades paulistas, teve um prejuízo de R\$ 431.781,00 com o furto de fios de cobre no ano passado. Além disso, foram furtados 143 transformadores, constituídos de bobinas com fios de cobre em seu interior. O custo dos furtos chega a R\$ 220.649,00. O prejuízo total, desta forma, foi de R\$ 652.430,00 em 2008. Pelos cálculos da empresa, de 1º de janeiro até a primeira semana de dezembro de 2008, teriam sido furtados mais de 71 km de cabos de cobre, o preferido para ser negociado com sucateiros e ferros-velhos. Apesar disso, houve redução nos furtos de fios em relação aos anos anteriores. Em 2007, foram 98,05 km e em 2006, 90,4 km. Em relação aos transformadores, a imensa maioria foi furtada na região Oeste, que abrange a Zona Oeste da capital e demais cidades atendidas pela concessionária na região – 103 equipamentos, no total.

Outros 29 foram levados na região Sul e 11, na região do ABC. Ficam de fora da conta do prejuízo a energia que é deixada de ser fornecida - serviço que, em contrapartida, não é remunerado - a moradores, comércio, empresas e indústrias destas cidades e ainda o custo de mão-de-obra e material para o reparo das fiações danificadas. Na ponta do lápis, o déficit da concessionária no ano é ainda maior, mas o cálculo não está fechado. E quem paga a conta, obviamente, são os consumidores. Conforme Márcio Augusto Kviatkowski, gerente de segurança corporativa da AES Eletropaulo. Não é só a AES Eletropaulo que arca com o prejuízo, mas a população como um todo que é lesada em dobro, pois fica sem receber um serviço até que o reparo seja feito, também porque o custo destes furtos são repassados para os consumidores.



**Figura 5 - Cabos roubados e já cortados para venda**

**Fonte: GLOBO.COM, Apud Aes Eletropaulo 2008**

A região Norte, por exemplo, formada exclusivamente pela região central e da Zona Norte da capital paulista, é a campeã do ranking de furtos de fios de cobre: em 2008, foram 21,7 km. Em seguida, vem o ABC, integrado por sete cidades, com 19,57 km. O

preço que se paga pelo quilo de cobre nos ferros-velhos – que pode chegar a até R\$ 18 - faz o crime parecer bastante compensador, a ponto até mesmo de as pessoas se arriscarem a morrer eletrocutadas. Uma descarga elétrica da rede de alta tensão (até 138 kV), por exemplo, pode literalmente, “torrar” uma pessoa. Mesmo assim, a conta do lucro, para quem furta, é muito mais fácil de fazer do que a do prejuízo da empresa: apenas um metro de um cabo do diâmetro de um dedo polegar, utilizado em redes primárias ou para aterramento de equipamentos, pode pesar até 10 kg. Este metro de cabo pode ser vendido a R\$ 180,00. Diante disso, já foi possível até mesmo para a AES Eletropaulo identificar dois tipos de pessoas que optam por correr o risco de cometer os furtos e, assim, sustentar um mercado ilegal, segundo Márcio Augusto: “A gente sabe o perfil de quem rouba. Tem o de baixa renda, que furta fios para vender e trocar por drogas, e tem um pessoal que age de forma organizada”, explica. O prejuízo maior, obviamente, é causado por estas verdadeiras quadrilhas que furtam fios e equipamentos. “Esse tipo é mais complicado de combater, pois são ex-funcionários de empresas terceirizadas e que, por isso, sabem onde tem de cortar, sabem onde o cabo está ou não energizado”, afirmou o gerente da empresa.



**Figura 6 - Equipamentos e Cabos Furtados**

**Fonte: GLOBO.COM, Apud Aes Eletropaulo 2008**

Como resposta a esta “organização”, foi criada já na década de 1980 até mesmo uma delegacia exclusiva, a Delegacia de Repressão a Furto de Fios (DRFF), subordinada à 3ª Delegacia da Divisão de Crimes Contra o Patrimônio, do Departamento de Investigações sobre Crime Organizado (DEIC).

“É um problema crônico, o roubo de fios. Para tentar coibi-los, fazemos um trabalho de inteligência e de apoio a esta delegacia, como, por exemplo, identificar os receptadores deste material, no caso os ferros-velhos e usinas de reciclagem. Mas, em muitos casos, não temos como comprovar que o cabo é da AES Eletropaulo”, lamentou. E quando consegue, os cabos e fios estão praticamente inutilizados. Em um depósito, a empresa acumula nada menos do que 40 toneladas de produtos furtados. Um verdadeiro apagão no bolso dos consumidores.



**Figura 7 - Cabos Furtados**

**Fonte: GLOBO.COM, Apud Aes Eletropaulo 2008**

Em uma operação realizada pela CELG em 2004 registrou a apreensão de materiais furtados da rede elétrica como mostra as figuras 8, 9 e 10.



**Figura 8 - Cabos cortados em tamanhos de 30 a 40 cm e ensacados para venda.**

**Fonte: CELG / Programa de Combate ao Furto de Cabos e Ramais**



**Figura 9 - Materiais encontrados nas casas de reciclagem e prontos para serem derretidos.**

**Fonte: CELG / Programa de Combate ao Furto de Cabos e Ramais**



**Figura 10 - Capacitores furtados e encontrados em ferro-velho.**

**Fonte: CELG / Programa de Combate ao Furto de Cabos e Ramais**

A Concessionária Paranaense de Energia - COPEL em março de 2007 registrou o furto de dois transformadores furtados ilustrados na figura 8, apresentam alto custo para a Concessionária, porém os materiais furtados dos dois transformadores não ultrapassam 10 kg de cobre, e de acordo com a COPEL não renderão mais que R\$ 40,00 por essa quantidade de material.

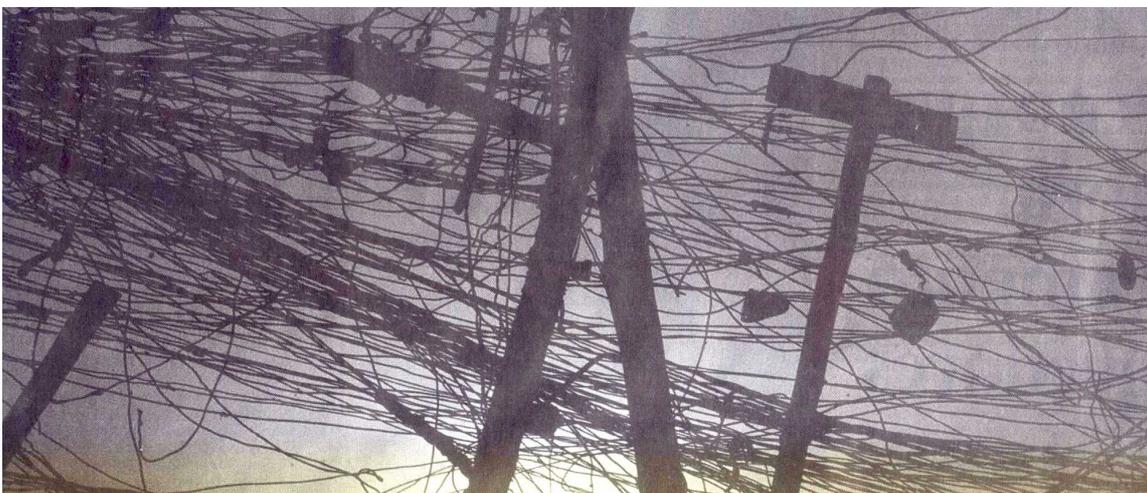


**Figura 11 - Transformadores Furtados da Copel.**

**Fonte: COPEL 2008**

### 2.2.2 Ligações Clandestinas

Os furtos de energia nas linhas de distribuição são realizados na maioria dos casos, através de ligações clandestinas ou mais popularmente conhecido por “gatos”.



**Figura 12 - Furto de Energia através de ligação direta na rede elétrica.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

As ligações clandestinas são feitas diretamente na rede da distribuidora de energia sem equipamento intermediário que oferece segurança aos consumidores. Elas provocam perigos à sociedade, pois provocam choques elétricos, curtos-circuitos que podem resultar em ferimentos e até a morte por descargas elétricas e até incêndios nas residências com ligação sem segurança e que utilizam fios quebrados ou sem um isolamento adequado, além de sobrecargas no sistema elétrico que compromete equipamentos da rede de distribuição como transformadores e pode ocasionar interrupções no abastecimento de outros consumidores.

As figuras 13, 14, 15 e 16, apresentam alguns exemplos de ligações irregulares praticadas pelos consumidores.



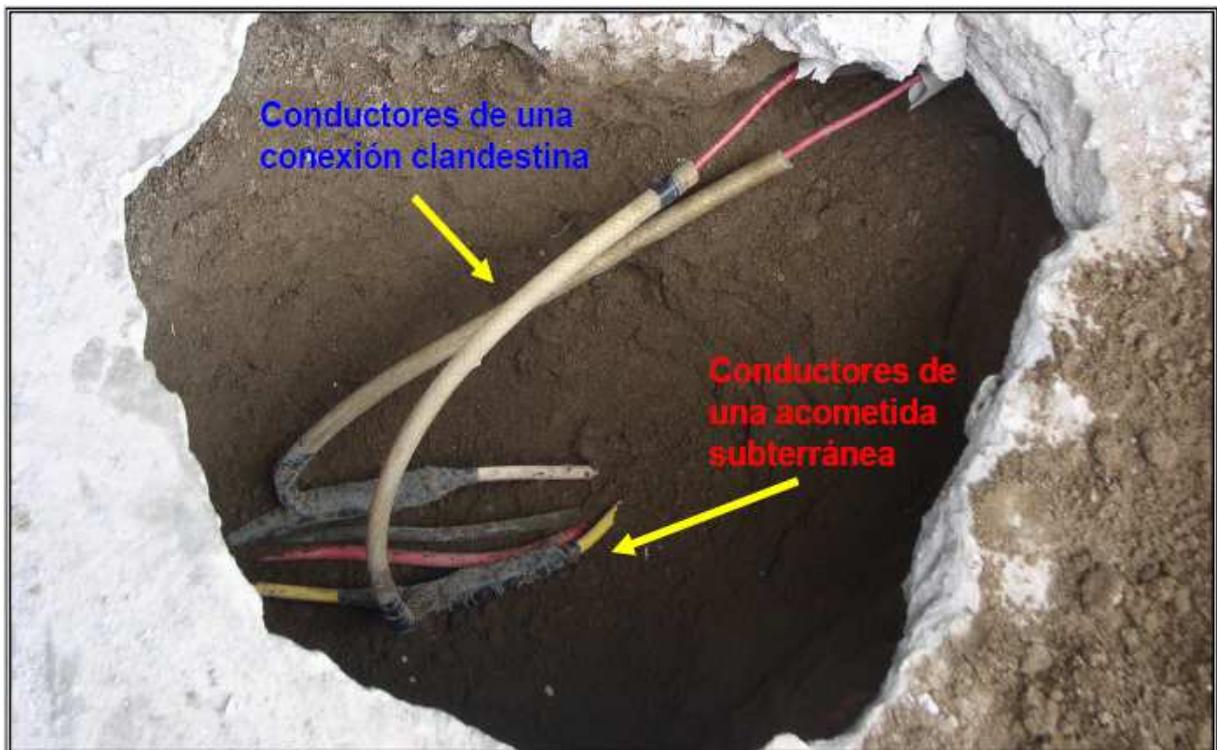
**Figura 13 - Desvio de energia escondida na parede da casa**

**Fonte: CELPE 2006**



**Figura 14 - "Pesca de Energia"**

Fonte: LANDIS+GYR 2010



**Figura 15 - Ligaçao Clandestina.**

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010



**Figura 16 - Furto de Energia na Rede de Baixa Tensão.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

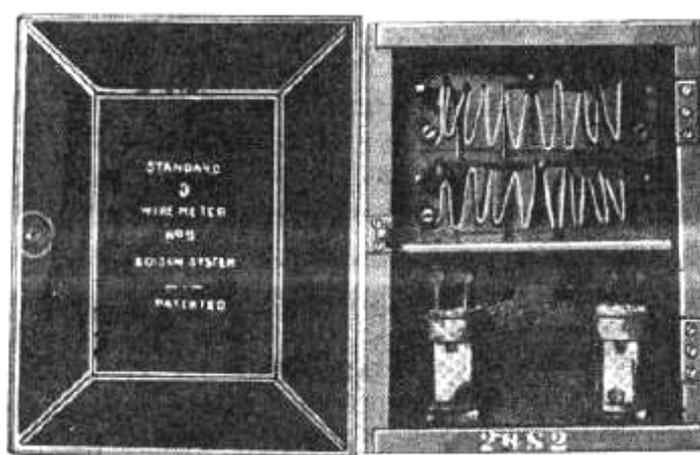
### 2.2.3 Medidores de Energia

O primeiro equipamento destinado a quantificação do consumo de energia elétrica reconhecido pela ciência foi desenvolvido e patenteado por Samuel Gardiner, no ano de 1872. Tratava-se de um medidor lâmpada-hora (figura 14), o dispositivo simplesmente indicava o período que uma lâmpada permanecia acesa, baseado no fato de que a carga era conhecida e a corrente era praticamente contínua, calculava-se que o produto entre o tempo ligado e a potência nominal da carga.

Em 1878, J.B. Fuller desenvolveu um medidor de lâmpada-hora para operação em corrente alternada (figura 15), composto por um relógio-contador cujo mecanismo era acionado por um par de bobinas que vibravam com a frequência de alimentação, realizando desta forma o avanço da contagem.



quando as cargas apresentavam variações de potência ao longo do período de operação. Nos anos entre 1878 e 1880, Thomas Edison desenvolveu o primeiro medidor de quantidade de eletricidade (figura 16) ao invés de medir por quanto tempo o circuito ficou energizado. Tratava-se de um medidor químico, possuía placas que se deterioravam e sua diferença com relação a uma placa nova resultava na quantidade de energia consumida.



**Figura 19 - Medidor químico de energia de Thomas Edison.**

**Fonte: Watthourmeters 2010**

Mas foi a partir da aplicação do princípio da indução, demonstrado pelo professor Galileo Ferraris, em 1885, que os medidores vieram a adquirir melhor precisão. Pelo princípio de Ferraris: o fluxo magnético produzido por duas bobinas, agindo sobre um rotor metálico, produz uma força, que o faz girar. É este o princípio de funcionamento de todos os medidores de corrente alternada fabricados até os dias de hoje.

Este medidor ainda é muito utilizado, e sua aplicação se concentra no grupo B - grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV (RESOLUÇÃO 456-2000) - , mais especificamente no grupo B1 – residencial baixa renda. Reflexo do fato que, este equipamento, até um tempo atrás, seu custo era considerado baixo e havia grande

disponibilidade, visto que sua utilização como meio de medida do consumo é antiga, e foi aperfeiçoado ao longo do tempo. O medidor eletromecânico de potência ativa, conforme pode ser visto na figura 20, possui uma bobina de corrente que conduz a corrente de linha, e a bobina de potencial mede a tensão submetida através da linha. Ambos os enrolamentos são feitos sob uma estrutura metálica de forma a criar dois circuitos eletromagnéticos.

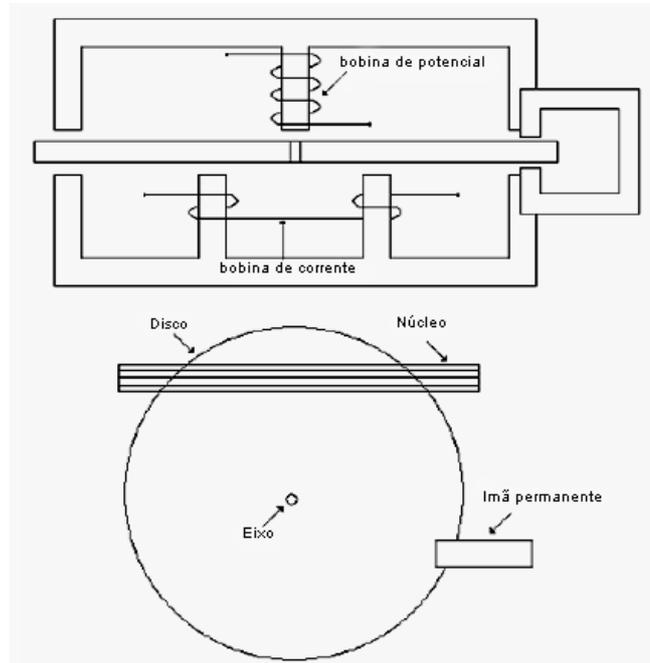


**Figura 20 - Medidor Trifásico Eletromecânico**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

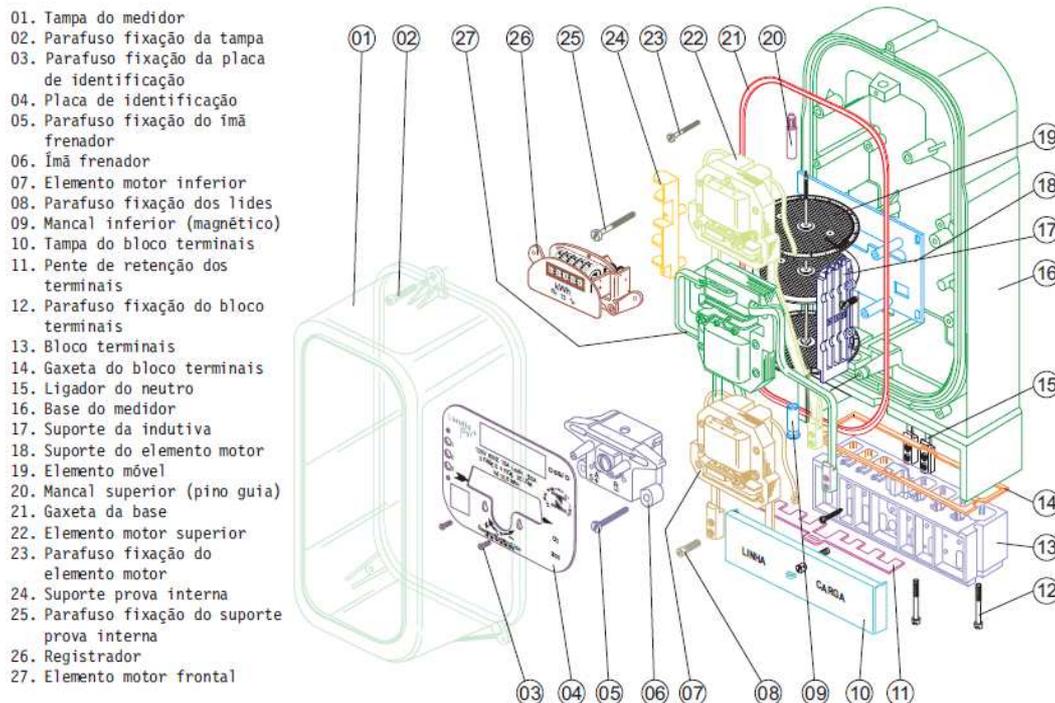
Um disco leve de alumínio é suspenso na região do campo magnético criado pela bobina de corrente, conforme pode ser visto na figura 21. Neste disco são induzidas correntes parasitas ou correntes de Foucault de modo a fazer com que o disco gire no seu próprio eixo. O número de rotações do disco é proporcional à energia consumida

pela carga em um certo intervalo de tempo, e a medida é feita em quilowatt- hora (kWh)(MEDEIROS, 1980).



**Figura 21 - Esquema do circuito interno de um medidor eletromecânico**

Fonte: MEDEIROS 1980



**Figura 22 - Vista explodida do medidor eletromecânico polifásico**

Fonte: LANDIS+GYR 2010

A partir da década de 1970, com as descobertas na área de eletrônica, os fabricantes de medidores começaram a introduzir registradores eletrônicos e dispositivos de medição e leitura automáticos. Nos anos 1980, os fabricantes passaram a oferecer contadores híbridos com registradores eletrônicos montados em medidores do tipo indução. No início da década de 1990, novos progressos no domínio da eletrônica permitiram aos fabricantes começar a introdução de contadores totalmente informatizados e utilizados sem partes móveis (para fornecer além dos parâmetros normais utilizados, várias funções novas para o medidor).

No Brasil, os medidores de energia elétrica eletrônicos começaram a surgir no final da década de 80 e início da década de 90.

#### 2.2.4 Fraudes em Medidores de Energia

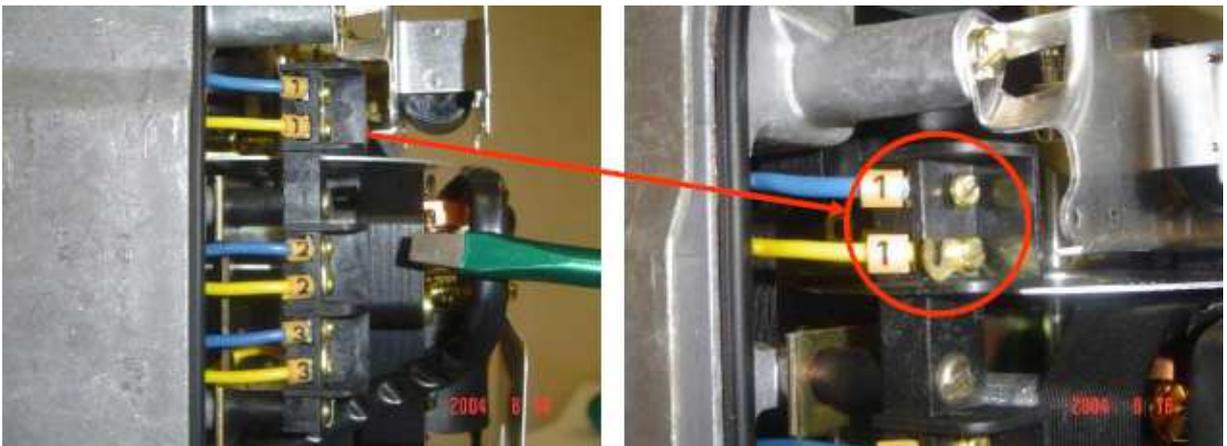


Figura 23 - Abertura do Elo de Potencial

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010



Figura 24 - Rebaixamento do mancal

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

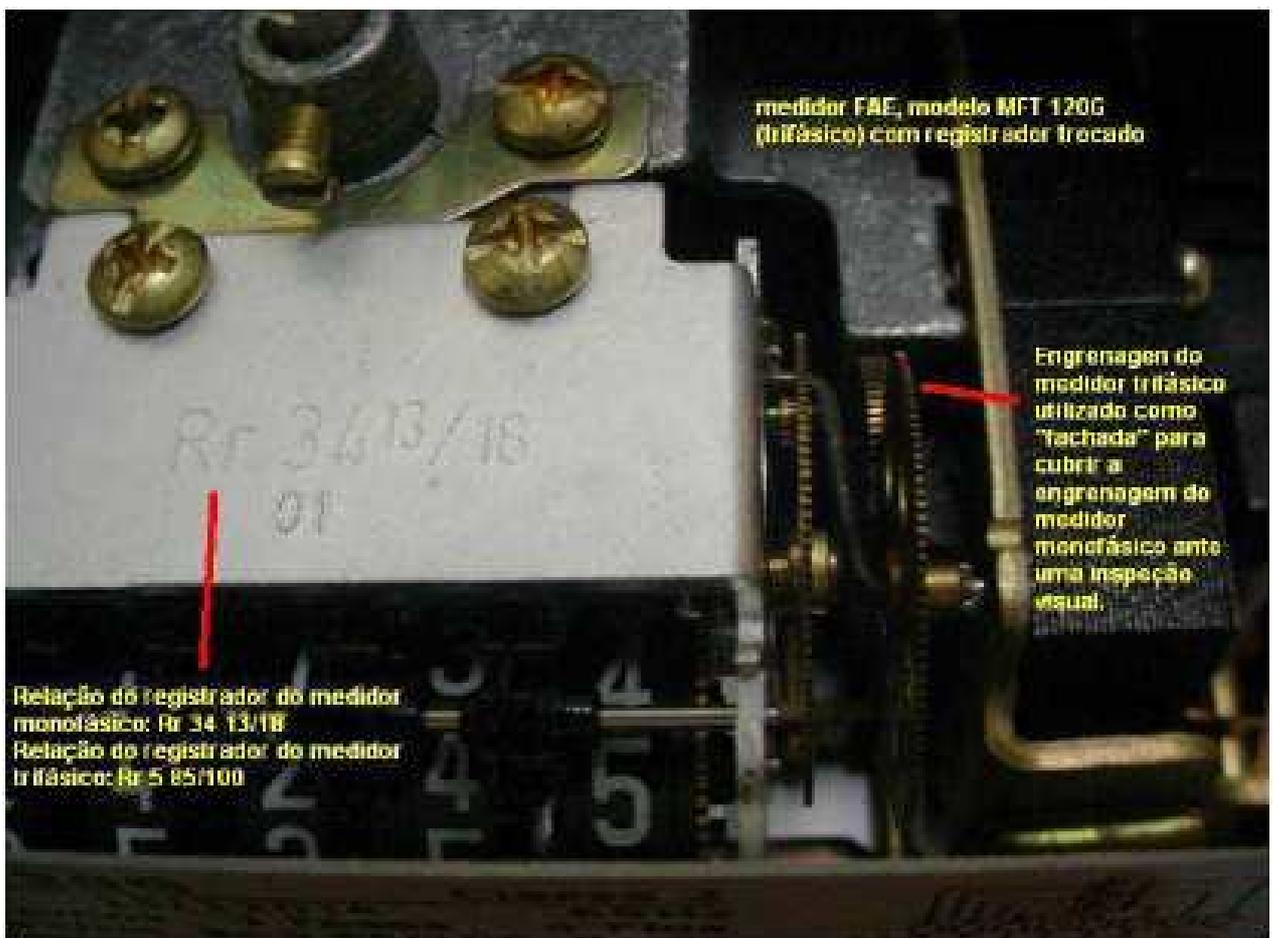


Figura 25 - Troca de engrenagens.

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

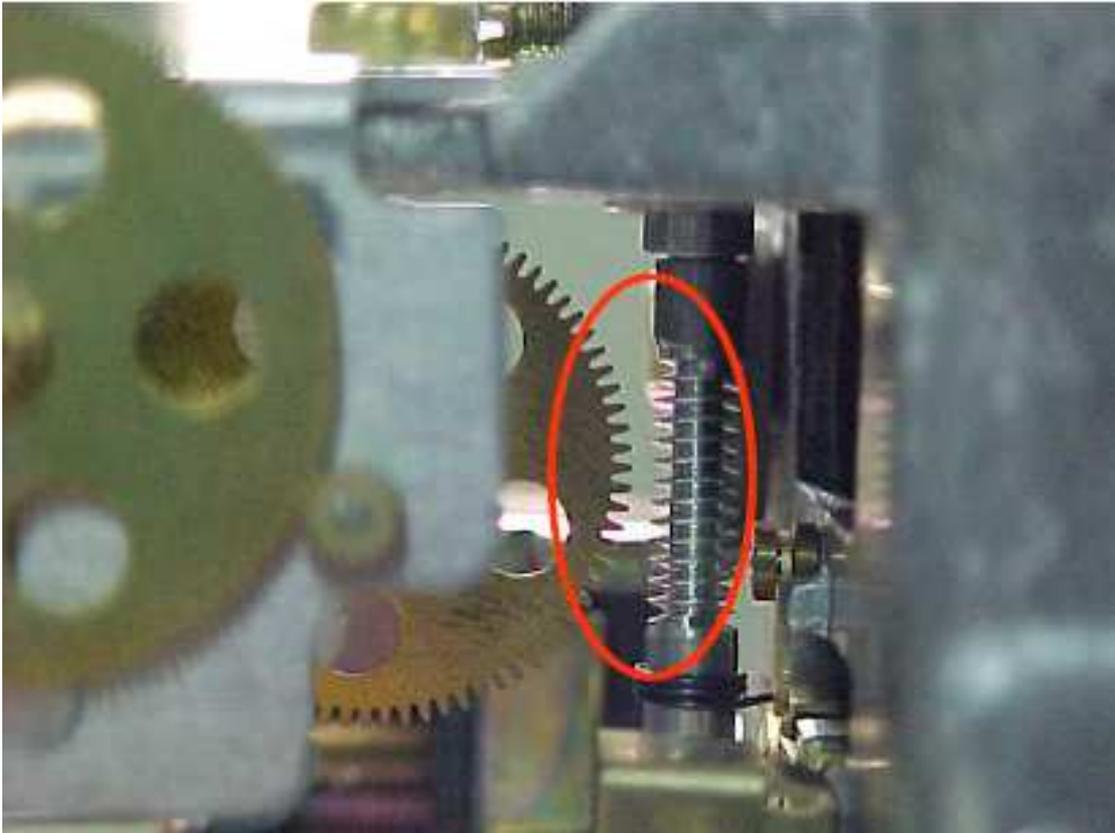


Figura 26 - Deslocamento de Eixos

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010



Figura 27 - Entradas de Tc's jumperadas na placa do medidor eletrônico

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010



Figura 28 - Engrenagens lixadas.

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

Constante busca de meios para fraudar as medições, um exemplo claro disso é “A MÁQUINA”, dispositivo eletrônico construído na cidade de Sousa cuja função é isolar o neutro alterando assim a referencia de tensão nos bornes da bobina de potencial do medidor.

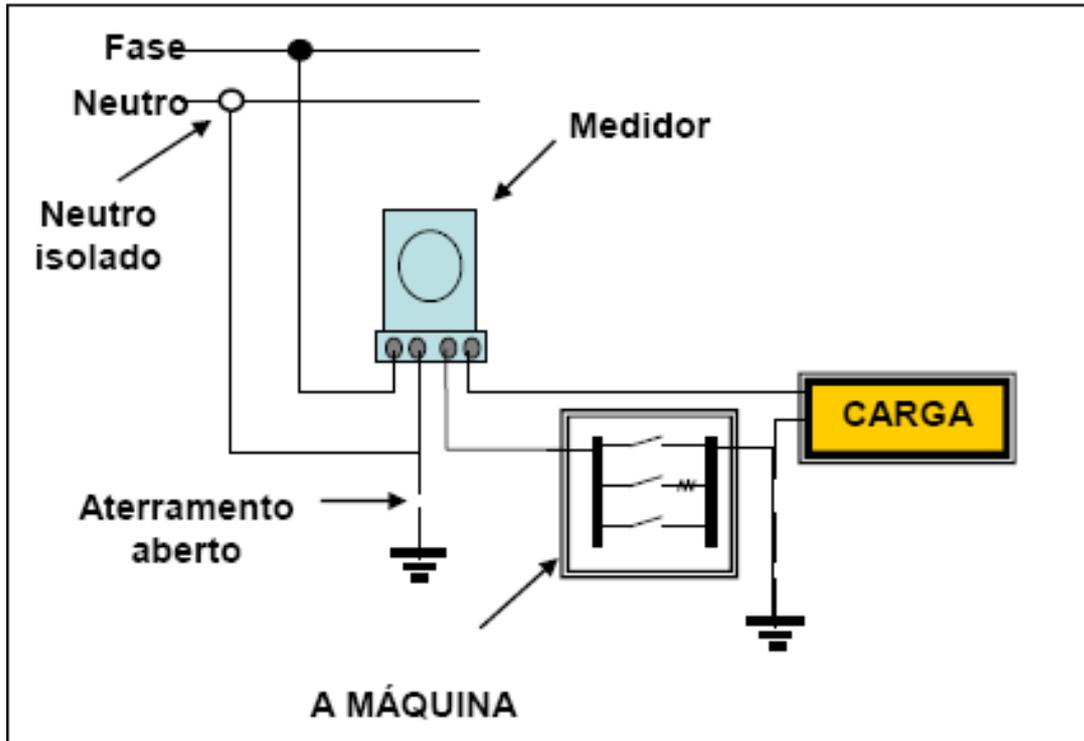


Figura 29 – “A máquina”

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

### **3 EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS PARA COMBATE DE PERDAS COMERCIAIS**

#### **3.1 MEDIDORES ELETRÔNICOS**

A partir da década de 1970, com as descobertas na área de eletrônica, os fabricantes de medidores começaram a introduzir registradores eletrônicos e dispositivos de medição e leitura automáticos. Nos anos 1980, os fabricantes passaram a oferecer contadores híbridos com registradores eletrônicos montados em medidores do tipo indução. No início da década de 1990, novos progressos no domínio da eletrônica permitiram aos fabricantes começar a introdução de contadores totalmente informatizados e utilizados sem partes móveis (para fornecer além dos parâmetros normais utilizados, várias funções novas para o medidor).

No Brasil, os medidores de energia elétrica eletrônicos começaram a surgir no final da década de 80 e início da década de 90.

Os medidores eletrônicos possuem muitas vantagens em relação aos medidores eletromecânicos de indução que, devido às suas características operacionais de construção, tais como o uso de componentes indutivos como bobinas, possuem algumas limitações e restrições para que sua operação seja confiável.

Os medidores eletrônicos podem possuir diversas funções além da principal, como a possibilidade de comunicação com dispositivos externos, capacidade de armazenamento das leituras em memória interna não volátil, a medição de energia reativa de demanda incorporada e recursos para a aplicação de tarifas horo-sazonais. Com isto, os medidores eletrônicos são utilizados como elemento sensor de sistemas de gerenciamento de energia ao mesmo tempo em que operam como registradores de consumo para o faturamento pela concessionária. Além disso, pode possuir recursos para realização de corte de fornecimento de energia à distância, tele leitura e possuir um sistema de pré-pagamento (PAULINO, 2006).

A utilização de medição digital da energia elétrica é cada vez mais evidente no Brasil. O setor alvo até pouco tempo, o industrial, esteve na ponta de utilização de medidores digitais, porém o uso em escala residencial se mostra favorável. Hoje, mais de 90% do parque nacional ainda é de medidores eletromecânicos e o principal entrave à entrada do produto eletrônico no Brasil era o seu alto preço, inviável para o mercado residencial (SILVA, 2007). Atualmente, porém, essa tecnologia está mais acessível possuindo valores cada vez mais próximos aos dos eletromecânicos.

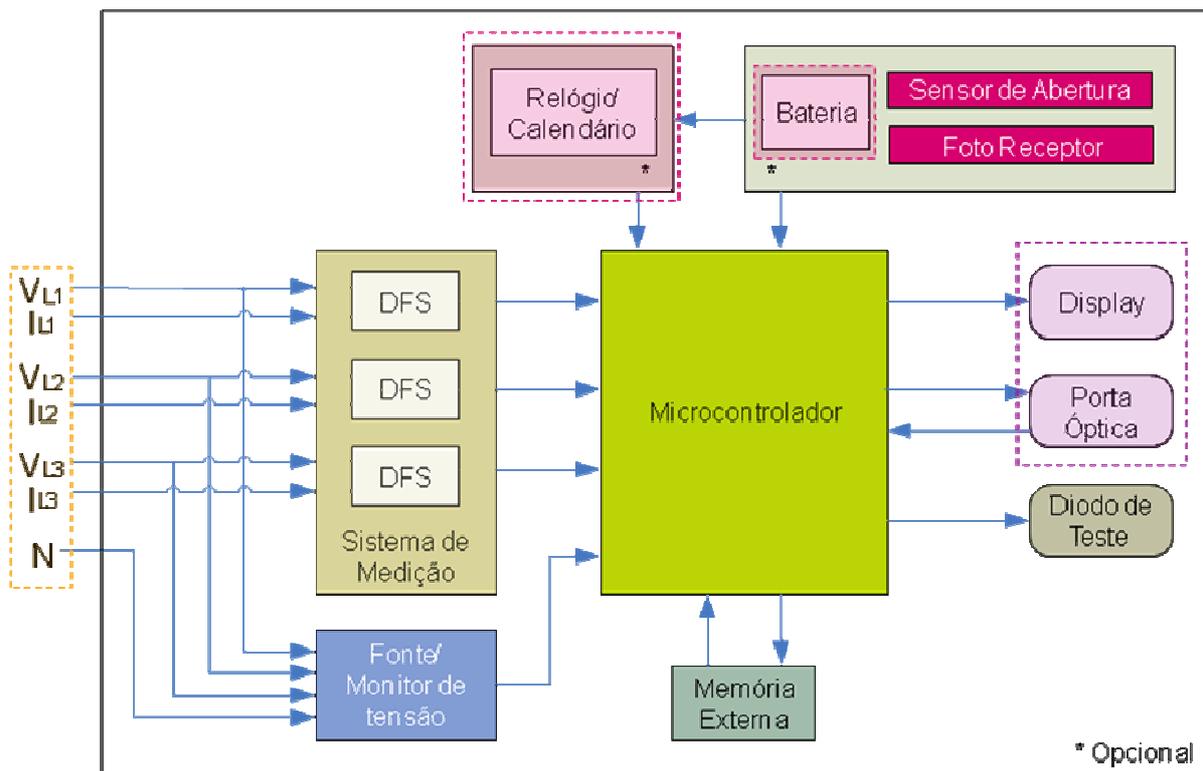
Os equipamentos de medição digital possibilitam o combate às fraudes e roubos de energia utilizando-se de medição centralizada, bem como dispositivos anti-fraude. Na figura 12, um medidor eletrônico monofásico anti-fraude que mostra avisos luminosos e informações em seu display.



**Figura 30 - Medidor eletrônico anti-fraude.**

**Fonte: ELECTROMETER 2010**

Os medidores de energia eletrônicos possuem o seu funcionamento baseado na medição através de alguns princípios de medição como o shunt, transformadores de corrente, bobina de Rogoswki, etc. São compostos por microprocessadores que possibilitam melhor exatidão na medição, utilização de *display* de LCD para visualização, memória de massa, comunicação, etc.



**Figura 31 - Diagrama de Blocos de um Medidor Eletrônico.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

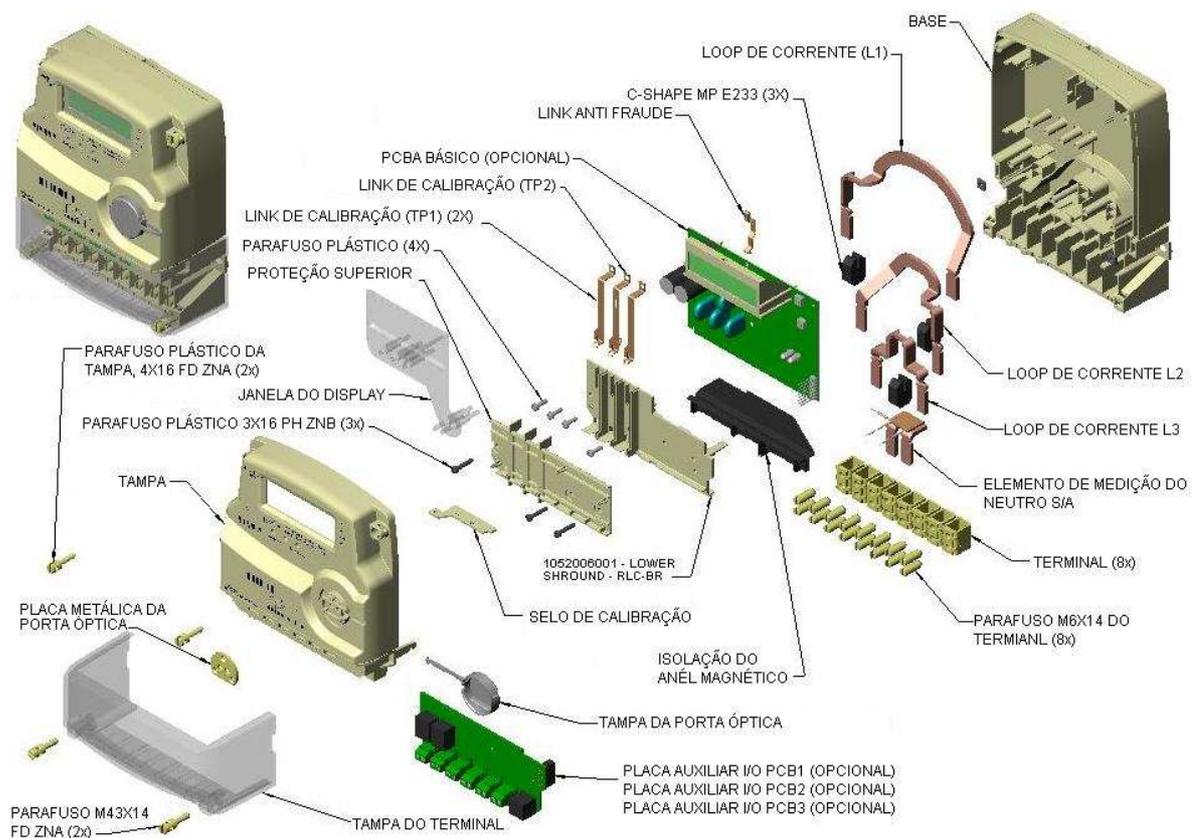
As conexões de fase (L1, L2, L3) e neutro, são responsáveis em prover energia para medição de energia e para suprir a fonte de energia do medidor.

Três elementos de medição DFS (*Direct Field Sensor*) geram um sinal proporcional à potência em cada fase com base na tensão aplicada e corrente circulante. Esse sinal é convertido para um sinal digital para o futuro processamento pelo microprocessador.

O microcontrolador soma os sinais digitais das fases individuais e forma pulsos de energia fixa. Ele separa esses pulsos de acordo com

a direção do fluxo de energia, em positivo e negativo. Ele então os processa de acordo com a constante do medidor e alimenta o respectivo registrador de acordo com a tarifa, determinada pelo controlador de tarifas. O microcontrolador também controla a comunicação de dados com o mostrador (*display*), a interface óptica e ainda garante uma operação segura mesmo em evento de falta de energia.

Uma memória não volátil (EEPROM) contém os parâmetros configurados no medidor e assegura os dados de faturamento – registros de energia – contra perda quando de uma falta de energia.



**Figura 32 - Vista Explodida do medidor eletrônico**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

## 3.2 CONJUNTOS DE MEDIÇÃO

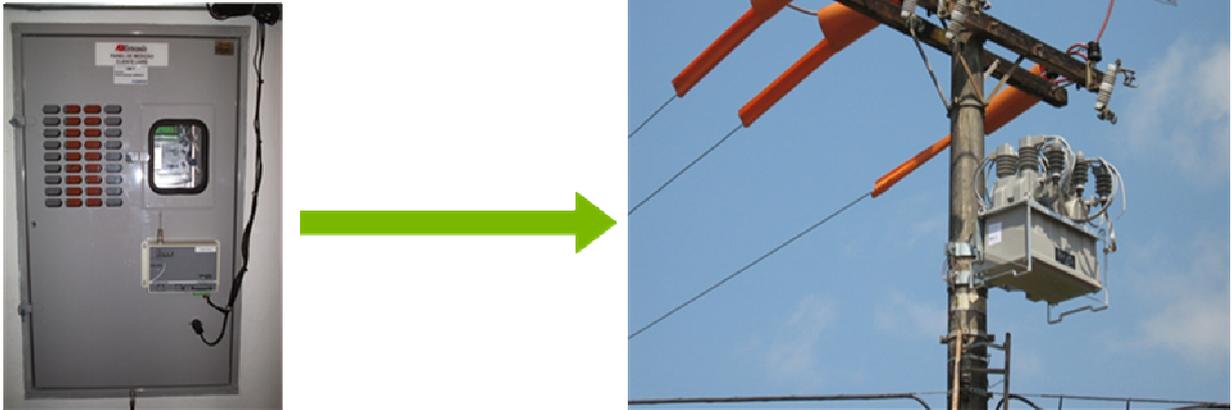
Consiste de um módulo composto por 3 TPs e 3 TCs que, acoplado a um medidor eletrônico e à telemetria, envia on-line os dados à central da concessionária, evitando furtos de maneira eficiente.



**Figura 33 - Conjunto de Medição para MT**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

A idéia principal de utilização do conjunto de medição é a de exteriorizar a medição da subestação do consumidor e colocar no poste próximo à rede de média tensão, conforme mostrado na figura 34.

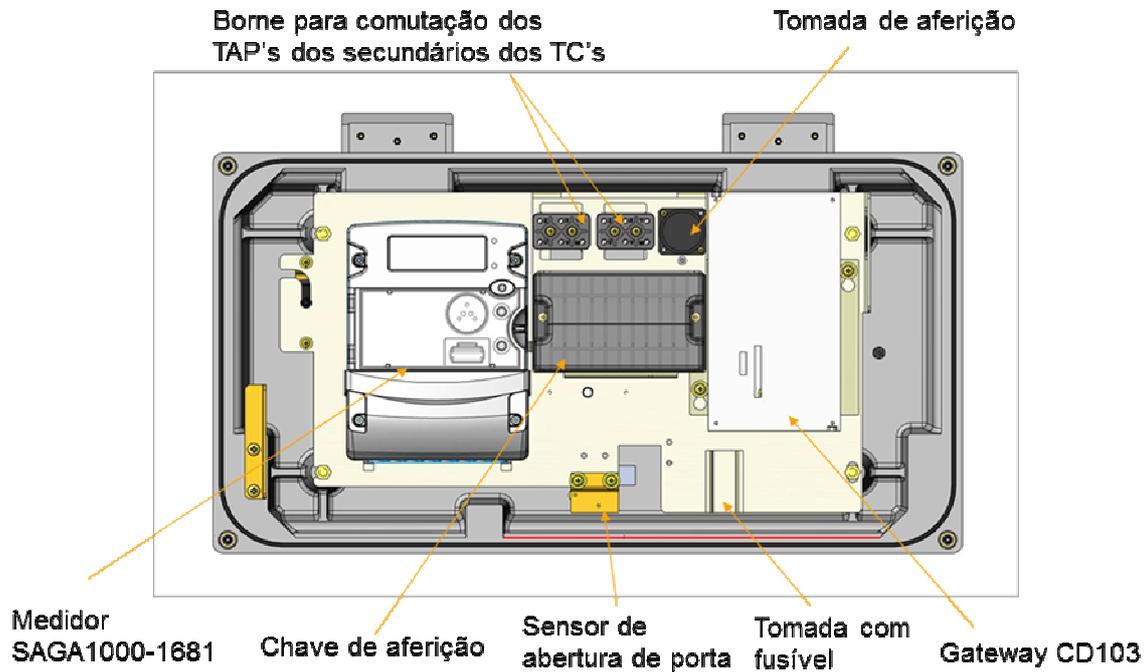


**Figura 34 - Exteriorização da Medição.**

**Fonte: SERTA 2011**

Além do combate ao furto de energia, seguem algumas das vantagens na utilização do equipamento:

- Diminui o tempo de instalação e implementação do sistema, pois engloba em um só produto a solução completa;
- Pode ser instalado em linha viva;
- Oferece maior segurança e agilidade na reposição de peças, pois os componentes são disponibilizados por um só fornecedor;
- Proporciona maior segurança operacional em função do menor número de conexões na instalação;
- Permite fazer a medição com o equipamento no alto do poste;
- Combina medição, monitoramento remoto (*gateway*) e funções anti-fraude e violação do sistema em uma única solução, opcional;
- Permite uso de medidor eletrônico THS com memória de massa e monitores de qualidade de energia.



**Figura 35 - Visualização interna do Conjunto de Medição.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

### 3.3 MEDIDORES PRÉ – PAGOS

Concessionárias e distribuidoras de energia de todo o país aguardam a homologação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para um novo produto, desenvolvido no Paraná, que pode revolucionar o setor elétrico nacional: é a venda de energia elétrica por cartão pré-pago.

O princípio é o mesmo do cartão telefônico e o objetivo é garantir economia aos consumidores. O Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec), centro de excelência tecnológica com sede em Curitiba, já disponibilizou 2 mil protótipos do produto, que estão em teste. Com o cartão, o consumidor, pessoa jurídica ou física, pode adquirir, previamente, determinada quantidade de energia, conforme sua necessidade. O sistema beneficiará, por exemplo, proprietários de casas de veraneio que são obrigados, atualmente, a pagar uma taxa

mínima mensal, mesmo que o imóvel permaneça fechado durante todo o ano. O cartão poderá ser comprado também por vendedores ambulantes - bastante comum no Norte e no Nordeste - que usam energia de estabelecimentos comerciais próximos ao seu ponto. Com o uso do cartão a concessionária poderá disponibilizar medidores eletrônicos especiais de energia, desenvolvidos pelos técnicos do laboratório.

Outra modalidade de faturamento que pode ser utilizado é o sistema microprocessado, que opera a partir de um Medidor Eletrônico de energia ativa e reativa. É uma solução para a medição precisa, venda e gerenciamento de energia elétrica.

Pode ser configurado para o sistema de cartão pré-pago -tipo *smartcard*, com microchip. Permite a leitura remota do consumo, comunicação óptica serial, controle de demanda e multitarifação.

Dispensa o uso de baterias para a manutenção de valores em caso de falta de energia. Apresenta memória não volátil. Dimensões e características obedecem às especificações e normas técnicas aplicáveis. Mede as energias ativa, reativa e a demanda. Possibilita medições com tarifa diferenciada de acordo com o horário do dia (Tarifa Amarela). Conta com terminal para ligação (opcional) a um canal de comunicação, para leitura e operação remotas. Atende as características próprias do mercado energético brasileiro. Desenvolvido em parceria com a Procomp. Para a tarifa diferenciada, o medidor permite uma série de programações para cada um dos dias da semana. Ele pode ser programado para operar com tarifa mais elevada nos horários de pico de demanda (entre 18h e 21h, por exemplo) e com tarifa reduzida em outros períodos do dia. Com o uso planejado de energia, o usuário pode obter um consumo maior, com redução no preço da tarifa.

Além do Lactec, a Landis+Gyr também possui uma linha de produtos de medidores pré-pagos que são fabricados na África do Sul, e distribuídos para vários países onde a regulamentação para essa modalidade de medição já está regulamentada e consolidada.

, A concessionária e o cliente operam sobre um acordo sustentável: O cliente contrata uma determinada quantidade de energia, entregue na quantidade contratada a medida que é consumida, não poderá demandar mais que essa quantidade de energia contratada.;

O processo de funcionamento do sistema é bem simples:

- A entrada dos créditos de energia se realiza em uma sequencia ininterrupta, em intervalos de 15 segundos;
- A disponibilidade do serviço está condicionada ao resultado do balanço entre as suas demandas e a acumulação dos créditos que o cliente consegue estabelecer;
- Se o cliente esgota todo o seu crédito, o fornecimento de energia fica suspenso de forma transitória até que consiga reestabelecer o equilíbrio entre as suas demandas e a nova acumulação de créditos;
- O tempo básico de restituição do fornecimento é de 30 segundos;

O cliente pode a qualquer momento comprar mais créditos de energia (além dos que estarão sendo creditados a cada 15 segundos ininterruptamente).

A energia disponível será a soma da energia disponível (saldo) mais a energia que o cliente comprou.

As figuras 36 e 37 mostram as partes que compõem a solução de medição de pré-pagamento da Landis+Gyr.



**Figura 36 - Medidor de Energia para pré-pagamento.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2011**



**Figura 37 – Unidade de Interface do Usuário.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2011**

O Sistema compreende o *Software* de Gestão para a operação de “Medidores-Administradores” de Energia Elétrica Pré-Paga, o qual

opera em conjunto com dispositivos de encriptação denominados Processadores de Alta Segurança (HSP-*High Security Processor*), Treinamento e os Serviços Correlatos.

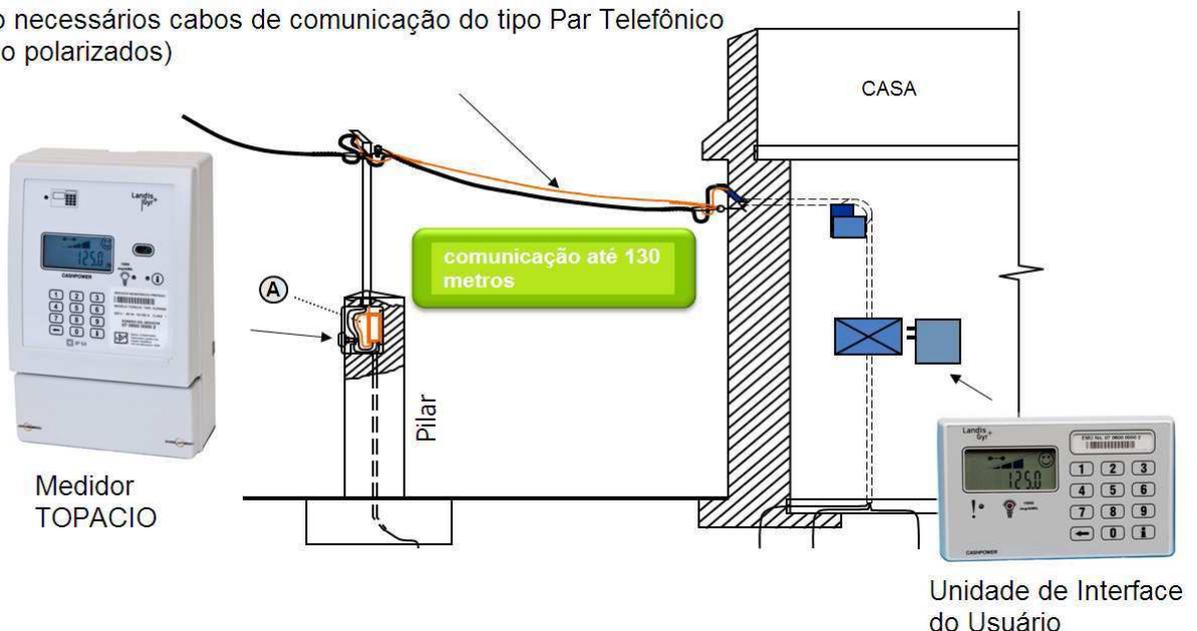
O meio de transferência para a creditação da energia adquirida pelo cliente é um código numérico de 20 dígitos cifrado, conforme a IEC 62055-41, denominado “Número de Transferência de Crédito” (NT), único para cada cliente e para cada operação, o qual será gerado pelo Sistema através do Processador de Alta Segurança (HSP) e impresso na Fatura/Recibo da Venda de Energia.

O Cliente digitará este “Número de Transferência de Crédito” via teclado do seu medidor, creditando assim a energia adquirida. Assim mesmo, o Cliente poderá repetir a operação de compra quantas vezes e pelo valor que lhe sejam mais convenientes, conseguindo uma efetiva autoadministração do uso da energia.

### INSTALAÇÃO TÍPICA

**Comunicação** (com a interface do usuário)

são necessários cabos de comunicação do tipo Par Telefônico (não polarizados)



**Figura 38 - Esquema de Instalação do Sistema.**

Fonte: LANDIS+GYR 2011

### 3.4 REDE DAT

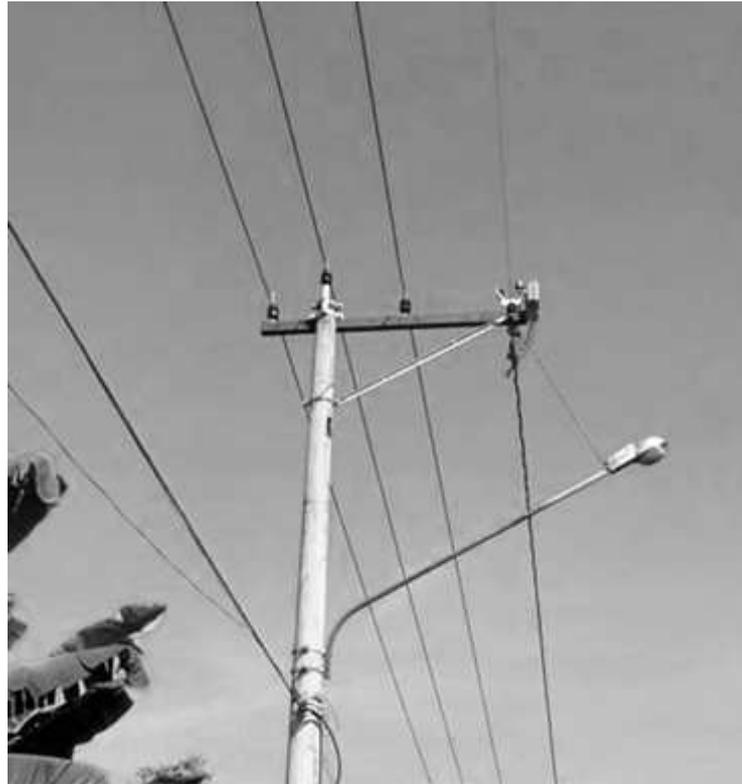
O sistema de Distribuição Aérea Transversal (rede DAT) é uma solução técnica para combater o furto de energia, que até 2005 causava à Ampla perdas comerciais de cerca de 15%, resultantes principalmente de ligações clandestinas. Além disso, a nova rede reduz também considerável parcela das chamadas perdas técnicas, atualmente da ordem de 10%, ocasionadas pela transformação e transporte da eletricidade no sistema de distribuição.

A figura 39 ilustra a rede convencional e as figuras de 40a 45 ilustram a rede com padrão DAT.



**Figura 39 - Rede convencional**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**



**Figura 40 - Rede com padrão DAT**

Fonte: LANDIS+GYR 2010



Maior distância  
entre rede BT e  
poste

Caixas de  
distribuição e  
ligações afastada  
do poste

Cabo de BT pré-  
reunido

Medição do  
transformador

Utilização de  
transformadores  
de pequena  
potência (até 12  
clientes por  
transformador)

Maior altura no  
poste (10 m)

**Figura 41 - Rede percursora na rede de alta tensão.**

Fonte: AMPLA 2004, apud GONÇALVES 2007



**Figura 42 - Rede com padrão DAT**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**



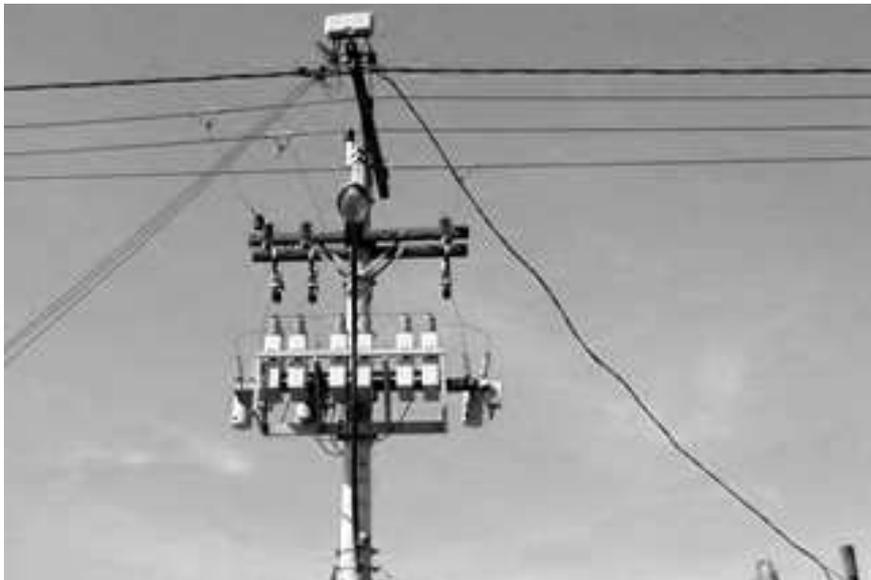
**Figura 43 - Poste com transformador e rede com padrão DAT.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**



**Figura 44 - Rede BT afastada e próxima da MT.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**



**Figura 45 - Rede com padrão DAT e com concentradores de medição centralizada.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

Alguns critérios foram avaliados durante o projeto para a rede

DAT:

- demanda diversificada
  - 0,8 kVA – Monofásico;
  - 1,0 kVA – Bifásico;
  - 1,5 kVA – Trifásico.
- transformação
  - carregamento de 100% da capacidade nominal;
  - acréscimo de carga, ligação provisória – análise técnica;
  - bifásico de 5 a 25 kVA e trifásico de 15 a 30 kVA;
  - maior potência em casos excepcionais.
- condutores
  - condutores de media tensão alumínio CA – 2 AWG e 1/0 AWG – cobre 35 mm<sup>2</sup>.
  - condutores de baixa tensão concêntrico 2X10+1X10mm<sup>2</sup> pré-reunido de alumínio pré-reunido de cobre
- postes
  - concreto e madeira
- aterramento
  - rede convencional
- estaiamento
  - cruzeta a cruzeta
  - contraposte
- conexão de consumidor
  - caixa de derivação
  - ramal de ligação

- identificação do consumidor

### 3.5 REDE ANTIFURTO

A rede antifurto desenvolvida pela COPEL tem como principal objetivo dificultar a realização de ligações irregulares na rede de distribuição e garantir aos consumidores as condições necessárias de um adequado fornecimento de energia. Para se obter eficácia no procedimento a distribuidora utiliza-se dos mais modernos materiais e equipamentos de segurança e transmissão do mercado internacional para propiciar aos consumidores o acesso a uma energia segura e legal. A rede antifurto visa prolongar a vida útil dos equipamentos, evitando, por exemplo, que os transformadores fiquem sujeitos a cargas desconhecidas e, além disso, pretende-se proporcionar melhoria dos índices de qualidade e desempenho da distribuidora, diminuindo os desligamentos por interferência de terceiros na rede elétrica e como resultado final espera-se mais economia e segurança para a distribuição e para o consumidor.

A instalação da rede antifurto, a princípio, está sendo utilizada principalmente para o atendimento a consumidores monofásicos através de ramais concêntricos, derivados de rede secundária isolada trifásica, localizados em regiões com alta incidência de furto de energia, em localidades de baixa renda, ou com elevada incidência de consumo irregular.

A companhia pretende regularizar as ligações existentes e eliminar as instalações clandestinas perigosas, evitando-se o consumo irracional e desmedido de energia de má qualidade, característico das regiões sem medição.

A rede com padrão antifurto afasta a baixa tensão dos postes através da utilização de uma cruzeta. Afastando a rede secundária do poste, pretende-se dificultar o acesso de terceiros à rede e possibilita que sejam instaladas caixas de derivação ou de medição centralizada

que também se localiza afastada do poste e fixada nas cruzetas por ferragens desenvolvidas para tal operação.

A necessidade de se instalar a rede com padrão antifurto surgiu após o aumento de furtos na rede em determinadas localidades, onde o número de ligações clandestinas aumenta gradativamente e também em localidades onde o acesso torna-se cada vez mais difícil para os empregados da concessionária por causa da violência por parte de alguns moradores dessas regiões.

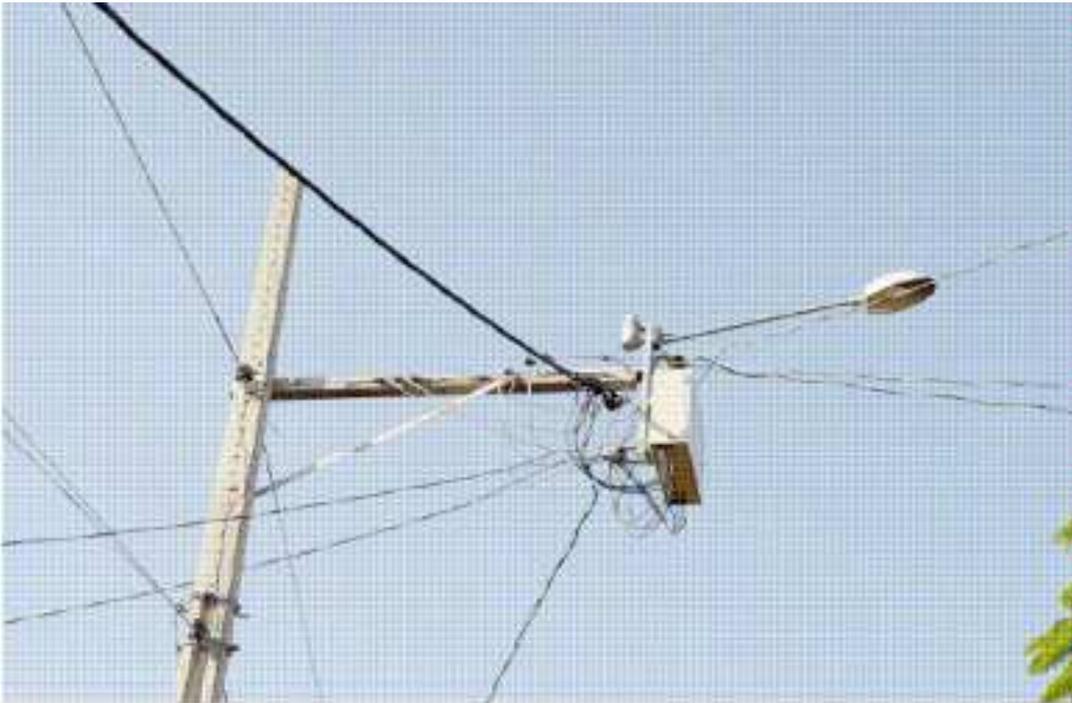
Para a construção da rede foi definido que o local precisa atender os seguintes critérios:

- número de ligações clandestinas consideráveis;
- locais que apresentam risco à integridade física dos funcionários durante execução de atividades;
- em todos os postes é necessário que se tenha acesso à veículos equipados com escada giratória ou com cesto aéreo.

Essa rede visa proporcionar:

- redução das ligações irregulares na rede de distribuição;
- garantir maior confiabilidade no fornecimento de energia aos consumidores;
- diminuição dos impactos dos índices de continuidade de fornecimento devido à redução do número de interrupções causadas pela sobrecarga que causam as ligações clandestinas;
- como a rede antifurto permite a instalação de caixas de derivação com medição centralizada, quando for necessário realizar um desligamento de energia de um consumidor esse procedimento poderá ser realizado na própria agência da concessionária. Quando se evita as sobrecargas nos circuitos de baixa tensão os equipamentos da rede secundária estarão sendo utilizados de maneira correta e aumentando sua vida útil;

- oferece mais segurança aos eletricitistas, pois diminuem os deslocamentos para áreas que apresentam riscos;
- proporciona uma maior identificação visual do furto de energia na rede por estar localizada afastada do poste e à rede secundária ser formada por cabos multiplexados.



**Figura 46 - Rede antifurto.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

### 3.6 SISTEMA DE MEDIÇÃO CENTRALIZADA

“O conceito fundamental da medição centralizada é a preservação da individualização da medição do consumo de energia associado à centralização das informações de consumo, permitindo o compartilhamento de partes comuns e propiciando significativa redução do espaço físico.”

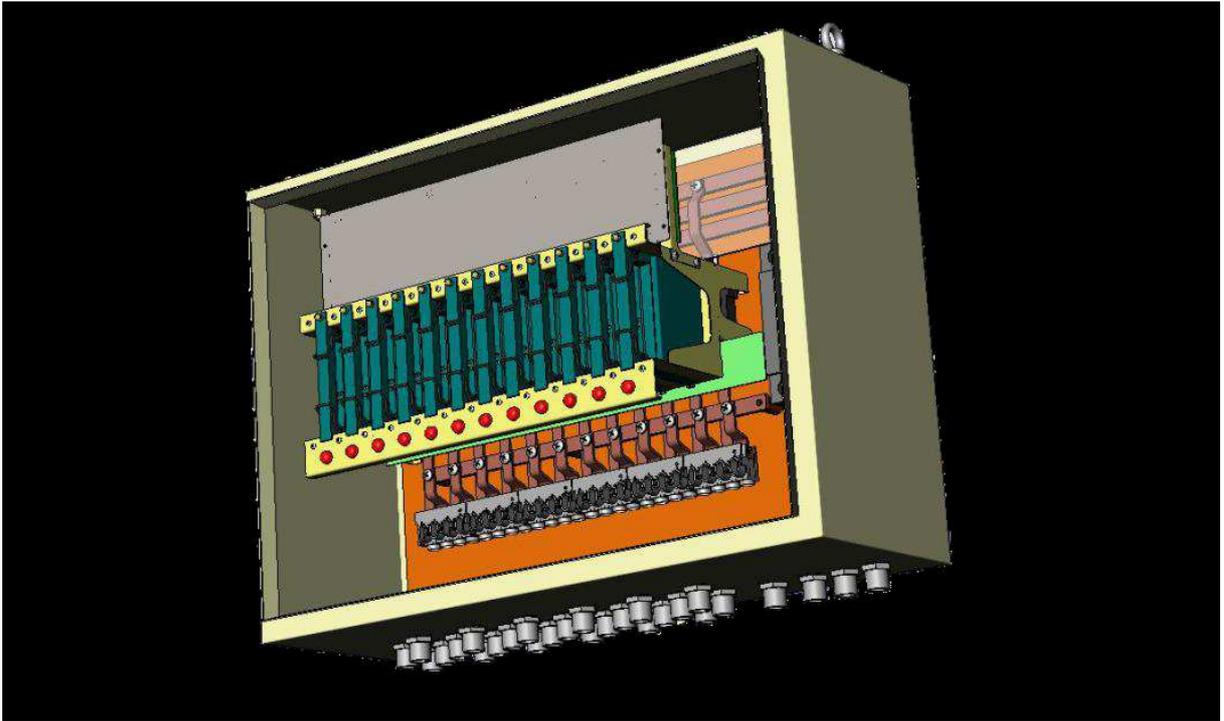


Figura 47 - Vista interna do CS com seus medidores.

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

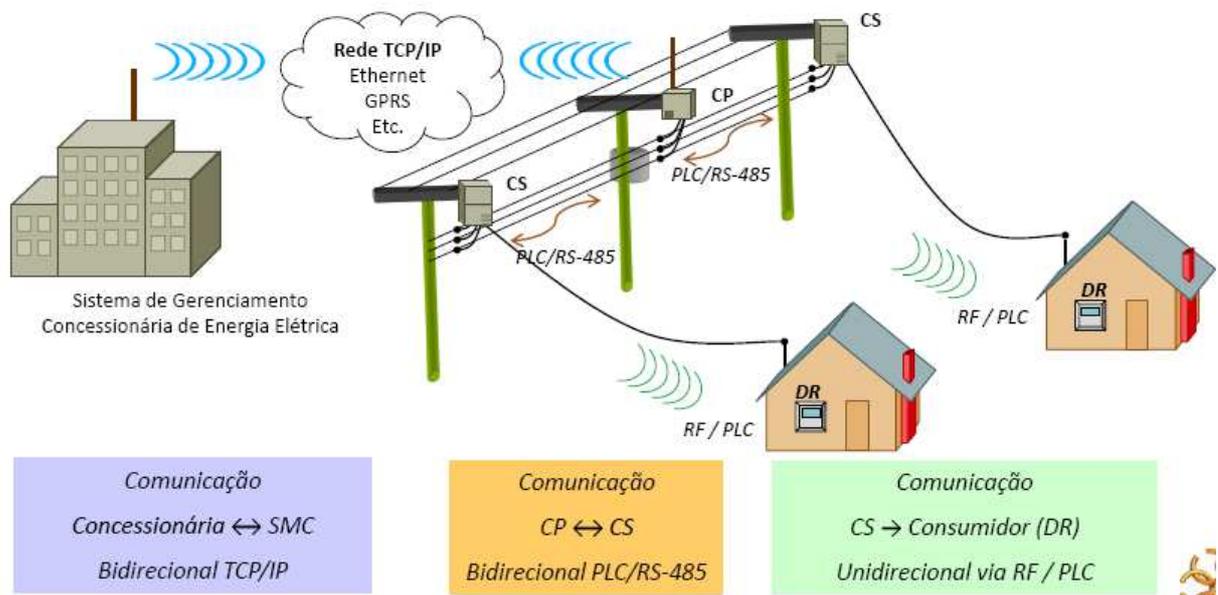
Este sistema realiza medição de cargas e a quantidade de energia fornecida e tarifada. Ele possibilita um gerenciamento eficaz das perdas comerciais em instalações, possibilitando o combate às perdas.

O sistema de medição centralizada é constituído por medidores eletrônicos de kWh agrupados conforme a concentração do número de consumidores existentes no equipamento, denominado concentrador secundário (CS). Neste equipamento há um módulo eletrônico cuja finalidade é armazenar o consumo de energia individualizado de cada consumidor, este sistema está conectado ao concentrador primário (CP), na qual todos os controles do concentrador secundário são feitos pelo concentrador primário que é responsável por todas as medições.

O sistema de medição centralizada apresenta como objetivos:

- medição do consumo de energia das unidades consumidoras conectadas a ele;

- tornar a distribuição de energia eficiente e moderna e reduzir perdas comerciais e técnicas;
- solução integrada, desenvolvida para oferecer às distribuidoras de energia elétrica uma alternativa;
- leitura remota;
- corte/religamento remotos;
- total controle dos dados do consumidor;
- alta imunidade ao furto;
- maior segurança para os funcionários da empresa que não precisam se deslocar até o local para fazer cortes/religamentos.



**Figura 48 - Esquema completo do Sistema de Medição Centralizada.**

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição (2010)

### 3.6.1 CONCENTRADOR SECUNDÁRIO –CS

Equipamento que permite a conexão dos ramais de ligação tem as seguintes características:

- Concentra de um a doze medidores eletrônicos monofásicos, uma fonte de alimentação e um módulo eletrônico;
- Realiza o armazenamento dos dados de leitura de energia elétrica de cada unidade consumidora;
- Envio de dados de medição;
- Envio de alarmes;
- A tampa possui sensor de abertura;
- Atualização dos displays remotos;
- Corte e Religação dos medidores;
- 12 *slots* para combinações de medidores mono, bi e trifásicos;
- Opção de operação *stand alone*, com instalação de *gateway* de comunicação em *slot* próprio.



**Figura 49 - Concentrador Secundário.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

### 3.6.2 CONCENTRADOR PRIMÁRIO –CP

O concentrador primário é o gateway que faz a interface de comunicação entre diversos CS e o Centro de Medição.

- Módulo é responsável por:
  - processar dos dados provenientes dos Concentradores Secundários;
  - permitir acesso aos consumidores para obter dados de leitura, conexão ou desconexão;
- No painel frontal do CP-9701 existe um *led* que indica se -
  - o equipamento está em funcionamento;
- Circuito de monitoração tipo *watch-dog*;
- Possui:
  - Teclado que permite operações de serviço do Concentrador Primário;
  - *Display* alfanumérico que mostra o menu de operações;
  - Conector de interface RS-232C tipo DB-9 fêmea para comunicação com modem ou microcomputador tipo IBM-PC e coletora de dados tipo *Palm*.



**Figura 50 - Concentrador Primário**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

### 3.6.3 MÓDULOS DE MEDIÇÃO

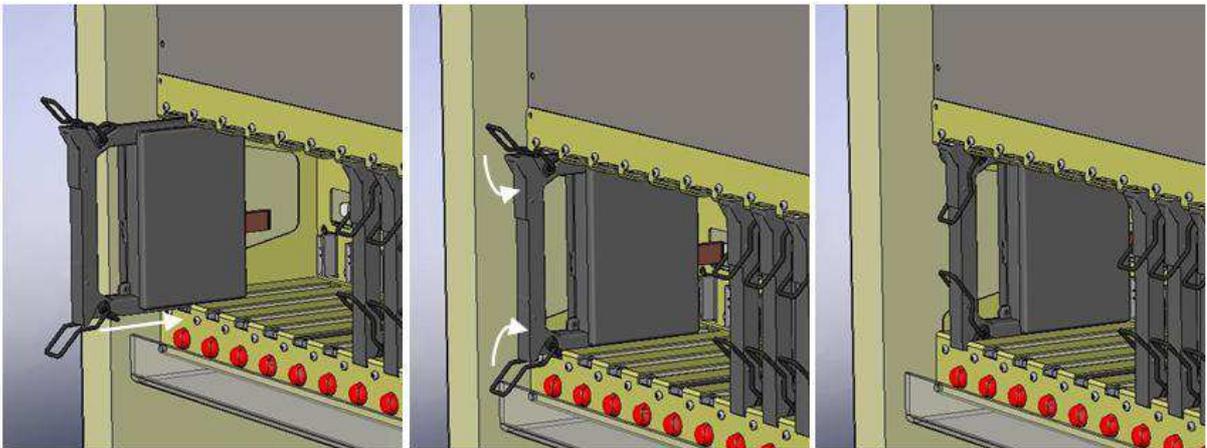
- Medidores diretos de Baixa Tensão
- Classe B (1%), para tensões 120V ou 240V
- Opção mono, bi ou trifásicos
- Os módulos monofásicos registram energia ativa e suportam correntes até 100A.
- Os módulos polifásicos registram energia ativa e reativa e suportam correntes até 120A.



**Figura 51 - Módulo de Medição**

**Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010**

*HotSwap* – O CS permite a substituição ou remoção de módulos sem interrupção do fornecimento.



**Figura 52 - Troca de medidores "a quente"**

**Fonte: Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010**

### 3.6.4 TERMINAL DE LEITURA REMOTA – CPR

Permite ao consumidor leitura de seu consumo próximo a sua casa.



**Figura 53 - Terminal de Leitura Remota - CPR.**

**Fonte: LANDIS+GYR 2007**

### 3.6.5 SOFTWARE DE GERENCIAMENTO

O *Software* de Gerenciamento permite uma interface amigável e segura. Permite a integração com os diversos Sistemas Ligados da distribuidora.

- **Análise de Alarmes e Monitoramento:**  
Responsável pela análise de alarmes e monitoramento dos CS e medidores;
- **Envio de comandos:**  
Envio de comandos de corte/religa para os pontos de medição

- Análise de Dados de Medição Geração de gráficos e relatórios.

### 3.7 SMART GRID

É um novo conceito de medição baseado em redes inteligentes, que associadas aos novos avanços produzidos nas outras áreas da tecnologia, como por exemplo, a associação das redes de telefonia e de energia elétrica, que juntas podem proporcionar mais confiabilidade, conforto, melhoria na prestação de serviços por parte das concessionárias e substanciais reduções nos custos de fornecimento de ambas.

O conceito de *smart grid* ou Redes Inteligentes (REDETEC), se baseia na ideia de que tenhamos tecnologia suficiente para ter, por exemplo, modernas subestações de distribuição de energia elétrica sem a presença de operadores, mas sim, de sofisticados sistemas de telemedição e dispositivos de telecomando das redes de distribuição, ou seja, trata-se de uma automação total do sistema. Comunicação multidirecional entre medidores e centros de operação e outros equipamentos.

Num panorama geral, pode-se dizer que o *smart grid* envolve todo um pacote de outras tecnologias como sistemas avançados de telecomunicação, dentre os quais pode-se citar:

- PLC (...);
- *Smart Metering*;
- CRM (...);
- Geoprocessamento;
- GPS (...);
- *Smart Home*.

Também é possível considerar a viabilização de operações integradas de forma otimizada, tecnicamente e economicamente, destaca-se a inserção da GD neste novo cenário energético.



Figura 54 - Exemplo de Smart Grid no sistema Elétrico.

Fonte: CAMARGO 2009, apud ROCHA, SUGUINOSHITA, SCOLARI, 2010

O quadro 1 apresenta uma comparação entre uma rede convencional sem tecnologias inseridas e um sistema *smart grid* completo.

REDE CONVENCIONAL	SMART GRID
Medição eletromecânica	Medição eletrônica <i>Automatic meter management – AMM</i>
Comunicação unidirecional (quando existente)	Comunicação bidirecional <i>Power line communications - PLC</i>
apuração precária dos indicadores de qualidade	Apuração automatizada e dados confiáveis
Poucos mecanismos de competição	Mercado de energia liberado
Poucas opções ao consumidor	Tarifas horo-sazonais
Informação limitada sobre preços	Informação completa (inclusive horária)
Informações escassas	Sistemas de informação Geoprocessadas Informação em tempo real
Geração centralizada de grande porte	Geração Distribuída
Monitoramento não-automatizado	Auto-monitoramento
Restauração manual ou semi-automática	Restauração automática
Propensão a falhas e blecautes	Proteção adaptativa Ilhamento
Decisões emergenciais realizadas de forma lenta	Sistemas de apoio à decisão Confiabilidade preditiva
Limitado controle sobre fluxos de potência	Sistemas avançados de controle Fluxo de potência ótimo
Necessidade de grande número de equipes	Corte e religamento à distância Faturamento remoto

**Quadro 1 - Comparação entre funcionalidades**

**Fonte: Revista Metering Internacional 2008, apud ROCHA, SUGUINOSHITA, SCOLARI, 2010.**

#### 4 O CASO AMPLA

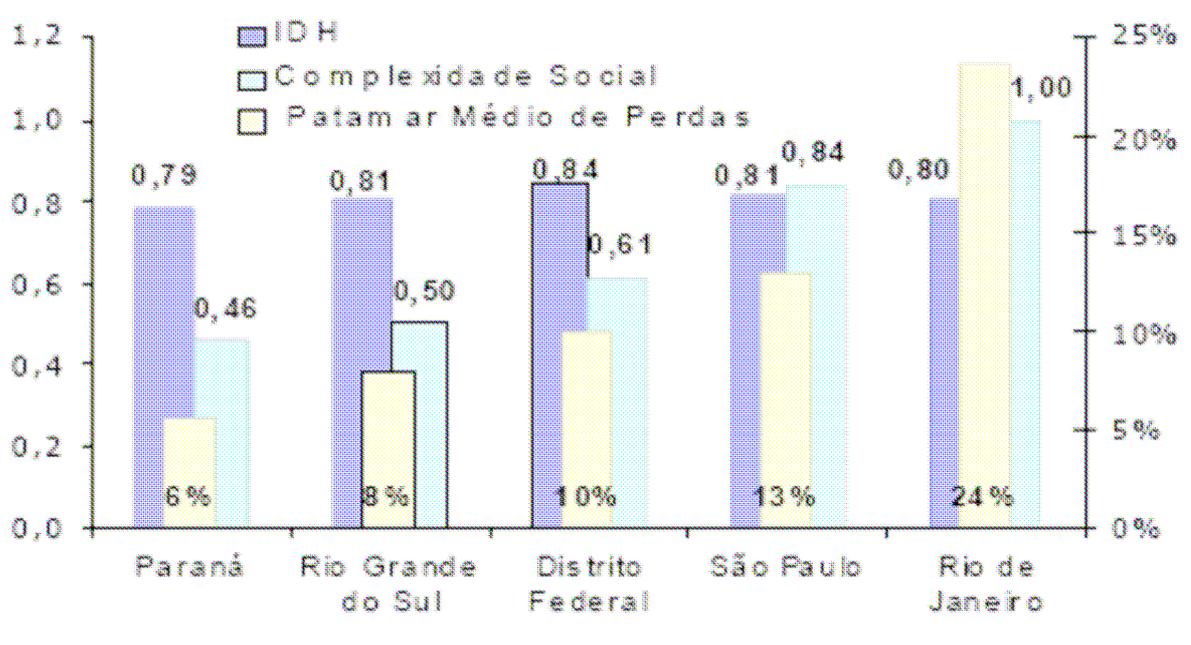
A Ampla é uma empresa controlada pelo Grupo Endesa, foi criada em setembro de 2004, como empresa privada a companhia iniciou sua trajetória em 1996 como CERJ, Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro. A Endesa constitui a maior companhia de energia elétrica da Espanha e está presente em 12 países.

Na América Latina, além do Brasil está presente na Argentina, no Chile, na Colômbia e no Peru.

A Ampla atende 2,1 milhões de consumidores. A companhia atende a clientes em São Gonçalo, Itaboraí, Magé, Duque de Caxias e favelas de Niterói e essa parcela corresponde a 52% das perdas em clientes em BT e MT, o número de clientes é próximo de 600 mil.

Assim como a Light, a Ampla apresenta os mesmos problemas com a violência, favelização crescente, narcotráfico, entre outros.

A empresa ressalta a importância de se entender a complexidade social existe em relação a outras concessionárias de energia e afirma que os altos índices de furto de energia no Rio de Janeiro estão relacionados aos grandes problemas sociais que enfrentam como ilustra o gráfico da figura 54.



**Figura 55 - Difusão do furto de energia nas concessionárias do Brasil em relação à complexidade social.**

Fonte: ANEEL 2010

Estudos efetuados pela Fundação Getúlio Vargas, FGV (2006), em relação aos altos valores de perdas de energia no Rio de Janeiro frente à sua complexidade social e afirmam que as principais características das áreas com altos índices de furto são:

- áreas carentes do estado do Rio de Janeiro;
- favelização crescente;
- violência ;
- alta complexidade social dentro do estado.

Nas figuras 55, 56 e 57 pode-se visualizar algumas fraudes em medidores de consumidores da Ampla.



Figura 56 - Intervenções nas caixas dos medidores.

Fonte: AMPLA 2004, apud GONÇALVES 2007

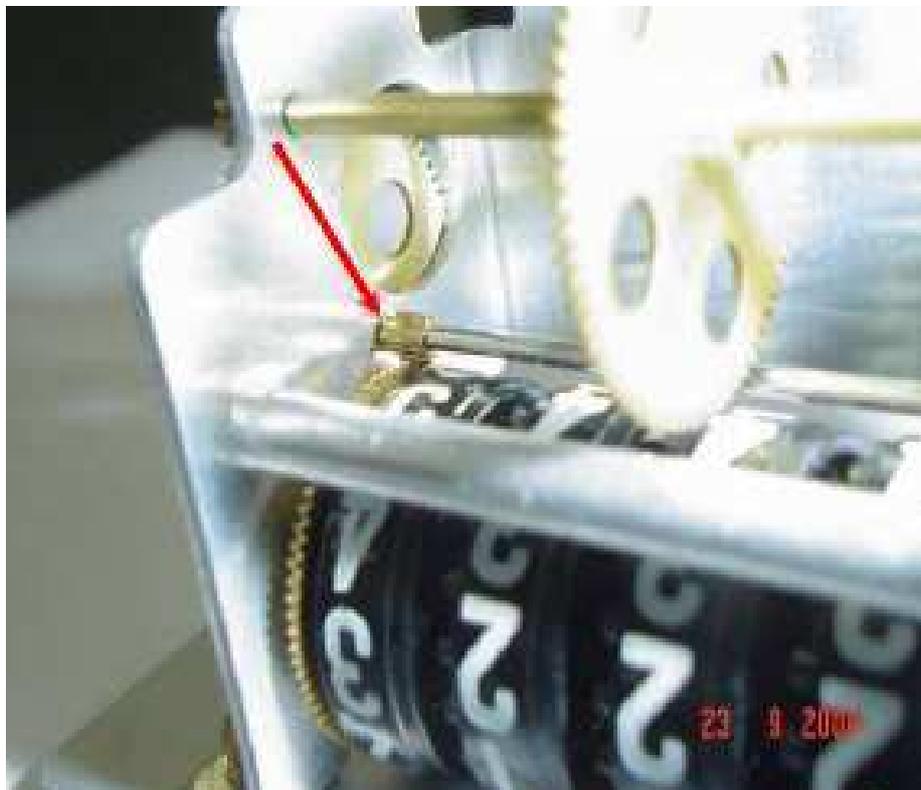


Figura 57 - Troca da engrenagem do medidor.

Fonte: LANDIS+GYR 2010



**Figura 58 - Raspagem na engrenagem do medidor**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

#### 4.1 MÉTODOS UTILIZADOS PELA AMPLA PARA O COMBATE DAS PERDAS COMERCIAIS

A empresa vem trabalhando no combate ao furto de energia através da utilização de métodos que foram desenvolvidos a partir de uma análise do problema. Através destas medidas a empresa pretende:

- distribuir energia em maior tensão;
- emitir ruídos na rede e instalar filtro no medidor;
- construir barreiras físicas para proteger a rede de baixa tensão;
- construção de rede de distribuição de média e baixa tensão antifurto (Rede DAT).

A Ampla iniciou em 2004, pesquisa de métodos de combate ao furto de energia nas redes de distribuição de alguns países para desenvolverem um projeto na concessionária que amenizasse o furto de energia na rede de baixa tensão.

A concessionária trabalhava a princípio em algumas frentes de combate:

- distribuição em níveis de tensão fora de padrão;
- injeção de ruído na rede para se localizar o furto;
- proteção da rede de baixa tensão com uma barreira física.

Analisando esses itens, conforme dados fornecidos pela Ampla, a companhia estudou métodos aplicados na Argentina e na Colômbia. Nesses países a solução adotada para combate ao furto de energia é a utilização de barreiras físicas, cuja finalidade é proteger a rede de baixa tensão. As figuras 2.30 e 2.31 Ilustram a solução adotada na rede de distribuição da Argentina, na cidade de Buenos Aires.

Analisando esses itens, conforme dados fornecidos pela Ampla, a companhia estudou métodos aplicados na Argentina e na Colômbia. Nesses países a solução adotada para combate ao furto de energia é a utilização de barreiras físicas, cuja finalidade é proteger a rede de baixa tensão.

As figuras 58 e 59 Ilustram a solução adotada na rede de distribuição da Argentina, na cidade de Buenos Aires.



**Figura 59 - Proteção da baixa tensão através de uma barreira física.**

**Fonte: AMPLA 2004, apud GONÇALVES 2007**



**Figura 60 - Barreira física para proteção da rede BT**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

A Colômbia utiliza um método semelhante ao método argentino, essa barreira foi instalada na cidade de Medellin como ilustram as figuras 60, 61 e 62.



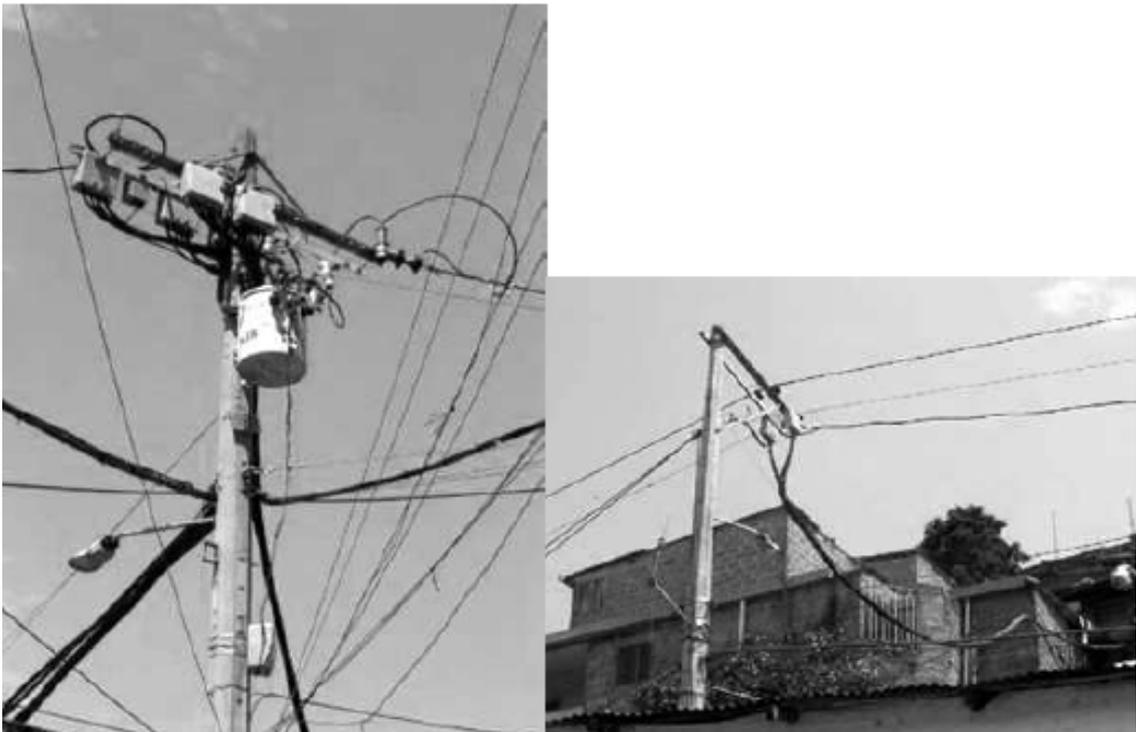
**Figura 61 - Barreira física para proteção da rede BT**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**



**Figura 62 - Barreira física para proteção da rede BT**

**Fonte: AMPLA 2004, apud GONÇALVES 2007**



**Figura 63 - Proteção aplicada na cidade de Medellín.**

**Fonte: AMPLA 2004, apud GONÇALVES 2007**

De acordo com a Ampla após analisadas as redes da Colômbia e da Argentina elaboram alguns conceitos que deveriam ser atendidos:

- rede média tensão e baixa tensão em mesmo nível (blindagem);
- redução das redes de baixa tensão;
- transformadores de menor potência;
- redução de custos operacionais;
- ramal de ligação direto da caixa de derivação.

Aliada a solução da rede DAT, a Ampla em conjunto com a empresa Landis+Gyr, implantou a solução de sistema de medição intitulada SGP+M.



**Figura 64 - Rede DAT com SGP+M**

**Fonte: LANDIS+GYR 2010**

A Ampla apresenta os concentradores de leitura situados na ponta do poste na média tensão. O sistema de leitura é automática, AMR (*Automated Meter Reading*) e fora do alcance dos clientes e os concentradores são utilizados dessa maneira para se combater as perdas quando ele está conectado a rede de baixa tensão. A operação do sistema se dá remotamente para todos os clientes para isso o sistema comercial da Ampla foi modificado e adaptado para suportar a tecnologia existente na tecnologia remota.

A Ampla diz que a rede antifurto DAT eleva a rede elétrica de baixa tensão para cerca de 9m, próxima a média tensão com o objetivo de dificultar o acesso de clientes na rede. Este padrão está patenteado pela Ampla e além dessa rede a concessionária instala concentradores que permitem que sejam realizadas as medições na própria concessionária de energia. A medição centralizada, de acordo com a Ampla, fornece as seguintes vantagens à companhia:

- redução de erros de leitura realizados por leiturista, pois o sistema centraliza as informações de consumo de cada consumidor em um único ponto e a leitura passa a ser feita rapidamente no próprio local da instalação ou na sede da empresa;
- torna o faturamento mais ágil, pois com este sistema pode-se fazer a leitura do consumo de vários consumidores sem a necessidade de deslocamento até o mesmo;
- a leitura pode ser realizada através de comunicação remota;
- redução das perdas por furto no medidor, pois os concentradores secundários onde estão localizados os medidores eletrônicos são instalados no alto do poste de distribuição além de possuir um sistema antifurto;
- redução de custos com desligamento e religamento, pois este procedimento passa a ser feito através da comunicação remota dos

dados, evitando assim que haja o deslocamento de uma equipe para o local a ser efetuado o serviço.

Aliando todo o conhecimento adquirido nas pesquisas a Ampla dividiu o projeto de combate a perdas em duas fases.

#### 4.2 PROJETO AMPLA – FASE I

- Características:
  - Rede de baixa tensão na mesma altura da rede de media tensão – 13,8kV (rede AMPLA - DAT – Distribuição Aérea Transversal);
  - Rede de baixa tensão com cabo isolado (multiplex);
  - CS e CP instalados na ponta da cruzeta, sem acesso do cliente à medição;
  - Os medidores convencionais eletromecânicos permaneceram instalados nas residências;
  - SGP+M foi utilizado como medição fiscal da medição convencional;
  - Quando existe diferença entre a medição do SGP+M e a medição convencional, a fatura de energia é emitida através da medição do SGP+M, após a confirmação oficialmente da constatação da fraude no medidor convencional;
  - A comunicação do CP à central de dados foi através de Celular CDMA.



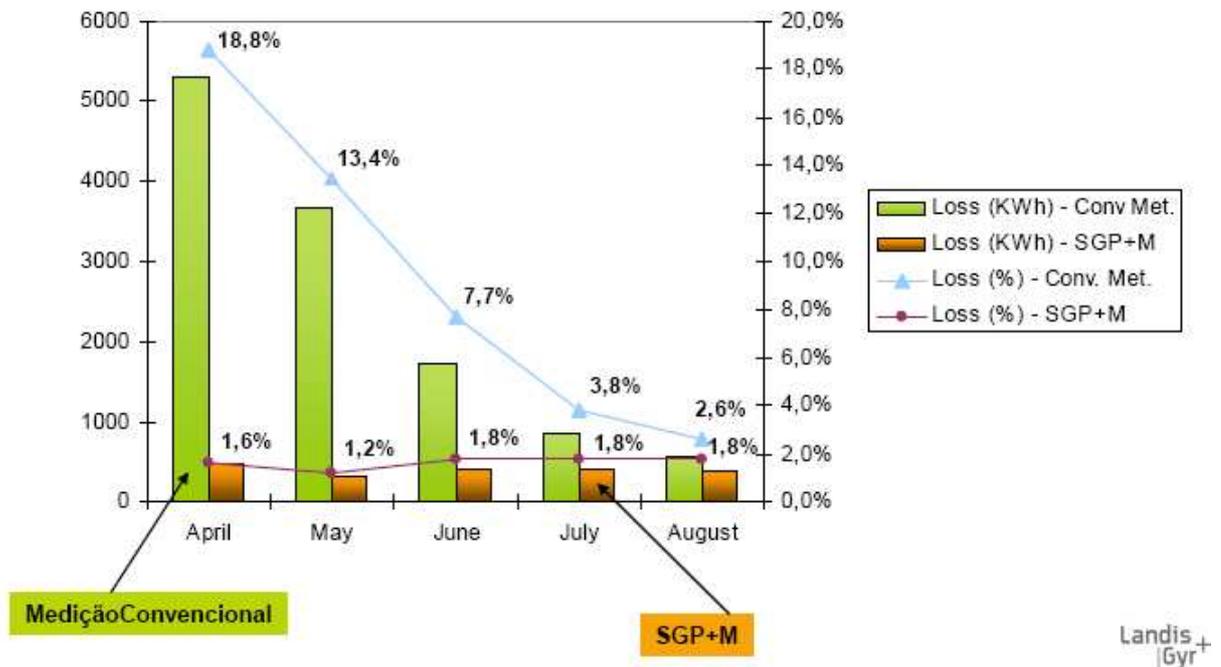
Figura 65 - Rede DAT adaptada com SGP+M

Fonte: LANDIS+GYR 2010

Primeiros Resultados Publicados pela AMPLA:						
Transformador:	Número de clientes:	Comprada	Vendida	IL. Pública	Perdas	%
SG230336	31	2252	2158	89,1	4,9	0,22
SG230337	25	1830	1733	29,7	67,3	3,68
SG230338	16	722	690	29,7	2,3	0,32
SG230339	38	1821	1679	118,8	23,2	1,27
SG230365	41	1922	1817	71,28	33,72	1,75
	151	8547	8077	338,58	131,42	1,54

Tabela 4 - Resultados da Fase I do projeto publicados pela AMPLA

Fonte: LANDIS+GYR 2007



**Figura 66 - Variação de Perdas - Medição Convencional x SGP+M**

Fonte: LANDIS+GYR 2010

#### 4.3 PROJETO AMPLA – FASE II

- Características:
  - Rede de baixa tensão na mesma altura da rede de média tensão – 13,8kV (rede AMPLA - DAT – Distribuição Aérea Transversal);
  - Rede de baixa tensão com cabo isolado (multiplex);
  - CS e CP instalados na ponta da cruzeta, sem acesso do cliente à medição;
  - SGP+M foi utilizado como medição fiscal da medição convencional;
  - Retirado os medidores eletromecânicos da residência e instalados terminais de leitura remota (CPR) em pontos de fácil acesso, para visualização do consumo por parte do consumidor;



Figura 67 - Projeto Ampla Fase II com CPR

Fonte: LANDIS+GYR 2010

#### 4.4 ANÁLISE ATUAL DAS PERDAS NA AMPLA

No Seminário Internacional de Perdas em Sistemas de Distribuição realizada em Brasília em Agosto de 2010, A Ampla apresentou os resultados atualizados pela empresa com o projeto.

A figura 68 e 69 apresenta o índice de perdas nos clientes de Baixa Tensão no ano de 2003.

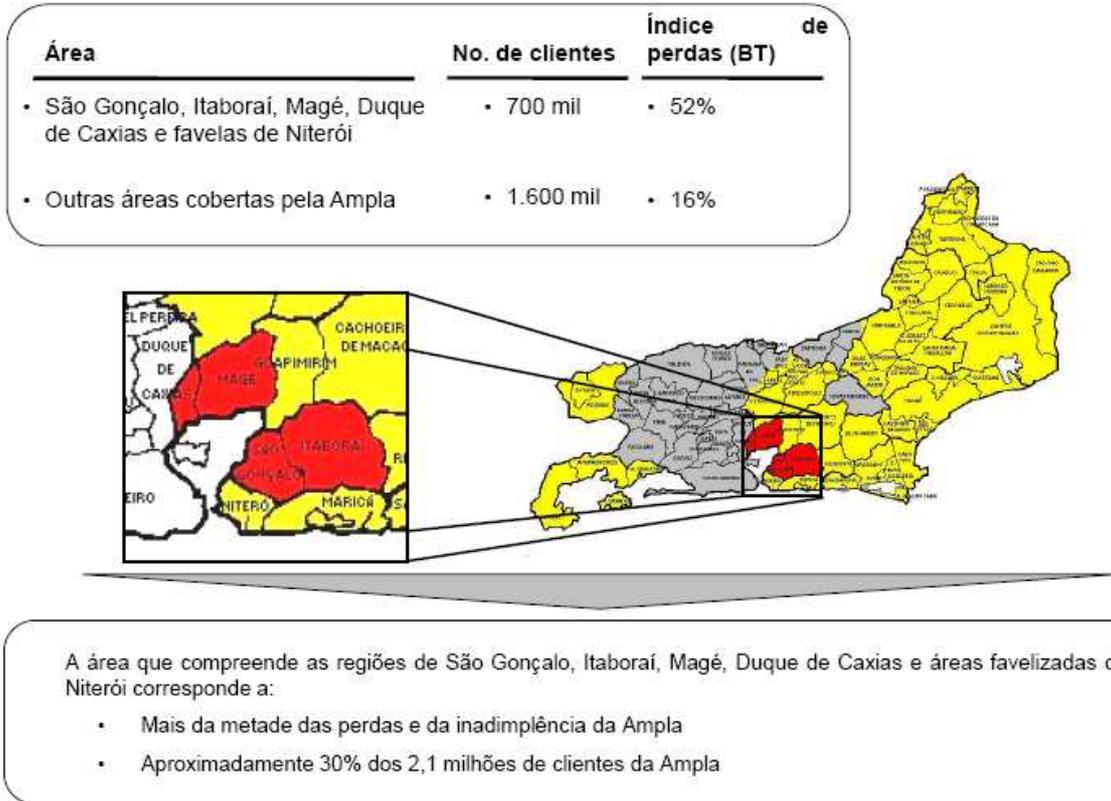


Figura 68 - Concentração das Perdas na concessão da Ampla em 2003

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

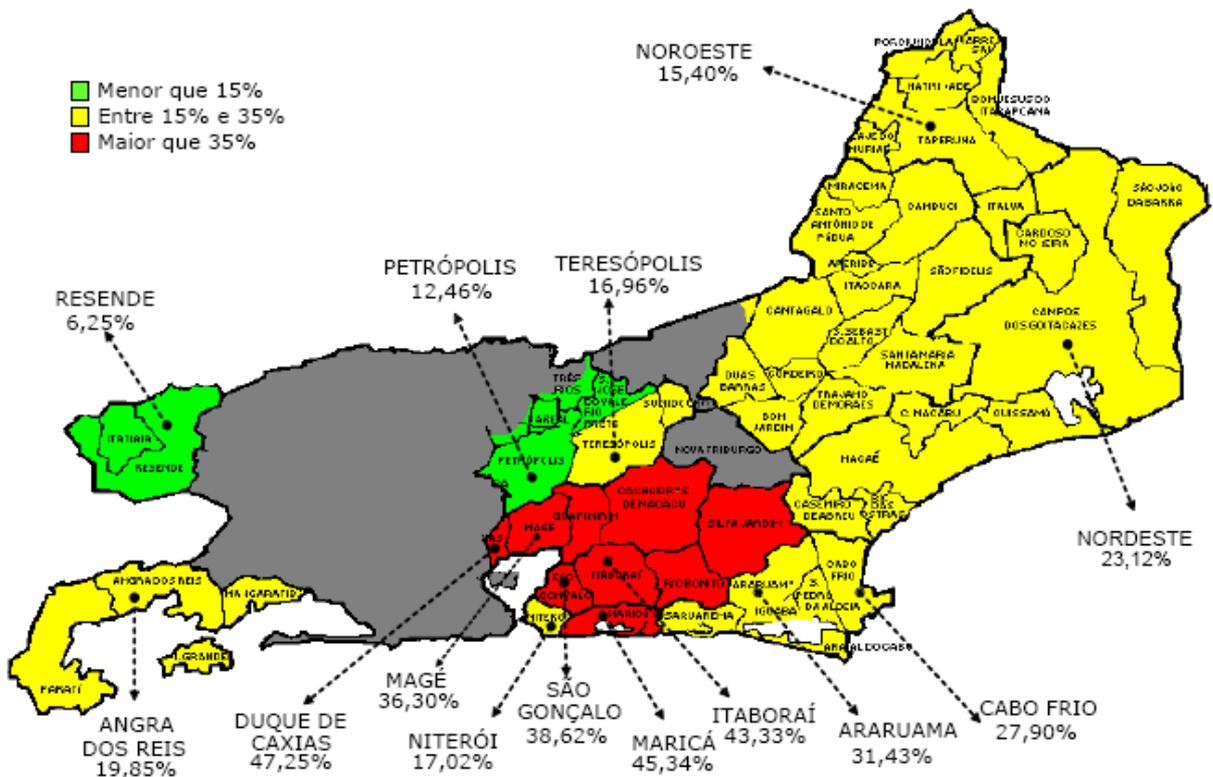


Figura 69 - Perdas na área de concessão da AMPLA em 2003

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

A figura 70 apresenta o mapa atual das perdas na Ampla.

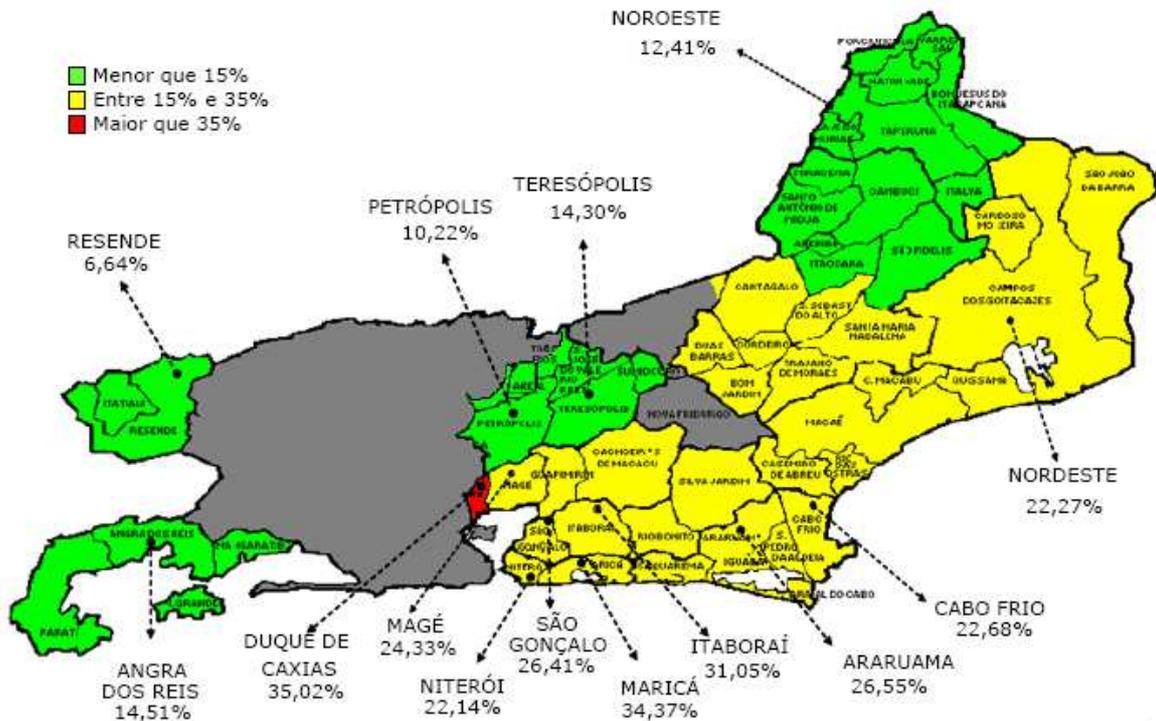


Figura 70 - Perdas na área de concessão da AMPLA em 2009.

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

A figura 71 representa a evolução das Perdas da Ampla no período de 2003 a 2010.

O gráfico nos mostra que de dezembro de 2003 a dezembro de 2005, houve uma pequena redução nas perdas obtidas através da implantação da rede DAT. Com a entrada da implantação da medição eletrônica/SGP+M em dezembro de 2005 houve uma queda bastante significativa até dezembro 2008. Logo em seguida houve um leve aumento ocasionado pela adequação do Regulamento Técnico Metrológico (o que impossibilitou a instalação de novos pontos que até esse momento já possuía 250.000 pontos instalados). Esse impasse só foi regularizada em Dezembro de 2009 com a aprovação e homologação dos Sistemas de Medição Centralizada pelo Inmetro. Logo após a retomada, as instalações de novos pontos de SGP+M em Dezembro de 2009, já se nota um declínio das perdas.

Segundo a Landis+Gyr, atualmente já estão instalados com o novo sistema, aproximadamente 350.000 pontos dos 700.000 que era o objetivo inicial da Ampla.

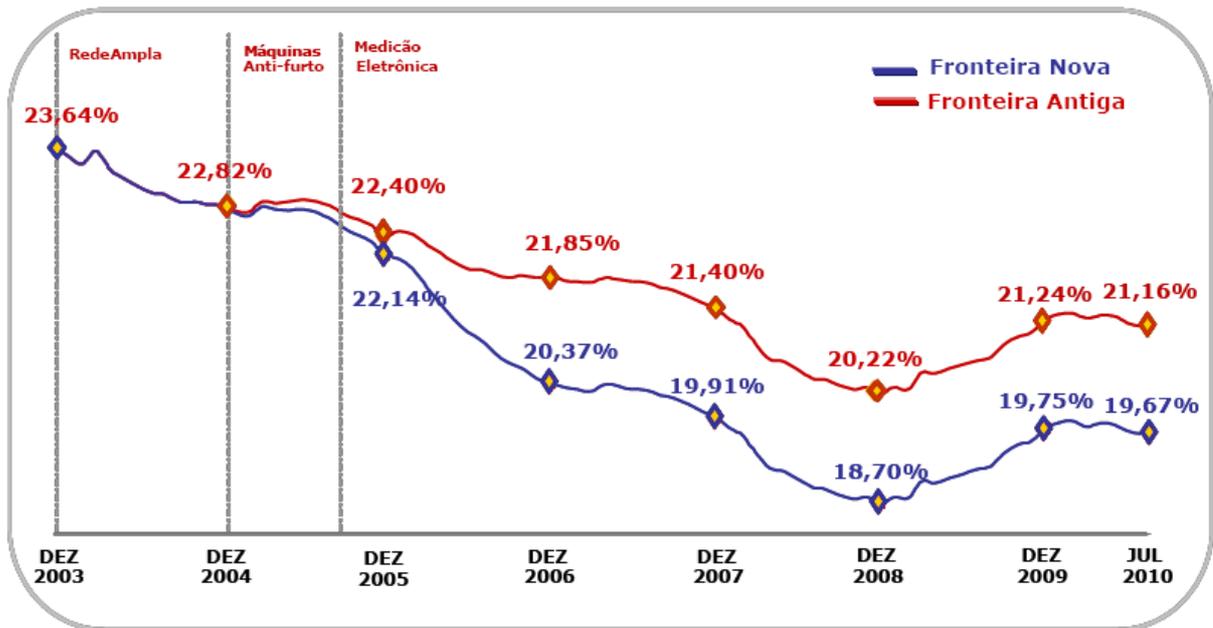


Figura 71 - Evolução das Perdas Comerciais da Ampla (2003 - 2010)

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição 2010

A Eletrobrás tomando como base os resultados obtidos pelo projeto desenvolvido pela Ampla pretende implantar o modelo nas concessionárias que controla na região Norte e Nordeste do país, onde o índice de furto é mais elevado que a média nacional e em troca a Ampla receberá apoio institucional para condução de ações junto aos órgãos normativos, com o objetivo de se adquirir a certificação regulamentação e aplicação das metodologias e tecnologias desenvolvidas. Além disso, a companhia será encarregada dos treinamentos aos engenheiros e técnicos da Eletrobrás.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho compreende um amplo estudo das perdas comerciais de energia em redes de distribuição nas distribuidoras brasileiras e as tecnologias utilizadas em seu combate, e apresentou o estudo do caso da concessionária AMPLA do estado do Rio de Janeiro.

No desenvolvimento do trabalho, abordou-se o problema que as distribuidoras de energia enfrentam por causa das perdas comerciais, indicando quais delas apresentam maiores perdas comerciais, os tipos de perdas comerciais através de dados fornecidos pelas mesmas. Além disso, relatam-se, também, os programas de ação das companhias de energia, os métodos que cada uma utiliza para combater o furto de energia e os resultados obtidos.

As perdas não-técnicas estudadas são ocasionadas por ligações clandestinas, fraudes, violação em medidores de energia, furtos de equipamentos e materiais da rede de distribuição.

Cada distribuidora de energia, a partir dos problemas próprios de suas áreas de concessão com as perdas comerciais, desenvolve projetos, ações e programas de combate ao furto de energia levando em conta o prejuízo que as perdas acarretam à elas.

No Estado do Rio de Janeiro, por apresentar um dos maiores índices de perdas comerciais do país, foi desenvolvido uma rede com padrão antifurto, com a baixa tensão afastada e elevada no poste, para se combater as ligações irregulares nas regiões de elevado percentual de furto de energia e utiliza-se também, o sistema de medição centralizada para garantir mais segurança e facilidade aos funcionários que operam o sistema no escritório da empresa.

Para reduzir o problema, cabem as distribuidoras de energia, a missão de desenvolver e aplicar métodos de combate às perdas comerciais, e acompanhar a evolução e as novas tecnologias disponíveis no mercado. Para um trabalho mais eficaz, além do conhecimento tecnológico, é necessário conhecer todos os fatores que

potencializam e “incentivam” o consumidor a cometer atos ilícitos para obter um ganho financeiro com as fraudes e roubos de energia.

Além do tratamento tecnológico que foi abordado nesse trabalho, como temas para outros trabalhos podem ser analisados aspectos como trabalho regulatório e trabalhos de conscientização social.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRADEE. Disponível em:

<[http://www.abradee.org.br/Downloads/1\\_Worshop\\_Furtos/celg.pdf](http://www.abradee.org.br/Downloads/1_Worshop_Furtos/celg.pdf)>. Acesso em 10 de janeiro de 2011.

AES ELETROPAULO. Disponível em: <<http://www.eletropaulo.com.br/>>. Acesso em 10 de janeiro de 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA: Cartilha sobre furto de energia. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=551&idPerfil=6>>. Acesso em 10 de janeiro de 2011.

\_\_\_\_\_. **Resolução ANEEL Nº 456**, de novembro de 2000. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bres2000456.pdf>>. Acesso em 17 de dezembro de 2010.

\_\_\_\_\_. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3ª Edição. 2008. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=1687](http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1687)>. Acesso em: 1 jun. 2010.

AMPLA. Disponível em: <<http://www.ampla.com>>. Acesso em 29 de março de 2010.

ARANGO, Hector; TAHAN, Carlos M. V.. **Perdas Técnicas de Energia**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=471&idPerfil=2>>. Acesso em 17 de dezembro de 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. I Workshop **Furto/Fraude de Energia e Roubo de Condutores e Equipamentos**. Disponível em: <[http://www.abradee.org.br/apres\\_furtos.asp](http://www.abradee.org.br/apres_furtos.asp)>. Acesso em 17 de dezembro de 2010.

BRACIER – Seminário Internacional de Perdas em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica. Disponível em <<http://bracier.org.br/pt/apresentacoes-perdas.html>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2011

CEB - COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA. Disponível em: <<http://www.ceb.com.br>>. Acesso em 03 de junho de 2010.

CEMAR - COMPANHIA ENERGÉTICA DO MARANHÃO. Disponível em: <<http://www.cemar-ma.com.br/>>. Acesso em 16 de julho de 2010.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Disponível em <<http://www.cemig.com.br/>>. Acesso em: 15 de julho de 2010.

CELPE - COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO. Perdas de distribuição. Audiência Pública ANEEL 008/2006, segundo ciclo de revisões tarifárias. 2 de Agosto de 2006. Disponível em:  
<[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2006/008/apresentacao/fabia\\_no\\_carvalho\\_celpe.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2006/008/apresentacao/fabia_no_carvalho_celpe.pdf)>. Acesso em 20 de março de 2010.

CEPISA - COMPANHIA ENERGÉTICA DO PIAUÍ. Disponível em:  
<<http://www.cepisa.com.br/cepisa/materia.php?id=65>>. Acesso em 29 de abril de 2011.

COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. Disponível em:  
<[www.copel.com](http://www.copel.com)>. Acesso em: 30 janeiro de 2011.

ELECTROMETER – Disponível em < <http://www.electrometer.com.br/> >. Acesso em 10 de junho de 2010

ELETROBRÁS. Disponível em: <<http://www.eletrabras.com.br/elb/portal/main.asp>>. Acesso em 30 de janeiro de 2011.

GLOBO.COM – Disponível em:  
<<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL945746-5605,00-FURTO+DE+FIOS+E+EQUIPAMENTOS+DA+PREJUIZO+DE+R+MIL+A+ELETROP AULO.html>>

GONÇALVES, Graziella Costa. Estudo das Perdas Comerciais de Energia Elétrica em Redes de Distribuição. Disponível em:  
[http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/eng\\_tcc\\_aprovados.php?Ano=2007](http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/eng_tcc_aprovados.php?Ano=2007). Acesso em 15 de julho de 2010.

LANDIS+GYR. **GridStream. Apresentação mapa de clientes.** Curitiba. Jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Manual Medidor Trifásico Eletrônico.** 53 f. Curitiba, 2008.

\_\_\_\_\_. **Handbook comercial.** 28 f. Curitiba, 2008.

MEDEIROS Filho, Sólton de. **Medição de Energia Elétrica.** Editora Universitária – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 1980.

REDETEC. **Cartão Pré-Pago de Energia Elétrica.** Disponível em  
< <http://www.redetec.org.br/inventabrasil/prepag.htm>>. Acesso em 02/07/2011

ROCHA, Carlos / SUGUINOSHITA, Fábio / SCOLARI, Iru. Estudo das Tecnologias Aplicadas a Sistemas de Medição de Energia Elétrica para Controle e Faturamento – Telemedicação, 2010.

ROSA, Agostinho N.; ALBERTO, Bruno Lambertucci A.; SOUZA, Ronaldo Ferreira. **Projeto SAME: uma experiência de sucesso da CEB Distribuição S/A para automação do faturamento e redução das perdas não-técnicas de seus**

**maiores clientes.** In: XVIII SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. SENDI 2008. Disponível em: <[http://www.senergy.com.br/Site/arquivos/Artigo\\_SENDI2008\\_Senergy.pdf](http://www.senergy.com.br/Site/arquivos/Artigo_SENDI2008_Senergy.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2010

SERTA. Disponível em: <<http://www.wtsistemas.com.br/clientes/serta/produtos>>. Acesso em 23 de junho de 2011.

**WATTHOURMETERS. Dave's old Watthour Meter webpage Dedicated to the history of the watthour meter in the USA.** 2010. Disponível em: <<http://watthourmeters.com/>>. Acesso em: 7 jun. 2010.