



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

Rogério José Mathias da Silva

TECNOLOGIAS PARA MEDIÇÃO DO CONSUMO E GARANTIA DA DISTRIBUIÇÃO
DE ENERGIA ELÉTRICA NO RIO DE JANEIRO

Rio de Janeiro

2014



UFRJ

Rogério José Mathias da Silva

**TECNOLOGIAS PARA MEDIÇÃO DO CONSUMO E GARANTIA DA DISTRIBUIÇÃO
DE ENERGIA ELÉTRICA NO RIO DE JANEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Armando Carlos de Pina Filho

Rio de Janeiro

2014

Rogério José Mathias da Silva.

Tecnologias para Medição do Consumo e Garantia da Distribuição de Energia Elétrica no Rio de Janeiro / Rogério José Mathias da Silva. – 2014.

82 f.: 34 il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2014.

Orientador: Armando Carlos de Pina Filho

1. Energia Elétrica. 2. Medidor de Energia. 3. Medição Eletrônica. 4. Gerenciamento da Rede de Energia. I. Pina Filho, Armando Carlos de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. III. Título.



UFRJ

TECNOLOGIAS PARA MEDIÇÃO DO CONSUMO E GARANTIA DA DISTRIBUIÇÃO
DE ENERGIA ELÉTRICA NO RIO DE JANEIRO

Rogério José Mathias da Silva

Orientador: Armando Carlos de Pina Filho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof. Armando Carlos de Pina Filho, D.Sc., PEU/POLI/UFRJ

Prof. Giovani Manso Ávila, D.Sc., PEU/POLI/UFRJ

Prof.^a Sylvia Meimaridou Rola, D.Sc., DTC-FAU/UFRJ

Rio de Janeiro

2014

*"Conhecimento não é aquilo que você sabe,
mas o que você faz com aquilo que se sabe."*

Aldous Huxley

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por ter me dado força, saúde e inspiração.

Dedico este trabalho à minha família, principalmente a minha esposa pela paciência e incentivo desde a minha graduação e na pós-graduação.

Aos meus pais Haroldo e Vilma.

Também aos meus amigos e a todos àqueles que contribuíram diretamente e indiretamente no longo tempo de convivência.

Aos professores do PEU/UFRJ, especialmente ao professor Armando e todos os funcionários.

Às empresas que trabalhei, Fiocruz e Senai Niterói.

RESUMO

SILVA, Rogério José Mathias da. **Tecnologias para Medição do Consumo e Garantia de Distribuição de Energia Elétrica no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Considerando que mais de 80% da população brasileira vive em áreas urbanas, existe uma demanda cada vez maior por energia elétrica, o que muitas vezes acaba causando um colapso no fornecimento. A busca por soluções para evitar esse tipo de problema é a motivação para o estudo aqui apresentado, e as novas tecnologias de medição de energia elétrica cada vez mais têm contribuído para solucionar os problemas das grandes cidades do Brasil. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo apresentar algumas questões como as perdas na distribuição de energia elétrica no Rio de Janeiro, que explica a dificuldade por parte das distribuidoras de energia em garantir o fornecimento. Será analisado, também, o ponto de vista técnico e comercial, e os problemas causados aos demais consumidores, bem como serão tecidos comentários sobre as ações implantadas pelas empresas no equacionamento do problema. Finalmente, serão apresentadas as conclusões e algumas propostas para estudos adicionais sobre o tema.

Palavras-chave: energia elétrica, medidor de energia, medição eletrônica, gerenciamento da rede de energia.

ABSTRACT

SILVA, Rogério José Mathias da. **Tecnologias para Medição do Consumo e Garantia de Distribuição de Energia Elétrica no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Whereas more than 80% of the population lives in urban areas, there is an increasing demand for electricity, which often ends up causing a collapse in supply. The search for solutions to avoid this type of problem is the motivation for the study presented here, and new technologies for measuring electricity have increasingly contributed to solving the problems of the big cities of Brazil. Thus, this work aims to present some issues such as the losses in the distribution of electric energy in Rio de Janeiro, which explains the difficulty on the part of energy distributors in securing supplies. Also, the commercial and technical point of view, and the problems caused to other consumers, will be analyzed, as well as comments on the actions implemented by enterprises for solving the problem will be made. Finally, the conclusions and some proposals for additional studies on the topic will be presented.

Keywords: electricity, power meter, electronic metering, energy management network.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Apresentação do Tema.....	2
1.2 Objetivos.....	5
1.3 Metodologia.....	5
1.4 Estrutura da Dissertação.....	6
2 ENERGIA ELÉTRICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....	7
2.1 Avaliação do Consumo de Energia Elétrica.....	10
2.2 Tratamento das Perdas Técnicas.....	10
2.3 Tarifa Diferenciada de Energia Elétrica.....	13
3 MEDIDORES ELETROME CÂNICOS.....	14
3.1 Tipos de Fraudes na Parte Interna.....	14
3.2 Tipos de Indícios de Fraudes na Parte Externa.....	17
3.2.1 Tratamento dado pelas Concessionárias.....	17
4 MEDIDORES ELETRÔNICOS.....	19
4.1 Sistemas de Telemedição de Baixa Tensão.....	20
4.2 Sistema de Medição Centralizada.....	23
4.2.1 Rede RF com Configuração Manual.....	27
4.2.2 Rede Mesh com Configuração Automática.....	28
4.3 Projeto Ampla Chip.....	33
4.3.1 Funcionalidades dos Medidores e Sistemas de Comunicação.....	37
4.3.2 Evolução de operações com Medidores Eletrônicos.....	39
4.4 Qualidade da Distribuição de Energia Elétrica.....	40
5 SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	42
5.1 O Caso da Fiocruz.....	42
5.1.1 Sistema Elétrico de Emergência com Grupo Gerador.....	43
5.1.2 Investimento da Fiocruz no Sistema Elétrico de Emergência.....	46
5.2 Sistema Automático de Transferência de Carga.....	48
5.3 Programa de Eficiência Energética.....	52

5.3.1 Resultados obtidos com o programa de eficiência energética.....	57
5.4 Projeto da Light Esco.....	59
5.5 Fontes Alternativas de Energia Elétrica.....	59
6 CONCLUSÕES	60
6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXO A - ILUSTRAÇÕES ADICIONAIS PARA FUNDAMENTAÇÃO	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Índice de complexidade social que explica o alto índice de perdas no RJ.....	4
Figura 2: Mapa de distribuição de perdas	4
Figura 3: Subestações de suprimento de alta tensão para o Estado do Rio de Janeiro.....	7
Figura 4: Curvas de carga comparativas de consumo de energia elétrica	10
Figura 5: Fios desconectados no medidor	15
Figura 6: Troca da engrenagem do medidor	16
Figura 7: Caixa do medidor furada	16
Figura 8: Funcionamento da medição eletrônica	19
Figura 9: Concentrador Primário violado	21
Figura 10: Inversão de polaridade dos condutores	22
Figura 11: Diagrama básico de um sistema de telemedição	23
Figura 12: Sistema de medição centralizada da Light	24
Figura 13: Desenho de um circuito SMC e seus componentes	25
Figura 14: Concentrador Secundário	26
Figura 15: Ilustração da rede RF com a repetição de sinal entre as CS	26
Figura 16: Rede RF com configuração manual	27
Figura 17: Rede RF com configuração automática	28
Figura 18: Criação de uma rede de comunicação	29
Figura 19: Rede de comunicação demonstrando CS sem comunicar e caminho RF	30
Figura 20: Sistema possibilita visualizar CS, posições e alarmes	31
Figura 21: Visualização do sistema de uma CS com fraude	32
Figura 22: CS com fraude em campo	33
Figura 23: Forma de medição da concessionária antes	34
Figura 24: Forma de medição de medição residencial antes	34
Figura 25: Poste com rede de distribuição e concentrador secundário	35
Figura 26: Sistema com concentrador de medição residencial depois	35
Figura 27: Curva de diminuição das perdas com a tecnologia da Ampla	36
Figura 28: Gráfico comparativo entre tipos de medidores x consumo dos clientes	36
Figura 29: Evolução do Ganho de energia TAM por cliente	41
Figura 30: Clientes faturados na região com implantação da medição eletrônica	41
Figura 31: Diagrama típico do sistema elétrico com gerador de emergência	44
Figura 32: Sistema automático com grupo gerador de energia elétrica	50

Figura 33: Curva de acionamento do gerador em sincronismo com a rede	51
Figura 34: Rede de gerenciamento de energia elétrica	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índice de perdas na área da Ampla	5
Tabela 2: Comparação entre geração bruta e demanda do Estado do Rio de Janeiro	8
Tabela 3: Consumo de energia elétrica pela população do Estado do Rio de Janeiro	9
Tabela 4: Comparação de funcionalidades de medição eletrônica da Ampla	38
Tabela 5: Grupos Geradores a diesel instalados na Fiocruz	45
Tabela 6: Custo total da geração por gerador a diesel	47
Tabela 7: Luminárias, lâmpadas e reatores no prédio da Fiocruz	57
Tabela 8: Resultados obtidos com o programa de eficiência energética	58

LISTA DE SIGLAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BT – Baixa Tensão
CCM – Centro de Controle e Medição
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais
CP – Concentrador Primário
CS – Concentrador Secundário
DAT – Distribuição Aérea Transversal
DEC – Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DIMEL – Diretoria de Metrologia Legal
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
FEC – Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
GRPS – General Packet Radio Service
GSM – Global System for Mobile Communications
GWh – Giga Watt-hora
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia
KWh – Kilo Watt-hora
MWh – Mega Watt-hora
ONS – Operador Nacional do Sistema
PLC – Power Line Communication
QTA – Quadro de Transferência Automático
RF – Rádio Frequência
SMC – Sistema de Medição Centralizada
SMI – Sistema de Medição Individualizada
TC – Transformador de Corrente
TEOR – Termo de Ocorrência e Responsabilidade
TP – Transformador de Potencial
USCA – Unidade de Supervisão de Corrente Alternada
UTR – Unidade Terminal Remota

1 INTRODUÇÃO

O abastecimento de energia elétrica vem passando por transformações decorrentes da necessidade do aumento do fornecimento de energia elétrica para atender a crescente demanda de energia, principalmente nas grandes cidades, e também de novos paradigmas de consumo com foco no uso racional e diminuição dos custos.

De acordo com a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (2002), em relação à energia elétrica, boa parte da população brasileira ainda é atendida de forma precária. Mais de 80% da população brasileira vive em zonas urbanas, e destes, uma grande parte em periferias de grandes centros urbanos, o que implica, na maioria das vezes, em condições precárias de abastecimento de energia elétrica.

Segundo a EPE – Empresa de Pesquisa Energética (2010), aproximadamente 4% de toda a energia elétrica do país é desviada ilegalmente. Isso seria suficiente para abastecer todos os estados da região Nordeste, onde vivem mais de 53 milhões de pessoas.

A Light afirma no jornal “O GLOBO” de 30/04/2010 que teve uma perda por desvio de energia de 5,3 mil GWh em 2010. Esse consumo equivale à produção anual da Usina de Angra 1. Na área de concessão da Light, 40% dos desvios são realizados em regiões críticas das cidades, e outros 60% são distribuídas nas outras regiões.

Ainda de acordo com a LIGHT (2013), existe uma margem dos desvios que é repassada para o consumidor e, se não tivesse estas perdas, diminuiria a conta de energia elétrica em 17%. Ainda segundo com a Light, o Rio de Janeiro é a capital brasileira onde o roubo de energia acontece com mais frequência.

1.1 Apresentação do Tema

Existem perdas nas empresas distribuidoras, perdas técnicas e perdas comerciais - também denominadas perdas não técnicas. As perdas técnicas são, basicamente, relativas às perdas de energia no decorrer de sua condução, transformação e distribuição. Por outro lado, as perdas não técnicas são em geral decorrentes de fraudes, ligações clandestinas e irregularidades encontradas na rede de distribuição.

A distribuição de energia elétrica tem sofrido sérios prejuízos devido a estas perdas, que fogem ao controle das empresas distribuidoras, sendo um dos elementos causadores de problemas para as concessionárias de energia elétrica. Deste modo, torna-se fundamental, para as empresas distribuidoras de energia elétrica, a prevenção, a detecção e o combate às perdas.

Ao se tratar deste tema, a principal ação utilizada pelas empresas distribuidoras é a realização de inspeções nos consumidores. Estas inspeções têm a finalidade de detectar fraudes, furtos ou outras irregularidades, como equipamentos manipulados ou defeituosos. Entretanto, o número de clientes das distribuidoras de energia elétrica é relativamente grande. O número bastante elevado de clientes de baixa tensão dificultou muito a fiscalização realizada através de inspeções. Ademais, torna-se importante ressaltar que o Rio de Janeiro vive uma situação particular em relação à maioria das capitais brasileiras, tendo em vista que a ocupação urbana irregular tem-se expandido aceleradamente. A topografia da capital é caracterizada pela presença de montanhas, cujas encostas têm sido ocupadas, também de forma irregular, pela população de baixo poder aquisitivo. Nestes aglomerados urbanos de difícil acesso as concessionárias encontram grandes dificuldades no monitoramento do furto de energia e nas ações de combate a inadimplência.

Adicionalmente, nota-se que muitas áreas da cidade são consideradas áreas de alto risco, onde as questões sociais são ainda muito críticas, fazendo com que as atividades das equipes das concessionárias, muitas vezes, sejam impedidas, não havendo dessa forma uma implementação de fiscalização efetiva.

Em paralelo, a ausência de instrumentos regulatórios que permitam o efetivo combate às perdas dificultava significativamente sua gestão pelas concessionárias. A regulamentação vigente que estabelece as condições do fornecimento de energia elétrica das concessionárias de distribuição - Resolução nº 456/2000 - não contempla todos os instrumentos necessários à redução das perdas de energia. E, por isso, com o objetivo de pressionar as concessionárias a ajustarem suas tarifas, por meio da redução de perdas, que a Aneel adotou novas regras para reconhecimento das perdas não técnicas, fraudes e furtos.

Em 2007 a Light realizou mais 400 mil inspeções nas instalações elétricas, encontrando irregularidades em mais de 23%, o que representam perdas de cerca de milhões com o furto de energia.

Dentre as principais características das áreas com altos índices de furto estão:

- Falta estrutura e confiança nos órgãos públicos (“roubar do estado não é condenável”);
- Alta complexidade social em áreas carentes no estado do Rio de Janeiro (ocupação desordenada, alto índice de violência e dificuldade de acesso), o que pode ser observado na Figura 1.

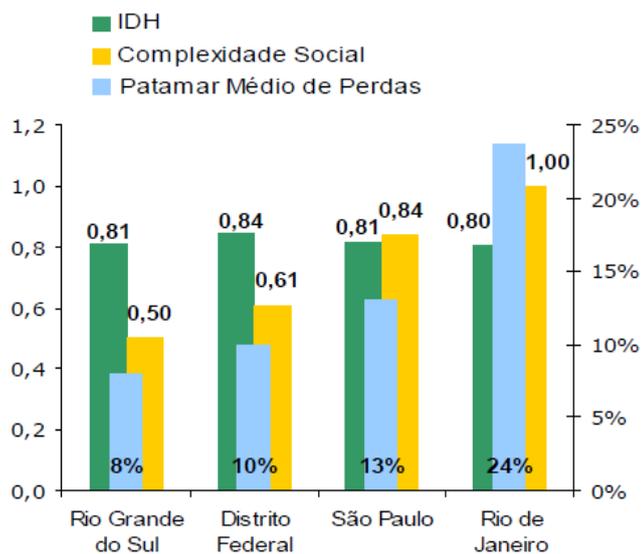


Figura 1: Índice de complexidade social que explica o alto índice de perdas no RJ.

Fonte: UFF/FGV, 2007.

A Figura 2 apresenta o mapa de distribuição de perdas no Estado, com destaque para área da empresa Ampla, que compreende as regiões de São Gonçalo, Itaboraí, Magé, Duque de Caxias e áreas de Niterói, com aproximadamente 2,3 milhões de clientes, onde as perdas são consideráveis, como pode ser visto na Tabela 1.

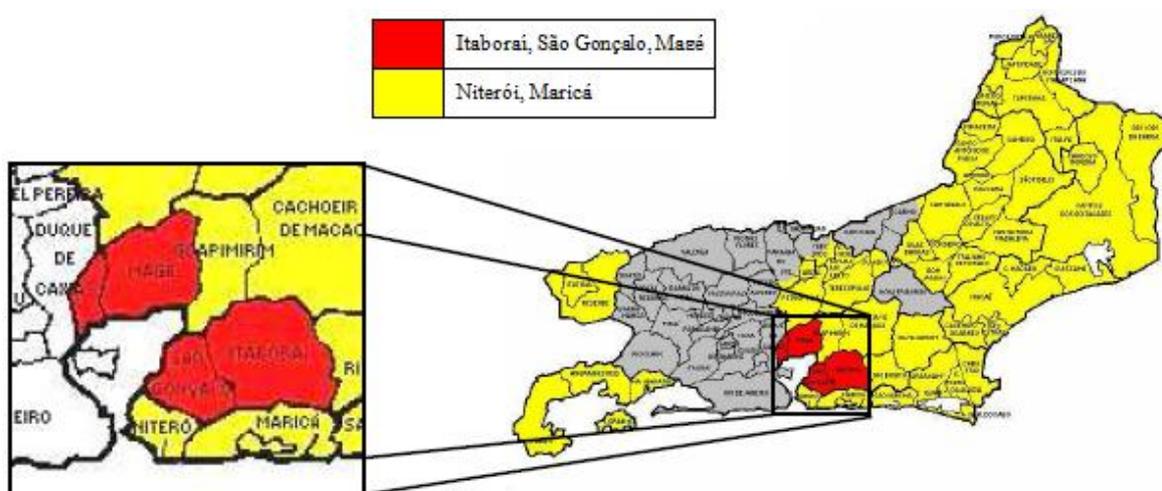


Figura 2: Mapa de distribuição de perdas.

Fonte: Ampla, 2009.

Tabela 1: Índice de perdas na área da Ampla.

<u>Área</u>	<u>Nº de clientes</u>	<u>Perdas (BT)</u>
<ul style="list-style-type: none"> São Gonçalo, Itaboraí, Magé, Maricá e comunidades de Niterói. 	700 mil	52%
<ul style="list-style-type: none"> Outras áreas cobertas pela Ampla. 	1600 mil	16%

Fonte: Adaptada pelo autor a partir da Ampla (2009).

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar as tecnologias existentes de medição de energia, as quais poderão diminuir os problemas na distribuição da energia elétrica, e também as perdas tanto pelo lado da concessionária de energia, quanto pelo lado do consumo, decorrentes principalmente de fatores sociais e econômicos, comuns em grandes cidades do Estado do Rio de Janeiro. Também serão abordados como objetivos específicos alguns indícios de fraudes nos medidores e as soluções implantadas pelas concessionárias para o combate, principalmente com a utilização de tecnologias mais modernas de medição do consumo.

1.3 Metodologia

Os métodos e técnicas aplicados neste trabalho foram a revisão bibliográfica com a sistematização dos dados coletados nas empresas de serviços de eletricidade na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. E, também, a apresentação de um estudo de caso de falta de energia elétrica em uma região de grande consumo de energia e a solução

de uma instituição pública localizada nesta região e que demanda esta energia elétrica.

1.4 Estrutura da Dissertação

Este capítulo apresenta uma breve descrição dos tópicos abordados neste trabalho.

O capítulo 2 mostra quais são as empresas responsáveis pelo suprimento de energia elétrica para o Estado do Rio de Janeiro, bem como a avaliação do consumo de energia elétrica na região metropolitana e de como são tratadas as perdas das empresas supridoras decorrentes, principalmente, do furto de energia elétrica, e, quais são os métodos adotados para a medição do consumo de energia elétrica.

O capítulo 3 apresenta os tipos de medidores eletromecânicos mais usados pelos consumidores de energia elétrica no Rio de Janeiro, e as fraudes mais frequentes nestes medidores.

No capítulo 4 são apresentadas a medição eletrônica e as tecnologias utilizadas atualmente para a medição do consumo baseadas principalmente no uso da Tecnologia da Informação, assim como os resultados alcançados com esta tecnologia.

O capítulo 5 apresenta algumas soluções implantadas para a falta de energia elétrica, em particular, um estudo de caso em uma instituição prejudicada pelo abastecimento de energia que está localizada em uma região com grande consumo e alto índice de furtos de energia elétrica, e que teve como objetivo garantir o fornecimento de energia elétrica para as suas atividades.

Por fim, o capítulo 6 apresenta as principais conclusões relacionadas ao tema estudado, e algumas sugestões para trabalhos futuros.

do Estado.

A Ampla Energia e Serviços é controlada pelo Grupo Endesa e distribui energia elétrica a cerca de 2,7 milhões de clientes em 66 municípios do Estado do Rio de Janeiro, em uma área de atuação de 32.188 km², ou 73,3% do território fluminense. Os clientes da Ampla estão mais concentrados na Região Metropolitana de Niterói e São Gonçalo, e nos municípios de Itaboraí e Magé. A empresa atua nas regiões Metropolitana, Norte, Noroeste, Baixada Litorânea, Serrana, Médio Paraíba, Centro-Sul e Costa Verde.

A Energisa Distribuidora de Energia S.A. pertence ao Grupo Energisa e distribui energia elétrica ao município de Nova Friburgo, na região Serrana do Estado, para 96 mil consumidores, em uma área de 1.000 km², equivalente a 2,0% da área total do Estado.

Além destas distribuidoras, cabe destacar também o papel desempenhado por Furnas Centrais Elétricas, empresa federal de âmbito regional, que não possui consumidores finais, mas complementa os mercados das concessionárias que atuam no Estado com a energia gerada em suas próprias usinas, ou com repasses da energia da Usina Hidrelétrica de Itaipu, através de seu sistema de transmissão.

No ano de 2012, a geração bruta de energia elétrica das centrais elétricas de serviço público localizadas no Estado totalizou 38.764,5 GWh (Tabela 2). Desse total, 20,5% foram de origem hidrelétrica, 41,3% termonuclear, 38,0% térmica convencional e 0,2% eólica.

Tabela 2: Comparação entre geração bruta e demanda do Estado do Rio de Janeiro.

Concessionárias	Geração (GWh) (a)	Consumo Total (GWh)			Auto-atendimento (a)/(b) (%)
		Consumo	Perdas	Total (b)	
Serviço Público	38.764,5	37.878,3	11.358,3	49.236,6	78,7
Auprodutores	12.868,1	12.868,1	nd	12.868,1	100,0
Total do Estado	51.632,6	50.746,4	11.358,3	62.104,7	83,1

Fonte: Relatório Light/Ampla de 2012.

O mercado consumidor atendido pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica teve predomínio do setor residencial, que representou 33,9% do total em 2012, seguido pelos setores comercial (25,8%) e industrial (22,6%), (Tabela 3). No período 2010-2012, os destaques foram o crescimento de 14% no consumo de eletricidade do setor comercial e a queda de 12% no consumo de eletricidade do setor industrial.

Tabela 3: Consumo de energia elétrica pela população do Estado do Rio de Janeiro.

Setores	Concessionárias		Autoprodutores		TOTAL	
	(GWh)	(%)	(GWh)	(%)	(GWh)	(%)
Consumo Final	37.878,3	100,0	12.868,1	100,0	50.746,4	100,0
Energético	1.106,4	2,9	9.899,1	76,9	11.005,5	16,4
Residencial	12.838,4	33,9	-	-	12.838,4	27,1
Comercial	9.779,2	25,8	17,9	0,1	9.797,2	19,0
Público	4.891,9	12,9	-	-	4.891,9	10,2
Agropecuário	292,1	0,8	-	-	-	0,6
Transporte	404,9	1,1	-	-	404,9	0,8
Industrial	8.565,3	22,6	2.951,1	22,9	11516,4	25,9

Fonte: Relatório da Light/Ampla de 2012.

Em 2012, a Light foi responsável por 69% da energia elétrica total distribuída ao mercado das concessionárias do Estado do Rio de Janeiro, seguida pela Ampla, com 30% do total, e pela Energisa, com 1%. Por outro lado, da energia entregue na área de concessão da Light (23.384 GWh), 14% foram destinados aos consumidores livres e 86% ao mercado cativo da concessionária. Na área da Ampla, os consumidores livres tiveram participação semelhante (cerca de 14%) no total consumido (10.472 GWh).

2.1 Avaliação do Consumo de Energia Elétrica

Os instrumentos de avaliação do consumo de energia ainda são frágeis quando levado em conta o hábito de consumo da população, pois o uso de equipamentos elétricos pode variar muito de acordo com a quantidade de pessoas que o utilizam e a forma como fazem isso.

Ao analisarmos a carga de consumo podemos entender melhor a distribuição do consumo ao longo dia, utilizando, como exemplo, o gráfico do Operador Nacional do Sistema Elétrico, que apresenta os níveis de carga por tipo de usuário (Figura 4). Tal gráfico também mostra que o período de maior consumo começa por volta das 16 horas e vai até às 23 horas. Segundo a ANEEL (2000), o principal responsável por essa elevação é o consumo de energia residencial.

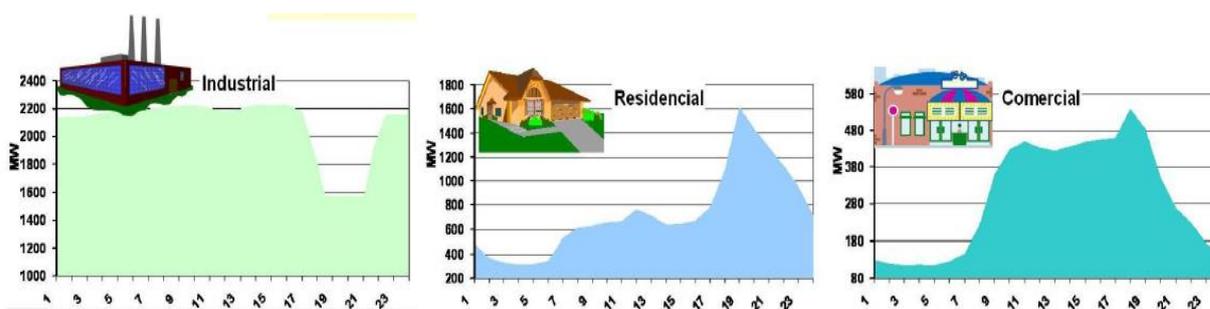


Figura 4: Curvas de carga comparativas de consumo de energia elétrica.

Fonte: Adaptado pelo autor.

2.2 Tratamento das Perdas Técnicas

Em relação às perdas de energia elétrica, existe o esforço no sentido de estimular as empresas para a utilização de novas tecnologias, realização de campanhas de medição,

entre outras ações objetivando a redução das perdas técnicas.

A metodologia proposta para o cálculo das perdas técnicas define as perdas globais e técnicas, explicadas a seguir:

- Perdas globais de energia na distribuição: diferença entre a energia requerida e a energia fornecida pela concessionária, expressa em megawatt-hora por ano (MWh/ano); a energia requerida, nesta avaliação, corresponde à oferta de energia para rede da Concessionária englobando os montantes de energias supridos de redes elétricas de outras concessionárias de transmissão e distribuição e de produtores de energia conectados na rede da concessionária, incluindo a geração própria; a energia fornecida corresponde à energia medida (ou estimada, nos casos previstos pela legislação) dos consumidores, livres ou não, adicionando a de consumo próprio da Concessionária e as energias supridas para outras concessionárias;

- Perdas técnicas de energia na distribuição: montante de energia elétrica, expresso em megawatt-hora por ano (MWh/ano), dissipada entre o suprimento e o ponto de entrega, decorrente das leis físicas relativas aos processos de transporte, transformação de tensão, mais as perdas da medição de energia elétrica da unidade consumidora de responsabilidade da Concessionária, corresponde à soma de duas parcelas, uma que inclui as perdas por efeito joule e por efeito corona nos cabos, condutores, ramais, nos medidores, nas conexões, nos sistemas supervisórios, transformadores de corrente e de potencial e as devidas fugas de correntes em isoladores e outras.

Ainda em relação a perdas de energia elétrica, denominam-se Perdas na Distribuição o somatório de Perdas Técnicas e Comerciais, considerando esta última, também chamada de Perdas Não Técnicas, que é a diferença entre a Energia Injetada suprida na rede da distribuidora e a Energia Fornecida por meio dessa rede, conforme as seguintes equações,

com seus componentes expressos em MWh.

- *Perdas de Energia na Distribuição* = Energia Injetada – Energia Fornecida – Consumo
- *Perdas de Energia na Distribuição Totais* = Perdas Técnicas + Perdas Comerciais

A Energia Injetada é o referencial para cálculo dos valores percentuais das Perdas de Energia na Distribuição, conforme segue:

- *Perdas de Energia na Distribuição (%)* = $\frac{\text{Perdas na Distribuição (MWh)}}{\text{Energia Injetada (MWh)}} \times 100\%$

- *Perdas Técnicas (%)* = $\frac{\text{Perdas Técnicas (MWh)}}{\text{Energia Injetada (MWh)}} \times 100\%$

- *Perdas Comerciais (%)* = $\frac{\text{Perdas Comerciais (MWh)}}{\text{Energia Injetada (MWh)}} \times 100\%$

- *Perdas de Energia na Distribuição Totais (%)* = Perdas Técnicas (%) + Perdas Comerciais (%)

Os estudos do Instituto Acende Brasil (IABRASIL, 2008) indicam que o furto de energia e o não pagamento da conta de luz geram prejuízos da ordem de R\$ 6 bilhões ao ano. As perdas comerciais vêm comprometendo os resultados das revisões tarifárias de eletricidade. As empresas distribuidoras são obrigadas a gerenciar as perdas não técnicas, e

a própria Aneel, na revisão tarifária, aceita parcialmente o valor dessas perdas, que podem ser repassadas para a tarifa. É fundamental que a metodologia de redução de perdas não técnicas e da inadimplência tenha um custo menor que o ganho obtido com a receita proveniente dessa redução. Se o custo ultrapassar, tal atividade fica economicamente inviável.

O menor consumo tem consequências diretas no menor custo de energia, pois apresentam custos menores de expansão do sistema elétrico, evitando aumento de carga desnecessário, além de eliminação do subsídio aos quais os consumidores pagantes são obrigados a financiar o consumo dos que furtam a energia elétrica. Na questão de perdas e inadimplência, o Instituto Acende Brasil sugere:

“...inspeções regulares em busca de furto; corte do fornecimento de energia dos clientes fraudadores; colocação dos medidores fora das residências; medição remota de energia; aviso prévio de corte e corte dos clientes inadimplentes; cobranças judiciais; parcelamento das dívidas dos consumidores inadimplentes; e educação e conscientização das comunidades atendidas...”

2.3 Tarifa Diferenciada de Energia Elétrica

Para reduzir os furtos de energia, a Aneel quer que a Light crie uma tarifa diferenciada para áreas onde estes furtos sejam maiores do que 30% (JORNAL O GLOBO, 2013).

Há mais de três anos a Light já pratica a tarifa social no Rio. Com isso,

aproximadamente 190 mil consumidores de baixa renda têm direito ao benefício que reduz de 65% a 10% o valor das contas de energia elétrica.

Para ter direito à tarifa social, a família deve estar inscrita no cadastro único para programas sociais do governo federal. E a renda familiar mensal deve ser menor ou igual a meio salário mínimo. Também têm direito ao benefício as famílias (com renda mensal de até três salários mínimos) que tenham portador de doença ou deficiência e que este precise usar aparelhos que demandem consumo de energia elétrica.

Para ter acesso à tarifa social, os consumidores devem procurar as agências da Light com o chamado Número de Inscrição Social (NIS). Só tem direito ao benefício quem gasta até 220 KWh por mês. Por exemplo, o consumidor que gasta 30 KWh/mês tem desconto de 65% no valor da conta. Para quem gasta de 30 kwh/mês até 100 KWh/mês a redução na tarifa é de 40%, enquanto que o desconto é de 10% para quem consome entre 110 KWh/mês e 220 KWh/mês.

3 MEDIDORES ELETROMECAÑICOS

Este capítulo apresentará os principais tipos de fraudes em medidores eletromecânicos de energia elétrica, que podem ser divididas em fraudes externas, caracterizadas pela ligação de condutores diretamente na rede de distribuição e as internas ao medidor.

3.1 Tipos de Fraudes na Parte Interna

Entre os tipos de fraudes mais comuns estão:

- Bobina do medidor desativada: rompimento voluntário de uma ou mais bobinas do equipamento de medição; é detectado observando se o selo de segurança foi violado ou se há indícios da remoção da tampa de vidro.

- Condutor desconectado: desconexão de um ou mais condutores do circuito secundário ou primário de medição (Figura 5), permitindo que haja consumo sem respectivo registro; associado ao selo oficial violado ou da violação da caixa protetora.

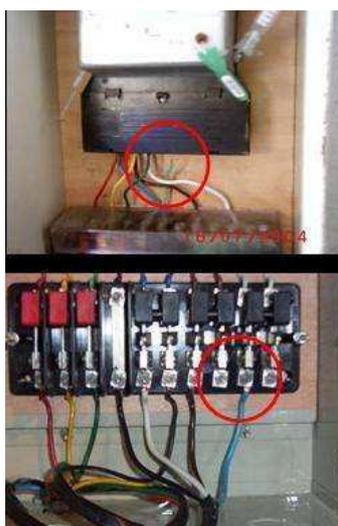


Figura 5: Fios desconectados no medidor.

- Condutor secundário rompido: rompimento voluntário de um ou mais condutores do circuito secundário de medição, permitindo que haja consumo sem o registro; associado a violação do selo dos bornes ou da caixa protetora.

- Derivação da caixa para a carga: desvio de corrente elétrica não medida, geralmente em caixa terminal ou de distribuição; associado ao retorno de tensão elétrica quando o circuito é desconectado.

- Medidor com o disco preso: utilização de artifício para travar ou retardar o giro do disco do medidor (Figura 6); associado a remoção do selo oficial ou indícios da remoção

da tampa de vidro.

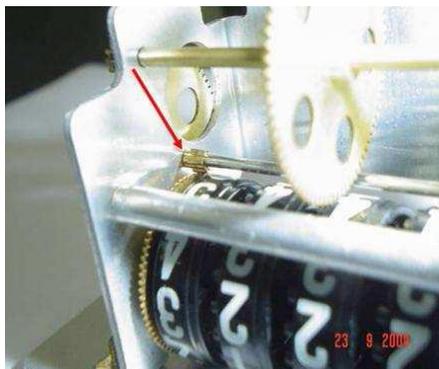


Figura 6: Troca da engrenagem do medidor.

- Ligação direta: ligação dos condutores de entrada e saída pelos bornes de terminais sem passar pelo medidor (Figura 7).



Figura 7: Caixa do medidor furada.

- Ligação invertida: inversão da ligação de um ou mais condutores do borne de entrada para o borne de saída do medidor.

- Registrador alterado: desacoplamento do disco do medidor do conjunto encarregado de transmitir as rotações, isto é, o disco gira, mas não registra o consumo.

- Consumo alterado: utilização de artifício para manuseio dos registros de consumo

da instalação, tais como: retorno dos ponteiros, desconexão de condutores primários ou secundários da medição, etc.; associado á violação do selo oficial ou de indícios de remoção da tampa de vidro ou caixa protetora.

3.2 Tipos de Indícios de Fraude na Parte Externa

- Lacre com vestígios de manipulação, rompido ou adulterado.
- Tampa principal cortada, levantada ou quaisquer outras características que indiquem tentativa de remoção ou levantamento da tampa.
- Régua e tampa de bornes perfurados, quebrados, lascadas ou quaisquer outras características que indiquem tentativa de acesso aos bornes do medidor.

3.2.1 Tratamento dado pelas Concessionárias

A inspeção deve focar primeiramente a busca de eventuais vestígios na parte externa do medidor, em locais tais como a tampa, a régua e tampa de bornes, a caixa, etc.

Caso ocorra a presença de indício de fraude em algum medidor, este deve ser submetido a uma investigação interna, a qual será feita pela empresa contratada para serviço de recuperação e ensaio em medidores.

O tipo de fraude mais encontrado em medidores residenciais é através da base furada. Na inspeção de medidores no campo, o principal indício de fraude é o rompimento do lacre padrão da concessionária de energia, o que indica que provavelmente houve manipulação do medidor, constatada a violação do lacre, o inspetor realiza o procedimento de inspeção adequado para detecção da irregularidade, podendo realizar no local um teste

no medidor.

Constatadas irregularidade que afetem o Real Registro da Energia Elétrica no Medidor de Consumo, o representante da concessionária deverá:

- Lavrar o TEOR – Termo de Ocorrência e Responsabilidade detalhando: data, hora, nome do acompanhante, nome do responsável pelo local, descrição precisa da irregularidade, descrição detalhada do estado dos selos e dos locais onde estavam instalados.

- Fazer menção à permissão concedida pelo responsável em adentrar a propriedade para a realização da inspeção e, se preciso o levantamento de carga.

- Somente o responsável pelo local deverá assinar o TEOR, inclusive onde está descrito o levantamento de carga, concordando em comparecer a Light para tomar ciência de seu débito junto a empresa.

- Realizar o levantamento da carga instalada (ou desviada) sempre na companhia do responsável pelo local.

- Caso houver recusa do responsável pela unidade consumidora em assinar o TEOR, o representante da concessionária deverá coletar a assinatura de duas testemunhas, com assinatura e endereço.

4 MEDIDORES ELETRÔNICOS

Atualmente os medidores utilizados para grandes consumidores são eletrônicos, tanto o de medição direta, quanto o de medição indireta (conectado à rede através de transformador de corrente - TC e transformador de potencial - TP), e que aos poucos estão sendo utilizados para consumidores residenciais. Como estes medidores já vêm projetados de fábrica para tornar inviável a tentativa de fraude, a Light não se preocupa em criar mecanismos para dificultar a violação.

A tecnologia atual de medição eletrônica garante melhor exatidão que os medidores eletromecânicos, oferecendo informações detalhadas sobre o consumo. O medidor pode ainda ser monitorado à distância, via rede sem fio (Figura 8).

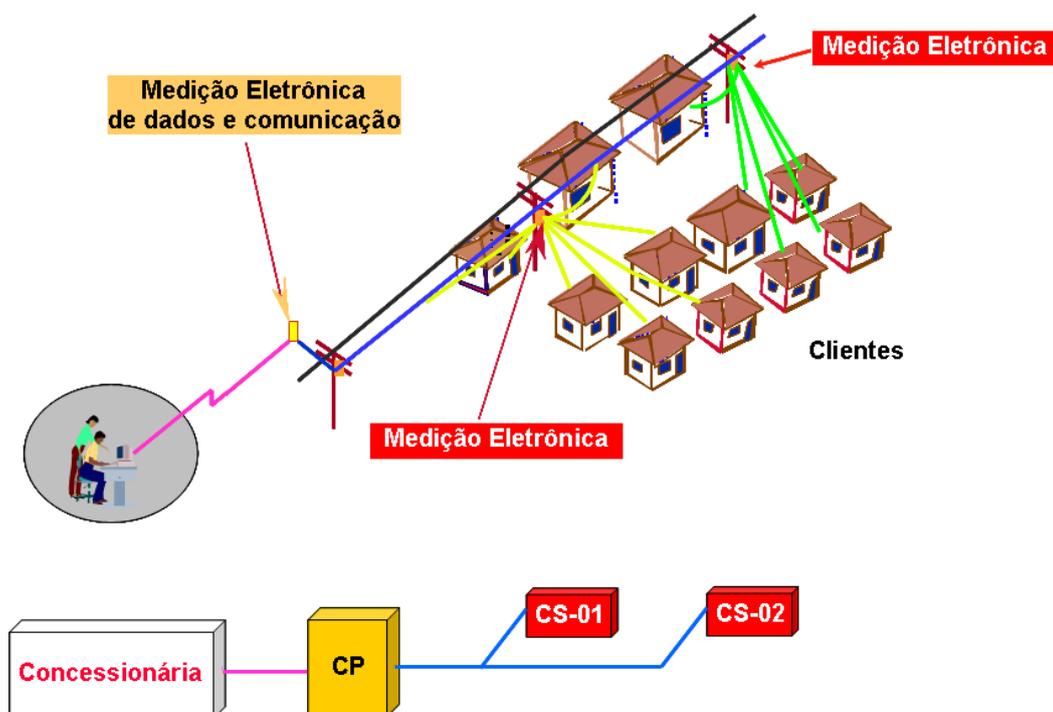


Figura 8: Funcionamento da medição eletrônica.

Fonte: Ampla, 2009.

Em relação à homologação dos medidores eletrônicos, eles foram autorizados pela ANEEL e instalados na área de concessão de sistemas distribuídos da Light, através de três portarias do INMETRO:

- Portaria INMETRO/DIMEL nº 213, de 23 de junho de 2009;
- Portaria INMETRO/DIMEL nº 327, de 08 de dezembro de 2010;
- Portaria INMETRO/DIMEL nº 229, de 21 de julho de 2011.

4.1 Sistemas de Telemedição de Baixa Tensão

Os novos medidores eletrônicos instalados pela Light e pela Ampla se encontram no poste a 10 metros de altura, ligados às residências pelos cabos elétricos. O medidor se conecta, via rádio frequência, com o mostrador de leitura do medidor ciclométrico localizado na residência, onde o consumidor tem acesso à leitura e pode acompanhar o consumo de energia. O aparelho contém um “chip” que registra o consumo de quilowatts de cada residência e as informações são enviadas para uma central de operações. Esse sistema permite o desligamento e a religação do fornecimento de energia dos clientes sem a necessidade de deslocamento de equipes até o local.

Segundo Souza (2013), para combater o avanço das perdas comerciais que vinham aumentando devido a diversos fatores, alguns já citados, como: cultura da região; racionamento de energia; aumento da informalidade; e desenvolvimento urbano desordenado (crescimento de áreas de comunidades), as concessionárias de energia iniciaram em 2008 um forte investimento em novas tecnologias para clientes de baixa tensão, sendo utilizadas as tecnologias de medição centralizada (SMC) e medição individualizada (SMI), sendo que estes projetos obtiveram excelentes resultados na

redução das perdas. Com a homologação do sistema de medição centralizada no fim de 2009, iniciou-se em 2010 a etapa de faturamento dos medidores telemedidos. Com o início do faturamento, imediatamente tornou-se de grande importância a necessidade de manter o sistema de comunicação operando para garantir a leitura de faturamento e as operações de corte e religação. Também com o início do faturamento começou a fase de vandalismo e tentativas de manipulação (Figuras 9 e 10), pois estes projetos foram iniciados em áreas onde a perda era em média 70%, e baixaram para 15%, apenas com sua instalação, causando, por consequência, aumento nas contas em uma parcela significativa dos clientes.



Figura 9: Concentrador Primário violado.

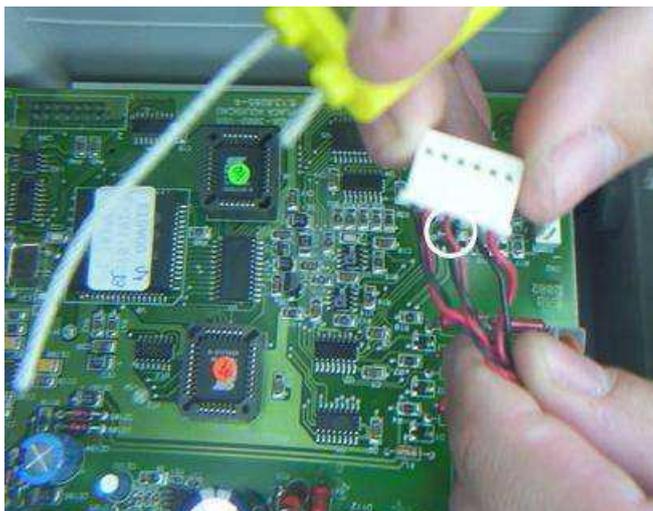


Figura 10: Inversão de polaridade dos condutores.

O sistema de telemedição para baixa tensão (Figura 11) foi implantado com novas tecnologias nos projetos de medição individualizada e medição centralizada, sendo ambas gerenciadas pelo Centro de Controle da Medição (CCM), que já estava responsável por monitorar todos os clientes de Média Tensão. Para estes novos projetos foi desenvolvido, no sistema de Média Tensão, um módulo específico para Baixa Tensão, possibilitando a leitura dos diferentes protocolos e operacionalizando as funções remotas de leitura, corte, religação e monitoramento do sistema de comunicação e alarmes em campo. Essa automatização dos processos comerciais possibilita maior segurança das informações, aumento da efetividade e eficiência de execução, diminuindo os custos operacionais e melhora nos processos de recuperação de energia e comercial.

Para as diferentes características geográficas, socioeconômicas e culturais, a concessionária adotou dois projetos distintos: o SMI - Sistema de Medição Individualizada, e o SMC - Sistema de Medição Centralizada.



Figura 11: Diagrama básico de um sistema de telemedição.

Fonte: Adaptado pelo autor.

4.2 Sistema de Medição Centralizada

O Sistema de Medição Centralizada - SMC (Figura 12) foi concebido em áreas urbanizadas de baixo poder aquisitivo e em comunidades com alto índice de agressividade na rede de Baixa Tensão. Por esta característica, a rede recebe uma blindagem especial, que coloca a Baixa Tensão no mesmo nível da Média Tensão, ou seja, com altura elevada.

Os medidores dos clientes são instalados dentro de caixas denominadas Concentradores Secundários (CS). Estas têm portas chaveadas que só permitem acesso autorizado via sistema e estão alocadas em postes com uma altura superior a 10 metros, dificultando o acesso não autorizado das mesmas.

A caixa CS também contém uma UCP – Unidade Central de Processamento, que é responsável pela coleta de dados de leitura, execução do corte, religação, alarmes de status da medição e detecção de abertura ilegal da tampa da caixa. Acoplada à UCP há um rádio,

que faz a comunicação entre as caixas. Esta comunicação entre as CS, que pode ser RF, forma o circuito de comunicação, no qual uma CS transmite a outra, dados. Estes dados são concentrados em outro dispositivo centralizador do sistema, denominado Concentrador Primário (CP), que recebe informações, realiza o processamento dos dados e comunica com o CCM, através de tecnologia GSM/GPRS.

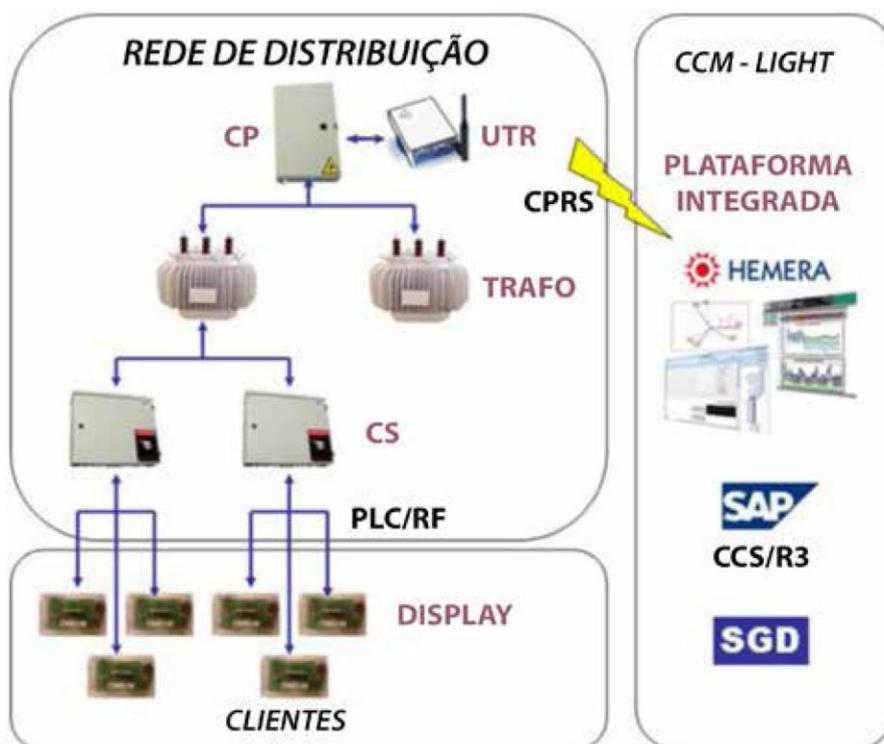


Figura 12: Sistema de medição centralizada da Light.

Fonte: Adaptado pelo autor.

Após a etapa de instalação das caixas CS em campo e a interligação física de cada medidor com suas respectivas instalações, inicia-se a fase da construção da rede de comunicação e configuração.

Primeiramente é necessário criar a rota de comunicação entre as CS, onde se define o endereçamento para envio e recebimento de mensagens, caracterizando assim os gateway's

e as repetições, ou seja, criando a interdependência, dizendo de qual CS o próximo CS receberá as mensagens e para qual ele transmitirá. A cada rota criada verificam-se os níveis de sinal e ruído entre os rádios, para assegurar que o caminho definido não apresentará falhas futuras.

Após a etapa de construção da rede RF – Radio Frequência, inicia-se a fase de configuração, criando os medidores polifásicos a partir dos módulos monofásicos e vinculando cada medidor da CS para sua respectiva instalação, nesta fase também se configura para cada cliente, com o objetivo de que o mesmo possa acompanhar seu consumo.

A Figura 13 apresenta a configuração de um sistema SMC e seus componentes, sendo o concentrador secundário mostrado na Figura 14.



Figura 13: Desenho de um circuito SMC e seus componentes.

Fonte: Ampla, 2009.



Figura 14: Concentrador Secundário.

Para a tecnologia de SMC, a manutenção primária considera a falha em todos os componentes de transmissão de dados do CP até o CCM. Já a comunicação secundária considera os rádios das CS e UCP.

Na comunicação secundária uma CS atua como repetidora, tanto para transmitir quanto para receber dados, criando uma relação de dependência direta neste circuito, em que uma CS qualquer se torna um elo do circuito e a falha de qualquer elo causa impacto na efetividade da comunicação das CS posteriores a este elo (Figura 15).



Figura 15: Ilustração da rede RF com a repetição de sinal entre as CS.

Fonte: Ampla, 2009.

4.2.2 Rede Mesh com Configuração Automática

Neste tipo de rede a comunicação não depende de endereçamento fixo como no caso anterior, e as CS se comunicam entre si, seguindo o critério de maior nível de sinal (Figura 17).

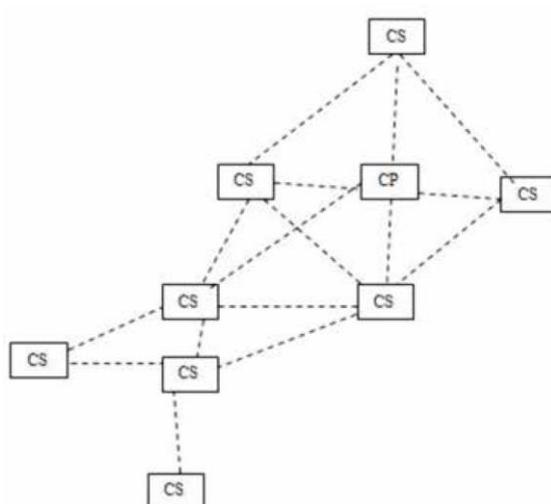


Figura 17: Rede RF com configuração automática.

Fonte: Ampla, 2009.

Ao acompanhar a manutenção feita pelos fornecedores, verificou-se a necessidade de manutenção contínua de forma preventiva e corretiva para manter o sistema com a eficácia desejada. Entretanto, estas ações de correção das falhas de comunicação teriam um tratamento interno em 85% dos casos, utilizando reconfiguração de rota e forçando carregamento via sistema, sem nenhuma necessidade de ir a campo; os outros 10% necessitam de uma análise de sistema para identificar o defeito. Com esta análise, identifica-se que aproximadamente 5% dos casos de falha ocorrem por defeito físico, com a necessidade real de equipes em campo, restando a denominação de falha por associação,

o que significa que estão associadas indiretamente ao defeito físico, e que logo que os defeitos físicos forem solucionados retornarão à comunicação normal, sem a necessidade de intervenção direta.

No sistema SMC, no qual atualmente estão instalados aproximadamente 200 mil unidades de medição com duas tecnologias diferentes, sendo que RF e MESH, o sistema de comunicação entre as CS, que fazem a repetição de comandos e envio de dados, ainda necessitam de configuração. Vale destacar que cada fabricante atua como desenvolvedor de um sistema próprio capaz de construir e editar um circuito.

Diante de uma provável dependência de sistema para cada fabricante adotado, enxergou-se a oportunidade de desenvolver, no próprio sistema operacional da Light, módulos que possibilitassem a interoperabilidade entre todas as tecnologias.

Na Figura 18 observa-se a interface de um programa para criação de redes de comunicação.

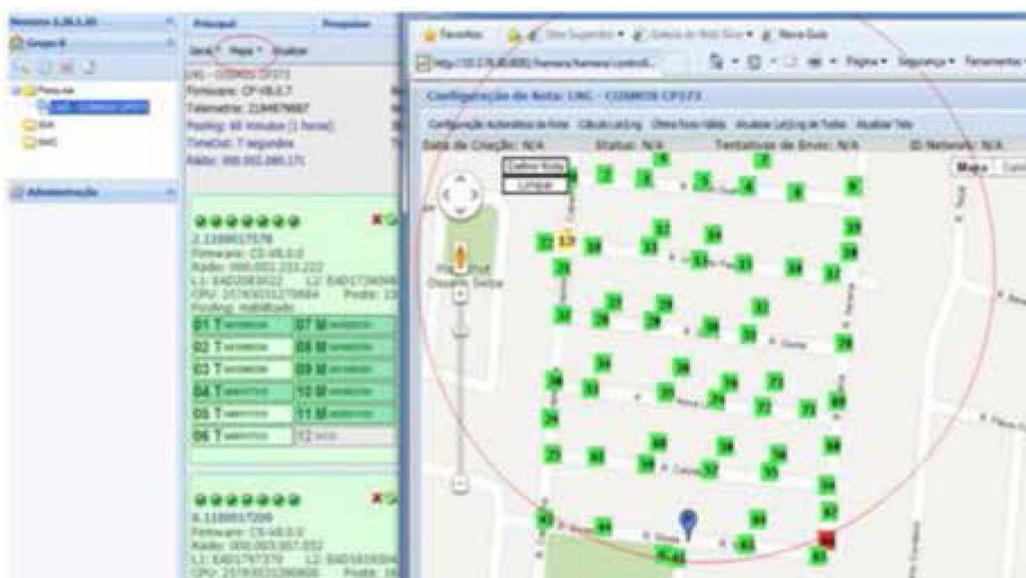


Figura 18: Criação de uma rede de comunicação.

Fonte: Ampla, 2009.

A criação de um módulo que enxergue e faça todas as funções dos sistemas dos fabricantes permitem à concessionária atuar na manutenção dos circuitos entregues, e cria até mesmo novos circuitos partindo do “zero”, se necessário. Este módulo, chamado de módulo manutenção, possibilita criar ou modificar redes, configurar medidores, TLI, visualizar alarmes, além de realizar os demais processos que já se fazia.

A função de reconfigurar rede de RF permite, além da visualização por georreferenciamento dos pontos, a alteração dos caminhos ou criação de novos com apenas um clique do mouse, propiciando ao operador da manutenção a visualização ampla e simples do trabalho (Figura 19).



Figura 19: Rede de comunicação demonstrando CS sem comunicar e caminho RF.

Fonte: Ampla, 2009.

Outra preocupação foi desenvolver um sistema que possibilite uma visualização ao analista que reflita o encontrado em campo, permitindo ao analista ter a mesma visão das equipes de campo. Esta configuração, ou melhor, layout, esta associada diretamente ao tipo de tecnologia e ao layout que o equipamento possui em campo.

O módulo também permite a criação de novas configurações de clientes e configurações de grupo, associando em ligações polifásicas medidores ativos e passivos e possibilitando a soma dos módulos no faturamento.

As Figuras 20 e 21 demonstram a funcionalidade do sistema na visualização das CS, possibilitando a detecção de fraudes, enquanto a Figura 22 apresenta uma CS com fraude em campo.



Figura 20: Sistema possibilita visualizar CS, posições e alarmes.

Fonte: Ampla, 2009.



Figura 21: Visualização do sistema de uma CS com fraude.

Fonte: Ampla, 2009.



Figura 22: CS com fraude em campo.

4.3 Projeto Ampla Chip

O projeto Ampla Chip surgiu como uma extensão do projeto Rede DAT. Além de trazer os benefícios desse projeto, incorporava uma solução para proteger os medidores de intervenções de clientes: os medidores eletromecânicos convencionais foram substituídos por medidores eletrônicos com funcionalidade de telemedição (para leitura, corte e restabelecimento de energia elétrica) protegidos por uma caixa lacrada (concentrador) instalados na ponta da cruzeta (alto do poste) ao lado da rede de baixa tensão (BT).

Todos os comandos de leitura, suspensão de fornecimento e restabelecimento de fornecimento passaram a ser feitos de maneira remota a partir da concessionária sendo intermediadas por uma pequena central local de dados e comunicação, o Concentrador Primário (CP) até chegar à medição eletrônica de leitura localizada nos Concentradores Secundários (CS).

As principais modificações do modelo convencional para o modelo Ampla Chip foram:

- Elevação da Rede de Baixa Tensão (a 6 metros do solo) para a mesma altura da Rede de Média Tensão (a 11 metros do solo), o que dificulta as ligações clandestinas na rede de distribuição;
- Substituição dos medidores eletromecânicos (que ficavam no muro da residência do cliente ou dentro de sua própria residência) por medidores eletrônicos instalados dentro de uma caixa blindada no topo da cruzeta (a 11 metros do solo) dotado de tecnologia de telemedição remota. Esta tecnologia permite a coleta remota de leituras que eram feitas através de visitas de funcionários na residência dos clientes. Além disso, no caso de suspensão de fornecimento de energia devido à inadimplência e restabelecimento de

energia quando existe a regularização do cliente perante a concessionária, os comandos são feitos via escritório sem a presença de funcionários em campo.

As Figuras 23 a 26 ilustram como as medições eram realizadas anteriormente e como passaram a ser realizadas após as modificações aqui descritas.

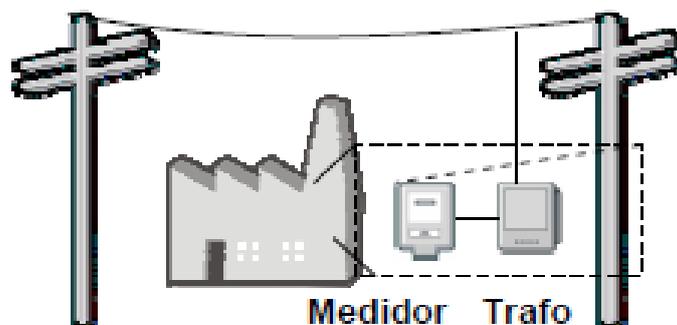


Figura 23: Forma de medição da concessionária antes.

Fonte: Ampla, 2009.

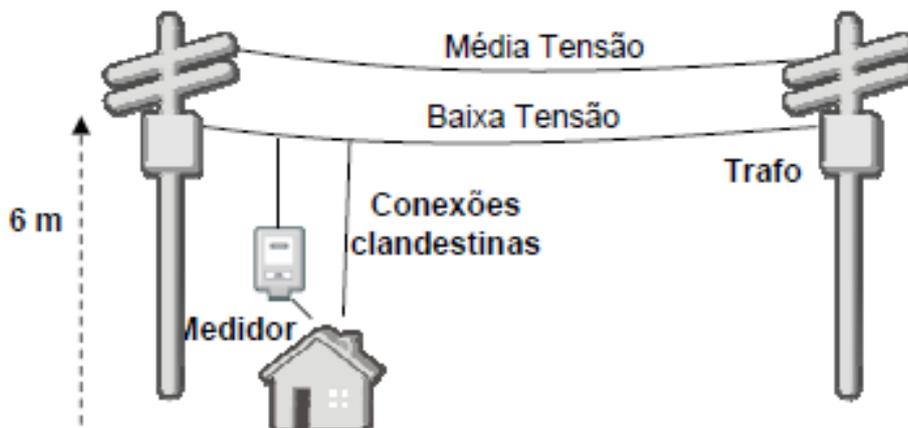


Figura 24: Forma de medição residencial antes.

Fonte: Ampla, 2009.

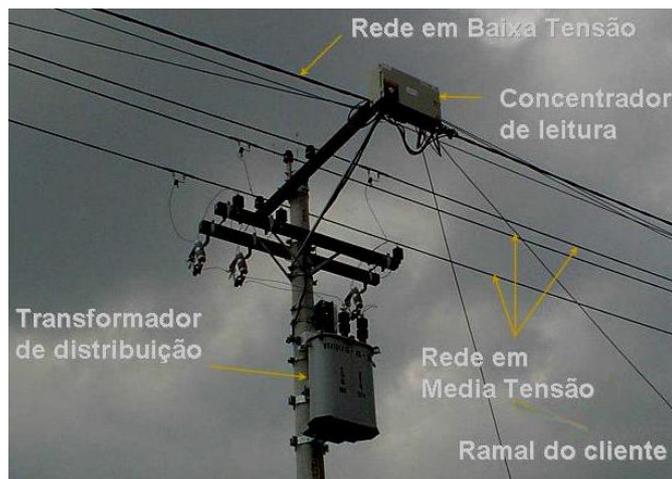


Figura 25: Poste com rede de distribuição e concentrador secundário.

Fonte: Adaptado pelo autor.

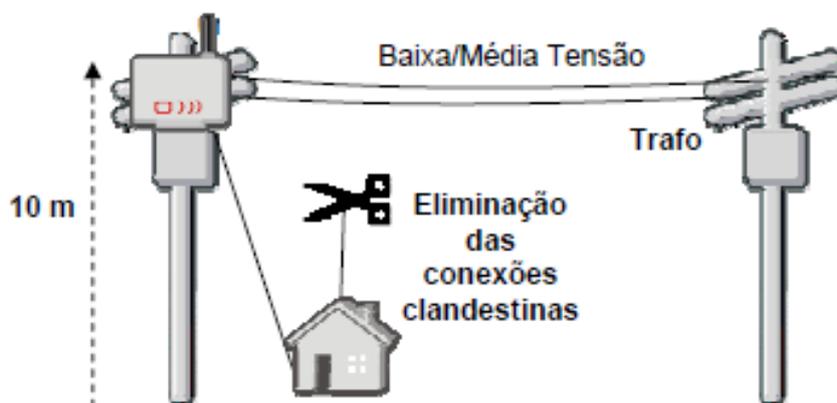


Figura 26: Sistema com concentrador de medição residencial depois.

Fonte: Ampla, 2009.

O projeto de medição eletrônica impulsionou uma redução significativa no índice de perdas da Ampla chegando a valores em dezembro de 2008 de 18,70%. O gráfico da Figura 27 mostra a evolução das perdas TAM (Taxa Anual Móvel) no período de 2003 a 2008 indicando o início de cada projeto.

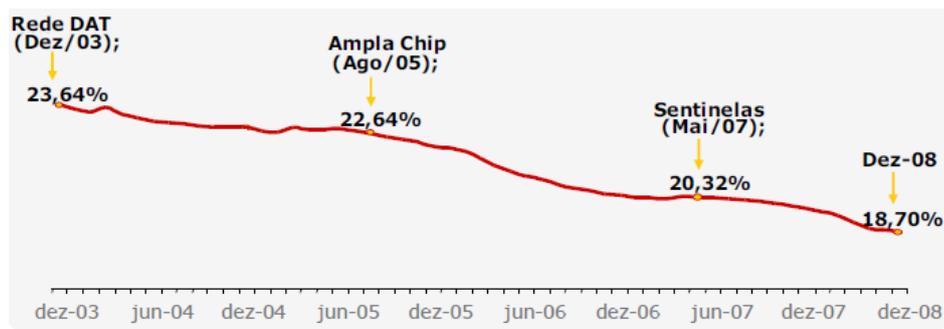


Figura 27: Curva de diminuição das perdas com a tecnologia da Ampla.

Fonte: Ampla, 2009.

O parque de medidores da Ampla é composto por aproximadamente 2,4 milhões de medidores, dos quais 21,7% são eletrônicos. Com relação aos medidores instalados na área de concessão da Ampla, esses possuem uma idade média de 9,5 anos.

Um ponto importante de observação é que 0,12% dos medidores do parque da Ampla são Redes Sentinelas enquanto a energia faturada corresponde 2,31%, o que comprova a utilização dessa tecnologia em clientes com alto consumo de energia, conforme gráfico apresentado na Figura 28.

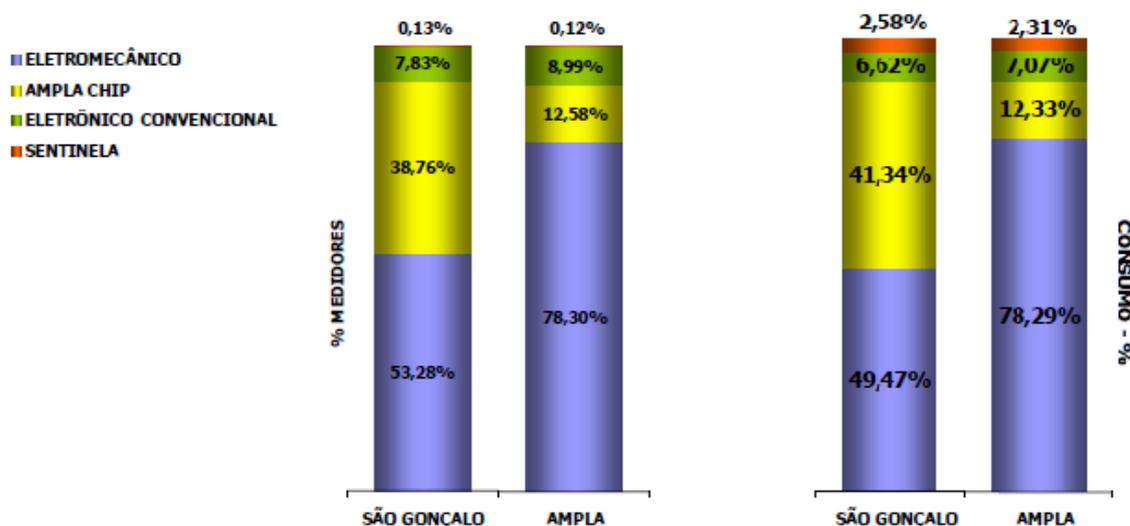


Figura 28: Gráfico comparativo entre tipos de medidores x consumo dos clientes.

Fonte: Ampla, 2009.

4.3.1 Funcionalidades dos Medidores e Sistemas de Comunicação

As principais funcionalidades dos medidores eletrônicos instalados na Ampla, sua tecnologia de comunicação e transmissão de dados serão aqui apresentadas.

Dentre a divisão do parque de medição eletrônica, cada grupo apresenta características e funcionalidades próprias.

Os medidores eletrônicos convencionais apenas registram leitura ativa e o cliente pode visualizar a informação online no próprio aparelho de medição.

No Ampla Chip apenas a leitura ativa é registrada, a qual pode ser visualizada pelos clientes através de terminais de consulta individuais que são atualizados de hora em hora. Quanto às funcionalidades, este possui: a leitura, o corte e a religação de 100% dos clientes são feitos de maneira remota, utilizando-se a tecnologia de GPRS (informações entre a concessionária e o concentrador primário de medição), além do controle de acesso ao medidor. A tecnologia de comunicação entre concentrador primário e secundário pode ser PLC ou RF.

No Sistema Sentinela as grandezas medidas são: memória de massa com capacidade para armazenar por até 47 dias, leitura ativa e reativa, demanda de forma remota (por GPRS), controle de acesso ao medidor, fator de potência e multi-tarifa. Hoje 36% dos Sentinelas possuem telemetria por GPRS.

Na Tabela 4 é apresentada uma comparação entre as funcionalidades do tipo de medição eletrônica utilizada na Ampla.

Tabela 4: Comparação de funcionalidades de medição eletrônica da Ampla.

Funcionalidade dos Medidores Eletrônicos			
Funcionalidades	Sentinela	Eletrônico Convencional	Ampla Chip
Energia Ativa	X	X	X
Energia Reativa	X		
Demanda	X		
Tensão	X		
Corrente	X		
Fator de Potência	X		
Memória de Massa	X		
Consumo Horário	X		
Calendário	X		
Indicadores de Continuidade	X		
Saída Óptica	X		
Saída RS 485/232/Euridis/Mbus	X		X
Saída Ethernet	X		
Comunicação PLC			X
Comunicação GPRS	X		X
Comunicação RF			X
Corte/Religação Remoto			X
Controle de Acesso ao Medidor	X		X

Fonte: Ampla, 2009.

A segurança de informação é tratada com grande cuidado e é garantida pelo próprio GPRS, que trabalha com um sistema próprio. Basicamente funciona com transmissão de arquivos em pacotes por sockets gerados entre o transmissor e receptor, utilizando um protocolo de codificação com característica específica para cada fabricante, o que não permite o desmembramento e/ou invasão para manipulação ou qualquer intervenção na informação. Este mesmo sistema é utilizado em transações bancárias realizadas em compras de estabelecimentos comerciais, devido ao seu elevado nível de confiabilidade. Dentre outras funcionalidades a Ampla Chip permite ainda o pré-pago, que atualmente é utilizado por 300 clientes. Contudo apresenta um problema extremamente grave que não permite uma modelagem semelhante ao da Telecomunicação: a suspensão de fornecimento

após o encerramento dos créditos adquiridos pelos clientes só é possível após 15 dias da notificação do término dos créditos.

4.3.2 Evolução de operações com Medidores Eletrônicos

A implantação da medição eletrônica propiciou à Ampla uma nova forma de executar alguns serviços: coleta mensal de leitura de medidores para faturamento, suspensão de fornecimento por inadimplência (corte) e restabelecimento de fornecimento após o acerto do cliente perante a concessionária (religação), passaram a ser executadas de forma remota.

Em 2008, por exemplo, 11,4% das operações de leitura de medidores da Ampla foram executadas remotamente, além de 21,9% das operações de corte e religação.

O grande desafio das concessionárias de energia elétrica nestes últimos anos está sendo instalar a tecnologia em pelo menos um milhão de clientes por ano. Este desafio é extremamente trabalhoso e causa muitas vezes um grande desvio dos objetivos por ter de atuar simultaneamente na manutenção do sistema.

Além de trabalhar na meta de instalação, a efetividade dos processos comerciais é de suma importância a fim de medir a eficácia da tecnologia. Para tanto, torna-se fundamental manter os níveis de comunicação em índice elevado.

Pode-se observar que a partir da implementação do módulo manutenção houve melhora significativa dos indicadores de desempenho, principalmente pela melhora da comunicação.

4.4 Qualidade da Distribuição de Energia Elétrica

De acordo com a AMPLA (2014), os indicadores DEC e FEC medem a qualidade do fornecimento de energia do sistema de distribuição da Ampla, e refletem:

* DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora): a duração média em que os consumidores da Companhia tiveram o seu fornecimento de energia interrompido; medido em horas por período (no caso, horas nos últimos 12 meses).

* FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora): a frequência média em que os consumidores da Companhia tiveram o seu fornecimento de energia interrompido; medido em vezes por período (no caso, vezes nos últimos 12 meses).

A Ampla Energia encerrou o 4º trimestre de 2013 com DEC de 20,10 horas, índice 14,3% superior ao registrado no 4º trimestre de 2012, de 17,58 horas. O FEC alcançou o patamar de 9,79 vezes, o que representa um incremento de 5,7% em relação ao 4º trimestre de 2012, que fechou em 9,26 vezes. A Ampla Energia investiu R\$ 108 milhões em qualidade do sistema nos últimos 12 meses.

As perdas de energia TAM – Taxa Anual Móvel (medição acumulada em 12 meses) alcançaram o valor de 19,76% no 4º trimestre de 2013, um acréscimo de 0,13 p.p. em relação às perdas registradas no 4º trimestre de 2012, de 19,63%. Nos últimos 12 meses foram investidos no combate às perdas o montante de R\$ 100 milhões.

Em relação ao índice de arrecadação TAM (valores arrecadados sobre valores faturados, em 12 meses), o mesmo encerrou o 4º trimestre de 2013 em 99,43%, percentual superior (+1,54 p.p.) em relação ao encerramento do 4º trimestre de 2012, de 97,89%.

As Figuras 29 e 30 apresentam dados relacionados à evolução do ganho de energia TAM, e o número de clientes numa região com implantação da medição eletrônica.

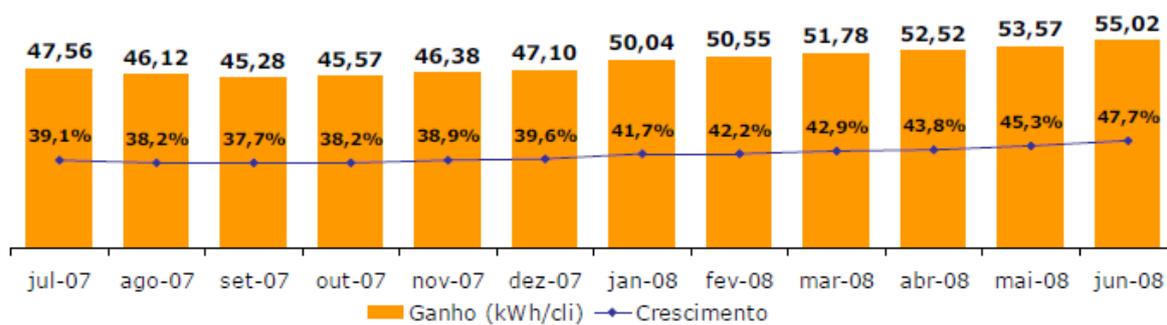


Figura 29: Evolução do Ganho de energia TAM por cliente.

Fonte: Ampla, 2009.

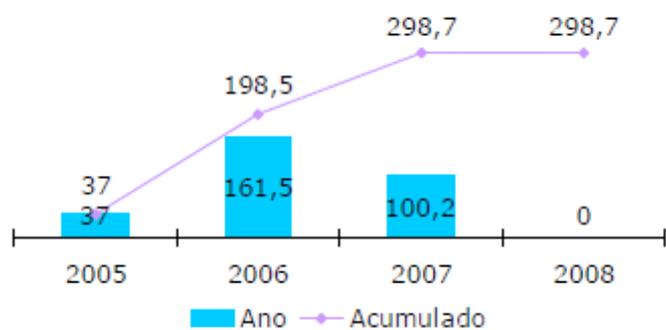


Figura 30: Clientes faturados na região com implantação da medição eletrônica.

Fonte: Ampla, 2009.

5 SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema de suprimento de energia elétrica operado pelas concessionárias vem demonstrando uma vulnerabilidade, a ponto de blecautes deixarem milhares de pessoas nas regiões mais desenvolvidas do Rio de Janeiro sem energia elétrica por mais de duas horas. Além disso, pode haver falta de energia devido a acidentes provocados por descargas atmosféricas, que, por serem imprevisíveis, se tornam inevitáveis. Certas interrupções, por serem pontuais, são pouco percebidas e os prejuízos sentidos apenas pelos consumidores mais afetados. Independe da causa, se faz necessário encontrar soluções para evitar ou minimizar o problema da falta de energia elétrica.

5.1 O Caso da Fiocruz

Grandes empresas não podem prescindir de um sistema alternativo de emergência para suprimento de energia elétrica como, por exemplo, os grupos geradores a diesel. O valor do investimento numa fonte de emergência equivale, na maioria dos casos, a algumas horas de produção que seriam perdidas por falta de energia elétrica.

As fontes de energia elétrica de emergência constituída por grupos geradores a diesel assegura a confiabilidade necessária a quaisquer serviços, especialmente àqueles ditos essenciais.

É importante compreender que o grupo gerador é um item importante do sistema de energia e que, por si, não assegura a necessária confiabilidade e segurança no abastecimento de energia com a qualidade desejável.

Localizada na região de Manguinhos, na zona norte da cidade do Rio de Janeiro, a

Fiocruz tem ao seu redor onze comunidades reunindo um número aproximado de 40 mil habitantes. O conjunto dessas comunidades conhecido como “Complexo de Manguinhos”, é marcado por sérios problemas econômicos e sociais, inclusive de ligações clandestinas e furtos de energia elétrica.

5.1.1 Sistema Elétrico de Emergência com Grupo Gerador

Denominamos grupo moto-gerador ao conjunto de motor diesel, gerador de corrente alternada (alternador) e um quadro de comando, podendo ser automático ou manual. Devido aos diversos tipos de aplicações a que os grupos geradores são utilizados, estes são construídos com características especiais. Os fornecedores tendem a padronizar os seus equipamentos, evitando os fornecimentos individuais sob encomenda, o que é inviável, pois existem situações em que algumas exigências ambientais e dos consumidores não podem deixar de ser atendidas.

Os mesmos fornecem energia de emergência no evento de falha da rede elétrica e podem ser utilizados para reduzir o custo da eletricidade quando a estrutura de tarifas e política da concessionária faz destes uma opção viável.

As instalações obrigatórias para energia de emergência e *stand-by* decorrem dos requisitos das normas, definidas por autoridades governamentais. As instalações voluntárias de energia *stand-by*, por razões econômicas, normalmente são justificadas por uma redução no risco de perdas de serviços, dados ou outros ativos valiosos.

É importante preparar um esquema de cargas razoavelmente preciso na fase inicial do projeto de geração de energia, uma vez que a carga é o fator mais importante no dimensionamento do gerador. Se as informações sobre o consumidor, necessárias ao

dimensionamento, não estiverem disponíveis, os cálculos preliminares deverão basear-se em estimativas e projeções.

A Figura 31 apresenta a entrada do grupo gerador em caso de emergência. Observe que após a falta de energia, o grupo gerador assume toda a carga do cliente. Quando a rede pública de distribuição se estabelece, a USCA providencia o sincronismo de tensão e frequência do grupo gerador com a concessionária. Feito isso, a carga é transferida de forma suave até que toda a demanda do cliente seja suprida pela rede pública de energia.

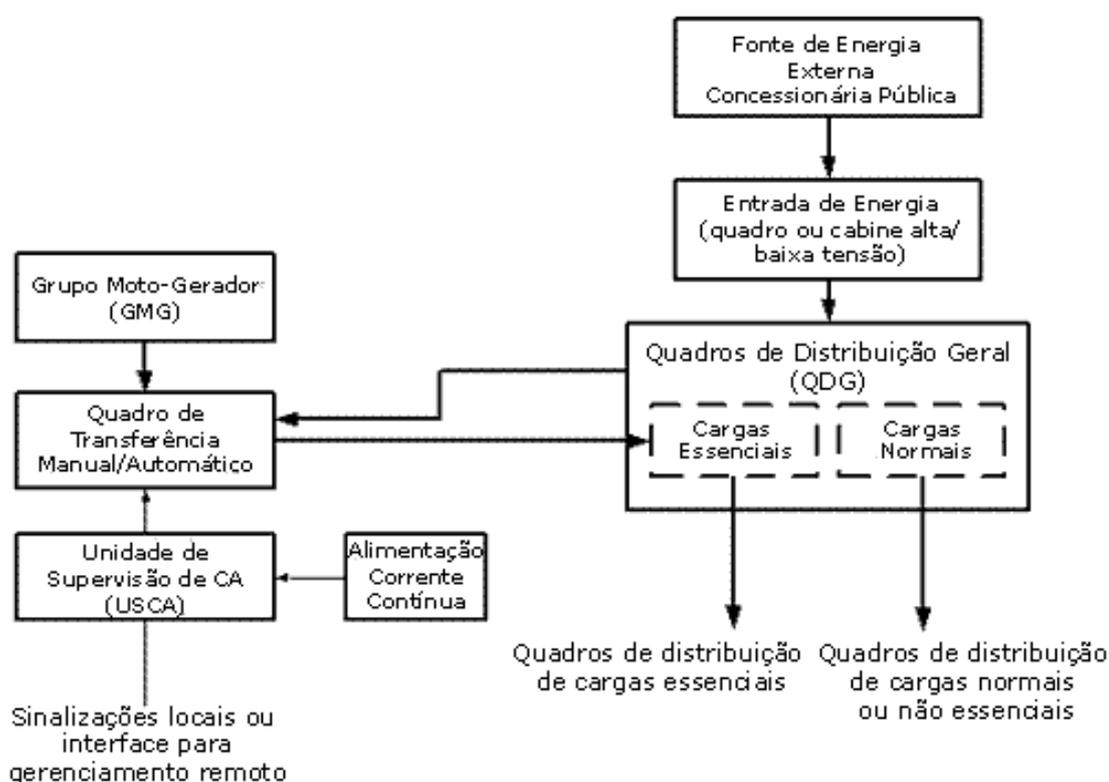


Figura 31: Diagrama típico do sistema elétrico com gerador de emergência.

Fonte: Adaptado pelo autor.

Na Tabela 5 verifica-se uma lista de grupos geradores a diesel instalados na Fiocruz, com definição dos equipamentos utilizados e consumo dos mesmos.

Tabela 5: Grupos Geradores a diesel instalados na Fiocruz.

Geradores	Equipamentos	Consumo (litros)
PAV. CARDOSO FONTES	GG 20 KVA c/motor	4
BIBLIOTECA	GG 40/37 KVA c/motor MWM D229.3	7,5
ENSP	GG 45 KVA c/motor MWM 229.4	9,5
CESTEH	GG 50 KVA c/motor PERKINS/380 V	10
PRIMATOLOGIA - CECAL	GG 85 KVA c/motor MWM 229.6	14,5
HANSENISE	GG 106/115 KVA c/motor MWM TD229.6	24
CESTEH NOVO	GG 150 KVA c/motor	27
CANAL SAÚDE	GG 115 KVA c/motor DEUTZ BF6L913	25
CESTEH ANTIGO	GG 135 KVA c/motor CUMMINS 6CT 14 8,3G	26,5
MUSEU DA VIDA	GG 145 KVA c/motor SCANIA DN11	29,5
FARMACODINÂMICA	GG 150/141 KVA c/motor MWM 610TCA	29,5
EXPANSÃO	GG 180/168 KVA c/motor MWM 6.10TCA	29,5
CASA AMARELA	GG 180/168 KVA, c/motor MWM 6.10TCA	29,5
INST. P. E. CHAGAS - IPEC	GG 250 KVA c/motor MWM TD232V12	45
PAV. ARTHUR NEIVA	GG 260/232 KVA c/motor CUMMINS 6CTA8.6G	42
CECAL - BIOTÉRIO	GG 440 KVA c/motor SCANIA DS11	85
PAVILHÃO 34	GG 380 KVA c/motor SCANIA DSC11	80
INCQS	GG 440 KVA c/motor SCANIA DSC11	85
INCQS	GG 440 KVA c/motor SCANIA DSC11	85
PAV. CARLOS CHAGAS	GG 450 KVA c/motor	85
PAV. CARLOS CHAGAS	GG 450 KVA c/motor	85
LABQUIM (IOC)	GG 450 KVA c/motor SCANIA DSC11	87
LABQUIM (IOC)	GG 450 KVA c/motor SCANIA DSC11	87
LABQUIM (IOC)	GG 450 KVA c/motor MERCEDES-BENS	87
PAV. MOURISCO	GG 500 KVA c/motor SCANIA DSC14	92
PAVILHÃO 26	GG 825 KVA c/motor Dorman Perkins 6SETCA3	170

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.2 Investimento da Fiocruz no Sistema Elétrico de Emergência

Para diminuir os impactos causados pela descontinuidade do suprimento de energia elétrica pela concessionária, a Fiocruz fez investimentos no sistema elétrico de emergência.

Será apresentado a seguir o custo da energia elétrica fornecido pelo sistema elétrico de emergência para se obter o valor da energia elétrica total. Para isso é preciso saber o custo do combustível, os custos com a manutenção do equipamento e o com o consumo de óleo lubrificante.

- Custo do Combustível

Cerca de 90% do custo da energia gerada por grupos geradores devem ser debitados ao preço do combustível. Para geradores Cummins, modelo C500 D6, tem-se um consumo de 136 l/h, de acordo com a tabela do fabricante. Tomando o preço do óleo diesel a R\$ 1,95 o litro se obtém um custo de R\$ 262,20 por hora. Atribuindo o gerador trabalhando com carga máxima, 500 kW, o custo de operação é de 0,5244 Reais/kWh.

- Custo da Manutenção

Segundo cálculos feitos pelo aplicativo Life Cycle Cost da Cummins, tem-se uma média de U\$ 12,00 por MWh, isso incluindo a viagem do especialista ao local e as manutenções preventivas e corretivas. Tomando o dólar no valor de R\$ 1,658, o custo de manutenção em Reais fica sendo R\$ 26,528 por MWh, ou seja, 0,026528 Reais/kWh.

- Custo do Lubrificante

Considerando o litro de óleo lubrificante a quinze Reais, o custo do lubrificante por hora é de 4,2 Reais/hora. O custo de operação em função do lubrificante é de 0,0084 Reais/kWh, que é aproximadamente 0,3% do custo total de geração.

- Custo Total da Geração

O custo total da geração é calculado somando-se os custos do combustível, manutenção e lubrificante. Dessa forma, tem-se o resultado mostrado na Tabela 6.

Tabela 6: Custo total da geração por gerador a diesel.

Custo do lubrificante	R\$ 0,0084 por kWh
Custo do combustível	R\$ 0,5244 por kWh
Custo de manutenção	R\$ 0,026528 por kWh
CUSTO DA GERAÇÃO	R\$ 0,559328 por kWh

Fonte: Adaptado pelo autor.

Observamos, então, que algumas empresas pela natureza de suas atividades, não tem como prescindir da energia elétrica para suas atividades e, com isso, lançam mão da autogeração para garantirem a continuidade do fornecimento. Como efeito adicional, também ganham o benefício de terem geração própria, o que lhes confere o suprimento de energia em caso de falhas na rede da concessionária.

Atualmente a conexão a esse sistema elétrico pode ser feita de duas formas: geradores a diesel convencionais e por paralelismo.

No paralelismo a planta de geração é acionada momentos antes do início do horário de ponta e fica rodando sem carga até que o sistema de transferência seja acionado, conectando-se então o(s) gerador(es) ao sistema elétrico alimentado pela concessionária de energia elétrica local. Após a conexão, inicia-se a geração de energia elétrica por meio do(s) gerador(es), aumentando a carga progressivamente até que ela se iguale à carga

elétrica demandada e, na sequência, desliga-se o disjuntor de alimentação da concessionária, deixando a partir deste momento a carga ser suprida exclusivamente pela planta de geração. No final do horário de ponta, faz-se nova conexão com a concessionária e retiram-se os geradores de operação, voltando o consumidor a ser alimentado pela concessionária.

O paralelismo momentâneo com a concessionária deve ser realizado por equipamentos dedicados que garantam a perfeita sincronização de fases (tensão, frequência e ângulo de fase) entre as duas fontes, concessionária e gerador(es), garantindo confiabilidade e segurança para a operação.

No sistema de paralelismo permanente, após a sincronização das duas fontes, concessionária e gerador(es), elas permanecem acopladas durante todo o período de operação da planta. Para se garantir a proteção do sistema elétrico da concessionária e da planta, alguns relés extras são instalados, dependendo dos requisitos de cada concessionária.

5.2 Sistema Automático de Transferência de Carga

A seguir serão apresentados dois métodos para utilizar a transferência de carga entre a rede da concessionária e o grupo gerador. O primeiro consiste na aplicação de chaves estáticas, as quais são compostas de dispositivos eletrônicos e apresentam uma transferência de carga praticamente instantânea, pois seu tempo de interrupção é bem pequeno. O segundo método se refere à transferência com rampa de carga, na qual é transferida da rede para o gerador de forma suave, não devendo ultrapassar 15s.

- USCA – Unidade de Supervisão de Corrente Alternada

É um equipamento eletrônico que é utilizado em QTA's (Quadro de Transferência Automática) de grupo geradores. As USCA's são responsáveis por coletar as informações tanto da rede como do grupo gerador, como tensão, corrente e frequência, e, a partir de uma série de análises, dá partida no grupo gerador (em caso de falha na rede, baixa tensão ou falta de fase) e faz a transferência, assim como pode partir junto com a rede, efetuar o sincronismo de frequência e tensão com a concessionária, ficando o grupo-gerador e a rede operando em paralelo, e em seguida faz a transferência de carga, o que é chamado de rampa. A USCA em geral faz o controle da tensão da excitatriz do grupo gerador (para o controle da saída de tensão) e da velocidade do motor (para controle da frequência), assim como monitora os dados do grupo, efetua a proteção e aciona o sistema de arrefecimento, quando necessário.

- Transferência com Rampa de Carga

Uma transferência com rampa de carga é feita na condição de transição fechada, em paralelo com a rede, durante um tempo programado. A USCA monitora, através de transformadores de corrente e transformadores de potência, a energia circulante e atua sobre o fluxo de combustível. A utilização de transferência em rampa suave requer proteções exigidas pela concessionária local, pois será necessário operar instantaneamente na condição de paralelismo com a rede da mesma. A Figura 32 representa um diagrama de um sistema de transferência com rampa de carga.

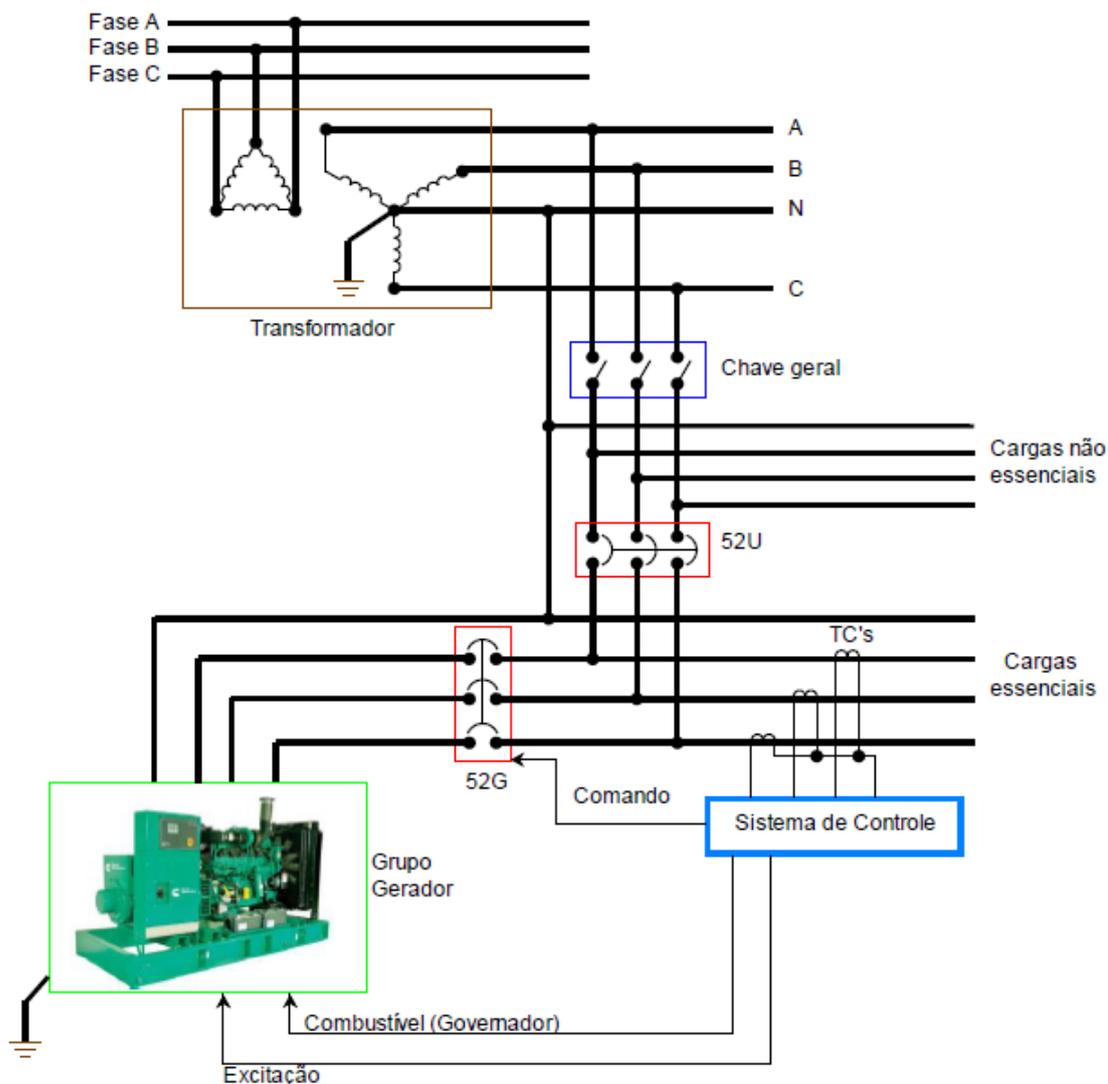


Figura 32: Sistema automático com grupo gerador de energia elétrica.

Fonte: Adaptado pelo autor.

Para operar em paralelo com a concessionária, há duas possibilidades. A primeira consiste no paralelismo instantâneo, no qual o gerador não permanece mais de 15s operando em paralelo com a rede pública de energia. A segunda é o paralelismo permanente, onde há a possibilidade de gerar *peak shaving*, no qual o grupo gerador assume parcela da carga que excede a carga base, bem como se desliga do sistema quando a demanda se encontra em níveis inferiores à carga base. Em ambos os casos, a unidade

consumidora necessitará alterar os termos do seu contrato de conexão e uso do sistema de distribuição de energia, e assinar um Acordo Operacional com a concessionária.

A Figura 33 mostra a entrada do grupo gerador com a rede presente (horário de ponta). A USCA deve supervisionar o fluxo de corrente e a tensão com o objetivo de realizar o controle de injeção de combustível no motor para que, no momento do fechamento de 52G, o grupo gerador não entre em carga nem seja energizado pela rede. Uma vez fechado 52G, o processo de transferência de carga é iniciado a uma taxa programada com incremento em kW por segundo, e o limite não pode exceder a potência do grupo gerador. Na prática, 52G é programado para fechar 5 minutos antes do início do horário de ponta, garantindo, desta forma, que o cliente não corra o risco de ter gastos indesejados na fatura de energia. Com o término do tempo programado (fim do horário de ponta), a USCA realiza o sincronismo de tensão e frequência do grupo gerador com a rede.

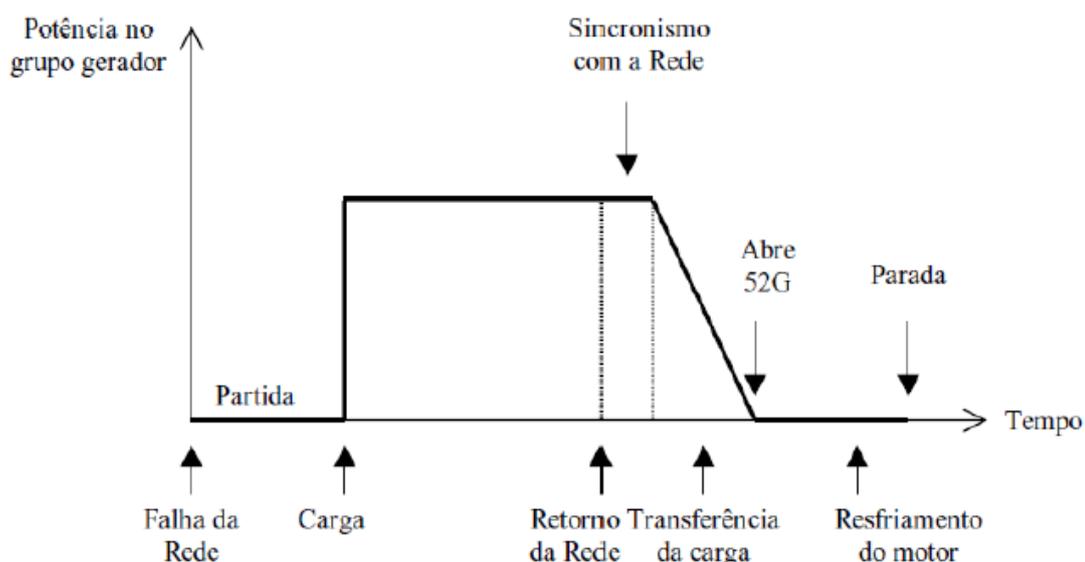


Figura 33: Curva de acionamento do gerador em sincronismo com a rede.

Fonte: Adaptado pelo autor.

- Geração em horário de ponta

A geração em horário de ponta tem sido uma solução bastante empregada por diversos consumidores industriais e comerciais de forma a garantir redução de custo nas três horas dos dias da semana em que o custo da energia é maior. Em função da alta demanda neste horário, as concessionárias cobram tarifas bem maiores para os consumidores industriais e comerciais, de modo a não incentivar o consumo e a garantir o equilíbrio entre a oferta e a demanda de energia elétrica.

5.3 Implantação de Programa de Eficiência Energética nas Empresas

O programa de eficiência energética trata da redução da energia requerida para atender um serviço energético, o que pode ser feito tanto por meio de equipamentos mais eficientes, quanto pela substituição por processos mais eficientes e pela mudança dos padrões de consumo de energia.

- Renovação das instalações

A implantação de projetos de eficiência energética requer investimentos nas instalações elétricas (industriais ou prediais), considerando novas premissas de cargas, controles e operação.

A evolução tecnológica dos componentes e dos materiais elétricos e eletrônicos nas últimas décadas permite às instalações de concepção recente vantagens operacionais e de segurança significativamente superiores às daquelas de, por exemplo, 20 anos atrás. De forma geral, seria muito difícil viabilizar a substituição de componentes importantes de uma instalação antiga (transformadores, painéis elétricos, circuitos de força e controle, sistemas de iluminação, bombas e cargas de ar condicionado) sem que eles apresentem falhas de

operação ou condições de franca obsolescência ou ainda que não atendam a determinadas normas técnicas que deverão ser obrigatoriamente cumpridas.

Um projeto de eficiência energética que venha a ser implantado é uma excepcional oportunidade de renovação dos componentes da instalação, elevando-se significativamente a sua vida útil.

O consumo de energia elétrica representa, na maioria dos casos, o segundo item de custo dos prestadores de serviços, portanto, ações visando à racionalização do consumo de energia devem ser encaradas como uma orientação constante da administração

- Qualidade de energia

A busca por tecnologias e por processos mais eficientes sob o ponto de vista energético tem reduzido a intensidade no uso da energia, trazendo consigo outros benefícios como ganhos de produtividade e aumento da qualidade dos serviços.

A qualidade da energia elétrica de uma instalação possui íntima relação com o projeto de eficiência energética a ser implantado. Dependendo das premissas deste projeto, o resultado final pode trazer situações inesperadas, comprometendo o resultado esperado inclusive sob o ponto de vista econômico.

Como exposto antes, não se pode permitir que um projeto de eficiência energética venha reduzir as condições técnicas e de operação de qualquer sistema que venha a ser modificado, isto é, não tem sentido substituir um sistema de iluminação que satisfaça o usuário e condições normativas, por outro que, apesar de reduzir a energia consumida, não possua as mesmas características; da mesma forma, substituir um motor para um de menor potência que vez ou outra não tenha capacidade para “tocar” a carga.

- Compensação da energia reativa e fator de potência

A compensação de energia reativa com a inserção de capacitores nas instalações é a forma mais propagada de adequação do fator de potência das instalações.

Sob o ponto de vista da eficiência energética, são várias as vantagens, por exemplo, de instalação de banco de capacitores, entre as quais as melhorias da regulação de tensão das instalações com conseqüências no rendimento de motores e outras cargas.

Sob o ponto de vista de qualidade de energia, a compensação de energia reativa pode ser uma excepcional ferramenta para melhoria da regulação de tensão, inclusive, com a inserção de capacitores em um sistema elétrico com característica praticamente indutiva.

Cuidados devem ser tomados na instalação de capacitores em instalações que contenham cargas distorcidas, sobretudo se o sistema de compensação for do tipo automático.

A oportunidade de implantação de compensação reativa deve considerar necessariamente outros aspectos de ganhos associados e não só a redução e eliminação do pagamento de excedentes de energia reativa para as concessionárias.

A Resolução ANEEL nº 456 de 29 de novembro de 2000, da Agência Nacional de Energia Elétrica, estabelece de forma atualizada e consolidada as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica, a ser observadas tanto pelas concessionárias e permissionárias quanto pelos consumidores.

O Decreto nº 47.684 de 14 de setembro de 2006, determina a adoção de medidas destinadas ao controle do consumo e demanda de energia elétrica.

Na Figura 34 observa-se uma rede de gerenciamento de energia elétrica objetivando a eficiência energética.

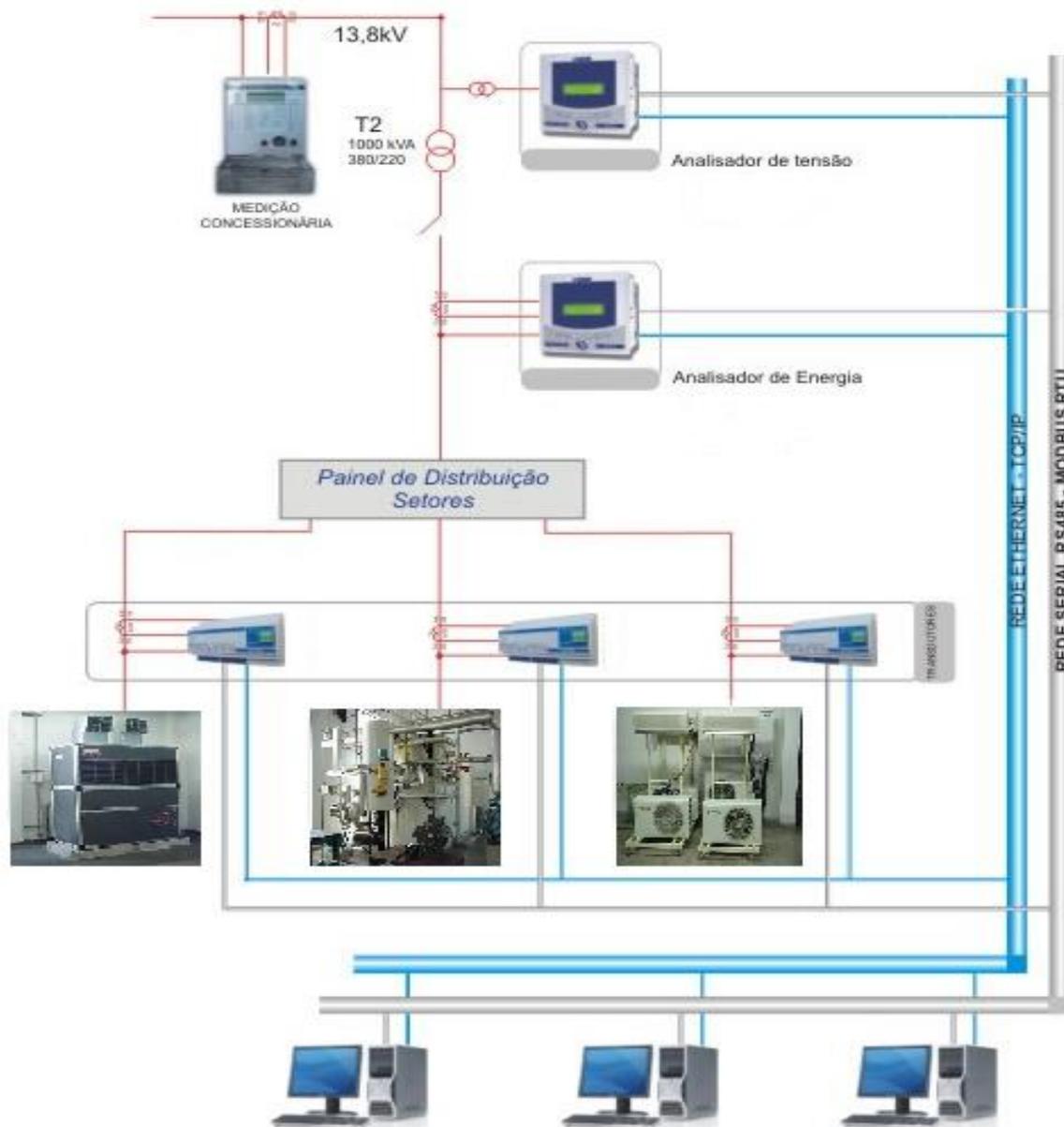


Figura 34: Rede de gerenciamento de energia elétrica.

Fonte: Adaptado pelo autor.

- Recomendações do programa de eficiência energética para a economia de energia na iluminação:
 - Os tipos de luminárias e lâmpadas uma das maneiras de economizar energia;
 - Reduzir o número de lâmpadas instaladas no ambiente;

- O simples rebaixamento da altura das luminárias permite melhorar a iluminação;
- Usar luminárias espelhadas para aumentar a eficiência da iluminação. Assim, reduz-se o número de lâmpadas por luminárias e economiza-se energia;
- Substituir reatores magnéticos por eletrônicos com alto fator de potência (maior ou igual a 0,92). Além de economizar energia, aquecem menos o ambiente de trabalho;
- Limpar as lâmpadas e luminárias periodicamente. A poeira acumulada na superfície reduz o fluxo de luz;
- Aproveitar sempre a iluminação natural (luz do dia);
- Observar que a iluminação localizada, do tipo luminárias de mesa, reduz o consumo de energia em determinadas atividades. Use iluminação dirigida (*spots*) para leitura, trabalhos manuais, etc;
- Desligar as lâmpadas ao se ausentar da sala ou local de trabalho;
- Usar cores claras (branco, gelo ou bege) nas paredes e tetos permite reduzir a quantidade de lâmpadas;
- Estudar a viabilidade de substituir as lâmpadas incandescentes pelas fluorescentes, que são 80% mais econômicas e duram 10 vezes mais. Uma lâmpada fluorescente (tubular ou compacta) de 15 a 40 watts ilumina tanto quanto uma incandescente de 60 watts;
- Usar lâmpadas adequadas para cada tipo de ambiente e trabalho;
- Manter acesa a iluminação externa somente pelo tempo necessário;
- Verificar a possibilidade de instalação de sensores de presença em ambientes como halls, banheiros, corredores, almoxarifados, etc.;
- Verificar a possibilidade de instalação de interruptores temporizados (timer) para controle da iluminação externa e luminosos;
- Utilizar somente lâmpadas de voltagem compatível com a rede local;

- Não utilizar as lâmpadas fluorescentes compactas e circulares com minuteria, porque ao acender e apagar diminuirá sua vida útil;
- A utilização de aletas nas luminárias deve ser adotada com cuidado, pois apesar de apresentar a vantagem de 15% de rendimento, tais aletas podem ofuscar em ângulos de 45° até 85°.

5.3.1 Resultados obtidos com o programa de eficiência energética.

Levando em consideração todos os aspectos apresentados anteriormente, analisaram-se os resultados da implantação do programa de eficiência energética na Fiocruz, principalmente voltada para iluminação das dependências. A Tabela 7 apresenta o total de luminárias, lâmpadas e reatores utilizados no prédio.

Tabela 7: Luminárias, lâmpadas e reatores no prédio da Fiocruz.

TOTAL GERAL			
ANDAR	Nº DE LUMINÁRIAS	Nº DE LÂMPADAS	Nº DE REATORES
1º	149	438	219
2º	25	50	25
3º	0	0	0
4º	96	192	100
7º	45	114	57
8º	59	130	65
9º	80	160	80
TOTAL	454	1084	546

Fonte: Dirac/Fiocruz.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados finais referentes ao consumo de energia elétrica e economia resultante.

Tabela 8: Resultados obtidos com o programa de eficiência energética.

ÍTEMS	ANTES	APÓS	ECONOMIA
Quantidade de luminárias (un)	454	603	
Quantidade de lâmpadas (un)	1084	1206	
Quantidade de reatores (un)	546	603	
Consumo (MWh/ano)	375	225	150
Economia (%)			40%
Dias/Horas de funcionamento	30/16h	30/16h	
Tarifa (R\$/MWh)	157,00*	157,00*	
ECONOMIA ANUAL (R\$)			22.765,00

* Tarifas Light sem incidência de ICMS, PIS e COFINS.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O consumo anual calculado considerou um funcionamento de 16 horas, 30 dias por mês e 365 dias/ano. As lâmpadas utilizadas foram de 40 W e luminárias e reatores eletrônicos de 2 x 40 W.

A economia obtida com os equipamentos instalados foi de 40%. Esses resultados demonstram que os projetos de eficiência, para se obter o resultado final de economia, refletem o tipo de tecnologia utilizada e os hábitos de consumo da instalação elétrica e iluminação adotada.

A vantagem da medição centralizada de consumo é que a utilização de uma tecnologia de controle da demanda dos equipamentos pode alterar na economia total.

Os resultados mostraram que além da economia de energia que houve, o novo sistema de iluminação satisfaz também os usuários.

5.4 Projeto da Light Esco

A Light Esco e a Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz formalizou no ano de 2010 um protocolo de entendimentos que implantou um projeto de eficiência energética que contemplou a modernização do sistema de iluminação e inaugurou a subestação de energia elétrica que deu suporte aos planos de garantia do fornecimento de energia elétrica da Fiocruz, especialmente no que diz respeito à nova unidade fabril de Biomanguinhos, maior centro produtor de vacinas da América Latina.

A subestação da Fiocruz tem capacidade de produção de 138 KV e dois transformadores de 20 MVA.

Com a transferência da conexão da Fiocruz da rede de média tensão para o sistema de alta tensão da Light, em função do projeto da Light Esco, houve alívio na carga atendida pela subestação de Triagem da Light, pois toda a demanda de energia da Fiocruz passou a ser atendida em 138 kV. Com isso, a Fiocruz passou a contar com um padrão mais elevado de confiabilidade no fornecimento.

5.5 Fontes Alternativas de Energia Elétrica

O mercado brasileiro de energia elétrica sofreu várias mudanças. Foram criados vários mecanismos de incentivo com o intuito de assegurar a confiabilidade do sistema elétrico. Uma das fontes incentivadas, que teve um crescimento significativo, foi a produção de energia por fontes renováveis através do Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, através do Decreto nº 5.025 de 30 de março de 2004 (BRASIL, 2004).

Mesmo com a situação dos suprimentos de energia elétrica no Brasil, no momento, encontrarem-se menos críticas, a transitoriedade dessa situação, aliada aos sérios problemas ambientais associados à geração, transmissão e distribuição de energia, faz com que as preocupações relacionadas a garantia da continuidade do fornecimento de energia elétrica, ser um importante componente da política energética de qualquer país.

Inclusive, quanto mais eficiente for o sistema de suprimento de energia resultariam em menos dinheiro gasto com energia por consumidores residenciais, comerciais, industriais, entre outros e, menor seria o índice de perdas por furtos. Neste sentido, as fontes de energias alternativas começaram a tratar, com mais importância, o uso eficiente da energia elétrica.

6 CONCLUSÕES

O mercado de medidores residenciais eletrônicos poderá movimentar R\$ 1,8 bilhão/ano no país; o cálculo considera o custo de aproximadamente R\$ 200,00 por equipamento, previsto pela Aneel, e a previsão de venda de 9 milhões de peças por ano, incluindo a substituição de medidores convencionais e a instalação de novas unidades.

Os sistemas de gerenciamento, controle, medição do consumo de energia e de operação da rede de energia em tempo real deverão ser instalados em pontos onde se deseja que os medidores façam a análise setorizada do consumo de energia.

O sistema dispõe de meios automáticos de controle para intervir, quando da tendência de inadequações dos valores de demanda e fator de potência, mantendo-os nos limites fixados nos contratos firmados com as concessionárias de energia.

A implantação destes sistemas visa, sobretudo, o controle e a análise de informações,

cujo objetivo principal é, principalmente, medições setorizadas do consumo de energia.

A medição inteligente e as redes inteligentes (*smart grid*) trarão benefícios revolucionários aos usuários e às concessionárias. Pelo lado do usuário, possibilitará a maior agilidade no reparo das falhas resultando maior confiança do consumidor com o acesso a informações detalhadas, mais precisa, além de gerenciamento do perfil de consumo pelo próprio usuário, despertando a consciência do uso racional de energia. Pelo lado da concessionária, soluções de medição inteligente são esperadas para revolucionar processos como gestão de ativos, gerenciamento de falhas e quedas de energia, promovendo melhor qualidade e confiabilidade dos serviços.

A distribuição da energia elétrica utiliza cada vez mais sistemas automatizados que fazem uso de equipamentos de gerenciamento que monitoram os sistemas através da medição digital da energia elétrica. Essa tecnologia está mais acessível, e traz benefícios tanto para a concessionária quanto para o consumidor na medida em que proporciona um maior controle na medição e utilização da energia elétrica.

Os investimentos em automação de sistemas de energia elétrica, entre outros, fazem com que os consumidores possam saber quais as ações a serem tomadas, e o resultado esperado é obter as informações desses sistemas a fim de tomar as melhores decisões para economizar energia.

Verificou-se também que para um bom gerenciamento é fundamental que se avalie a cultura do consumo de energia, impondo à concessionária e aos usuários penalidades por mau uso da energia e contratos mal elaborados, como, por exemplo, demandas mal dimensionadas, dimensionamento inadequado de fontes consumidoras de energia como: iluminação e equipamentos.

6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros

No Brasil, as concessionárias apostam nas novas redes inteligentes “*smart grids*” para detectar em tempo real o consumo e aumentar a confiança do sistema. Estima-se que a rede inteligente permitiria ao país diminuir em até 10% o consumo de energia. Assim como em outros países, a expectativa é que o consumidor brasileiro sintasse incentivado, inclusive, a produzir a sua própria energia.

Além de investimentos, a instalação das redes inteligentes requer a revisão da lei atual. Será necessário permitir que o preço do quilowatt-hora para o consumidor residencial varie ao longo do dia, de acordo com a demanda e com a oferta de energia. Ao optar pela energia mais barata, o cliente ajudará o país a consumir menos. Outra mudança em estudo permitirá que a energia produzida em casa, com geradores eólicos ou solares seja vendida pelo cidadão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Yolanda V. de. Reestruturação e Privatização do Setor Elétrico Brasileiro. Relatório Final, Madrid, 1999.

AMPLA, Chip, “Reportagem CNN sobre AMPLA chip”. 2013. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=nisxNqluCWM>. Acessado em novembro de 2013.

AMPLA, Consulta Pública Nº 15. 2009. Niterói, 2009. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/consulta%20pública%202015_2009%20-%20Ampla. Acessado em janeiro de 2014.

AMPLA, Divulgação de Resultados 4º Trimestre/2013. Disponível em: www.ampla.com/media/330619/er4t13-ampla_energia.pdf. Acessado em maio de 2014.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. Atlas de Energia elétrica no Brasil, 2ª edição, 2002. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf>. Acessado em: março de 2013.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. Resolução 456: Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf>. Acessado em outubro 2013.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. Resolução Normativa Nº 482 de 17 de Abril de 2012. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acessado em: julho de 2013.

Balanco Energético do Estado do Rio de Janeiro 2013 – Ano Base 2012. Disponível em <http://www.adrio.org.br/site/estudos.php#34>. Acessado em fevereiro de 2014.

BRASIL. Decreto nº 4562, de 31 de dezembro de 2012. Estabelece normas gerais para celebração, substituição e aditamento dos contratos de fornecimento de energia elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/dec20024562.pdf>

BRASIL. Lei n. 10295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001a. Disponível em: www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf.

BRASIL. Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001b. Disponível em: www.mme.gov.br/ministerio/legislacao/decretos.

BRASIL. Instituição do PROINFA. Março 2004. Decreto 5025 da Presidência da República. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/dec20045025.pdf>.

Conexão LIGHT. Disponível em: <http://conexaolight.com.br/02/medidores-eletronicos-um-avanco-em-tecnologia-e-cidadania/>. Acessado em: dezembro de 2013.

EPE Empresa de Pesquisa Energética (BRASIL). Balanço Energético Nacional 2011: Ano Base 2010 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2010.

FALCÃO, Djalma M. Smart Grid e Microredes: o futuro já é presente. VIII Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos - SIMPASE. Rio de Janeiro, 2009.

GELLER, H. S. Revolução Energética - Políticas para um Futuro Sustentável. Ed. Relume Dumará, 1ª edição, Rio de Janeiro, 2003.

GOMES, F. M.; CARRAPATOSO, A. M. Projecto Inovgrid – a evolução da rede de distribuição como resposta aos novos desafios do sector eléctrico. *VIII Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos*, Rio de Janeiro, 2009

HADDAD, Jamil, LORA, Electo. Geração Distribuída - Aspectos Tecnológicos, Ambientais e Institucionais. Interciência, Rio de Janeiro, 2006.

IABRASIL, Instituto Acende Brasil. Política Tarifária: Perdas e Inadimplência. 2008. Disponível em: http://www.acendebrasil.com.br/site/materias/sala_de_imprensa.asp. Acessado em março de 2014.

JORNAL EXTRA, Furto de energia na rede da Light chega a 72% em favelas com milícia e tráfico. Extra, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://extra.globo.com/casos-de-policia/furto-de-energia-na-rede-da-light-chega-72-em-favelas-com-milicia-trafico-7277076.html>. Acessado em janeiro de 2013.

JORNAL O GLOBO, Para reduzir “gatos”, Aneel quer que Light crie tarifa diferenciada no Rio. O Globo, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2013/11/para-reduzir-gato-aneel-quer-criar-tarifa-social-para-energia-rio.html>. Acessado em janeiro de 2014.

Ministério de Minas e Energia (MME). Disponível em: www.mme.gov.br. Acessado em novembro de 2012.

NBR 5410, Instalações Elétricas de Baixa Tensão, ABNT, 2009.

OLIVEIRA, F. C. S. Avaliação de projetos de eficiência energética no segmento baixa renda. Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, CPDOC/FGV, 2012.

OLIVEIRA, S. H. F. Geração Distribuída de Eletricidade; Inserção de Edificações Fotovoltaicas Conectadas à Rede no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2002.

SANTOS, A. H. M. A Geração Descentralizada no Brasil, Perspectivas. Seminário Co-geração, Geração Distribuída, INEE, maio de 1998.

SEMANA DE ENGENHARIA ELETRICA. Rio de Janeiro – RJ. Planejamento da Infraestrutura Elétrica do Estado do Rio de Janeiro, novembro de 2011.

SOUZA, R. T. L. Telemedição na Baixa Tensão. Revista O SETOR ELETRICO - Edição 92 Setembro de 2013.

VAZ, L. M. M., et al. Impactos e benefícios do sistema de medição centralizada. Estudo de caso numa concessionária brasileira de eletricidade. 2012. Dissertação (Mestrado em Metrologia) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012.

ANEXO A - ILUSTRAÇÕES ADICIONAIS PARA FUNDAMENTAÇÃO

QUEM VAI CONTAR COM ESSE SERVIÇO?

Desde 2008, a Light já instalou 180 mil medidores eletrônicos. E vai instalar mais 10 mil todo mês. Barra da Tijuca e alguns bairros das zonas oeste, leste e da Baixada Fluminense já contam com essa novidade, mas ao longo dos próximos anos, o Rio inteiro será modernizado. Afinal, conforto, energia e cidadania são direito de todos.

COMO FUNCIONA?

Os novos medidores eletrônicos utilizam a mesma tecnologia adotada pelos países mais avançados do mundo. Eles permitem que todo cliente confira o seu consumo a qualquer momento, através de um display digital em sua casa, de uma maneira muito mais simples do que o antigo relógio com ponteiros. O medidor antigo instalado que você tem na sua casa não será retirado imediatamente. Mas, a partir da instalação do novo medidor, ele é desligado e o que passa a valer é o registro do medidor eletrônico.

FURTO DE ENERGIA

A rede blindada e os novos medidores são mais seguros, inclusive contra o furto de energia. E o gato é um desafio que a Light e você têm que enfrentar. Quem faz gato prejudica a si mesmo e a todos os vizinhos. A energia de uma região que tem gato fica muito ruim, com quedas constantes de energia que podem queimar equipamentos e causar riscos de incêndio. Um problema que afeta você e seu bolso.

GARANTIA DO INMETRO

Os novos medidores eletrônicos têm o selo de garantia do Inmetro e a aprovação da ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica (órgão que regula o setor). Assim, todo cliente pode ter a certeza de que seus novos aparelhos farão a medição do consumo de sua energia com total exatidão e eficiência.

MAIS PRESENÇA E SEGURANÇA

Por monitorar em tempo real a rede elétrica, a Light poderá identificar rapidamente qualquer caso de interrupção, falta de abastecimento ou picos de luz. Assim, poderemos solucionar eventuais problemas no menor tempo possível.

CONVERSE COM A LIGHT

Se você tem dúvidas sobre sua conta, quer saber mais sobre os medidores eletrônicos ou quer regularizar a sua situação, venha conversar com a Light. Temos percebido que na maioria dos casos onde é notado aumento na conta, é constatado algum tipo de problema na instalação da residência. Mas, fique tranquilo, vamos avaliar todos os casos individualmente e teremos soluções especiais para cada caso.

Light

Como controlar seu consumo de energia

O medidor eletrônico fica no alto do poste, mas o leitor digital é instalado em local acessível na residência do cliente



A Ampla já instalou **360 mil** chips em Niterói, Itaboraí, Duque de Caxias, São Gonçalo e Magé. Desde novembro, foram **36.147**. Até o fim do ano, mais **47.853** serão colocados



Você pode fazer o controle diário por telefone (**0800-2800120**) ou em uma loja da Ampla, que informa o valor em reais da sua conta até aquele dia. Se a variação mês a mês for muito grande, ligue para a empresa e procure a Ouvidoria do Inmetro (**0800-2851818**)

CONSUMO	1 09436
DATA	2 22-05
HORA	3 19-00
NÚMERO DE CONTROLE DO INMETRO	4 12345
NÚMERO DA CAIXA DO INMETRO	5 42843
POSICÃO DO MEDIDOR NA CAIXA	6 13395

Anote dia, hora e o consumo, por exemplo, 25-04, 19h, **09742 kWh**

Um mês depois, escreva o mesmo dado: 22-05, 19h, **09436 kWh**

Seu consumo atual é o resultado da conta, ou seja, **306 kWh**

09742 kWh



09436 kWh

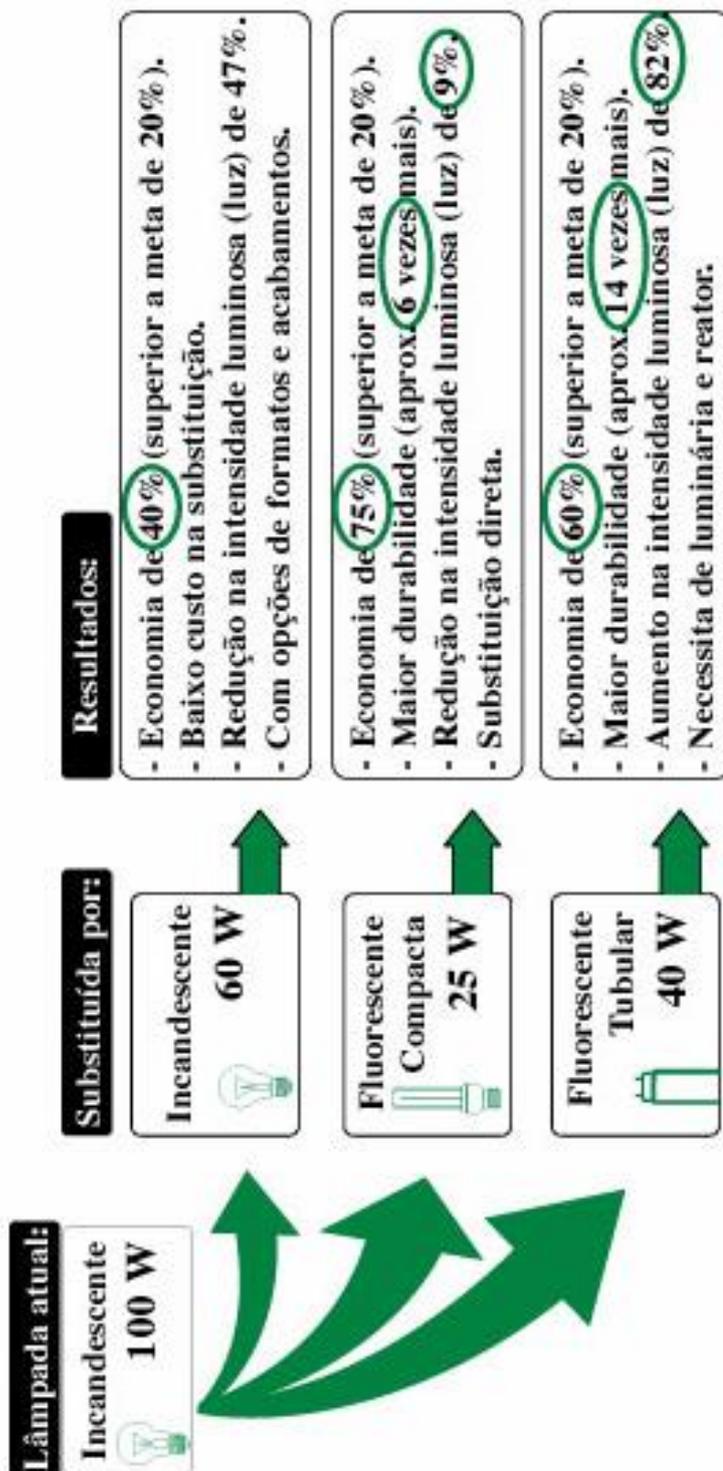


306



Como o novo sistema, reduziu-se de **24%** para **21%** a perda na contagem do consumo. A meta é chegar a **20%** até dezembro

Cartilha da Ampla com informações de como controlar o consumo de energia.



Resultados da substituição de lâmpadas incandescentes por outras mais econômicas.