UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP

DALMIR CAPETTA

Contribuições para o estabelecimento de um programa de redes elétricas inteligentes no âmbito do setor elétrico brasileiro

São Paulo
2014

DALMIR CAPETTA	Contribuições para o estabelecimento de um programa de redes elétricas inteligentes no âmbito do setor elétrico brasileiro		São Paulo 2014

DALMIR CAPETTA

Contribuições para o estabelecimento de um programa de redes elétricas inteligentes no âmbito do setor elétrico brasileiro

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica.

São Paulo
2014

DALMIR CAPETTA

Contribuições para o estabelecimento de um programa de redes elétricas inteligentes no âmbito do setor elétrico brasileiro

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Sistemas de Potência

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cláudio R. Galvão

São Paulo
2014

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

São Paulo, 31 de julho de 2014.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

Catalogação-na-publicação

Capetta, Dalmir
Contribuições para o estabelecimento de um programa de redes elétricas inteligentes no âmbito do setor elétrico brasileiro / D. Capetta. -- versão corr. -- São Paulo, 2014.
228 p.

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

1.Sistemas elétricos de potência – Brasil 2.Energia elétrica (Medição) 3.Geração de energia elétrica 4. Redes elétricas inteligentes I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas II.t.

DEDICATÓRIA

Para Sandra Julia pelo apoio, dedicação e incentivo.

Para João Pedro da Costa Saracini. Uma luz que surgiu com paz, alegria e união.

AGRADECIMENTOS

Deus, pela vida e oportunidade de aprender a cada momento.

Ao meu orientador, Professor Doutor Luiz Cláudio Ribeiro Galvão, pelo apoio durante a execução deste trabalho.

Ao Professor Doutor Fernando Amaral de Almeida Prado Junior pelo direcionamento e valiosas contribuições formuladas.

Aos Professores Doutores Roberto Castro, Paulo S. F. Barbosa e João Rodolfo C. Pires pelas contribuições e sugestões.

Aos integrantes da Gerência de Engenharia e Operação da Medição da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, pelo convívio, respeito e aprendizado.

Aos profissionais que durante a minha carreira acreditaram em meu potencial.

Pela oportunidade de participar do programa na Universidade de São Paulo - USP.

RESUMO

Atualmente, nos países em desenvolvimento, observa-se certo grau de obsolescência dos sistemas elétricos. Os sistemas não são plenamente confiáveis e possuem índice de desligamentos não desejáveis.

Neste contexto, a implantação de Redes Elétricas Inteligentes - REIs constitui-se como ferramenta poderosa para transformar o atual cenário e tem como principal desafio garantir o atendimento à crescente demanda por energia elétrica.

Em países como Itália, Estados Unidos, China, Colômbia e Índia estão sendo realizados investimentos significativos em REIs, considerando-se aportes do governo e de empresas detentoras de serviços públicos.

No entanto, os orçamentos não incluem recursos futuros para realizar manutenção da infraestrutura a ser implantada, incluindo redes de transmissão e distribuição elétrica.

Dentre os benefícios esperados com a utilização da tecnologia das REIs podem ser citados a redução da emissão de gases que causam efeito estufa, valores de contas de energia mais atrativas para o consumidor, melhoria da qualidade do fornecimento de energia elétrica e maior durabilidade dos sistemas elétricos, postergando novos investimentos financeiros.

Em alguns países estão sendo implantadas medidas de conservação de energia e empreendimentos que utilizam fontes renováveis, principalmente solar, eólica e biomassa, já são uma realidade.

A implantação da nova tecnologia no sistema elétrico brasileiro é pertinente e pode elevar o sistema a um novo patamar tecnológico. Portanto, é necessária a definição de políticas públicas para estabelecer um programa coordenado e permitir a implantação de projetos em grande escala.

A pesquisa revela os aspectos a serem considerados para a implantação dos projetos de REIs, entretanto, cada projeto deve ter uma característica própria, considerando particularidades dos sistemas.

Com ações coordenadas e correto investimento, o Brasil poderá usufruir dos benefícios das Redes Elétricas Inteligentes - REIs.

Palavras-Chave: Redes Elétricas Inteligentes. Sistema Elétrico Brasileiro. Geração Distribuída. Energia Elétrica. Medição.

ABSTRACT

Currently in developing countries we can observe some degree of obsolescence of electrical systems. The systems are not fully reliable and present a rate of unwanted shutdowns.

In this context, the deployment of Smart Grids constitutes itself as a powerful tool for transforming the current scenario. Its main challenge is to ensure service the growing demand for electricity.

Countries like Italy, USA, China, India and Colombia are being made significant investments in Smart Grids, considering contributions from the government and the public service companies.

However, the budget does not include funds for the future maintenance of the infrastructure, including transmission and distribution grids.

Benefits expected of the use of the technology from the Smart Grids are reduction of the emission of greenhouse gases, energy bills more attractive for the consumers, improvement in the quality of electricity supply and durability of electrical systems, postponing new investments.

In some countries are being implemented energy conservation projects and developments from renewable sources mainly solar, wind and biomass are a reality.

The implementation of new technology in the Brazilian electrical system is relevant and can elevate the system to a new technological level. Therefore it is necessary to define policies to establish a coordinated program and to allow the deployment of large-scale projects.

This research indicates aspects to be considered for implementation of projects of Smart Grids. However, each project must consider some peculiarities of the systems.

With coordinated actions and correct investments, Brazil can enjoy the benefits of Smart Grids.

Keywords: Smart Grids. Brazilian Electric System. Distributed Generation. Electric Energy. Measurement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Medidor Eletromecânico de Energia Elétrica – Ciclométrico.....30
Figura 2 - Medidor Eletrônico de Energia Elétrica 31
Figura 3 - Rede Mesh - Ponto em Luminária Pública.....43
Figura 4 - Quadro de Interoperabilidade 49
Figura 5 - Visão Integrada - Redes Elétricas Inteligentes 56
Figura 6 - Estrutura Proposta - Governança Redes Elétricas Inteligentes 60
Figura 7 - Áreas de Interesse - International Smart Grid Action Network - ISGAN....78
Figura 8 - Área de Atuação da Pepco 79
Figura 9 - Medidor Modelo Centron.....81
Figura 10 - Área de Atuação da Oncor.....84
Figura 11- Medidor Modelo Focus.....86
Figura 12- Base Medidor Tipo Socket Connect.....86
Figura 13 - Matriz Energética Texas - EUA.....89
Figura 14 - Relacionamento entre os Agentes do Setor Elétrico do Texas - EUA.....91
Figura 15 - Equipamento In Home Display.....92
Figura 16 - Center Point Tech Center 93
Figura 17 - Medidores Inteligentes Instalados em Houston -Texas.....95
Figura 18 - Redes Tipo Mesh.....97
Figura 19 - Concentrador 98
Figura 20 - Equipamento para Armazenamento de Dados 99
Figura 21 - Arquitetura Simplificada Redes Elétricas Inteligentes - Center Point Energy.....100
Figura 22 - Diagrama do Sistema Net-Metering..... 108
Figura 23 - Diagrama de Carga e Devolução de Energia por Veículo Elétrico..... 120
Figura 24 - Veículo Elétrico - Chevrolet Volt..... 121
Figura 25 -Veículo Elétrico - Modelo Fiat Palio 123
Figura 26 -Veículo Elétrico - Modelo Mahindra Reva i 123
Figura 27 - Veículo Elétrico - Modelo Think City 124
Figura 28 - Veículo Elétrico - Modelo Mitsubishi i-Miev..... 124
Figura 29 - Alocação dos Recursos por Fonte 155
Figura 30 - Projetos por Área de Interesse 156

Figura 31 - Instalação de Medidores Inteligentes até 2030 195
Figura 32 - Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats - SWOT 203

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características Mínimas dos Sistemas de Medição 38
Tabela 2 - Estabelecimento dos Requisitos Mínimos - Medidores Inteligentes - BT .64
Tabela 3 - Comparativo de Requisitos Mínimos - Medidores Inteligentes (Proposição Autor x Audiência Pública nº 43/2010) 65
Tabela 4 - Programação de Viagem aos Estados Unidos 74
Tabela 5 - Quotas Anuais da CCC-ISOL..... 140
Tabela 6 - Distribuição dos Percentuais Relativos - Lei 9991/2000 143
Tabela 7 - Situação dos Empreendimentos Proinfa 147
Tabela 8 - Fundo Setorial e Viabilidade de Utilização de Recursos..... 151
Tabela 9 - Categoria e Benefícios das REIs 171
Tabela 10 - Aplicações - Área, Equipamentos e Sistemas..... 191
Tabela 11 - Análise Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats - SWOT..... 204
Tabela 12 - Resumo das proposições……205

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABB	Asea Brown Boveri
ABC	Agência Brasileira de Cooperação
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACE	Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
AFD	Agência Francesa de Desenvolvimento
ANA	Agência Nacional de Águas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APTEL	Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações
AT	Alta Tensão
AT&T	American Telephone and Telegraph
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BM	Banco Mundial
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BT	Baixa Tensão
CCC	Conta de Consumo de Combustíveis
CCC-ISOL	Conta de Consumo de Combustíveis Fósseis dos Sistemas Isolados
CCD	Contrato de Conexão ao Sistema de Distribuição
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCT	Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CGRB	Coordenação Geral de Cooperação Técnica Recebida Bilateral

CPqD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPMF	Contribuição Provisória sobre a Movimentação ou Transmissão de Valores e de Créditos e Direitos de Natureza Financeira
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CPP	Critical Peak Pricing
CREZ	Competitive Renewable Energy Zones
CUSD	Contrato de Uso do Sistema de Distribuição
CUST	Contrato de Uso do Sistema de Transmissão
DA	Distribution Automation
DEC	Duração Equivalente de Continuidade
DECC	Department of Energy and Climate Change
DIC	Duração de Interrupção por Unidade Consumidora
DoE	Department of Energy - USA
DLC	Direct Load Control
DMCR	Demanda Máxima Corrigida
DMIC	Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora
DRC	Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica
DRP	Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária
EDRP	Emergency Demand Response Programs
EER	Encargo de Energia de Reserva
ELO	ELO Sistemas Eletrônicos Ltda
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ERCOT	Electric Electric Reliability Council of Texas
ESS	Encargo de Serviços do Sistema
ELSTER	Elster Medição de Energia Ltda
EPP	Eficiência Energética nos Prédios Públicos
EUA	Estados Unidos da América
EPRI	Electric Power Research Institute
FAE	Ferragens e Aparelhos Elétricos S/A
FIC	Freqüência de Interrupção por Unidade Consumidora
FEC	Freqüência Equivalente de Continuidade
FGV	Fundação Getulio Vargas

FOFA	Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças
FSA - CAIXA	Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal
GD	Geração Distribuída
GE	General Electric Company
GENUS	Genus S/A
GIUNC	Global Intelligent Utility Network Coalition
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Groupe Special Mobile
HAN	Home Area Network
HP	Hewlett-Packard
I/C	Interruptible Curtailable
ISGAN	Internacional Smart Grid Action Network
IBM	Internacional Business Machines
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INTEL	Intel Corporation
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
ISGAN	International Smart Grid Action Network
ITRON	Itron Incorporation
JICA	Japan International Cooperation Agency
LACTEC	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
LANDIS&GYR	Landis&Gyr Group
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MME	Ministério de Minas e Energia
MT	Média Tensão
NANSEN	Nansen S/A
NIST	National Institute of Standards and Technology
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia

PIS	Programa de Integração Social
PHI	Pepco Holding Incorporation
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
P&D	Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética
PIS	Programa de Integração Social
PLC	Power Line Communications
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PUC	Public Utility Commission of Texas
QEE	Qualidade de Energia Elétrica
RCEs	Reduções Certificadas de Emissões
REIs	Redes Elétricas Inteligentes
RELUZ	Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes
RF	Rádio Freqüência
RGR	Reserva Global de Reversão
RPS	Renewable Portfolio Standard
RTP	Real-Time Pricing
SANEAR	Eficiência Energética no Saneamento Ambiental
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SGIP	Smart Grid Interoperability Panel
SIEMENS	Siemens AG
SIN	Sistema Interligado Nacional
SMF	Sistema de Medição para Faturamento
SMS	Short Message Service
SMES	Superconducting Magnetic Energy Storage
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency
TC	Transformador de Corrente

TFSEE	Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica
THS	Tarifa Horo-Sazonal
TOU	Time-of-Use
TP	Transformador de Potencial
TUSD	Tarifa Uso Sistema de Distribuição
TUST	Tarifa Uso Sistema de Transmissão
UFER	Unidade de Faturamento de Energia Reativa
USP	Universidade de São Paulo
VR	Valor de Referência
YSCP	Yokohama Smart City Project

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 23
1.1 Motivação 23
1.2. Objetivo 24
1.3. Estrutura 25
2. MEDIÇÃO ELETRÔNICA 29
2.1 Evolução tecnológica 29
2.2 Utilização da medida eletrônica 32
2.3 Aspectos regulatórios 34
3. SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO 40
3.1 Tecnologias. 40
3.1.1 Power Line Communications - PLC 40
3.1.2 Zigbee. 42
3.1.3 Rede Mesh. 42
3.1.4 General Packet Radio Service - GPRS 44
3.2. Análise das tecnologias 45
4. INTEROPERABILIDADE 48
4.1. Protocolos utilizados nos Estados Unidos 51
5. ESTADO DA ARTE 53
5.1. Estrutura de um programa 59
6. MEDIDOR INTELIGENTE 61
6.1. Especificação de medidor inteligente 63
6.2. Regulamentação dos requisitos mínimos 69
7. PROJETOS NOS ESTADOS UNIDOS 72
7.1 Gridwise Global Forum. 75
7.2 DoE - Department of Energy 76
7.3 Pepco Holding Incorporation 79
7.4 Oncor Electric Delivery Company 82
7.5 Public Utility Comission of Texas 87
7.6 Center Point Energy 93
8. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA 102
9. RESPOSTA DA DEMANDA 111
9.1 Mecanismos de resposta da demanda - incentivos financeiros 112

9.1.1 Direct Load Control - DLC 112
9.1.2 Emergency Demand Response Programs - EDRP 112
9.1.3. Demand Side Bidding 113
9.1.4.Interruptible Curtailable - I/C 113
9.2 Mecanismos de resposta da demanda - preços e tarifas 114
9.2.1 Critical Peak Pricing - CPP 114
9.2.2 Time-of-Use - TOU 114
9.2.3 Real-Time Pricing - RTP 115
9.3 Redes elétricas inteligentes e resposta da demanda 115
10. MOBILIDADE ELÉTRICA 118
10.1 Mobilidade elétrica no Brasil 122
11. REGULAÇÃO 128
12. FINANCIABILIDADE DOS PROJETOS 136
12.1 Fundos Setoriais 136
12.1.1 Reserva Global de Reversão - RGR 136
12.1.2 Conta de Consumo de Combustíveis - CCC 139
12.1.3 Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica - TFSEE 141
12.1.4 Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética - P&D 141
12.1.5 Conta de Desenvolvimento Energético - CDE 143
12.1.6 Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa 146
12.1.7 Encargo de Serviços do Sistema - ESS 148
12.1.8 Encargos de Energia de Reserva - EER 149
12.2. Agentes financeiros 151
12.3 Agências de cooperação 154
12.4 Outras fontes 157
13. BENEFÍCIOS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DAS REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES 160
13.1 Empresas de energia elétrica 160
13.2 Consumidores 163
13.3 Regulador 165
13.4 Outros Segmentos 166
13.5 Sociedade 169

13.6 Custo/Benefício 169
13.7 Custo/Benefício - Setor Elétrico Brasileiro 172
14. POSSÍVEIS INSUCESSOS 176
15. DESAFIOS FUTUROS 181
16. PROPOSIÇÕES 186
16.1 Aplicações 190
16.2 Cenário - Medição Inteligente 193
16.3 Cenário - Consumidores 195
16.4 Cenário - Empresas de Energia Elétrica 198
16.5 Análises de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças 202
16.6 Resumo das proposições 205
17. CONSIDERAÇÕES FINAIS 206
REFERÊNCIAS 211
GLOSSÁRIO 215

1. INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

Nos últimos anos, diversas e profundas mudanças estruturais ocorreram no setor elétrico brasileiro. Dentre elas, a separação das atividades das empresas em geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Com a adoção da abertura de mercado, ocorreu aumento da quantidade de empresas que atuam no segmento e consequente incremento do grau de complexidade nas operações diárias que ocorrem entre as empresas e consumidores.

Para tornar as operações diárias das empresas mais eficientes é necessário obter dados e informações em tempo real. Neste sentido, a implantação de uma nova tecnologia que pode suprir tal necessidade, como as Redes Elétricas Inteligentes - REIs é fundamental.

As REIs permitem imprimir maior grau de eficiência no gerenciamento das redes, além de fornecer serviços originais e estabelecer novo patamar tecnológico para o setor elétrico brasileiro. Possibilita ainda maior abrangência aos consumidores, já que podem optar por adquirir energia elétrica em um mercado parcialmente livre.

Por ser um tema estratégico, faz se necessário estabelecer inicialmente os principais objetivos para a implantação dos projetos no Brasil, podendo surgir como opções o incremento da utilização de energias renováveis (Green - Energy), mobilidade elétrica, substituição de equipamentos em função de certo grau de obsolescência, necessidade de rápido restabelecimento da rede com incremento do nível de automação, redução de perdas, implantação de tarifas diferenciadas e medição inteligente.

Neste contexto, identificar oportunidades e desafios futuros é de extrema importância para permitir avaliação de investimentos, aprimoramento regulatório e estabelecimento

de premissas para a implantação dos projetos considerando o sucesso previsto, respeitando as características regionais do sistema elétrico brasileiro.

Diagnosticar os desafios trazidos por estas novas oportunidades, além de propor sugestões para superá-los foi o que motivou a pesquisa sobre o tema. É preciso estudar a implantação de REIs considerando ainda qual é o momento mais adequado para o Brasil investir em grande escala nessa nova tecnologia.

Para o Brasil, é importante aprender com quem já implantou as REIs e observar as melhores práticas internacionais. A partir disso, então, utilizar a tecnologia de acordo com a realidade brasileira e desenvolver uma política dirigida especificamente para o setor elétrico, de acordo com as necessidades e objetivos estabelecidos.

1.2 Objetivo

Disponibilizar informações e contribuições que possam ser utilizadas para o estabelecimento de um programa de Redes Elétricas Inteligentes - REIs no âmbito do setor elétrico brasileiro.

Os objetivos principais são apresentar os principais motivadores para o estabelecimento de um programa de REIs aderente às necessidades do Brasil contribuindo para o estabelecimento dos regulamentos e políticas públicas.

Com a implantação das REIs torna-se possível para o Brasil atingir novo patamar tecnológico do setor elétrico com incremento no processo de gerenciamento dos ativos, adoção de medição inteligente, aplicação de novas tarifas, reduzir perdas e estabelecer novo cenário no setor, inclusive com a possibilidade de surgimento de novos produtos e serviços.

1.3 Estrutura

No capítulo 1 estão descritas a motivação e o objetivo da pesquisa.

No capítulo 2 é realizada abordagem sobre a evolução da medição eletrônica ocorrida nos últimos anos. A adoção da medição eletrônica no Brasil é apresentada como tendência e são também apresentadas as grandezas e funcionalidades dos medidores estabelecendo assim novo paradigma cuja evolução permitiu agregar novas funcionalidades aos medidores, além das já tradicionais e consagradas, como medir e registrar os dados de energia elétrica.

No capítulo 3 são mencionados os sistemas de comunicação que podem ser utilizados nos programas de Redes Elétricas Inteligentes, sendo identificadas as particularidades como também é realizada análise das tecnologias.

No capítulo 4 é apresentado o conceito de interoperabilidade que é capacidade de um sistema de comunicar com outro de forma transparente. É realizada abordagem considerando aspectos técnicos, informativos e organizacionais. São mencionadas experiências ocorridas nos Estados Unidos indicando que a utilização de protocolos comuns é desejável.

No capítulo 5 são elencadas as recentes ações visando a evolução regulatória que permeia o tema. É formulada proposta de estrutura de governança para o estabelecimento de um programa de Redes Elétricas Inteligentes.

No capítulo 6 é apresentada proposta de especificação de medidor inteligente e realizada respectiva comparação com os requisitos propostos pela Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel. É realizada também abordagem sobre o custo dos equipamentos.

No capítulo 7 são apresentados os detalhes obtidos durante a viagem realizada pelo autor aos Estados Unidos, visando o conhecimento dos projetos implantados pelas empresas Pepco Holding Incorporation, Oncor Electric Delivery Company e Center Point Energy, bem como as impressões obtidas durante a participação em reuniões com representantes do DoE - Department of Energy dos Estados Unidos e da PUC - Public Utility Commission of Texas.

No capítulo 8 é apresentado o tema Geração Distribuída - GD como item integrante da agenda para implantação dos projetos no Brasil. Embora a matriz energética brasileira seja reconhecidamente limpa, os aspectos ambientais serão em curto espaço de tempo fator decisivo para permitir a implantação de projetos de geração de energia. São mencionadas questões sobre definições legais e regulatórias que devem ser aplicadas para incrementar a implantação de projetos de GD, observando as melhores práticas internacionais destacando-se as modalidades: Leilões e certificados de energia, Quotas, Net-Metering e Tarifa Feed-in.

No capítulo 9 é realizada a classificação dos tipos de mecanismos de resposta da demanda e síntese das principais características de cada tipo de programa. O objetivo é apresentar os programas que possam ser adotados no Brasil possibilitando ao consumidor ajustar o padrão de consumo em resposta a um estímulo financeiro.

No capítulo 10 é apresentado o tema mobilidade elétrica. Embora não seja no momento considerado um motivador para implantação de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil, o assunto deve ser abordado de forma a contribuir para o estabelecimento futuro de políticas públicas para implantação futura. É realizada também breve abordagem dos fatores que ainda inviabilizam a utilização, como a necessidade de prover pontos de carregamento das baterias, determinação de tarifa específica e tornar atrativa a produção e o custo para aquisição dos veículos elétricos no mercado brasileiro.

No capítulo 11 são apresentados os aspectos de evolução regulatória ocorrida recentemente sobre o tema e sobre a necessidade de que a regulação seja abrangente

garantindo assim maior confiabilidade para captação de investimentos para implantação dessa nova tecnologia.

No capítulo 12 são realizadas análises das opções de captação de recursos para financiar os projetos de Redes Elétricas Inteligentes com a respectiva análise de cada opção e consequente indicação de quais são atrativas, inclusive considerando a utilização de fundos setoriais, entidades financeiras e agências internacionais.

No capítulo 13 são identificados os benefícios decorrentes da implantação das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil com oportunidades futuras e possível estabelecimento de novos paradigmas no processo de disponibilização de dados e comercialização de energia elétrica. Novo patamar é previsto para o setor elétrico brasileiro quando da integração total às melhores práticas com relação aos recursos oriundos dessa tecnologia. Os possíveis benefícios para as empresas de energia, consumidores e para o regulador também são abordados.

No capítulo 14 são citados os pontos de atenção com relação ao estabelecimento dos objetivos iniciais dos projetos e a necessidade da realização de acompanhamento, permitindo assim auferir os respectivos ganhos, evitando-se eventuais insucessos como o não cumprimento de objetivos inicialmente previstos e duplicidade de investimentos.

No capítulo 15 são apresentados os desafios futuros ao se estabelecer os motivadores para o Brasil, considerando a diversidade de padrões técnicos, condição das redes de distribuição, nível diferenciado de atendimento aos padrões de serviço, requisitos de qualidade de energia exigidos e nível de automação existente no setor elétrico brasileiro.

No capítulo 16 são apresentadas as proposições, mediante o conhecimento obtido nas pesquisas e visitas técnicas realizadas pelo autor, contribuindo com proposições a serem utilizadas quando do estabelecimento de políticas públicas e regulamentos. É

apresentado resumo das proposições com relação aos medidores inteligentes, sistemas de comunicação, recursos financeiros, tarifas diferenciadas, geração distribuída, resposta da demanda e mobilidade elétrica.

No capítulo 17 são apresentadas as considerações finais decorrentes da oportunidade de pesquisar o tema.

2. MEDIÇÃO ELETRÔNICA

2.1 Evolução tecnológica

No Brasil os medidores eletromecânicos (Figura 1) de energia elétrica tipo indução são utilizados em quantidade expressiva nos serviços de medição de energia elétrica. Em determinadas configurações de medição foram associados a outros equipamentos, como, por exemplo, registradores digitais, visando atender a determinados tipos de estrutura tarifária de consumidores atendidos em tensão de fornecimento superior a 2,3 kV.

Os medidores eletromecânicos não possuem memória de massa e registram apenas energia ativa (kWh). São disponibilizados pelos fabricantes diferentes tipos de medidores de acordo com a necessidade de aplicação.

Tipos de medidores:

- Monofásico - Composto por uma bobina de corrente, uma bobina de tensão e um disco;
- Bifásico - Composto por duas bobinas de corrente, duas bobinas de tensão e um ou dois discos;
- Trifásico - Composto por três bobinas de corrente, três bobinas de tensão e um ou três discos.

Figura 1 - Medidor Eletromecânico de Energia Elétrica - Ciclométrico
Fonte: Fabricante Nansen (Catálogo de produtos disponível em www.nansen.com.br)

Atualmente, este tipo de equipamento é utilizado em grande escala nas unidades consumidoras atendidas em tensão de fornecimento de Baixa Tensão - BT. Entretanto, não é possível realizar a coleta de dados de medição de forma remota, sendo praticada leitura local mediante verificação dos registros diretamente nos medidores, atividade esta realizada por profissionais das concessionárias de energia denominados leituristas.

Na década de 1990 foram observadas as primeiras utilizações de medidores eletrônicos para medição de energia elétrica no Brasil, principalmente em unidades consumidoras atendidas em tensão de fornecimento de Alta Tensão - AT.

Na oportunidade foram quebrados alguns paradigmas, pois a restrição de utilização deste tipo de equipamento era significativa e despertava nos profissionais das áreas de medição desconfiança quanto ao seu desempenho em serviço.

Consideradas tais restrições, o que se observou foi a utilização de forma gradativa e, posteriormente, consolidada destes medidores, sendo que, atualmente, o parque de

medidores eletrônicos instalados é expressivo e são utilizados de forma abrangente para realização dos serviços de medição.

Os fabricantes de medidores, por sua vez, ao observarem que a utilização dos medidores eletrônicos era irreversível, iniciaram investimentos em novos projetos para incrementar a oferta de novos produtos destinados, principalmente, à instalação nas unidades consumidoras do Grupo A. Entretanto não foi disseminada a utilização em grande escala para as unidades consumidoras atendidas em Baixa Tensão - BT.

Os medidores eletrônicos (Figura 2), além da medição e registro dos dados em memória de massa, possuem inúmeras funcionalidades e disponibilizam grandezas elétricas adicionais, tais como:

Figura 2 - Medidor Eletrônico de Energia Elétrica
Fonte: Fabricante Elster (Catálogo de produtos disponível em www.elster.com.br)

- Energia ativa (kWh) e reativa (kVAr);
- Corrente, tensão, potência e demanda;
- Classe de exatidão 1% ou melhor;
- Medição de energia nos quatro quadrantes (medição fluxo bidirecional);
- Armazenamento dos dados de faturamento e segurança;
- Configuração multitarifas;

- Saída de pulso opcional;
- Falta de fase;
- Contagem de falta de energia;
- Contagem de falta de fase.

A utilização dos medidores eletrônicos se justifica por prover maior quantidade de dados e informações, além de possibilitar a conexão com sistemas de comunicação que permitem acessar dados e prover o corte e religamento das unidades consumidoras remotamente.

2.2 Utilização da medição eletrônica

No Brasil existem diversos fabricantes de equipamentos, como por exemplo, as empresas, ELO, Elster, FAE (sucedida pela ELETRA), ITRON, Landis&Gyr e Nansen. Os fabricantes possuem capacidade produtiva de 10.000.000 medidores/ano, embora sejam aplicados no mercado interno apenas 3.500.000 medidores/ano (fonte: http://www.tec.abinee.org.br/2011/arquivos/s409.pdf).

Do total de medidores eletrônicos destinados ao mercado interno, 60% são eletrônicos, o que evidencia que este tipo de equipamento ocupa cada vez mais espaço no mercado em face à redução de utilização de medidores eletromecânicos.

Os medidores eletrônicos também atuam como ferramenta poderosa na detecção de fraudes, por meio de indicadores ou alarmes, para redução dos custos operacionais, já que possibilita efetuar corte e religamento remotamente, além de permitir aplicação de tarifas diferenciadas e prestação de serviços adicionais aos consumidores. Além disso, mediante obtenção de dados de engenharia e qualidade, tornam mais dinâmico o processo de análise das ocorrências com independência quanto à instalação de equipamentos adicionais, por exemplo, utilização de equipamentos para medição de rede para avaliar a qualidade do fornecimento do serviço de eletricidade.

Os equipamentos contam ainda com maior precisão na medição, pois, de forma geral os medidores eletromecânicos possuem classe de exatidão 2%, enquanto os medidores eletrônicos possuem classe de exatidão 1% ou melhor.

São também mais sensíveis aos sinais de corrente e tensão quando da utilização em sistemas de medição indireta, ou seja, em sistemas de medição compostos de Transformadores de Corrente - TC e Transformadores de Potencial - TP ou apenas com Transformadores de Corrente - TC para medição em sistemas de Baixa Tensão - BT, tornando assim possível aplicar diretamente a tensão no medidor do circuito a ser medido.

Com a utilização de medidores eletrônicos podem ser aplicadas tarifas diferenciadas aos consumidores, pois são dotados de canais específicos para registro dos dados de medição compostos de horários específicos conforme a estrutura tarifária vigente.

Como benefícios da utilização dos medidores eletrônicos podem ser citados:

- Modulação de Carga;
- Comparação com as modalidades tarifárias monômia e binômia;
- Avaliação de novas tecnologias de medição;
- Mudança de hábitos de consumo;
- Aplicação de tarifa diferenciada;
- Postergação de investimentos para atendimento da crescente demanda por energia elétrica.

A não disponibilidade no mercado de medidores eletrônicos foi apontada durante muitos anos no Brasil como um dos principais fatores impeditivos para a implantação de tarifas diferenciadas voltadas aos consumidores atendidos em tensão de fornecimento em BT.

Além dos aspectos tecnológicos, é necessário ressaltar a importância de indicar ao consumidor os benefícios da utilização de tarifas diferenciadas, inclusive com pleno entendimento de sua estrutura, visando garantir redução no custo final da energia elétrica.

A utilização da medição eletrônica, mesmo ainda não sendo de forma abrangente, já se constitui como fator primordial para melhorar o nível tecnológico de medição. A evolução natural dos medidores eletrônicos são os denominados medidores inteligentes que, embora também sejam eletrônicos, são utilizados para aplicações diferentes. Estes são fundamentais no contexto das REIs por serem dotados de recursos que permitem comunicação bidirecional, criando um novo patamar de interface entre a empresa de energia e o consumidor final, com a possibilidade de gerenciar inclusive corte de cargas nas instalações internas do consumidor e fornecer dados e informações para melhor gerenciamento da utilização de energia elétrica.

2.3 Aspectos regulatórios

Ao analisar os aspectos regulatórios é importante mencionar as recentes ações realizadas sobre o assunto, sendo necessário destacar inicialmente o evento patrocinado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel, realizado em Brasília - DF, em 24 e 25 de setembro de 2008.

Na oportunidade houve avaliação do estágio atual de implantação dos medidores em outros países, como também promoveu o início do debate necessário para definição dos requisitos técnicos dos medidores eletrônicos a serem utilizados em unidades consumidoras atendidas em BT.

Durante o evento foram realizadas palestras de concessionárias de distribuição de energia elétrica, associações, universidades, órgãos metrológico e de pesquisa, bem como de especialistas convidados da Itália, Canadá e Espanha.

O momento constituiu o início de um debate ordenado para definição futura dos requisitos técnicos dos medidores.

Outro aspecto importante a ser mencionado foi a instauração da Audiência Pública nº 043/2010, cujo objetivo principal era coletar subsídios para o estabelecimento de regulação sobre os requisitos técnicos mínimos para os medidores eletrônicos a serem instalados em unidades consumidoras atendidas BT. O período para as contribuições ocorreu entre 01 de outubro de 2010 a 28 de janeiro de 2011, sendo que a Nota Técnica nº 0044/2010, de 17 de setembro de 2010, serviu de suporte para a discussão do tema.

A Aneel pretendia naquele momento estabelecer a regulamentação em duas etapas, sendo a primeira relacionada aos requisitos dos medidores eletrônicos e a segunda sobre formas de substituição. Na primeira, a prioridade referia-se à definição dos requisitos técnicos mínimos dos medidores, ou seja, grandezas elétricas, funcionalidades complementares, sistemas de comunicação e informações para o consumidor. Na segunda, a preocupação se concentrou nas metas de implantação e análise dos custos/benefícios.

Ao observar as contribuições, além dos aspectos técnicos, a fonte de recursos para aquisição e implantação dos medidores e a depreciação dos ativos foram mencionadas como pontos de atenção, uma vez que seria necessário, por exemplo, estabelecer uma revisão dos critérios para definição da vida útil do ativo e efetivo reconhecimento na tarifa, uma vez que, em média, a vida útil dos medidores eletromecânicos é de 30 anos e a dos medidores eletrônicos entre 10 e 20 anos.

Considerando a integração destes equipamentos no contexto de implantação das REIs, as ações foram realizadas com a finalidade de estabelecer a regulação para implantação dos medidores eletrônicos, considerando que não seria razoável substituir os medidores futuramente quando da implantação dos projetos, pois ocorreria duplicidade de investimento.

Outro fator apontado como acelerador da discussão foi a necessidade de estabelecer requisitos técnicos mínimos destes medidores e o que fazer com o parque de aproximadamente 60 milhões de medidores instalados nas unidades consumidoras atendidas em BT, como também avaliar o estágio de obsolescência dos equipamentos. A obsolescência não deve, necessariamente, ser apontada como problema, uma vez que muitos medidores funcionam perfeitamente em serviço e, quando aferidos, estão dentro dos padrões metrológicos requeridos.

Outro ponto de análise aborda as empresas que já utilizam medidores eletrônicos, embora com requisitos técnicos simplificados, os quais deverão ser substituídos quando da implantação das REIs.

> No contexto, é importante citar os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – Prodist.
> São documentos elaborados pela Aneel que normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica. (Aneel, 2013, www.aneel.gov.br, em "informações técnicas").

O conjunto de documentos regulatórios está organizado em assuntos da seguinte forma:

- Módulo 1 - Introdução;
- Módulo 2 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição;
- Módulo 3 - Acesso ao Sistema de Distribuição;
- Módulo 4 - Procedimentos Operativos do Sistema de Distribuição;
- Módulo 5 - Sistemas de Medição;
- Módulo 6 - Informações Requeridas e Obrigações;
- Módulo 7 - Cálculo de Perdas na Distribuição;
- Módulo 8 - Qualidade da Energia Elétrica;
- Módulo 9 - Ressarcimento de Danos Elétricos;
- Cartilha de Acesso ao Sistema de Distribuição.

Especificamente no Módulo 5, estão estabelecidos os requisitos mínimos para medição de grandezas elétricas nos sistemas de distribuição, bem como as características mínimas para os sistemas de medição, inclusive para unidades do Grupo B, aqueles atendidos em tensão de fornecimento em BT.

Na Tabela 1 contida no Prodist estão estabelecidas as características mínimas para os Sistemas de Medição.

Tabela 1 - Características Mínimas dos Sistemas de Medição

Fonte: Aneel (Acesso em 2013, Prodist Módulo 5, p. 19)

Classe de Acessante	Tensão de distribuição	Classe do TP	Classe do TC	Tipo do medidor	Classe do medidor	Registros mínimos
Grupo B	BT	-	-	MEM A, MEM RO	A	kWh, kvarh opcional
Grupo B (com TC)	BT	-	0,6	MEM A, MEM RO	A	kWh, kvarh opcional
Grupo B (opcional)	BT	-	-	ME	A	kWh; kvarh opcional
Grupo B (com TC) (opcional)	BT	-	0,6	ME	A	kWh; kvarh opcional
Subgrupo B2 (irrigação)	BT	-	-	ME 2Q	A	kWh por segmento, kvarh por segmento opcional
Subgrupo B2 (irrigação) (com TC)	BT	-	0,6	ME 2Q	A	kWh por segmento, kvarh por segmento opcional
Subgrupos A3a e A4 (consumidores)	MT	0,6	0,6	ME 2Q	B	kWh, kvarh, kW, MM, UFER, DMCR
Subgrupos A1, A2 e A3 (consumidores)	AT	0,6	0,6	ME 2Q	C	kWh, kvarh, kW, MM, UFER, DMCR, interrupções
Medição de uso temporário	BT, MT, AT	0,3	0,3	ME 2Q ou ME 4Q (*)	B	kW; kWh; kvar; kvarh; Vrms; Irms; MM
Levantamento de curva de carga	BT, MT, AT	0,6	0,6	ME 2Q ou ME 4Q (*)	B	kW; kvar; MM
Medição de QEE	BT, MT, AT	0,3	0,3	ME 2Q ou ME 4Q (*)	B	Fator de potência; VTCD; interrupções; harmônicas; desequilíbrio, flutuação; MM de Vrms por fase

LEGENDA	
MEM A	Medidor eletromecânico de energia ativa
MEM R	Medidor eletromecânico de energia reativa
MEM RO	Medidor eletromecânico de energia reativa opcional
MEM A DM	Medidor eletromecânico de energia ativa com registrador de demanda máxima
MM	Memória de massa
ME	Medidor eletrônico exclusivo para aplicação em BT
ME 2Q	Medidor eletrônico com medição em dois quadrantes
ME 2QR	Medidor eletrônico com medição em dois quadrantes e excedentes de reativo
ME 4Q	Medidor eletrônico com medição em quatro quadrantes
ME 4QR	Medidor eletrônico com medição em quatro quadrantes e excedentes de reativo
UFER	Unidade de faturamento de energia reativa
DMCR	Demanda máxima corrigida
BT	Baixa tensão: tensão igual ou inferior a 1 kV
MT	Média tensão: tensão superior a 1 kV e inferior a 69 kV
AT	Alta tensão: tensão igual ou superior a 69 kV e inferior a 230 kV
(*)	Nota: Caso haja possibilidade de se ter fluxo de energia nos dois sentidos no ponto de medição, o medidor deve então possuir capacidade de medição em quatro quadrantes.
Incerteza	$e(\%) = 0{,}05 \pm \sqrt{M^2 + Tc^2 + Tp^2}$ — M: Incerteza padrão do medidor; Tc: Incerteza padrão do TC; Tp: Incerteza padrão do TP; 0,05: Erro sistemático, que é imposto pela resistência do cabo do TP
	Nota: As classes de exatidão do medidor, TC e TP, são consideradas incertezas "padrão" com base na Avaliação Tipo B do Guia.
	Referência: Guia para Expressão da Incerteza de Medição – ABNT/INMETRO

A utilização de medidores eletrônicos está difundida e o parque de medidores atualmente instalados constitui-se em eletromecânicos e eletrônicos. Portanto, a decisão sobre a nova especificação deve ponderar tal cenário.

Neste contexto, o indicado é a busca por uma especificação de requisitos técnicos mínimos que os medidores atendam e permitam a instalação sem necessidade futura

de substituição quando da implantação das REIs. É importante ressaltar que o medidor eletrônico não pode ser classificado como inteligente por apenas eventualmente possuir recursos adicionais.

No capítulo 6 é abordado o assunto sobre medidores inteligentes com menção à nova regulamentação dos requisitos mínimos, sendo o equipamento a principal interface entre a concessionária de energia e os consumidores.

3. SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO

Os sistemas de comunicação são imprescindíveis para permitir a implantação das REIs, uma vez que a comunicação e o tratamento dos dados são fundamentais para o sucesso deste tipo de projeto e associados aos medidores inteligentes podem ser considerados como principal ponto de interface entre as concessionárias e os consumidores. Com isso, um novo processo de comercialização de energia pode ser estabelecido, considerando a comunicação e obtenção de dados que podem ser realizados de forma a garantir maior dinamismo ao processo.

3.1 Tecnologias

Algumas tecnologias já estão disponíveis no mercado e podem ser utilizadas para permitir a comunicação de dados, dentre elas Power Line Communications - PLC, Zigbee, Rede Mesh e General Packet Radio Service - GPRS.

A seguir são identificadas as peculiaridades de cada uma destas tecnologias.

3.1.1 Power Line Communication - PLC

A definição de Power Line Communication - PLC consiste na transmissão de dados e voz em banda larga mediante utilização da rede de energia elétrica, sendo um sistema que opera com radiofrequência - RF na faixa compreendida entre 1,7 e 50 MHz.

A tecnologia permite transformar a rede elétrica em rede de comunicação, motivada pela superposição de um sinal de informação de baixa energia ao sinal de corrente alternada de alta potência. A utilização da tecnologia está regulamentada pela Resolução Aneel nº 375, de 25 de agosto de 2009.

As concessionárias de distribuição de energia elétrica podem utilizar a tecnologia em atividades como monitoramento remoto de redes elétricas, corte e religamento remoto

das unidades consumidoras, serviços de telemedição e controle de perdas técnicas e comerciais.

As empresas poderão ainda utilizar a tecnologia de forma restritiva, uma vez que está condicionada às atividades do serviço regulado. Um aspecto a ser considerado é que a legislação atual prevê que os recursos oriundos de serviços não regulados são passíveis de reversão para a modicidade tarifária, sendo retirada pelo órgão regulador parcela considerável deste recurso, tornando pouco atrativo do ponto de vista comercial explorar tal oportunidade.

Conforme definição regulatória, apenas 10% dos recursos oriundos da locação das redes de energia para utilização nos serviços de comunicação não serão destinados à modicidade tarifária. A justificativa é que o consumidor final de energia pagou pela infraestrutura instalada, sendo razoável então usufruir como retorno destas redes, o que se constitui como modicidade tarifária.

É necessária atenção do órgão regulador com o objetivo de possibilidade de atratividade ao uso desta opção, não apenas impondo como fator inibidor o acima exposto, mas também considerar questões técnicas. Dessa forma, uma revisão do tema parece pertinente para que, eventualmente, a adoção desta tecnologia seja viável.

Outros aspectos são apontados como obstáculos para utilização da tecnologia, além da própria legislação; custo e disponibilidade dos equipamentos também se constituem ainda como entraves para as concessionárias de energia elétrica.

Embora se utilize em caráter piloto, com a implantação das REIs pode ocorrer cenário propício para utilização do PLC.

3.1.2 Zigbee

É uma tecnologia recente para aplicações pessoais que permite o gerenciamento e controle de dispositivos, também conhecido como HomeRF Lite. Designa um conjunto de especificações para a comunicação sem fio entre dispositivos eletrônicos, com ênfase na baixa potência de operação, baixa taxa de transmissão de dados e de reduzido custo de implantação.

A utilização do padrão ZigBee é aconselhável às redes que não necessitam de soluções mais complexas para seu controle, proporcionando redução de custos em todas as suas etapas, ou seja, projeto, aquisição, instalação e manutenção do sistema. Nos Estados Unidos está sendo empregado para o controle de eletrodomésticos instalados nas residências que podem ser desligados em determinados horários do dia, com anuência prévia do consumidor que recebe incentivos para participar da iniciativa.

Operam em faixas de 2,4GHz (Global), 915MHz (América) e 868MHz (Europa), e com taxas de transferência de dados de 250kbps em 2,4GHz, 40kbps em 915MHz e 20kbps em 868MHz. Possuem alcance entre 10 e 100 metros, o que as torna interessantes para utilização em comunicação entre os medidores inteligentes e eletrodomésticos.

A tecnologia é adequada para ser utilizada em ambientes fechados como, por exemplo, residências, prédios empresariais e indústrias. Portanto, é uma alternativa viável à utilização em sistemas de controle sem fio para aplicação em dispositivos simplificados.

3.1.3 Rede Mesh

Uma Rede Mesh é caracterizada por nós wireless que se comunicam diretamente com um ou mais nós (roteadores) que se comunicam entre si, sendo eles autoconfiguráveis dentro da rede. Pode-se conectar facilmente cidades inteiras, pois esta rede sem fio é espalhada entre até centenas de pontos mesh wireless que se comunicam entre si para compartilhar a conexão da rede em uma grande área.

É composta por transmissores que funcionam como roteador wireless, sendo que com a adição de novos pontos alcança maior sucesso na conexão. Estas redes possuem a vantagem de serem de baixo custo e de fácil implantação, além de permitir repetições para transpor obstáculos e múltiplos gateways e garantem redundância e confiabilidade.

Figura 3 - Rede Mesh - Ponto em Luminária Pública
Fonte: Fabricante Motorola

A implantação deste tipo de rede para comunicação entre os medidores inteligentes é recomendável, pois uma área urbana possui arquitetura complexa, com muitos obstáculos fixos e móveis a serem transpostos.

Os pontos mesh são extremamente simples de instalar, o que torna a rede adaptável em função da necessidade de abrangência da cobertura.

Outro aspecto importante é a característica deste tipo de rede que permite ao usuário transitar entre nós de rede sem perder a conexão no momento em que realiza a troca. Apenas um ou mais nós são conectados à internet, sendo que os demais necessitam apenas de alimentação de energia elétrica. A tecnologia é utilizada nos Estados Unidos no projeto de REIs na cidade de Houston - Texas que permite a comunicação entre os medidores inteligentes instalados nas unidades consumidoras.

3.1.4 General Packet Radio Service - GPRS

É um serviço de valor agregado não baseado em voz que permite a recepção e envio de informações por meio de rede de telefonia móvel. Facilita conexões instantâneas e não há necessidade de conexões dial-up via modems.

Pode ser aplicado em celulares de tecnologia GSM - Groupe Special Mobile, como também ser integrado ao serviço Short Message Service - SMS, possibilitando a troca de mensagens entre dois dispositivos. No entanto, é importante lembrar que quando da utilização desta tecnologia, a mensagem poderá, eventualmente, não ser entregue ao destinatário.

A informação é dividida em pacotes antes da transmissão e recomposta quando chega ao seu destino.

Podem ser destacadas as seguintes características sobre esta tecnologia:

- Taxa de transporte de dados máxima de 26 a 40 kbit/s, podendo chegar a 171,2kbit/s;
- Conexão de dados sem necessidade de estabelecer um circuito telefônico. Permite a cobrança por utilização e não por tempo de conexão e faz com que o serviço esteja sempre disponível ao usuário;
- Sua implantação implica em pequenas modificações na infraestrutura instalada, o que facilita a sua adoção pelos operadores de GSM;
- Padronizado para transporte de dados definidos pelos protocolos IP e X.25.

3.2 Análise das tecnologias

A escolha de uma determinada tecnologia depende de uma série de fatores como a topologia de rede, custo, disponibilidade da solução, alcance e viabilidade técnico-econômica.

É comum que uma concessionária de distribuição de energia utilize mais de uma tecnologia, pois em extensas áreas de concessão, com grande variedade de terrenos, restrição de disponibilidade de sistemas de comunicação e caracterísiticas de unidades consumidoras, recomenda-se a mescla de mais de uma das alternativas.

A decisão das empresas passa obrigatoriamente pela opção do protocolo que será utilizado, evitando que estes sejam fechados, o que geraria significativo aumento nos custos de implantação, dependência de fornecedores e desestímulo à competição no setor.

A alternativa mais viável parece ser a adoção de um protocolo público aberto que garanta a competição e uso múltiplo de equipamentos fornecidos por vários fabricantes.

Um ponto a ser obervado é a segurança da informação que está diretamente relacionada à proteção de um conjunto de dados, cuja finalidade é preservar o valor que possuem para um indivíduo ou organização. São características básicas: confidencialidade, integridade, disponibilidade e autenticidade.

A segurança da informação não deve estar restrita apenas aos sistemas computacionais, informações eletrônicas ou sistemas de armazenamento e para atingir maior eficácia é desejável a existência de protocolos seguros.

Após analisar as tecnologias disponíveis no mercado e considerar os aspectos de segurança, a escolha deve levar em consideração a confiabilidade e disponibilidade do serviço oferecido na área de atuação da concessionária.

Outro aspecto fundamental para a escolha da melhor tecnologia é optar, inicialmente, por uma comunicação bidirecional, ou seja, da empresa de energia para a unidade consumidora e vice-versa. Isso porque os serviços de corte e religamento remoto das unidades, obtenção de dados em tempo real, comando para atuação nos eletrodomésticos e comunicação dos centros de controle com os medidores inteligentes são fundamentais quando da implantação das REIs.

É indispensável optar pela solução mais abrangente de comunicação possível, avaliando o custo/benefício dos projetos levando em conta as características típicas do sistema e área de atuação de cada concessionária. Embora possa parecer onerosa a implantação de uma comunicação bidirecional, a não implantação pode ser um problema futuro para expansão das opções dentro de um programa de REIs.

Em outros países é possível observar projetos já implantados com o uso de sistemas de comunicação consagrados, sendo que os serviços de telecomunicações podem ser realizados tanto por terceiros quanto pelas próprias concessionárias de energia.

Nos Estados Unidos, por exemplo, o processo de determinação de novos padrões depende da avaliação da criticidade dos diversos aspectos do sistema, tais como interoperabilidade, padronização, confiabilidade, resiliência, latência, atualização, segurança de dados, escalabilidade, largura de faixa e recursos disponíveis.

É conveniente que se estabeleça uma base legal para permitir a aplicação no setor elétrico brasileiro. Portanto a Agência Nacional de Telecomunicações - Anatel tem papel fundamental no processo de viabilizar a destinação de faixas do espectro em conformidade com as diretrizes governamentais sobre REIs e também conciliá-la aos propósitos das empresas de telecomunicação.

É preciso definir a criticidade que o sistema deve atender para garantir o desempenho da telecomunicação que deverá atender as exigências básicas das REIs sobre as aplicações em tempo real para medição de unidades consumidoras, empreendimentos de mini e microgeração, controle e gerenciamento de carga, monitoramento e restabelecimento de falhas.

A infraestrutura de telecomunicações deve garantir a confiabilidade da troca de informações e dados de forma bidirecional, sendo necessário que se estabeleçam projetos piloto para a realização de testes antes da adoção de determinada tecnologia.

4. INTEROPERABILIDADE

O conceitos de interoperabilidade pode ser definido como intercâmbio coerente de informações e serviços entre sistemas que possibilite a substituição de qualquer componente ou produto usado nos pontos de interligação por outro de especificação similar, sem comprometer as funcionalidades do sistema.

Um ponto importante da interoperabilidade a ser citado é o desafio da troca de mensagens entre os múltiplos sistemas por meio de uma variedade de redes, contemplando redução de custos de instalação e operação.

O uso de protocolos comuns entre vários equipamentos é uma condição desejável para que haja maior competitividade no setor de energia elétrica. Os padrões proprietários sempre trazem consigo uma elevação nos preços e estabelecem monopólios que são prejudiciais à modicidade tarifária.

Nos Estados Unidos, o National Institute of Standards and Technology - NIST atua para que protocolos internacionais existentes sejam utilizados nas REIs. Por isso, foi criado um Painel para Interoperabilidade das Redes Inteligentes, sendo integrado por setores do governo, comitês de padronizações, grupos de trabalho e equipes de ações prioritárias.

Com a interoperabilidade é possível atingir um estágio em que os sistemas e componentes operem em conjunto ao funcionamento cooperado e à comunicação bidirecional entre os vários elementos interconectados do sistema elétrico.

Além do aspecto técnico, é importante ressaltar a questão econômica, uma vez que a não existência da interoperabilidade poderá criar monopólios. Por isso é essencial que os órgãos governamentais fomentem a criação de protocolos abertos e públicos, estimulando a competição no segmento.

Segundo Jack Mc Gowan (Chair, GridWise Architeture Council), o quadro de interoperabilidade pode ser definido da seguinte forma:

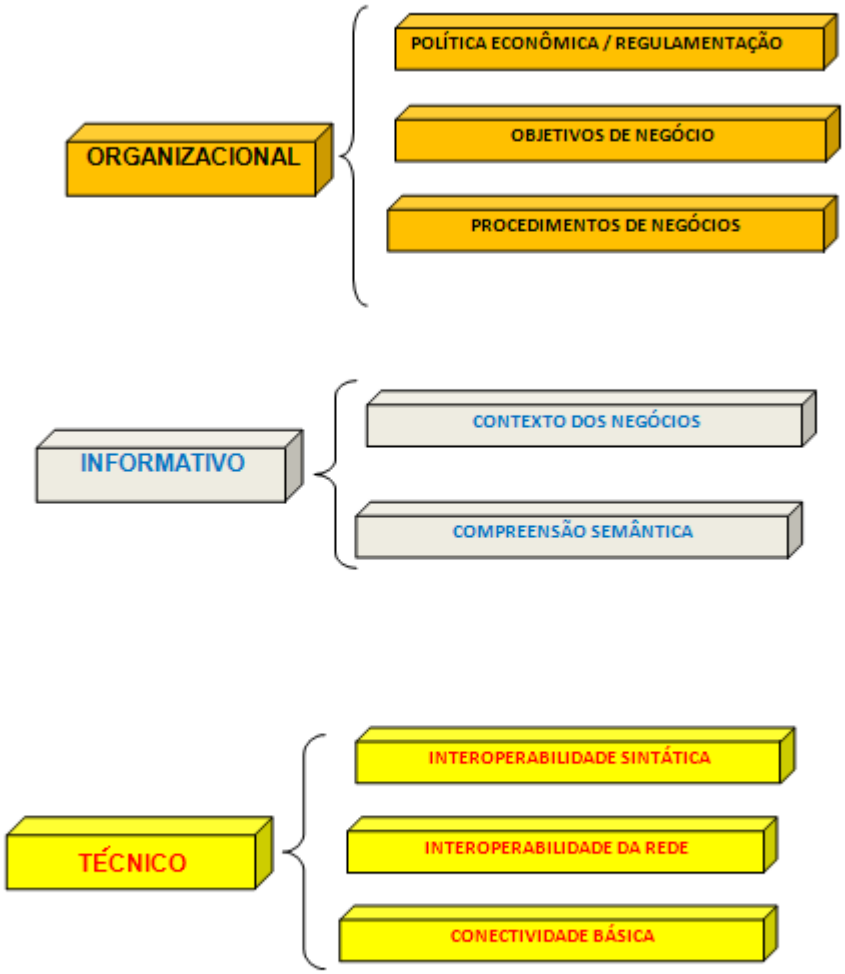

Figura 4 - Quadro de Interoperabilidade

Fonte: Jack Mc Gowan - GridWise Architecture Council 2008

As definições para os tópicos são:

- Técnico:

- Conectividade Básica: Estabelecer mecanismos para conectividade de sistemas;
- Interoperabilidade da Rede: Mensagens de troca entre os sistemas por meio de uma variedade de redes;
- Interoperabilidade Sintática: Entendimento da estrutura de dados das mensagens trocadas entre os sistemas;

- Informativo:

- Compreensão Semântica: Entendimento dos conceitos contidos nas mensagens de estrutura de dados;
- Contexto dos Negócios: Conhecimento do negócio relevante, aplicando-se a semântica no fluxo de processo do trabalho;

- Organizacional:

- Procedimentos de Negócios: Alinhamento entre negócios operacionais, processos e procedimentos;
- Objetivos de Negócio: Objetivos estratégicos e táticos compartilhados entre empresas;
- Política Econômica / Regulamentação: Objetivos políticos e econômicos de acordo com a política e o regulamento.

Portanto a interoperabilidade deve ser avaliada considerando quesitos técnicos, informativos e organizacionais.

Para estabelecer uma comunidade de produtos interoperáveis é preciso observar alguns aspectos, como, por exemplo, o mercado onde será aplicado.

Os testes devem refletir a operação dos sistemas em ambiente de produção, pois, na maioria das vezes, os testes realizados em ambiente de homologação não refletem integralmente todos os aspectos operacionais e particularidades do ambiente de produção. Para o mercado é imprescindível que, além da disponibilização de produtos interoperáveis, haja esforço técnico empreendido e utilização de estratégias de marketing para promoção dos produtos e concientização dos usuários. As configurações de redes existentes devem ser avaliadas levando em consideração que a intercomunicação entre dois ou mais sistemas deve observar a segurança, conformidade e atendimento aos requisitos para o qual os sistemas foram projetados.

Os sistemas de comunicação devem ser contemplados quando da construção do arcabouço regulatório sendo necessário se estabelecer uma base legal aplicável ao setor elétrico brasileiro. É conveniente a destinação de faixas de espectro alinhadas ao programa de REIs a ser definido pelo governo brasileiro, considerando-se futuras expansões dos sistemas.

4.1. Protocolos utilizados nos Estados Unidos

Nos Estados Unidos, o National Institute of Standards and Technology - NIST responsável por conduzir o Smart Grid Interoperability Panel - SGIP orientou o órgão regulador federal americano a utilizar quatro famílias de protocolos para interoperabilidade em REIs.

Os protocolos são:

- IEC 61970 e IEC 61968: estes padrões definem o modelo CIM e suas interfaces para a automação e centros de controle e distribuição, respectivamente;

- IEC 61850: permite definição de funções por meio de mensagens trocadas entre equipamentos inteligentes. Tais procedimentos podem, por exemplo, restabelecer automaticamente uma subestação e transferir a carga entre transformadores. Estes procedimentos caracterizam funcionamento inteligente a partir de funções automáticas. Além disso, o padrão define um modelo de dados que tem sido adaptado para operar em harmonia com o modelo CIM. Permite descrever os dispositivos inteligentes, e também projetos de subestação, em linguagem XML. Tais práticas utilizadas permitem acelerar o processo de projeto de subestação de energia elétrica;

- IEC 60870-6: padrão oficialmente denominado TASE.2, mas comumente conhecido como ICCP, foi criado anteriormente aos outros dois padrões já citados. Foi concebido para atender necessidades de comunicação entre centros de controle, incluindo centros pertencentes a diferentes companhias. Para isto, define uma tabela bilateral de dados entre centros de controle distintos e que pretendem compartilhar dados. No entanto, os dados não são descritos em linguagem XML. Cada centro de controle deve receber os dados em seus respectivos sistemas Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA e para exportar estes dados para outro sistema como base de dados históricos o modelo CIM XML é a opção mais recomendada;

- IEC 62351: Define mecanismos de segurança a serem implementados em conjunto com normas já utilizadas em sistemas SCADA estabelecidos como, por exemplo, ICCP e IEC 61850. Trata-se de uma família de normas que complementa outras normas já definidas e, em muitos casos, bem consolidadas. Estes mecanismos de segurança visam garantir autenticação entre partes que se comunicam e inviolabilidade de dados transmitidos por criptografia de mensagens.

5. ESTADO DA ARTE

Atualmente, o grande desafio é realizar a modernização da infraestrutura, principalmente dotar as redes elétricas de automação e incluir a instalação de medição inteligente como ponto fundamental para estabelecer a integração necessária entre as concessionárias de energia e consumidores.

Neste sentido, existem movimentos de todos os segmentos, tais como fornecedores de equipamentos e soluções, empresas do setor elétrico, centros de pesquisa, universidades e órgãos ligados ao governo. O tema tem sido abordado em seminários e eventos e pode possibilitar o estabelecimento de um mercado promissor para novas empresas, criando novos atrativos para que sejam realizados investimentos para a implantação das REIs no Brasil.

Com potencial para elevar o patamar tecnológico das redes e contribuir para estabelecer novas oportunidades e relações comerciais no setor elétrico, as REIs podem realizar uma grande transformação, a exemplo do que ocorreu no setor de telecomunicações com a significativa evolução tecnológica e comercial, que incrementou a possibilidade de opções por serviços de diversas operadoras.

Outro aspecto importante a ser observado é o que o consumidor final deseja como cliente de um serviço que é extremamente importante para suas atividades cotidianas.

É preciso explicar ao consumidor que é possível obter energia de forma mais econômica, com possibilidade de opção de compra de forma livre ou com tarifas mais atrativas, além de possibilitar a geração própria de energia e eventualmente possam disponibilizar o excedente para as redes de distribuição de energia, a exemplo do que ocorre na Europa. Esta possibilidade foi permitida no Brasil, com a emissão de regulamentação específica. A Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, estabeleceu as condições gerais de acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição.

As REIs surgem como instrumento para tornar ágil tal opção, embora a realização de uma pesquisa mais abrangente deva ser realizada, com campanhas de esclarecimento sobre o tema, pois o nível de conhecimento do assunto é diferente entre as diversas classes de consumidores.

O consumidor residencial, possui apenas a informação do total de sua fatura após o final do ciclo de faturamento definido pela concessionária, não tendo oportunidade de acompanhar seu consumo diário. Com isso, é impedido de realizar eventuais reduções do montante final de energia a ser paga, bem como utilizar a energia elétrica de forma eficiente.

Para as empresas do setor elétrico o tema REIs é recorrente sendo de extremo interesse que futuramente as redes e subestações possuam maior nível de automação e seus sistemas estejam dotados de medição inteligente. Entretanto, a questão do consumidor deve ser considerada e para o sucesso dos projetos é necessário que todos estejam engajados na iniciativa.

A análise deve se estender no sentido de avaliar o interesse na adoção da nova tecnologia e a disposição dos consumidores em adquirir energia com valor superior, de fonte alternativa, a exemplo do que ocorre na Alemanha, onde se utiliza energia eólica e fotovoltaica como incentivo às boas práticas de sustentabilidade. Outra resposta a ser obtida é sobre o conhecimento atual do tema. Isso é possível mediante realização de pesquisas no âmbito dos projetos de REIs, com a finalidade de esclarecer até que ponto a sociedade brasileira está madura para aceitar a nova tecnologia e disposta a pagar por energia limpa.

Caso o consumidor permita, pode-se efetuar o controle de equipamentos instalados nas residências, assim é possível limitar a demanda e evitar sobrecargas nas redes de distribuição, principalmente em horários de pico do sistema. Para que o consumidor aceite este tipo de controle é preciso oferecer uma contrapartida conveniente.

Além da questão de limitação da demanda, podem ser ofertadas novas tarifas com determinados valores em horários diferenciados ao longo do dia, a exemplo do que já ocorre com os consumidores enquadrados na tarifa horo-sazonal. Este movimento também está em curso para os consumidores da classe residencial.

A discussão permeia questões técnicas e sociais, pois a sociedade, sendo a maior interessada, precisa ser envolvida e atendida em suas expectativas, principalmente em relação à redução do custo final com aquisição de energia elétrica.

No entanto, ao que se referem à melhoria dos serviços de eletricidade prestados pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica, as REIs constituem-se em ferramenta poderosa para aprimorar os serviços prestados visando, inclusive, atender os índices estabelecidos em legislação com referência à qualidade de energia e desligamentos não programados. Com disponibilidade da tecnologia, parece inconcebível, nos dias atuais, ainda ser necessário que o consumidor ligue para uma central de atendimento e informe à concessionária sobre falta de energia e possíveis danos ocorridos na rede de distribuição.

O corte e religamento local possui custo significativo para a concessionária, incluindo deslocamento de veículo e equipe de profissionais para efetuar os serviços. Com a opção de realização desta atividade remotamente é possível obter agilidade no atendimento e minimizar perdas no faturamento.

A nova tecnologia poderá contribuir para solucionar tais questões, sendo necessário integrar ações para que a base do programa brasileiro de REIs seja estruturada.

A Figura 5 apresenta uma visão integrada de todas as interfaces que compõem a estrutura de um programa de REIs.

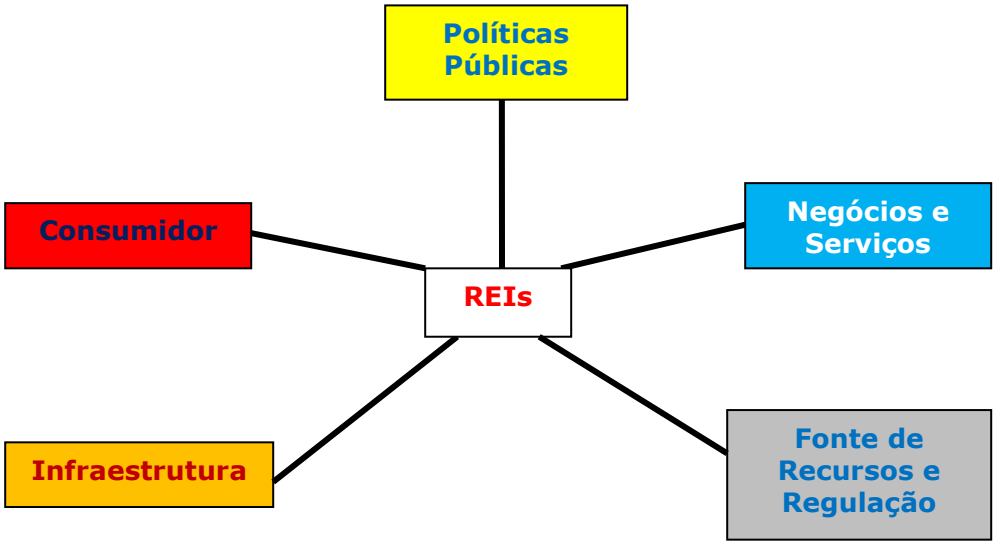

Figura 5 - Visão Integrada - Redes Elétricas Inteligentes

Fonte: Adaptada pelo autor - Participação Grupo de Trabalho - Portaria MME nº 040/2010

As políticas públicas são fundamentais para estruturar os programas de REIs, cujas definições são importantes para atingir os objetivos iniciais dos projetos. Como exemplo desta premissa, pode ser citada a expressiva expansão das energias renováveis na Europa, nos Estados Unidos (estado do Texas) e a substituição de derivados de petróleo mediante utilização de veículos elétricos no Japão.

Cada projeto possui diferentes motivações, e para o setor elétrico brasileiro, seriam, por exemplo, o incremento de projetos de geração distribuída (fontes renováveis), automação e modernização da infraestrutura, redução de perdas técnicas e comerciais, utilização da energia elétrica de forma racional, aplicação de tarifas diferenciadas, desenvolvimento regional (econômico) e medição inteligente.

A motivação e as necessidades devem ser estipuladas com clareza e para que sejam devidamente desenvolvidas e implantadas as políticas necessárias, estas devem ser emanadas pelo governo federal e uma regulação específica deve ser estabelecida com abrangência, inclusive, de sistemas de comunicação de dados.

A modernização do sistema é um grande desafio para o setor, uma vez que serão necessários investimentos significativos para recondutoramento de redes, substituição de equipamentos, implantação da automação de chaves e subestações e para integração da nova tecnologia aos sistemas existentes utilizados pelas concessionárias de energia.

Outros tópicos devem ser considerados no contexto das REIs, são eles: regulação e a financiabilidade, mudança na infraestrutura, evolução da cadeia de negócios, revolução dos serviços, impactos no mercado e consumidores.

Na visão da Aneel, a implantação das REIs pode contribuir para melhoria das seguintes questões:

- Redução da emissão dos gases que causam efeito estufa;
- Redução de custo operacional das empresas;
- Melhoria dos índices de qualidade de energia;
- Redução do custo de energia para o consumidor;
- Redução de perdas de energia;
- Melhor gerenciamento da demanda nos horários de pico do sistema.

Na questão da evolução regulatória destacam-se:

- Resolução Normativa nº 375, de 25 de agosto de 2009, que regulamenta a utilização das instalações de distribuição de energia elétrica como meio de transporte para a comunicação digital ou analógica de sinais;

- Resolução Normativa nº 414, de 09 de setembro de 2010, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica;
- Resolução Normativa nº 464, de 22 de novembro de 2011, que aprova os Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET referente ao Módulo 7 - Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição;
- Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica;
- Resolução Normativa nº 502/2012, de 07 de agosto de 2012, que regulamenta sistemas de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do grupo B;
- Consulta Pública nº 05/2014, cujo objetivo é obter subsídios é obter subsídios para identificar a necessidade de criação de incentivos à instalação de centrais geradoras com potência instalada superior a 1 MW pertencentes a consumidores, bem como de debater a ampliação dos limites de aplicação do conceito de "net-metering" para essas centrais e de obter informações adicionais sobre o tema.

Alguns projetos estão em andamento, embora considerados como piloto, em diferentes regiões do país. Possuem ênfase na automação de rede e implantação de medição inteligente, sendo:

- Ampla (Búzios/RJ);
- AES Eletropaulo (Barueri/SP);
- Cemig/Light (Sete Lagoas/MG);
- Copel (Curitiba/PR – Região Metropolitana).
- EDP Bandeirante (Aparecida/SP);
- EDP Escelsa (Domingos Martins/ES e Marechal Floriano/ES);
- Eletrobrás (Parintins/AM);

Em setembro de 2012, o governo federal anunciou que, mediante redução de tributos, a redução esperada a partir de 2013 para os consumidores residenciais seria da ordem de 16% e para os industriais em torno de 28%. Estando esta questão associada à renovação das concessões, cujos prazos terminam em 2015 e 2017 e estão sujeitas a novas regras para renovação.

5.1 Estrutura de um programa

Considerando que o estado da arte é o nível máximo do desenvolvimento de um tema em determinado momento, as contribuições para o estabelecimento de um programa de REIs, ao que se propõe esta pesquisa, deve ser iniciada deste ponto. Para isso é preciso propor especificação de medidor inteligente com percepção de valores, observar que o fomento à geração distribuída de fontes de energia renovável é bastante atrativo e pode alavancar a expansão do mercado, como também ressaltar sobre a possibilidade de redução de perdas técnicas e comerciais. Este é um problema a ser solucionado no âmbito do setor elétrico brasileiro e deve ser mitigado ou, em última instância, reduzido a patamares aceitáveis quando comparados a países cujos índices já atendem às expectativas da sociedade.

Os projetos de outros países foram desenvolvidos com motivações diferentes e de acordo com as particularidades de cada um, tais como: geração distribuída, redução de perdas técnicas e comerciais, expansão de fontes renováveis, eficiência energética, melhoria dos serviços de distribuição de energia elétrica, desenvolvimento econômico, aplicação de tarifas diferenciadas e rápido restabelecimento do fornecimento de energia elétrica.

Como contribuição, a Figura 6 apresenta uma estrutura para implantação de um programa de REIs no Brasil, sendo a base de sustentação a política governamental, e de forma sequencial a regulação e financiabilidade, mudança na infraestrutura, evolução da cadeia de negócios, revolução dos serviços e impactos ao mercado e consumidores.

Figura 6 - Estrutura Proposta - Governança Redes Elétricas Inteligentes

Fonte: Adaptada pelo autor - Participação no Grupo de Trabalho - Portaria MME 040/2010

Os principais motivadores para os projetos no Brasil se constitui em aplicações para redução de perdas, incremento da confiabilidade dos sistemas elétricos, geração distribuída, eficiência energética, tarifas diferenciadas, redução de custos operacionais, gestão de ativos da distribuição e modernização da medição.

6. MEDIDOR INTELIGENTE

É um dos principais componentes das REIs. É o equipamento responsável pela maioria das tarefas em uma rede inteligente. Ele é capaz de processar dados, receber e enviar comandos permitindo, assim, a integração de toda a cadeia de fornecimento.

É também considerada a face mais visível e muitas vezes confundido com o conceito mais amplo das REIs, embora seja um elemento não menos importante.

Além de medir o consumo em intervalos programados, o medidor inteligente utiliza uma combinação de tecnologias como sensores de tempo real, notificação de interrupção de fornecimento e monitoramento da qualidade da energia.

Uma das maiores vantagens é que possui comunicação bidirecional, podendo receber e enviar dados. Várias tecnologias podem ser associadas aos medidores como, por exemplo, Zigbee, PLC, Rede Mesh e GRPS, já apresentadas no capítulo 3.

Alguns especialistas adiantam que os medidores inteligentes serão a base para as REIs garantindo continuidade, proteção e conservação das fontes de energia.

É fundamental que os medidores inteligentes sejam utilizados para efetuar o registro de sinais necessários para a implantação de novas tarifas e que possuam porta de comunicação para troca de informações entre os centros de operação das empresas de energia elétrica e consumidores.

Os medidores devem permitir flexibilidade para a comunicação e versatilidade para as funcionalidades e recursos, embora não deva ser inviável comercialmente.

No capítulo 7 são apresentados os custos finais dos modelos instalados nos Estados Unidos que são atrativos, inclusive com possibilidade de serem disponibilizados no Brasil. No entanto, é preciso lembrar que a escala a ser produzida será determinante

para a comercialização deste produto pelos fabricantes a preços competitivos embora os tributos incidentes não devam onerar os custos finais destes equipamentos.

Nos Estados Unidos estão sendo utilizados medidores inteligentes compatíveis com as normas ANSI C12.19 e C12.22 que oferecem segurança e confiabilidade de comunicação entre os medidores e a rede. Os medidores são disponibilizados para as empresas com um Zigbee, o que possibilita a comunicação entre os medidores inteligentes e eletrodomésticos instalados nas residências, o que permite o controle de carga e resposta à demanda.

Para isso, no entanto, algumas características são indispensáveis neste tipo de equipamento:

- Suportar tarifas binômias;
- Configurar parâmetros;
- Efetuar corte e religamento de carga remotamente;
- Possuir memória não volátil;
- Monitorar grandezas adicionais (V, I);
- Permitir a comunicação de dados de forma bidirecional.

Para abordagem do tema no âmbito do setor elétrico brasileiro, a Aneel instaurou a Audiência Pública nº 043/2010 para discutir com a sociedade os requisitos técnicos mínimos para o medidor para utilização na medição de energia das unidades consumidoras atendidas em BT (residencial, comercial e industrial).

As grandezas a serem garantidas segundo a Aneel deverão ser no mínimo, energia ativa, reativa e tensão de fornecimento. Como funcionalidades, a Aneel propôs que os medidores registrem o início e a duração das interrupções (DRP - Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária e DRC - Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica) e o façam em até quatro postos tarifários, além de outros a critério de cada empresa de energia.

Seria também conveniente adoção de um sistema que tenha a capacidade de realizar a comunicação de forma bidirecional, efetuar leituras e promover o corte e religamento do fornecimento de energia remotamente. Para o consumidor deverão ser disponibilizadas informações sobre a energia ativa e reativa, além dos dados sobre a continuidade e qualidade do fornecimento e do posto tarifário corrente.

Atualmente no âmbito do setor elétrico brasileiro existem dois regulamentos sobre os requisitos técnicos dos medidores. No Módulo 12 dos Procedimentos de Rede estão definidos os requisitos técnicos para implantação dos Sistemas de Medição para Faturamento - SMF, cujos dados de medição são utilizados para contabilização efetuada pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, e apuração de encargos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS. Para os demais sistemas de medição deve ser observado o disposto no Módulo 5 do Procedimento de Distribuição - Prodist, conforme citado no capítulo 2.

6.1 Especificação de medidor inteligente

Como contribuição para a definição dos requisitos técnicos mínimos, na Tabela 2 consta a proposta de requisitos e funcionalidades dos medidores inteligentes a serem instalados nas unidades consumidoras atendidas em BT (residencial, comercial e industrial).

Tabela 2 - Estabelecimento dos Requisitos Mínimos - Medidores Inteligentes - BT
Fonte: Proposta do Autor (2012)

REQUISITOS TÉCNICOS - MEDIDORES INTELIGENTES	
REQUISITOS E FUNCIONALIDADES	BAIXA TENSÃO (PROPOSIÇÃO)
1-) EXATIDÃO	1% OU MELHOR
2-) MEDIDOR RETAGUARDA	NÃO
3-) CERTIFICAÇÃO	INMETRO
4-) GRANDEZAS A MEDIR	Wh, Varh, I, V, W, VA, fp, f, UFER, DMCR
5-) MEMÓRIA DE MASSA	SIM
6-) QUADRANTES	4
7-) GRANDEZAS A MEDIR QUALIDADE DE ENERGIA	V rms, VTCD, DIC, FIC
8-) RELÓGIO/CALENDÁRIO INTERNO	SIM
9-) INTERFACE DE COMUNICAÇÃO	SIM
10-) PORTAS DE COMUNICAÇÃO (ACESSO CONSUMIDOR E CONCESSIONÁRIA)	SIM
11-) LEITURA REMOTA	SIM
12-) CORTE/RELIGA	SIM
13-) MULTITARIFAÇÃO	SIM
14-) PROGRAMAÇÃO HORÁRIO VERÃO	SIM
15-) PARAMETRIZAÇÃO CÓDIGO 14 DÍGITOS (CCEE)	SIM
16-) PARAMETRIZAÇÃO INTERVALOS INTEGRAÇÃO (5 A 60 MIN)	SIM
17-) ALARME ANTIFRAUDE	SIM

A Tabela 3 compara a proposição dos requisitos mínimos formulada pelo autor e a proposta do órgão regulador disposta na Audiência Pública nº 043/2010.

É importante avaliar as diferenças e justificativas para a proposição, considerando que os equipamentos dotados de funcionalidades adicionais não necessariamente geram custo adicional e, caso gere, o eventual acréscimo pode ser absorvido em curto espaço de tempo por meio da obtenção de dados e informações relevantes para as concessionárias de energia e consumidores.

Tabela 3 - Comparativo de Requisitos Mínimos - Medidores Inteligentes (Proposição Autor x Audiência Pública nº 43/2010)

Fonte: Comparação Compilada pelo Autor (2012)

REQUISITOS TÉCNICOS - MEDIDORES INTELIGENTES		
REQUISITOS	BAIXA TENSÃO (PROPOSIÇÃO)	BAIXA TENSÃO (PROPOSIÇÃO ANEEL AP nº 43/2010)
1-) EXATIDÃO	1% OU MELHOR	2% OU MELHOR
2-) MEDIDOR RETAGUARDA	NÃO	NÃO
3-) CERTIFICAÇÃO	INMETRO	INMETRO
4-) GRANDEZAS A MEDIR	Wh, Varh, I, V, W, VA, fp, f, UFER, DMCR	V, KWh, KVarh
5-) MEMÓRIA DE MASSA	SIM	NÃO
6-) QUADRANTES	4	2
7-) GRANDEZAS A MEDIR QUALIDADE DE ENERGIA	V rms, VTCD, DIC, FIC	DRP, DRC, DIC, FIC, DMIC e Curta Duração
8-) RELÓGIO/CALENDÁRIO INTERNO	SIM	SIM
9-) INTERFACE DE COMUNICAÇÃO	SIM	SIM
10-) PORTAS DE COMUNICAÇÃO (ACESSO CONSUMIDOR E CONCESSIONÁRIA)	SIM	SIM
11-) LEITURA REMOTA	SIM	SIM
12-) CORTE/RELIGA	SIM	SIM
13-) MULTITARIFAÇÃO	SIM	SIM
14-) PROGRAMAÇÃO HORÁRIO VERÃO	SIM	NÃO
15-) PARAMETRIZAÇÃO CÓDIGO 14 DÍGITOS (CCEE)	SIM	NÃO
16-) PARAMETRIZAÇÃO INTERVALOS INTEGRAÇÃO (5 A 60 MIN)	SIM	NÃO
17-) ALARME ANTIFRAUDE	SIM	NÃO

A seguir estão dispostas as justificativas do autor para a proposição dos requisitos técnicos e funcionalidades de medidores contidas na Tabela 2.

- Para os medidores BT a exatidão de 1%, ou melhor, é viável, uma vez que a referida classe já é utilizada atualmente. Os montantes de energia em geral são reduzidos se comparados com unidades de AT. Inclusive, já está previsto no Prodist que para os Subgrupos A3a e A4 devem ser utilizados medidores classe B (1%). A Aneel entende que o montante de energia transacionado não justifica o custo dos medidores classe B, sendo suficiente continuar utilizando medidores classe A (2%) nesse nível de tensão;
- O medidor de retaguarda para BT não seria necessário em caso de eventual migração deste tipo de unidade para o ACL. Uma vantagem da medição de retaguarda é a possibilidade de minimizar os aspectos de dados faltantes de

medição que serão utilizados no faturamento ou na futura contabilização do mercado, quando da possibilidade de aquisição de energia pela unidade consumidora no mercado livre. A Aneel entende que é desnecessária a instalação de medidor retaguarda, pois poderia onerar o custo final do sistema de medição;

- É consenso que deve existir certificação obrigatória pelo Inmetro, visando aprovação dos aspectos metrológicos dos equipamentos com tecnologia eletrônica;
- Grandezas mínimas: Wh, Varh, I, V, W, VA, fp, f, UFER, DMCR, pois devem atender as necessidades de faturamento das distribuidoras e de mercado quando a unidade migrar ao Ambiente de Contratação Livre - ACL. No caso de UFER/DMCR, estes atendem a Tarifação Horosazonal - THS. Permite, ainda, a avaliação qualitativa da energia e dos serviços prestados, exigência cada vez maior dos consumidores. A proposta da Aneel é mais flexível e sugere apenas as grandezas V, KWh, kVArh, já que com a necessidade de medição e registro de maior número de grandezas, e consequente ampliação da memória;
- Memória de massa obrigatória, pois é necessário a medição e registro dos dados em intervalos programáveis de 5 a 60 minutos durante o período mínimo de faturamento (32 dias). Para BT, no que diz respeito à memória de massa, a Aneel não previu esta funcionalidade na proposta submetida à AP nº 043/2010, mas destacou que desejaria receber mais contribuições sobre o assunto antes de proferir uma decisão final. Deve-se avaliar como introduzir tarifas diferentes que promovam a eficiência;
- Medição em quatro quadrantes com possibilidade de medição de energia em fluxo direto e reverso, com potencial para incremento de utilização de fontes de energia distribuída/renováveis, estando o medidor apto a ser utilizado para a medição deste tipo de unidade. A Aneel considera que a medição em 4 quadrantes deve ser aplicada apenas aos consumidores que pretendam exportar energia, visando diminuir o custo final do medidor inteligente. Entretanto, a agência solicitou contribuições para análise sobre a viabilização da funcionalidade;

- Qualidade de energia. É fundamental para as distribuidoras o monitoramento sem necessidade da instalação de qualímetros ou equipamentos de medição de rede temporários para a realização de campanha de medidas e a garantia de que os índices de qualidade serão os estabelecidos em legislação. A proposta da Aneel é aderente ao Prodist, embora a proposta do autor em optar apenas pelas grandezas Vrms, VTCD, DIC, FIC deve-se à preocupação com o incremento no custo final do medidor.

Do item 8 ao 13 dispostos na Tabela 3 as propostas formuladas pelo autor e pelo órgão regulador convergem, não se constituindo em itens de análise ou mesmo justificativas adicionais.

- O relógio é importante para sincronismo de medidores com a rede;
- Interface Comunicação/Portas Acesso/Leitura Remota para acesso às distribuidoras e pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE. É fundamental para as distribuidoras o recebimento de mensagens de fraude, alarmes e eventos, como também avisos de interrupção e retorno de tensão;
- Permitir corte e religamento remotamente é primordial e está em consonância com a filosofia de implantação das REIs, já que esta possibilidade atende as necessidades operacionais das distribuidoras, evitando perdas, dispêndio com deslocamento de equipes, gerando, assim, eficiência operacional;
- Multitarifa, permitindo a aplicação de tarifas diferenciadas, mantendo a opção de escolha do consumidor (inclusive com tarifação binômia para BT);
- Programação do horário de verão é requisito importante para prever o sincronismo de relógio, embora não seja primordial para consumidores BT. A Aneel entende que este quesito é dispensável;
- Parametrização de código (14 dígitos) nos medidores. O código é fornecido pela CCEE para a identificação dos medidores quando do processo de coleta automática dos dados de medição realizado pela Câmara. Desta forma o equipamento estaria preparado para eventual migração da unidade para o ACL. Segundo entendimento da Aneel, esta funcionalidade pode ser dispensada

para os medidores BT, pois as unidades atendidas em tensão de fornecimento BT ainda não podem migrar para o ACL;

- Parametrização de intervalos de 5 a 60 minutos, pois atualmente a CCEE coleta dados de medição com integralização de 5 minutos e as concessionárias utilizam os dados integralizados em 15 minutos. Os dados de medição coletados pela CCEE são transferidos ao ONS mediante mensagens de integração diária entre os sistemas das entidades. Para as unidades BT, deve ser estudada outra forma de funcionamento do mercado, de modo a viabilizar a implantação de equipamentos inteligentes. Esta funcionalidade pode ser dispensada, de acordo como entendimento da Aneel, visando a redução do custo final do medidor;
- Alarme Antifraude pode indicar eventual violação do equipamento, economizando recursos em processo de inspeções periódicas para detecção de fraudes. A Aneel também dispensa esta funcionalidade por considerar que poderia onerar o custo final do medidor, e alega que as inspeções preventivas nas unidades consumidoras podem detectar eventuais fraudes ou desvios de energia, ou, até mesmo, redução de consumo (degrau).

A abordagem de custo dos equipamentos é importante, pois, por terem requisitos adicionais, os medidores inteligentes possuem custo superior aos medidores utilizados atualmente. Conforme informação verificada junto aos projetos implantados nos Estados Unidos (capítulo 7), o custo dos medidores inteligentes é da ordem de US$ 230, considerando o equipamento instalado.

Partindo de uma cotação do dólar em que US$ 1 corresponde a R$ 2,22 (cotação julho/ 2014), tem-se o custo total do medidor em R$ 510,00, sendo este custo, em média, superior em sete vezes ao custo do medidor convencional.

Embora o custo seja superior, é oportuno mencionar os benefícios para o consumidor ao se adotar os medidores inteligentes. Este tema será detalhado no capítulo 13.

O consumidor poderá usufruir de maior controle de seu consumo, optar por tarifas diferenciadas e estabelecer novo relacionamento com as empresas de energia elétrica, além de obter informações em tempo real para melhor utilização da energia podendo reduzir os montantes finais em sua conta de consumo.

6.2 Regulamentação dos requisitos mínimos

Como ocorre em outros países onde os prazos foram determinados de forma a atingir os objetivos em determinado tempo, a substituição total dos medidores pode causar impactos sobre a tarifa paga pelos consumidores. No Reino Unido, a substituição de 53 milhões de medidores convencionais por modelos inteligentes ocorrerá até o ano de 2019, o investimento é da ordem de £ 11,3 bilhões segundo apurado durante visita da comitiva coordenada pelo MME no âmbito do grupo de trabalho insituído pela Portaria nº 040/2010.

Os medidores serão de gás e de energia elétrica, conectados a uma rede de comunicação interna Home Area Network - HAN e um display eletrônico interno às residências.

No setor elétrico brasileiro, a Aneel regulamentou os requisitos mínimos para os medidores eletrônicos, sendo que, no âmbito da AP nº 043/2012, recebeu 212 contribuições de 57 empresas, tendo sido, inclusive, realizada sessão presencial na qual houve 19 manifestações, com apresentação de comentários e contribuições.

A regulamentação foi aprovada pela Aneel em sua 29ª Reunião Pública Ordinária, ocorrida em 7 de agosto de 2012. Naquela data foi emitida a Resolução Normativa nº 502 em que está regulamentado o sistema de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do grupo B (residencial, rural e demais classes, exceto baixa renda e iluminação pública).

As concessionárias de distribuição de energia elétrica terão até 18 meses para ofertar aos consumidores acima citados dois tipos de medidores com diferentes funcionalidades. O modelo simplificado, sem custo de instalação para o consumidor, permitirá a opção pela tarifa branca (valores diferenciados em função do horário de consumo), já o modelo mais completo possibilitará ao consumidor acesso integrado às REIs.

Caso o consumidor opte pelo modelo completo, este deverá arcar com o custo da diferença entre o equipamento atual e o novo modelo que pode ser da ordem de R$ 200,00.

Com a definição dos requisitos básicos para os medidores, caberá a cada empresa de energia definir em que escala será realizada a substituição dos medidores, inclusive para reduzir impactos operacionais e possível preocupação por parte do órgão regulador com a modicidade tarifária.

É importante ressaltar que, conforme disposto no capítulo II da referida Resolução, o medidor deverá ter a capacidade de medir energia elétrica ativa em pelo menos 4 (quatro) postos tarifários. Em casos em que a unidade consumidora aderir à modalidade tarifária branca, e, independente da adesão, podem solicitar a disponibilização das seguintes informações à distribuidora local. Estas informações devem ser disponibilizadas no próprio medidor ou em dispositivo localizado na parte interna das residências:

- Valores de tensão e de corrente de cada fase;
- Valor de energia elétrica ativa consumida acumulada por posto tarifário;
- Identificação do posto tarifário corrente, se aplicável;
- Data e horário de início e fim das interrupções de curta e de longa duração ocorridas nos últimos 3 (três) meses; e

- Últimos 12 (doze) valores calculados dos indicadores Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária - DRP e Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica - DRC.

A concessionária deve adotar sistema que assegure a segurança dos dados trafegados e que não disponibilize as informações a terceiros, sem prévia autorização do responsável pela unidade consumidora.

De forma geral, o órgão regulador definiu os requisitos mínimos para os medidores e deixou a cargo das empresas de energia definir os sistemas de comunicação.

Em 2012, ocorreu avanço significativo na questão tarifária, embora possa haver críticas sobre a possibilidade de cada empresa de energia poder optar tecnicamente por medidor e sistema de comunicação conforme sua especificação, dificultando a unificação dos projetos no território nacional.

Seria conveniente definir os requisitos de comunicação de dados a serem trafegados, dando opção de corte de equipamentos internos nas residências. Isso auxiliaria no futuro para o avanço da implantação das REIs considerando o novo patamar tecnológico a ser atingido com a instalação dos medidores a partir da emissão da Resolução Normativa nº 502.

7. PROJETOS NOS ESTADOS UNIDOS

Neste capítulo são identificadas as principais observações quanto ao estado da arte da implantação dos projetos de REIs nos Estados Unidos.

O objetivo é informar sobre as impressões obtidas pelo autor quando da oportunidade de integrar o grupo organizado pelo Ministério de Minas e Energia - MME, decorrente da Portaria nº 040/2010, de 15 de abril de 2010. O grupo de trabalho foi criado com o objetivo de analisar e identificar ações para estabelecer políticas públicas para implantação de um Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente - Smart Grid, sob a óptica dos seguintes aspectos:

- Estado da arte de programas do tipo Smart Grid, no Brasil e em outros países;
- Proposta de adequação das regulamentações e das normas gerais dos serviços públicos de distribuição de energia elétrica;
- Identificação de fontes de recursos para financiamento e incentivos à produção de equipamentos no país;
- Regulamentação de novas possibilidades de atuação de acessantes no mercado, o que inclui a possibilidade de usuários operarem tanto como geradores de energia (geração distribuída), quanto consumidores.

Na portaria está definido que o grupo de trabalho é composto por representantes do Ministério de Minas e Energia - MME, da Empresa de Pesquisa Energética - EPE, do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - Cepel, da Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel e do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS. Posteriormente, foi incluída a participação de representantes da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE.

Este grupo de trabalho teve o prazo de até 180 dias, a partir da publicação da referida portaria, para a conclusão das suas atividades e de até mais trinta dias para apresentação de relatório técnico.

Para tal, foram criados três subgrupos de trabalho, sendo:

- Subgrupo de Estudos Econômicos;
- Subgrupo de Legislação;
- Subgrupo de Medição de Fronteira;

O roteiro de viagem aos Estados Unidos foi definido de forma a permitir a realização de reuniões e visitas técnicas para obter subsídios e direcionar as proposições da implantação dos projetos no Brasil.

A comitiva do MME foi composta por representantes do Ministério de Minas e Energia - MME; Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel; Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE e por integrantes da Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL (representante na América Latina da Global Intelligent Utility Network Coalition - GIUNC) e da Internacional Business Machines – IBM.

A Tabela 4 identifica a programação do roteiro de viagem.

Tabela 4 - Programação de Viagem aos Estados Unidos

Fonte: Ministério Minas e Energia - MME (Comitiva Técnica Portaria MME nº 040/10)

PLANEJAMENTO PARA VISITA DO GT SMART GRID AOS EUA.

DATA	ATIVIDADE
Dia 20/09/2010 (segunda)	Chegada aos EUA - Washington - DC
Dia 21/09/2010 e 22/09/2010 (terça e quarta)	Participação no Fórum Global GridWise Alliance 2010 Department of Energy - DoE - Washington - DC Encontro com os executivos responsáveis por Smart Grid e pacote de estimulo econômico para desenvolvimento dos projetos National Institute of Standards and Technology - NIST - Washington - DC Encontro com os executivos responsáveis pelo desenvolvimento e definição dos padrões para Smart Gird Gridwise Alliance - Washington - DC Encontro com os Exeutivos responsáveis por Alianças Globais para desenvolvimento do tema Smart Grid e compartilhamento sobre informações das iniciativas similares na Europa, Ásia e Oceania
Dia 23/09/2010 (quinta)	Deslocamento de Washington - DC para Dallas, TX
Dia 24/09/2010 (sexta)	Oncor - Dallas, TX Projeto de AMI com mais de 800.000 medidores instalados, com funções avançadas (HAN, leitura 15 min., portal) e combinação de tecnologias de comunicação
Dia 25/09/2010 e 26/09/2010 (sábado e domingo)	Livre e deslocamento de Dallas para Austin, TX
Dia 27/09/2010 e 28/09/2010 (segunda e terça)	Public Utility Commission Texas (Regulator) - PUCT - Austin, TX Reunião com os executivos responsáveis pela regulação no estado do Texas e com os projetos de Smart Grid. IBM - Laboratório e centro de demonstração de tecnologia e soluções para Energia e Utilities - Austin, TX Projeto da Austin Energy com soluções de AMI, Automação Força de Campo, Gestão de Ativos e Integração com Sistemas Técnicos e novas tecnologias de vanguarda
Dia 29/09/2010 (quarta)	Deslocamento de Austin para Houston, TX
Dia 30/09/2010 (quinta)	Centerpoint - Houston, TX Projeto de AMI e Automação da Distribuição e visita ao Centro Tecnológico de Smart Grid. O projeto de AMI conta com mais de 600.000 medidores instalados, com funções de HAN e diversidade de tecnologias de comunicação e integração com serviços de Gás. Na área de Automação projeto com sensorização da distribuição e integração com as diversas áreas (manutenção, força de campo, etc.). Pilotos de Geração Distribuída e novas aplicações (veículo elétrico).
Dia 01/10/2010 (sexta)	Retorno ao Brasil

7.1 Gridwise Global Forum

O evento foi realizado em Washington DC, nos dias 21 e 22 de setembro de 2010, e patrocinado por empresas mundialmente conceituadas, como Center Point Energy, AT&T, IBM, Accenture, Intel, Cisco, Siemens, HP, GE, Itron e ABB.

Um dos pontos importantes do fórum foram as apresentações de especialistas que relataram sobre o grande desafio da interoperabilidade, em virtude da necessidade de troca de mensagens entre os múltiplos sistemas por meio de uma variedade de redes contemplando redução de custos de instalação e operação.

Em síntese, os aspectos dos projetos de REIs devem prever a abordagem sobre a padronização e devem possuir protocolos abertos, além de permitirem a integração da inteligência em todos os pontos possíveis e promover engajamento total da sociedade.

Outro aspecto importante é que a desverticalização ocorrida na indústria de energia impacta, consideravelmente, na implantação dos projetos, uma vez que pode promover maior agilidade às ações necessárias. Avaliando que o maior investimento estará no âmbito da distribuição de energia, uma empresa que atua apenas neste segmento pode priorizar seus investimentos de forma a atender especificamente suas necessidades.

O tema capacitação foi amplamente mencionado no fórum, explicitando a importância do aumento de remuneração e treinamento sobre REIs como fator de retenção de conhecimento para as empresas, bem como a avaliação de revisão da grade de disciplinas das universidades, visando a capacitação de futuros profissionais para atuar na indústria de energia elétrica.

Como contribuição aos consumidores foi mencionado que as REIs podem reduzir o custo final da energia com substituição de equipamentos menos eficientes, alterar

hábitos de consumo, deslocar uso de energia para horários em que a tarifa seja mais atrativa e promover a melhoria do fator de potência.

Foi citada a necessidade do engajamento dos consumidores finais de energia à proposta das REIs como fator primordial de sucesso, além da preocupação com a garantia da integridade e confidencialidade das informações dos consumidores.

Sobre a questão regulatória ficou claro no evento que é necessário se criar condições propícias para implantação dos projetos, uma vez que a regulação deve oferecer sinais objetivos e corretos para as concessionárias e consumidores finais de energia elétrica.

Um dos itens que, possivelmente, possa ser incluso no escopo dos projetos de REIs no Brasil é a consideração de determinados índices de fontes renováveis de energia, considerando a inclusão de forma compulsória.

Além da oportunidade de participar das palestras, foi possível durante o evento realizar reuniões com representantes do National Institute of Standards and Technology – NIST. Na ocasião foi possível debater com o National Coordinator for Smart Grid Conformance do NIST, Mr. Dean Prochaska sobre a necessidade de padronização para o projeto de REIs. A recomendação foi de que no Brasil seja observada a definição de protocolos de comunicação dentro do âmbito do programa brasileiro de REIs.

7.2 DoE - Department of Energy

Em cumprimento ao previsto na agenda, foi realizada reunião nas dependências do Department of Energy - DoE, sendo a comitiva brasileira foi recepcionada por Russel Roth (Senior International Advisor), Russel l. Conklin (Policy Analyst) e Dan T. Ton (Program Manager R&D).

As informações e estatísticas a seguir foram apresentadas durante as reuniões realizadas em que o autor estava presente.

Foi realizada por Mr. Ton realizou uma apresentação sobre o fato de que 13% dos 142 milhões de consumidores dos Estados Unidos estão sendo inclusos no programa de REIs. Com os projetos pretendem realizar a integração e automação das redes de distribuição, sendo possível reduzir demanda como também instalar o total de 18.179.912 medidores inteligentes.

Foi informado também que o DoE emana as políticas governamentais, ficando a cargo dos estados definirem seus padrões e sistemas. Outro ponto de destaque foi que o governo aporta recursos nos programas e que a empresa deve aportar o mesmo valor como contraparte.

Foram mencionados alguns desafios para o governo e, sem dúvida, servem de alerta para o governo brasileiro quando da definição das políticas sobre o tema, sendo a recuperação dos investimentos, interoperabilidade, aspectos técnicos e tecnológicos a serem superados.

O investimento previsto nos Estados Unidos em projetos de REIs é da ordem de U$ 4,5 bilhões, sendo que, em média, 80% aplicado em implantação das REIs, 17% em iniciativas em caráter experimental e 3% em capacitação profissional.

Em termos de iniciativa em caráter internacional foi citada a criação de uma cooperação para o desenvolvimento e implantação de REIs. Tal iniciativa foi denominada como International Smart Grid Action Network - ISGAN.

Na visão do DoE, o ISGAN é um mecanismo que pode promover ações governamentais para acelerar o desenvolvimento e implantação de REIs em várias partes do mundo. Atualmente, cerca de quinze países fazem parte da iniciativa, sendo que maior parte deles são da comunidade europeia.

A Figura 7 demonstra as áreas em que a cooperação entre governos pode incrementar de forma significativa a utilização da nova tecnologia. O Brasil recebeu convite para integrar o grupo e, sem dúvida, se constitui em oportunidade pertinente para colaborar e observar as melhores práticas internacionais.

Figura 7 - Áreas de Interesse - International Smart Grid Action Network - ISGAN

Fonte: Tradução do autor da apresentação realizada pelo DoE - Department of Energy EUA (Washington DC Setembro / 2010)

7.3 Pepco Holding Incorporation

Na empresa Pepco Holding Incorporation - PHI, a comitiva foi recepcionada por Mr. Robert S. Stewart (Chief Technologist) e Basil B. Allison (Chief Engineer) que abordaram o programa de Smart Grid na empresa.

PHI é uma das maiores empresas de distribuição de energia na região Mid-Atlantic, atendendo 1,9 milhões de clientes em Delaware, distrito de Columbia, Maryland e New Jersey. As subsidiárias PHI Pepco, Delmarva Atlantic City Power and Electric fornece serviços de eletricidade regulamentada e gás natural. PHI oferece produtos competitivos de energia a varejo e serviços por meio da Pepco Energy Services. A Figura 8 ilustra a área de atuação da Pepco.

Figura 8 - Área de Atuação da Pepco

Fonte: Disponível em www.pepco.com (Acesso em 2012)

- Pepco é uma empresa que distribui energia para 793.000 consumidores em Washington, DC, Maryland e suas periferias;

- Delmarwa Power é uma empresa que distribui energia para 500.000 consumidores em Delaware e na Península Delmarva, e para 124.000 clientes de gás natural no norte do Delaware;

- Atlantic City Electric é uma empresa que distribui energia para 547.000 consumidores do sul de New Jersey;

- Pepco Energy Services é uma empresa líder no fornecimento de energia desregulamentada e serviços relacionados à distribuição de energia para empresas, residências e grandes clientes comerciais.

Cabe ressaltar que as empresas possuem concessão estadual para exploração dos serviços.

A empresa PHI recebeu recursos da ordem de US$ 168 milhões do DoE – U.S. Department of Energy e colocou como contraparte o mesmo valor. Neste valor total US$ 4 milhões serão aplicados em ações para capacitação e treinamento.

O sistema de comunicação utilizado é de propriedade da Pepco, embora compartilhe o uso de redes privadas. A Pepco possui 400 subestações em seus sistemas e para atender o crescimento da demanda terão que construir uma subestação por ano de acordo com o planejamento realizado para os próximos 10 anos.

O medidor inteligente utilizado é do fabricante Itron - modelo Centron (Figura 9), sendo do tipo socket connect que é o padrão utilizado nos Estados Unidos.

A Pepco foi autorizada pela Comissão de Serviços Públicos do Distrito de Columbia a instalar medidores inteligentes para todos os seus clientes do distrito.

Figura 9 – Medidor Modelo Centron
Fonte: Fabricante Itron (Catálogo de Produtos disponível em www.itron.com)

Os medidores inteligentes permitem fornecer informações detalhadas de energia o que facilita ao consumidor compreender melhor seu uso da energia elétrica e atingir metas de redução do consumo.

Os medidores inteligentes são equipados com tecnologia que permite comunicação bidirecional entre a unidade consumidora e a Pepco. O medidor registra os dados de energia e futuramente o consumidor terá acesso aos dados para monitorar seu consumo.

A instalação dos medidores iniciou-se em outubro de 2010 e foi concluída em dezembro de 2011, data em que todas as unidades consumidoras do distrito já possuíam os novos medidores.

A leitura automática dos medidores é realizada com intervalo de 4 horas obtendo dados das últimas 4 horas.

Com relação ao custo do medidor, os representantes da Pepco informaram que é da ordem de US$ 230, considerando o equipamento instalado.

Uma avaliação interessante sobre custo/benefício é quantificar os custos de equipes de campo. Para isso a Pepco possui a denominada ATP (preço de atividade padrão), sendo que para realizar corte e religamento em campo o valor estimado é de US$ 60 a US$ 80. Se considerado o retorno da equipe após o corte para efetuar o religamento o custo total é de US$ 120 a US$ 160.

Com as REIs é possível efetuar corte e religamento remotamente, portanto este custo não será imputado para a empresa, uma vez que o custo, no caso desta empresa, por equipe/hora é de US$ 120.

Cabe destacar que em algumas áreas de concessão da Pepco não é possível efetuar corte e religamento à distância, atividade não permitida por regulação.

Outros tópicos de interesse:

- Custo de depreciação dos medidores: eletromecânico, 20 anos e eletrônico, 15 anos;
- Consumo médio da área de concessão 600 kWh/mês;

7.4 Oncor Electric Delivery Company

A Oncor Electric Delivery Company é uma empresa regulada dos serviços de transmissão e distribuição e presta serviços na região norte do estado do Texas (Figura 10). Possui 21.600 quilômetros de linhas de transmissão e 864 subestações. No segmento de distribuição de energia elétrica, opera 160.000 quilômetros de linhas e aproximadamente 900.000 transformadores.

Para operar os sistemas acima mencionados, a empresa possui 3.700 funcionários e em sua área de concessão atende 7,5 milhões de consumidores. Nos Estados Unidos a empresa é considerada a sexta maior empresa neste ramo de atividade

A Oncor possui número restrito de investidores, incluindo a Future Energy Holdings Corporation. A empresa é administrada por um Conselho de Administração que é composto por uma maioria de diretores independentes.

Para entendimento do programa de REIs em curso na Oncor foi realizada reunião no Centro de Operações da empresa localizado na cidade de Dallas no estado do Texas, onde Mr. Mark Carpenter informou sobre os itens de interesse quando da definição do programa.

Foram citados como itens fundamentais:

- Automação de redes de transmissão;
- Automação de redes de distribuição (indicação de falta de tensão, corrente, chaves inteligentes e controle capacitivo);
- Monitoramento de subestações;
- Instalação de medidores inteligentes;
- Sistema de comunicação (dotados das tecnologias satélite, fibra óptica, GPRS, PLC e microondas);
- Veículo elétrico;
- Energias renováveis.

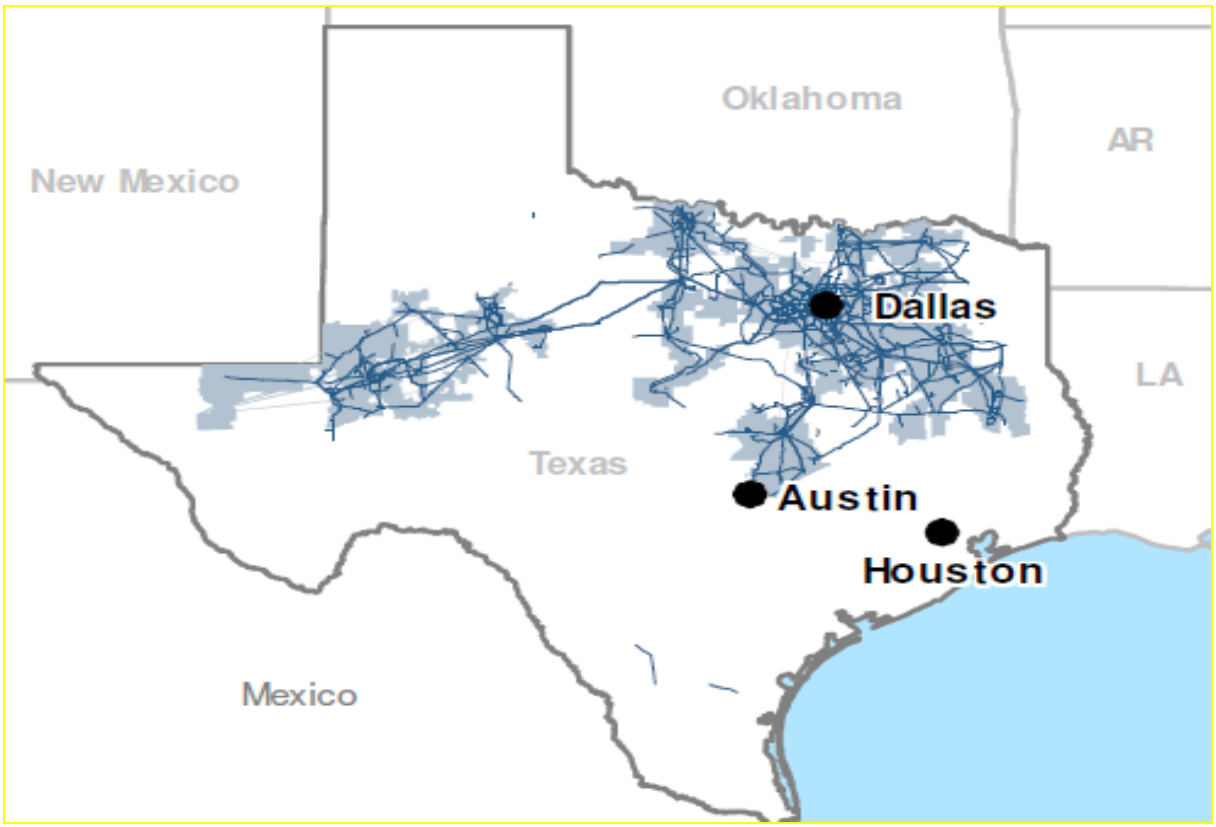

Figura 10 - Área de Atuação da Oncor
Fonte: Disponível em www.oncor.com

A empresa informou também sobre a iniciativa de modernização da rede de transmissão que está em curso, sendo que contabilizaram a instalação de 500 chaves inteligentes com previsão de incremento de 100 chaves inteligentes/ano.

A iniciativa do veículo elétrico está sendo tratada como item de fomento de energias renováveis. Cabe ressaltar que o potencial eólico no estado do Texas é da ordem de 18.000 MW, embora por restrição de transmissão seja possível transmitir energia equivalente a aproximadamente metade deste potencial. No item 7.5 são citadas as diretrizes da Public Utility Commission of Texas - PUC e as ações para mitigar o problema de restrição de transmissão.

Como o mercado de energia elétrica é totalmente livre no estado do Texas e permite ao consumidor para comprar energia elétrica diretamente de empresas comercializadoras, a Oncor recebe apenas a denominada tarifa de fio [1], ficando o preço da energia com livre negociação entre os envolvidos. No entanto, a empresa continua responsável pelas atividades de instalação, manutenção, automação e operação das redes e inclusive pela instalação, operação e manutenção dos sistemas de medição.

Para acompanhamento do histórico de consumo é disponibilizado aos consumidores acesso a um portal que contém histórico dos dados de medição com intervalo de integração de 15 minutos (mesmo período de integração para apuração de energia e demanda utilizada no Brasil para consumidores do grupo A).

No que se refere aos medidores inteligentes, a PUC definiu os requisitos mínimos dos equipamentos e as empresas definem de forma complementar as tecnologias e sistemas envolvidos sob a óptica de suas necessidades ou conveniências.

Na área de atuação da Oncor foram instalados 1,2 milhão de medidores inteligentes, sendo a aplicação de recursos da ordem de US$ 3,4 milhões considerando os custos adicionais dos sistemas associados. Integrado aos medidores de energia foi implantado Sistema de Medição Avançada – AMS, desenvolvido pela empresa Landis&Gyr. Em complemento utilizam também medidores inteligentes do mesmo fabricante, modelo Focus (Figura 11) tipo socket connect (Figura 12) que é o padrão utilizado nos Estados Unidos.

[1] Tarifa de Fio é uma tarifa determinada (de forma similar) pela Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica) em que os acessantes pagam para obter o direito de usar a infraestrutura de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Figura 11 - Medidor Modelo Focus

Fonte: Disponível em www.oncor.com

Figura 12 - Base Medidor Tipo Socket Connect

Fonte: Adaptada pelo autor do padrão utilizado nos EUA

Este sistema dispõe de novas funcionalidades e interfaces para o consumidor, sendo as principais:

- Dados integralizados em quinze minutos;
- Portal de acesso aos consumidores;
- Possibilidade de desenvolver interface com outros sistemas;

- Controle de eletrodomésticos de forma individual.

O custo do projeto de REIs é da ordem de US$ 700 milhões. Conforme já mencionado, está prevista a instalação de 1,2 milhões de medidores com valores individuais de US$ 205, considerando equipamento instalado. O valor do equipamento é de US$ 120.

Outro aspecto importante foi a decisão de optar pela tecnologia Zigbee para realizar a comunicação entre medidores inteligentes e os equipamentos localizados nas residências. Esta tecnologia consiste em um padrão global e aberto para a comunicação sem fio, com baixo custo, no entanto permite apenas atuação em pequeno alcance.

Uma informação que pode ser relevante é que a empresa Oncor encaminha, diariamente, os dados de medição para a Electric Reliability Council of Texas - ERCOT, órgão que desempenha papel similar ao da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE no Brasil.

7.5 Public Utility Comission of Texas

A Public Utility Commission of Texas - PUC é a entidade reguladora do estado do Texas. Sua missão é proteger os consumidores, estimular a concorrência e promover uma infraestrutura de alta qualidade para os texanos.

Foi realizada reunião com o chairman da PUC, Mr. Barry T. Smitherman, sendo questionado sobre os itens que culminaram na implantação das REIs no estado do Texas, as razões levantadas por ele foram:

- O mercado de energia elétrica é totalmente livre;
- Necessidade de restaurar rapidamente a operação da rede em função da ocorrência de tornados e furacões (fenômenos frequentes no estado do Texas);

- Tarifa baseada na remuneração de ativos;
- Possibilidade de segregar custo do medidor para apresentá-lo ao consumidor na conta de energia;
- Obsolescência dos medidores eletromecânicos.

Cabe ressaltar que, diferente do que ocorre no Brasil, a regulação nos Estados Unidos é realizada no âmbito estadual. No caso do Texas, a PUC é quem desempenha este papel.

No estado a concessão é vitalícia, embora o detentor, periodicamente, tenha necessidade de comprovar para a PUC sua capacidade de cumprir com suas funções e obrigações, inclusive, demonstrando a capacidade de prover os recursos financeiros para desempenhar tais funções.

No quesito medição de energia elétrica, embora todos os consumidores tenham a opção de comprar energia de forma livre, as empresas de energia são responsáveis pela instalação e operação dos sistemas de medição, pela coleta de dados de medição e posterior envio para a ERCOT.

As razões apresentadas pela PUC para a implantação das REIs podem servir de parâmetro para o Brasil, uma vez que a obsolescência dos equipamentos e necessidade de melhorar o controle sobre as redes também são observados no contexto dos projetos no setor elétrico brasileiro.

A determinação compulsória do pagamento pelo consumidor na fatura final de energia foi determinada por um período de 11 anos ao valor de US$ 2,19/mês para custeio da implantação dos medidores inteligentes.

A preocupação com a matriz energética é bem significativa no estado, sendo a matriz no Texas composta da seguinte forma (Figura 13):

- Gás Natural 40%
- Carvão 35%
- Nuclear 15%
- Eólica 10%

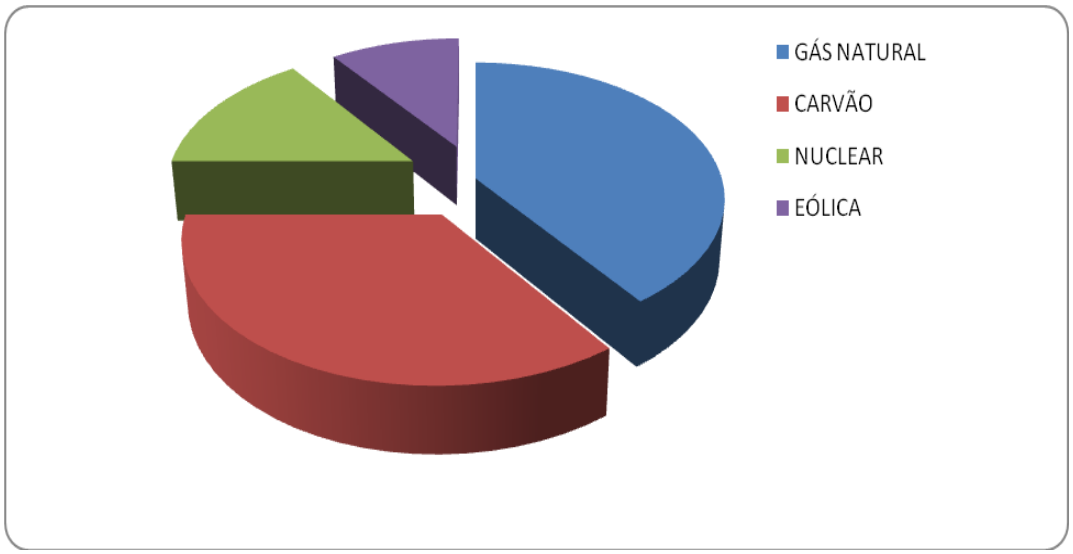

Figura 13 - Matriz Energética Texas - EUA

Fonte: Adaptada pelo autor das informações obtidas em reunião na PUC em Setembro / 2010

Como o potencial eólico é bem expressivo, foi promovida até o ano de 2013 considerável alteração na matriz energética, chegando a um patamar proveniente de energia eólica da ordem de 20 a 25%. Cabe ressaltar que o potencial total é da ordem de 18.000 MW, embora, por restrições de transmissão, o potencial explorado possa atingir 10.000 MW. Isso porque os parques eólicos estão localizados na região norte e os centros de carga estão localizados nas regiões leste e centro-sul do estado.

Está em curso também a análise de projetos com objetivo de explorar o potencial solar do estado do Texas com a instalação de painéis fotovoltaicos.

Levando em consideração que todo o sistema de transmissão não é federal, e que a rede existente é restrita ao estado do Texas, não tendo conexões significativas com

outros estados, ao contrário do que ocorre no Brasil em que se prioriza um sistema interligado, foi criado um programa denominado Competitive Renewable Energy Zones - CREZ.

Até o ano de 2013 foram realizados investimentos da ordem de US$ 500 milhões para a construção de linhas de transmissão que interligarão a região dos parques eólicos aos grandes centros de carga do estado do Texas.

A tarifa de fio é regulada, e permite às empresas executar as atividades de implantação, manutenção e operação das redes e os serviços de medição. Portanto, as empresas são desverticalizadas, com exceção da Austin Energy, empresa municipal e verticalizada.

Com relação à Austin Energy, por ser empresa municipalizada, a PUC não tem jurisdição sobre ela, cabendo à prefeitura de Austin responder ao consumidor pelos serviços prestados. No entendimento do órgão regulador do Texas esta situação não é sustentável em longo prazo.

Para que uma empresa se estabeleça como comercializadora de energia no estado do Texas é necessário comprovar para o órgão regulador aporte financeiro e capacidade de executar as atividades. No Texas, todos os consumidores possuem livre opção de compra de energia e sua relação é direta com os comercializadores, sendo que, normalmente, os contratos de venda de energia são de curto prazo, ou seja, em média o período varia de 6 a 12 meses.

Portanto para permitir o controle dos dados de medição e obtenção de forma automática os referidos dados, a implantação dos medidores inteligentes é condição indispensável.

Existem em torno de 100 comercializadores atuando no estado. Outro dado importante é que o valor da conta mensal de energia é da ordem de US$ 120/mês sendo que o

estado possui em torno de 23 milhões de consumidores (cujos fluxos de energia são gerenciados pela ERCOT).

A Figura 14 ilustra a relação entre os atores do setor elétrico no estado do Texas.

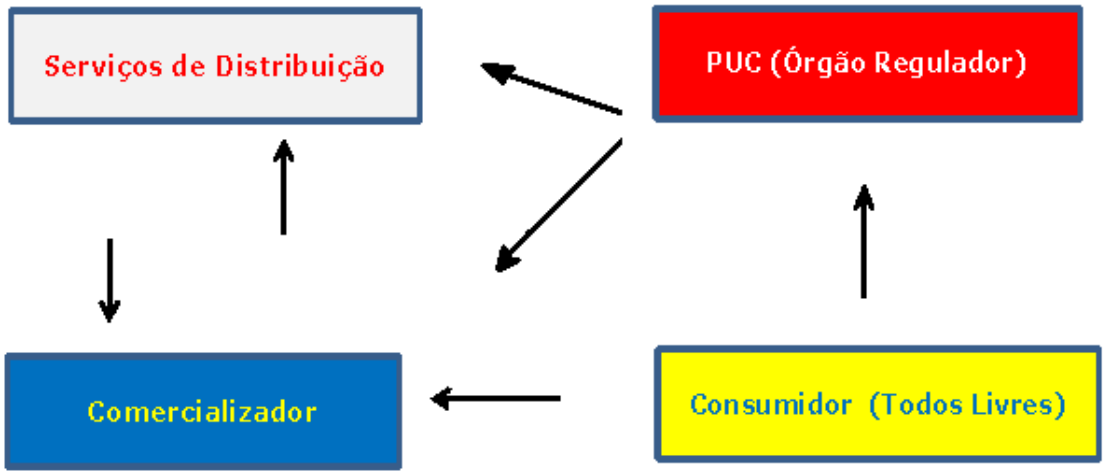

Figura 14 - Relacionamento entre os Agentes do Setor Elétrico do Texas - EUA
Fonte: Adaptada pelo autor das informações obtidas em reunião na PUC em Setembro/2010

Outro tema de interesse verificado junto ao órgão regulador é o processo de definição das características técnicas dos medidores inteligentes e de que forma foi realizada. Este assunto, naquela oportunidade, já estava sendo debatido no Brasil com a instauração de Audiência Pública nº 43/2010 que recebeu contribuições para que o órgão regulador brasileiro pudesse definir os requisitos dos medidores.

Foi esclarecido que, para definir as características técnicas dos medidores, a PUC teve participação fundamental, embora tenha apenas definido os requisitos mínimos, delegando para as empresas a decisão de, eventualmente, adotarem recursos adicionais em seus medidores conforme necessidade e características específicas.

Com relação aos sistemas de comunicação, a PUC teve participação decisiva na escolha do sistema Zigbee para comunicação dos medidores inteligentes com os

equipamentos existentes nas residências, incluindo, assim, a possibilidade de monitorar e efetuar corte de carga localizada, ou seja, por tipo de equipamento e em horários determinados.

Embora para o consumidor também exista uma forma de controle para monitorar seu consumo de energia, neste caso, são disponibilizados o equipamentos denominados In home display[2], equipamentos estes imprescindíveis para permitir aos consumidores uma maior conscientização do consumo de energia com consequente economia de energia. Para as empresas de energia torna-se um novo negócio a possibilidade de oferecer aos consumidores melhor gestão do consumo de energia no horário crítico do sistema.

A Figura 15 identifica equipamento denominado In home display.

Figura 15 - Equipamento In Home Display

Fonte: Disponível em www.ecometer.eu

[2] In Home Display são equipamentos dispostos internamente nas instalações dos consumidores e que permitem realizar o acompanhamento em tempo real do consumo de energia elétrica.

7.6 Center Point Energy

A Center Point Energy é uma empresa com mais de cinco milhões de clientes. É concessionária responsável pela transmissão e distribuição de energia que atende a área metropolitana de Houston. Possui também empresas locais de distribuição de gás natural localizadas em seis estados (Arkansas; Louisiana; Minnesota; Mississipi; Oklahoma e Texas), atendendo 3,2 milhões de clientes.

Inicialmente, foi realizada visita ao Center Point Tech Center, local utilizado para demonstrar para consumidores, órgão regulador, imprensa e comitivas técnicas os benefícios decorrentes da implantação das REIs.

A Figura 16 ilustra o respectivo centro.

Figura 16 - Center Point Tech Center
Fonte: Foto adaptada pelo autor da visita realizada na Center Point em setembro/2010

Durante a visita realizada ao centro o diretor da empresa, Mr. Richard K. Murphy, apontou os benefícios conquistados com a implantação do projeto de REIs, sendo elencados:

- Redução de custos operacionais;
- Incremento de novos negócios;
- Aperfeiçoamento da vida útil dos ativos;
- Melhoria na detecção de falhas, prevenção e diagnósticos de interrupção nas redes de distribuição;
- Implantação de monitoramento e controle remoto de rede e subestações;
- Restabelecimento do fornecimento de energia elétrica.

Na cidade de Houston foram automatizadas 579 chaves, 220 circuitos de distribuição e 29 subestações. Para permitir a comunicação de dados, foram instaladas 130 torres para transmissão de dados, em um investimento total da ordem de US$ 850 milhões.

Com relação aos medidores inteligentes, optaram pelo modelo Centron do fabricante Itron, o mesmo modelo utilizado pela empresa Pepco, ilustrado na Figura 9.

A Figura 17 ilustra os medidores inteligentes instalados em unidades consumidoras localizadas na cidade de Houston.

Figura 17 - Medidores Inteligentes Instalados em Houston - Texas

Fonte: Foto do autor quando da visita realizada ao projeto da Center Point na cidade de Houston - Texas em setembro/2010

Para definir o fornecedor da solução, na Center Point Energy, participaram do processo cinco empresas como potenciais fornecedores, sendo considerados os seguintes aspectos:

- Preço ofertado;
- Fornecimento de serviços;
- Estabelecimento de parceria.

O processo de coleta automática de dados de medição é realizado três vezes ao dia (dados com período de integração de 15min), sendo que os dados são consolidados até as 15h do dia seguinte, e depois encaminhados para a ERCOT. Neste processo não pode haver dados faltantes, pois a ausência de dados impõe a realização do processo de estimativa para complemento das informações de medição. Para coleta de dados utilizam a rede Mesh (rede de malha), uma alternativa de protocolo ao padrão 802.11 para diretrizes de tráfego de dados e voz além das redes a cabo ou infraestrutura wireless.

Uma rede é composta de APs (Access point = Ponto de acesso) e clientes, os quais, necessariamente, devem utilizar aquele AP para trafegarem em uma rede. Uma rede Mesh é composta de vários nós/roteadores, que passam a se comportar como uma única e grande rede, possibilitando que o cliente se conecte a qualquer um destes nós. Os nós funcionam como repetidores e cada nó está conectado a um ou mais outros nós. Desta maneira, é possível transmitir mensagens de um nó para outro por diferentes caminhos. Já existem redes com cerca de 500 nós e com mais de 400.000 usuários operando.

As redes do tipo Mesh (Figura 18), possuem a vantagem de serem redes de baixo custo, fácil implantação e muito tolerantes a falhas. Nessas redes, roteadores sem fio costumam ser instalados no topo de edifícios e estes comunicam-se entre si usando protocolos como o OLSR em modo ad-hoc, por meio de múltiplos saltos de forma a encaminhar pacotes de dados aos seus destinos. Usuários nos edifícios podem conectar-se à rede Mesh de forma cabeada, em geral via ethernet, ou sem fio, por redes 802.11. Quando estiverem 100% definidos os parâmetros para padronização do protocolo Mesh pelo IEEE, este protocolo será denominado padrão 802.11s.

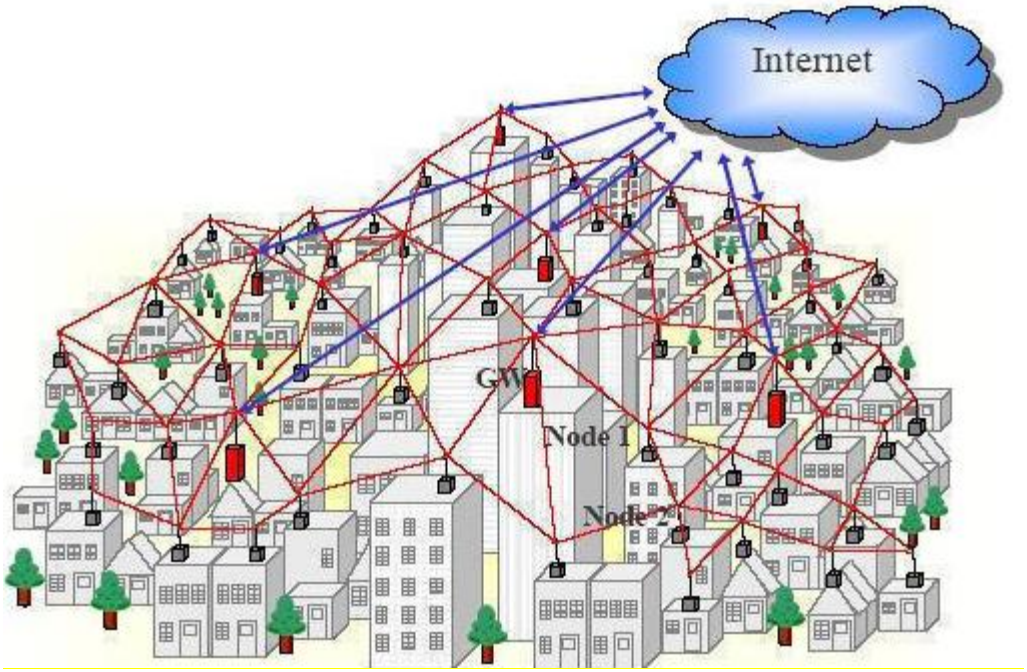

Figura 18 - Redes Tipo Mesh

Fonte: Adaptada pelo autor das informações obtidas em reunião na Center Point Energy em setembro/2010

Existem concentradores (cell relay) instalados nos postes que suportam a coleta de dados de 400 medidores instalados em unidades consumidoras próximas. A Figura 19 ilustra um concentrador instalado em campo.

Figura 19 - Concentrador

Fonte: Foto do autor quando da visita realizada ao projeto da Center Point na cidade de Houston - Texas em setembro / 2010

Após os dados serem transferidos para as subestações mais próximas via GPRS, são armazenados dados de até 10.000 medidores. A Figura 20 ilustra os equipamentos utilizados e instalados em uma subestação da Center Point Energy.

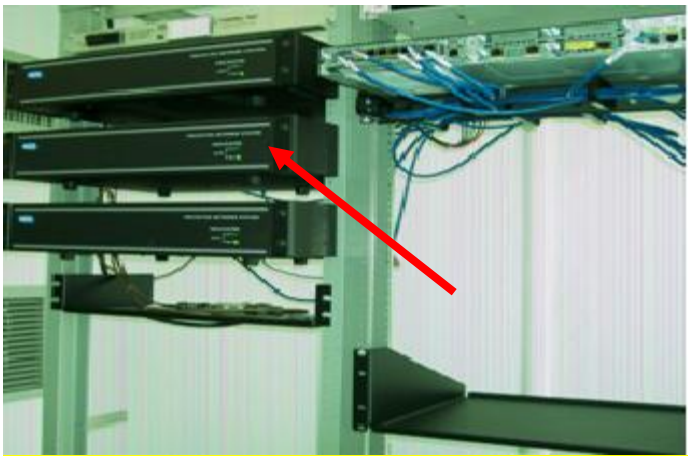

Figura 20 - Equipamento para Armazenamento de Dados
Fonte: Foto do autor quando da visita realizada ao projeto da Center Point na cidade de Houston - Texas em setembro/2010

A partir de suas subestações, a empresa Center Point utiliza a infraestrutura da empresa AT&T e fibra óptica para transferência dos dados de medição para sua central de operação.

A Figura 21 ilustra a arquitetura simplificada do sistema de REIs implantada pela Center Point Energy.

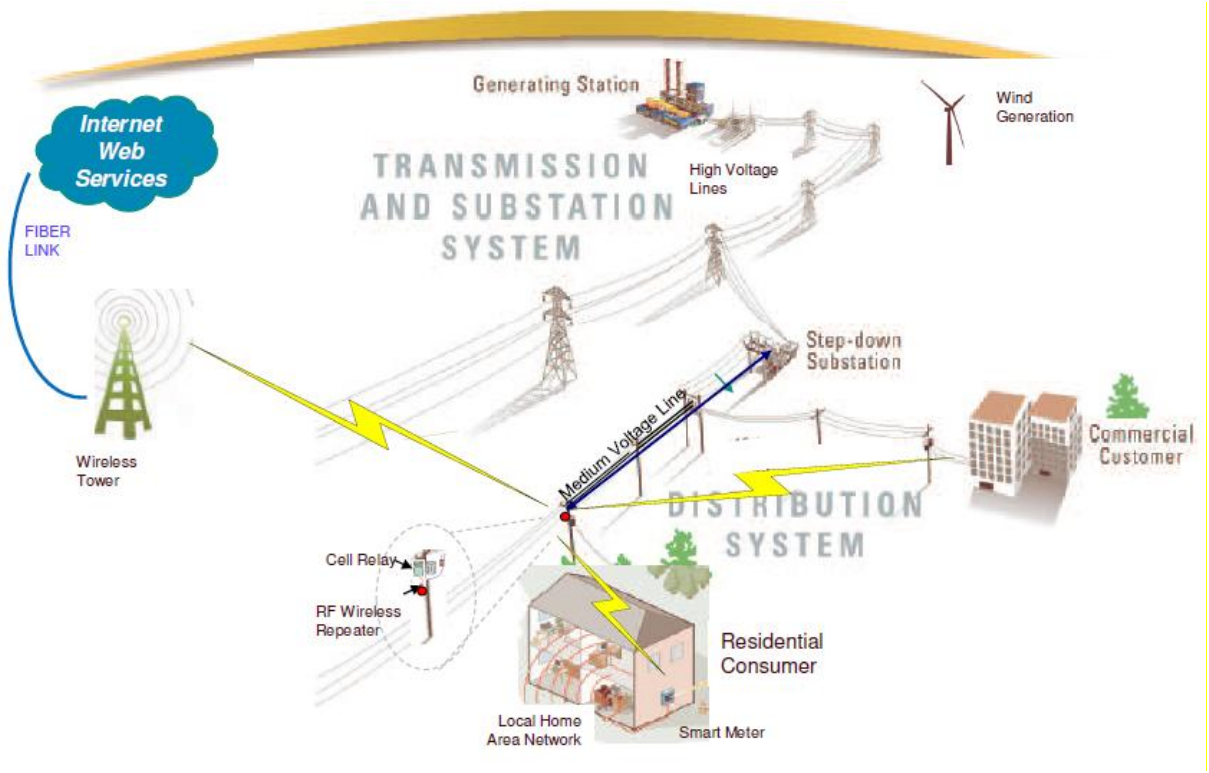

Figura 21 - Arquitetura Simplificada Redes Elétricas Inteligentes - Center Point Energy
Fonte: Adaptada pelo autor das informações obtidas em reunião na Center Point Energy em setembro/2010

É importante destacar que todo projeto deve possuir objetivo específico e para o programa brasileiro não deve ser diferente. Isso previne a ocorrência de investimentos duplicados ou a rápida obsolescência de equipamentos e sistemas pela impossibilidade de comunicação ou por não serem intercambiáveis.

Nas regiões visitadas nos Estados Unidos pelo autor, os objetivos dos projetos incluíam a utilização de energias renováveis, veículo elétrico em substituição à utilização de derivados de petróleo, obsolescência de equipamentos, necessidade de rápido restabelecimento da rede e implantação de medição inteligente.

Outro aspecto observado é que cada fase do projeto de REIs possui etapas específicas de amadurecimento que ocorrem, em média, no período de quatro anos.

O patamar atingido de automação nas redes de distribuição em todo o território americano é da ordem de 30%.

Para os projetos acima mencionados foram aportados recursos pelo governo federal e a contraparte coube às empresas o aporte de valor complementar.

Foi realizado também movimento das concessionárias de energia elétrica para obtenção de banda exclusiva para REIs, entretanto as empresas de telecomunicações não foram receptivas ao pleito, tornando assim necessário utilizar a estrutura de comunicação de propriedade de empresas como, por exemplo, da AT&T - American Telephone and Telegraph.

8. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

No Brasil, a Geração Distribuída - GD[3] é regulamentada pelo Decreto Federal nº 5.163, de 30 de julho de 2004 e pela Resolução Normativa nº 167 de 10 de outubro de 2005, que regulamenta as condições para comercialização de energia proveniente de empreendimentos de GD.

A geração a partir de fontes alternativas de energia é uma tendência mundial, com destaque às fontes eólica, solar fotovoltaica e biomassa, conectadas diretamente às redes de distribuição. Como forma de viabilizar a expansão de tais fontes utilizam-se diversos mecanismos legais e regulatórios, dentre os quais, os mais empregados são tarifa feed-in, quotas, net metering, certificados de energia e leilões de energia.

- No sistema feed-in o empreendedor tem garantia de receita pela geração verificada a um preço pré-determinado (vinculado ao custo da geração e não à tarifa do consumidor cativo) com base em contrato de compra de energia de longo prazo (15 a 20 anos). Tal incentivo foi implantado pelos governos em vários países da Europa, sobretudo na Alemanha e agora está em pauta nos Estados Unidos;

- A política de quotas exige que os distribuidores de energia comprem, compulsoriamente, quantidade determinada de energia proveniente de fontes renováveis. Nos Estados Unidos esse sistema, conhecido como Renewable Portfolio Standard - RPS, é utilizado em 29 estados. A maioria dos RPS exige uma cota da ordem de 10 a 25%. No Brasil, um paralelo desse mecanismo é o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa;

[3] Geração Distribuída - GD é o empreendimento conectado diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW e termelétrico com eficiência energética inferior a 75%. O montante total da energia elétrica contratada proveniente de GD não pode exceder 10% da carga do agente de distribuição.

- Os certificados de energia renovável são títulos, mecanismos financeiros, negociados em dois mercados: o compulsório e o voluntário. No mercado compulsório, os certificados podem ser usados para atendimento às quotas. Já no mercado voluntário, devido à preocupação ambiental, há um crescimento cada vez maior de comercialização de certificados que envolvem grandes indústrias, entidades governamentais e universidades;

- O mecanismo net-metering (comercialização/troca de excedentes) consiste no registro do valor líquido entre a energia injetada na rede pelo consumidor e a consumida, possibilitando ao consumidor obter créditos em energia/redução do pagamento ou receita na próxima fatura (em geral ao valor da tarifa do cativo);

No Brasil, a oferta de GD a partir de fontes alternativas de energia (eólica, solar, biomassa com potência instalada inferior a 30 MW) possui baixa atratividade de comercialização para as distribuidoras que atuam no Ambiente de Contratação Regulado - ACR. Pelas regras atuais, a GD deve estar limitada à área de concessão da distribuidora local, com impossibilidade de venda para outras distribuidoras. Além disso, o Valor de Referência - VR limita o repasse dos custos à tarifa do consumidor cativo.

A GD de pequeno porte (potência instalada inferior a 1 MW) está, geralmente, conectada à rede de média tensão e apresenta barreiras técnicas, regulatórias e legais para comercialização da energia, inviabilizando economicamente os projetos.

Desta forma, em 2010 a Aneel instaurou a consulta pública nº 15 com objetivo de receber contribuições para reduzir as barreiras existentes e viabilizar a entrada de GD de pequeno porte no mercado brasileiro. Em decorrência das contribuições recebidas por intercâmbio documental, no período de 10 de setembro a 9 de novembro de 2010 e na Audiência Pública nº 42 (que obteve contribuições à minuta de Resolução Normativa que buscava reduzir as barreiras para a instalação de micro e minigeração distribuída incentivada e alterar o desconto na Tarifa Uso Sistema de Distribuição - TUSD e na

Tarifa Uso Sistema de Transmissão - TUST para usinas com fonte solar), realizada no período de 11 de agosto a 14 de outubro de 2011, foi emitida a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, sobre o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição.

A GD pode ser fator motivador da implantação das REIs, como a substituição dos medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos inteligentes, às funcionalidades de medição em quatro quadrantes (fluxo bidirecional de energia) e à comunicação bidirecional com o centro de operação das empresas de energia. Nesse contexto é pertinente a formulação de uma política direcionada para a GD de pequeno porte em consonância com os avanços dos estudos de implantação das REIs.

A GD pode ser realizada de duas formas, sendo por fonte de energia, quando utilizada a geração distribuída como fonte principal de energia, ou como reserva descentralizada, para suprir necessidades em casos de apagões e excesso de demanda, por exemplo.

Algumas fontes renováveis de energia caracterizadas como GD são:

- Pequena Central Hidrelétrica - PCH;
- Central Geradora Hidrelétrica - CGH;
- Biomassa;
- Eólica;
- Solar fotovoltaica;
- Resíduos urbanos;
- Célula a combustível.

A presença de vários empreendimentos conectados ao longo das redes, e estando próximos aos pontos de carga, beneficia significativamente o sistema elétrico. Alguns benefícios podem ser citados:

- Implantação pode ser realizada em curto espaço de tempo;
- Possibilidade de atender cargas de forma rápida, evitando riscos de desabastecimento de energia;
- Auxílio na melhoria da qualidade de energia (nível de tensão);
- Contribui para manter matriz energética limpa;
- Possibilidade de atender cargas de forma isolada;
- Com o incremento dos empreendimentos ocorre a possibilidade de fomentar a indústria, visando redução de custos de equipamentos e sistemas associados;
- Possibilidade de auferir ganhos com crédito de carbono.

É importante também citar as desvantagens associadas quando da proliferação deste tipo de empreendimento conectado às redes:

- Possibilidade de ocorrer com maior incidência distorção harmônica na rede;
- Nível de proteção de rede deverá ser mais expressivo pela intermitência de geração, como é o caso dos empreendimentos fotovoltaicos e eólicos;
- Complexidade no processo de operação de rede;
- Aspectos diferenciados de segurança para os profissionais que atuam na manutenção das redes;
- Sistema de medição dotado da capacidade de medir e registrar dados de medição de forma bidirecional;

É importante considerar a análise preliminar do custo e respectivo benefício de cada projeto para obter o tempo de retorno do investimento.

Considerando que o mercado de geração de energia não é monopolizado, a GD é fomentada com possibilidade de desenvolvimento de fontes de energia renováveis,

seguindo os novos rumos que as questões ambientais tomaram nos últimos anos, sendo, portanto, fator de estímulo para o desenvolvimento dos projetos.

Este tipo de geração é importante para o setor elétrico brasileiro, sendo os seguintes fatores propulsores para os projetos:

- Reestruturação da regulação do tema;
- Disponibilidade das tecnologias associadas;
- Maior preocupação da sociedade com os aspectos ambientais.

Outros pontos de destaque são a possibilidade de incremento de expansão para a indústria, geração de novos empregos, desenvolvimento de tecnologias e possíveis ganhos com a redução dos impactos ambientais quando da geração de energia.

Por outro lado, deve ser considerada a necessidade de incremento do controle do gerenciamento das redes de distribuição de energia e o aprimoramento do controle da qualidade de energia nos pontos de injeção do sistema elétrico.

Além disso, existem certas restrições por parte das concessionárias de distribuição de energia com relação à estabilidade das redes, pois é preciso que haja interconexão com as redes de distribuição. Os possíveis pontos de atenção tratam da confiança nos sistemas de proteção instalados, falta de padronização dos equipamentos, segurança das instalações e dos profissionais que atuam na manutenção corretiva e preventiva das instalações.

Os aspectos tecnológicos são impactantes nas operações diárias das concessionárias, por isso é necessário acompanhar tal evolução, já que existe o risco de não ocorrer expansão da oferta de energia por dificuldades técnicas de conexão à sua rede, inviabilizando a postergação de investimentos e impactando o fomento aos projetos de GD em sua área de atuação.

Em agosto de 2011, a Aneel instaurou a consulta pública nº 042/2011, cujo objetivo foi colher subsídios e contribuições para redução de barreiras para a instalação de geração distribuída de pequeno porte, a partir de fontes incentivadas, conectada em tensão de distribuição. Além disso também tratou da alteração do desconto na Tarifa Uso Sistema de Distribuição - TUSD e na Tarifa Uso Sistema de Transmissão - TUST para usinas com fonte solar.

As iniciativas são sinais do interesse do órgão regulador em incentivar as fontes alternativas de energia com emissão de regulação específica sobre o tema. A proposta inicialmente disposta na Nota Técnica nº 0025/2011 - SRD-SRC-SRG-SCG-SEM-SER-SPE/Aneel, de 20 de junho de 2011, é direcionada à implantação do sistema net-metering como alternativa viável para o sistema elétrico brasileiro, uma vez que nas áreas de concessão das empresas de distribuição já existe a paridade tarifária com a tarifa final do consumidor. Ao considerar a inserção de impostos incidentes, incidirão o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços - ICMS, Programa de Integração Social - PIS e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - Cofins.

Esta redução de barreira é muito importante, uma vez que, com a implantação das REIs, é possível incrementar a quantidade de projetos. Para isso, seria preciso que os medidores já estivessem adaptados às necessidades de medição, o que para a distribuidora seria mais prático, possibilitando a realização do controle dos montantes de energia elétrica gerada ou consumida. Isso ajudaria a controlar os eventuais montantes de crédito de energia os quais o consumidor teria direito por ter exportado energia para a rede de distribuição. Cabe ressaltar que o medidor proposto é o mesmo de atendimento ao grupo A, conforme especificado no Módulo 5 do Prodist, adicionando a funcionalidade de medição nos dois sentidos de fluxo, ou seja, medição em 4 quadrantes bidirecional.

Na Nota Técnica está disposto o diagrama esquemático da proposta da Aneel com relação ao sistema net-metering com representação da fonte alternativa, medição,

atendimento ao consumo próprio e conexão com a rede da concessionária de distribuição.

O referido diagrama está representado na Figura 22.

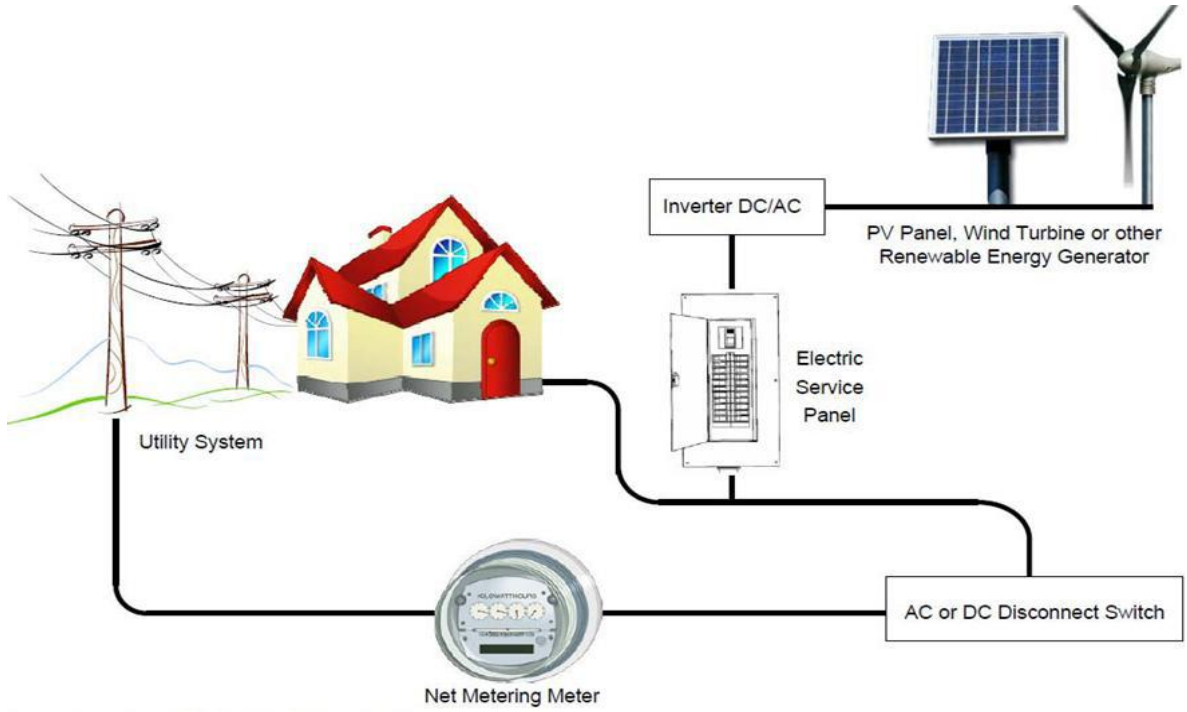

Figura 22 - Diagrama do Sistema Net-Metering
Fonte: Adaptada pelo Autor da Nota Técnica Aneel nº 0025/2011

Os incentivos obtidos pelas Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH, Centrais Eólicas e Biomassa, principalmente com o advento do Proinfa, recebem em adição o fomento aos projetos de fonte solar. Neste contexto é importante destacar também os leilões de energia incentivada.

Informação importante é que a Aneel em sua Resolução nº 482, em 17 de abril de 2012, estabeleceu as condições gerais para o acesso de microgeração (≤ 100 KW) e minigeração (> 100 KW e ≤ 1 MW) disseminada aos sistemas de distribuição de energia elétrica.

Com a implantação das REIs, a questão regulatória e a existência de projetos de GD podem estar em estágio avançado, contando com o incremento da tecnologia para facilitar o interessado em habilitar sua fonte alternativa junto à empresa de distribuição. Isso possibilita ganhos de energia e colabora para a diminuição de problemas de atendimento à demanda de energia, principalmente em regiões com alta incidência de raios solares no Brasil.

É pertinente citar que a primeira usina solar do Brasil, que opera comercialmente no mercado brasileiro, é a usina MPX Tauá, localizada no estado do Ceará. O empreendimento entrou em operação com a capacidade instalada de 1 MW, sendo que foram instalados 4680 painéis fotovoltaicos de alta tecnologia. Foi necessário ocupar uma área de 12 mil metros quadrados para a instalação dos painéis, embora o projeto original permita uma futura expansão para 50 MW.

Outro tema interessante são os sistemas de armazenamento de energia que possuem a capacidade de equilibrar a demanda de energia, além de também fornecer energia para manutenção da operação de cargas consideradas críticas quando da ocorrência de falhas.

No âmbito das REIs alguns benefícios podem ser destacados a partir da utilização do armazenamento de energia. Financeiramente, o consumidor final pode ser beneficiado ao evitar a paralisação prolongada do fornecimento de energia elétrica, contribuindo para a redução de capacidade de utilização de suas instalações, bem como para as empresas de energia, pois permite postergar investimentos associados à expansão da infraestrutura elétrica para atendimento ao crescimento da demanda em determinadas regiões.

Alguns métodos de armazenamento consagrados podem ser citados:

- Eletroquímico: Baterias e Pilhas;
- Elétrico: Capacitor, Superconducting Magnetic Energy Storage - SMES;

- Mecânico: acumulador hidráulico e armazenamento hidroelétrico da energia;
- Potencial (Gravidade): Hidroelétrico.

Especialmente no âmbito da REIs, é pertinente identificar quais opções são possíveis, como, por exemplo, células a combustível, baterias, ultracapacitores (aplicados em sistemas solares residenciais e armazenadores de energia em veículos) e supercondutores.

Para as unidades consumidoras residenciais, a utilização de painéis fotovoltaicos é uma opção interessante, uma vez que é observada maior utilização deste tipo de tecnologia, inclusive com sinais de possível redução dos preços dos painéis em função da expansão da utilização em grande escala.

9. RESPOSTA DA DEMANDA

Estão sendo implantados projetos de REIs que contemplam iniciativas para criar um padrão de energia renovável, tornando obrigatório determinados níveis de geração de fontes alternativas e o fomento à eficiência energética. Neste aspecto ocorre o direcionamento para investimentos em REIs com o devido engajamento dos consumidores, sendo o elo mais importante no processo de implantação destes projetos.

Os consumidores podem contribuir para a redução do custo e da demanda de energia, possibilitando melhoria do fator de potência, redução do consumo de energia elétrica, promoção do deslocamento da demanda de pico, participação em programas de resposta da demanda e realização da substituição de equipamentos menos eficientes.

É imprescindível que os consumidores estejam devidamente informados e dispostos a participar do projeto, uma vez que o consumidor pode ser o principal elemento para a implantação de um programa de resposta da demanda. Portanto, deve ser considerada a ampla disponibilização de informações e detalhamento dos benefícios aos consumidores, evitando dificuldades para futuras ampliações do projeto, ainda que já esteja implantado.

Mediante o atual estágio de disponibilidade dos recursos naturais, é importante avaliar alternativas para redução do consumo de energia elétrica, sem prejudicar o crescimento econômico e conforto dos consumidores. Há grande espaço para realização de estudos que auxilie a redução de perdas, postergação de investimentos em geração, utilização da energia de forma racional e eficiente.

Conforme parecer da Aneel, atualmente no Brasil as perdas elétricas estão no patamar acima do esperado, sendo necessário trabalhar para esta redução em curto espaço de tempo.

A motivação para implantação de programas de resposta da demanda reside em avaliar alternativas que passam, obrigatoriamente, pelo envolvimento do consumidor final de energia nos programas definidos pelo governo e que serão implantados pelas concessionárias. Tais programas ainda são incipientes no Brasil, diferentemente do que ocorre nos Estados Unidos e Europa.

Portanto, é fundamental abordar os tipos de mecanismos de resposta da demanda que podem ser implantados e indicar as principais características de cada mecanismo.

9.1 Mecanismos de resposta da demanda - incentivos financeiros

9.1.1 Direct Load Control - DLC

Neste tipo de mecanismo, a participação do consumidor é voluntária. O controle imposto sobre aparelhos e equipamentos participantes é definido pelo consumidor e não pode ser alterado durante um determinado evento de controle.

Em geral, os programas de DLC oferecem níveis de múltiplo controle, o que permite aos consumidores migrar de um nível de controle para outro e determinar qual nível melhor se adapta às suas necessidades. Nota-se que os programas são destinados, originalmente, a consumidores residenciais e comerciais de pequeno porte.

9.1.2 Emergency Demand Response Programs - EDRP

Este tipo de programa estabelece que o consumidor seja incentivado, mediante pagamento, para reduzir carga durante períodos específicos, quando a disponibilidade elétrica do sistema poderia ser comprometida.

Em determinados programas para que o consumidor possa participar este deve estar disposto, ou ter condições, de reduzir a carga em pelo menos 100 kW.

A participação no EDRP é voluntária e não impõe penalidades aos que não respondem a solicitações de redução.

9.1.3 Demand Side Bidding

Em determinadas situações é uma ferramenta para gerar recursos financeiros para investimento em projetos de eficiência energética. É destinado, principalmente, a consumidores de energia de grande porte que oferecem redução de carga em função dos preços no mercado atacadista de energia elétrica.

O consumidor pode receber da empresa de energia acesso a um sistema online para simulação de cenários de redução do consumo e o respectivo ganho financeiro.

Para o mercado de energia esta função é muito importante, já que a demanda passa a ser considerada na formação de preços. No mercado brasileiro essa ação pode ser interessante, uma vez auxiliará na redução da rigidez da demanda, permitindo aos consumidores responder aos sinais de preços.

9.1.4 Interruptible Curtailable - I/C

Para esta modalidade, o consumidor deve reduzir a demanda de energia no curto prazo ou permitir que a empresa de energia efetue a interrupção temporária do fornecimento de energia para manter o serviço aos consumidores de maior prioridade.

Esta interrupção ou redução na demanda ocorre, geralmente, durante os períodos de alta demanda de energia (verão e inverno). São oferecidas aos consumidores taxas de desconto ou créditos nas faturas de energia elétrica. Podem ser previstas penalidades em casos de falhas nos cortes de carga.

Estes programas interruptivos são oferecidos aos grandes consumidores de energia das classes comercial e industrial.

9.2 Mecanismos de resposta da demanda - preços e tarifas

9.2.1 Critical Peak Pricing - CPP

Este mecanismo oferece benefícios para mudanças ou redução de uso de energia durante eventos críticos do sistema. É considerado modelo que considera precificação híbrida dos programas Time-of-use - TOU e Real-time pricing - RTP, sendo a tarifa básica TOU, embora haja incremento de mais uma tarifa com sinalização em prazo extremamente curto pela empresa de energia.

Em empresas nos Estados Unidos, no dia anterior à medição o consumidor recebe informação por ligação telefônica, pager ou email sobre um evento que proporciona a mudança do consumo no horário de pico do sistema.

9.2.2 Time-of-Use - TOU

Considera a definição de preços com base em períodos de tempo pré-definidos, considerando determinados horários do dia, semana e estações do ano, como, por exemplo, períodos secos e úmidos.

Seu principal objetivo é criar sinais econômicos de acordo com o patamar de consumo e potência instalada.

Podem ser aplicadas em consumidores residenciais, comerciais e industriais. Possui boa previsibilidade de custos ao consumidor, pois sua estrutura de tarifas é conhecida previamente, fato este que já ocorre no Brasil com a denominada tarifa horo-sazonal.[4]

[4] Tarifa Horo-sazonal é caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de acordo com as horas de utilização do dia e períodos do ano.

9.2.3 Real-Time Pricing - RTP

Os consumidores pagam por preços que refletem as condições de oferta e demanda do sistema a cada período de tempo e, desta forma, os preços são sinalizados economicamente para o mercado.

Os consumidores podem planejar e modificar a sua carga em resposta a sinais de preço estando integralmente expostos aos preços de curto prazo. Portanto, não se aplica aos consumidores da base cativa, como, por exemplo, no Brasil, onde apenas uma parcela das unidades consumidoras pode migrar para o Ambiente de Contratação Livre - ACL.

9.3 Redes elétricas inteligentes e resposta da demanda

Os mecanismos de resposta da demanda são, geralmente, os que indicam que o consumidor ajusta seu padrão de consumo em determinado espaço de tempo em resposta a algum estímulo de natureza variada. Tais mecanimos podem ser:

- Preços (tarifas) - média, horo-sazonal e tempo real;
- Incentivos econômicos;
- Contratos interruptíveis;
- Programas de racionamento.

Os projetos de REIs que estão em curso em diversos países do mundo têm considerado alguns mecanismos de resposta da demanda. Em alguns deles são indicados, previamente, objetivos que podem ser estabelecidos conforme as políticas governamentais e aspectos regionais na área de abrangência dos projetos. Como exemplo podem ser citados o incremento da utilização de energias renováveis (Green - energy), com consequente redução de gases efeito estufa, a utilização de veículo elétrico em substituição à utilização de derivados de petróleo, substituição de equipamentos e sistemas para atualização tecnológica, a necessidade de rápido

restabelecimento das redes elétricas, principalmente devido a fenômenos climáticos, redução de perdas, uso racional e eficiente de energia elétrica e implantação de tarifas diferenciadas.

Com um melhor gerenciamento da energia por parte dos consumidores finais e maior controle sobre a operação das redes de distribuição, tais ações podem garantir ganhos sistêmicos, ou seja, contribuir para a melhoria da eficiência energética agregando-se ao sistema energia adicional, sendo possível atender à crescente demanda, com a capacidade instalada, obtendo ganhos com o uso eficiente e racional da energia elétrica.

No entanto, existem algumas dificuldades para quantificar os benefícios dos projetos, pois cada região e empresa de energia produzirá diferentes e casos únicos de investimentos e retornos.

Algumas iniciativas nos Estados Unidos indicam que a participação dos consumidores é fundamental para o sucesso dos projetos. Os consumidores podem atuar de diversas formas para redução do consumo de energia mediante alguns mecanismos, como:

- Reduzir a demanda máxima;
- Melhorar o fator de potência;
- Reduzir o consumo de energia elétrica;
- Deslocar a demanda de pico;
- Utilizar programas de resposta da demanda; e
- Substituir equipamentos não eficientes.

Os aspectos regulatórios devem estar definidos para que as empresas de energia e consumidores possam tomar decisões de forma correta e para que haja possibilidade de atingir os objetivos dos mecanismos implantados.

Sendo o consumidor elemento importante para implantação dos mecanismos, está em seu poder informações que o permitem realizar a opção por consumir energia em horários com preços mais atrativos e efetuar uso da energia de forma mais racional, além da possibilidade de evitar desperdícios.

As empresas de energia devem utilizar estas informações visando obter benefícios, como, por exemplo, isolar falhas de energia e restabelecer de forma rápida a energia mediante reorganização do fluxo pela rede de distribuição de energia elétrica.

A importância da rapidez na resposta da demanda é grande nos projetos de REIs, entretanto os benefícios financeiros relacionados exclusivamente à implantação da infraestrutura de medição não sejam suficientes para cobrir os custos totais, amplia-se o ganho em função de outras funcionalidades agregadas, como a participação dos consumidores em mecanismos de resposta da demanda, eficiência energética e automação da distribuição.

A inclusão de determinados mecanismos de resposta da demanda nos projetos de REIs é realidade, mas deve ser avaliado quais são os mecanismos mais adequados ao perfil, vocação e interesse de cada país ou mesmo região em que serão implantados os projetos.

10. MOBILIDADE ELÉTRICA

A mobilidade elétrica deve ser parte integrante dos projetos de REIs, principalmente pelas questões ambientais como a não emissão de gases poluentes, e deve permitir o desenvolvimento, e acesso a esta tecnologia a custos competitivos.

Outro aspecto deste quesito é a necessidade de redução do custo de baterias e acesso à infraestrutura de carregamento, inclusive com necessidade de detecção de que veículo/proprietário está conectado à rede de distribuição de energia elétrica.

O conceito de veículo elétrico não deve estar restrito apenas à transporte particular, mas também ao público, como, por exemplo, ônibus movidos à eletricidade. São definidos como um tipo de veículo que utiliza propulsão por meio de motores elétricos para transportar pessoas, objetos ou determinada carga específica. São compostos por um sistema primário de energia, uma ou mais máquinas elétricas e um sistema de acionamento e controle de velocidade ou binário.

Observa-se que, nos últimos anos, ocorreu significativa evolução nos investimentos realizados pela indústria automobilística para a construção de veículos movidos a eletricidade, com modelos híbridos plug-in, que são veículos que utilizam combustível fóssil para acionar um gerador, ampliando a autonomia da frota de veículos de vários países.

Para utilização em larga escala os pontos de reabastecimento dos veículos elétricos devem ser previstos e disponibilizados em diversos locais estratégicos, pois trata-se de uma carga dinâmica que deve ser abastecida pela rede elétrica.

Cabe destacar que em alguns países, como o Japão, que é altamente dependente da importação de derivados de petróleo, existe a necessidade de controlar a geração térmica e o consumo do setor de transporte. Esta situação leva ao uso do veículo elétrico que pode utilizar baterias para acumulação quando do excedente de geração e

devolução à rede nos momentos de pico do sistema. Em conceito mais abrangente, surgem as denominadas smart community[5] que integram a autosuficiência em geração, a partir de fontes renováveis, como a fotovoltaica, com efetiva gestão do consumo de energia elétrica, integrando os sistemas de comunicação, medição e mobilidade elétrica.

No conceito de smart house[6] é prevista a integração dos veículos elétricos às instalações internas da residência, já que estes não emitem gases poluentes. Com este sistema o plug à rede é feito quando ocorre excesso de geração (a partir de fonte fotovoltaica com painéis instalados nos telhados das residências) e a devolução de energia para suprimento das necessidades internas quando da ocorrência de pico do sistema elétrico.

Um projeto interessante é o desenvolvido na cidade de Yokohama, no Japão, que pretende diminuir a emissão de CO2 mediante integração de veículo elétrico e utilização de painel fotovoltaico, sendo que a bateria é carregada durante o dia e, à noite, serve como fonte de energia para a residência. As baterias utilizadas suportam em torno de 24 horas e a autonomia do veículo elétrico é da ordem de 200 Km (considerando utilização de 100km/dia), sendo necessário 8 horas de carregamento para garantir esta autonomia.

A Figura 23 ilustra o projeto desenvolvido pela Yokohama Smart City Project - YSCP.

---

[5] Smart community é uma comunidade cujos indivíduos estão plenamente conscientes sobre a importância da tecnologia, desenvolvimento econômico, criatividade e inovação, visando o sucesso e sobrevivência da nova economia global.

[6] Smart house é uma residência que possui sistemas automáticos altamente avançados de iluminação, controle de temperatura, multimídia e de segurança.

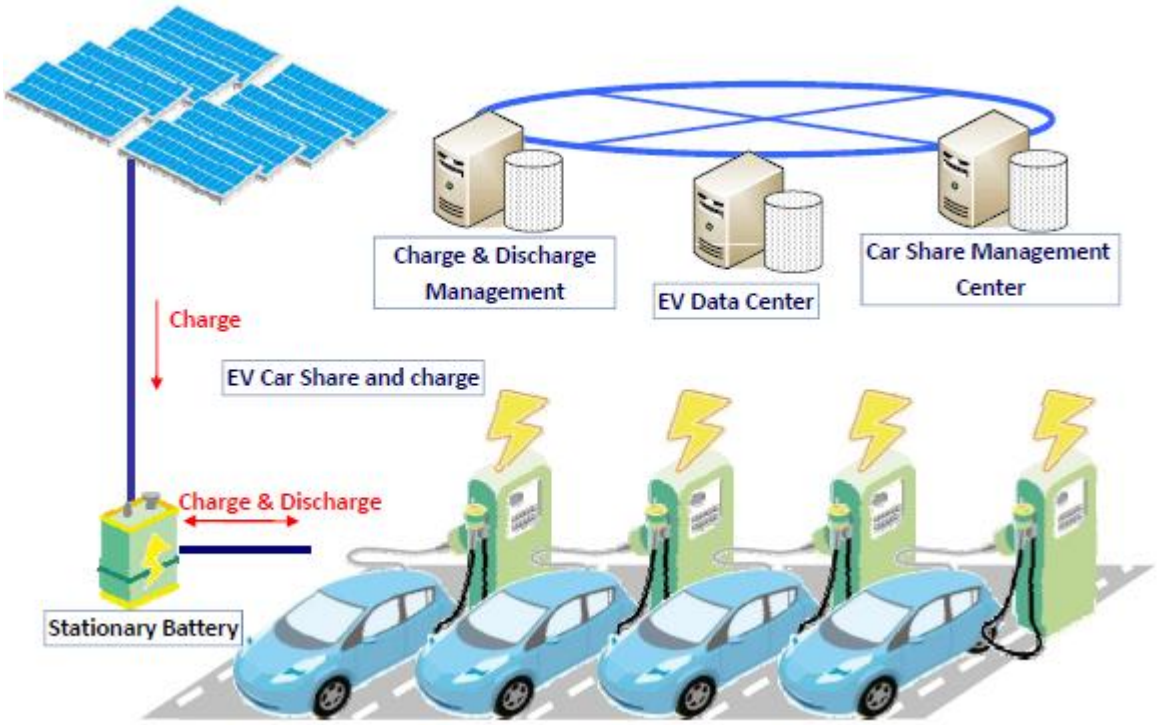

Figura 23 - Diagrama de Carga e Devolução de Energia por Veículo Elétrico
Fonte: Adaptada pelo autor do projeto YSCP (Yokohama Smart City Project)

No Reino Unido, a definição das políticas públicas visa manter o suprimento de energia de forma econômica, limpa, e sustentável em longo prazo, sendo que foram estabelecidas metas para reduzir em 80% a emissões de CO2 até 2050 (ano base: 1990) e aumentar a participação de fontes renováveis em até 20% até o ano de 2020.

A empresa CE Electric é uma distribuidora de energia que possui rede de distribuição que atende 3,8 milhões de consumidores na região Nordeste da Inglaterra e de Yorkshire e, atualmente, está desenvolvendo um projeto que prevê a disponibilização de 1.300 pontos de carregamento para veículos elétricos.

Nos Estados Unidos existem projetos semelhantes em curso e a utilização de veículo elétrico é considerada como etapa importante dos programas de REIS. Por isso o DoE definiu que mediante evolução dos projetos de REIs a utilização de veículos elétricos e disponibilização de pontos de recarga devem estar previstas futuramente.

Um sinal efetivo do interesse da indústria automobilística americana em produzir veículos que atendam este segmento foi constatada pelo autor desta pesquisa quando em visita aos Estados Unidos, em setembro de 2010. Na ocasião, na Feira Estadual do Texas foi realizado o lançamento da montadora Chevrolet, cujo veículo foi denominado de Volt (Figura 24) e combina o uso de motor a combustão com o elétrico.

O Volt foi lançado oficialmente no mercado americano em dezembro de 2010 com valor aproximado de US$ 40 mil. O veículo possui autonomia entre 40 e 80 quilômetros e, quando do descarregamento total da bateria, é possível utilizar o motor a gasolina como gerador, o que torna possível ampliar a autonomia em até 500 quilômetros adicionais.

Figura 24 - Veículo Elétrico - Chevrolet Volt
Fonte: Enciclopédia livre Wikipédia

A questão da utilização de veículos elétricos pode ser impulsionada com a implantação dos projetos de REI's e mediante a evolução dos projetos seria possível atingir um patamar interessante do ponto de vista comercial, já que, ao existir mercado, a tendência de redução de custos poderia alavancar as vendas e a utilização de veículos elétricos.

10.1 Mobilidade elétrica no Brasil

O interesse pela fabricação desses veículos em países como Estados Unidos e Japão partiu da indústria automobilística devido ao avanço do preço e dependência dos derivados de petróleo. No Brasil, os primeiros passos foram dados pela Itaipu Binacional, que apresentou o protótipo do Palio elétrico, em junho de 2006. Desde então, mantém parcerias para o desenvolvimento de veículos e equipamentos de energia limpa.

Outra iniciativa, embora mais recente, é da empresa EDP Bandeirante que desenvolveu o projeto denominado InovCity, na cidade de Aparecida, estado de São Paulo. Na cidade, além de ações de instalação de medidores inteligentes, iluminação inteligente, eficiência energética e geração distribuída, há também iniciativa de mobilidade elétrica para que a emissão de CO2 seja minimizada. Tudo isso é possível mediante o incentivo de utilização de veículos elétricos e pela instalação de pontos de recarga de baterias.

A empresa CPFL Energia também participa de iniciativa semelhante com a realização de testes para recarga de veículos elétricos e plug-in, que são veículos híbridos com motor elétrico predominante ao motor à combustão.

Embora sejam realizadas iniciativas no sentido de viabilizar a utilização dos veículos elétricos, de acordo com levantamento realizado pelo canal de notícias G1[7], no Brasil existem apenas 70 veículos elétricos emplacados em Departamentos de Trânsito Estaduais, sendo:

- Modelo Fiat Palio Elétrico com motor de 20 CV, bateria de sais e níquel e autonomia de 120 Km (Figura 25);

[7] G1. Em reportagem do dia 7/02/2013. Link para o conteúdo: http://goo.gl/4W01S

Figura 25 - Veículo Elétrico - Modelo Fiat Palio
Fonte: Canal Notícias G1

- Modelo Mahindra Reva i (Indiano) com motor de 18 CV, bateria de chumbo ácido e autonomia de 80 Km (Figura 26);

Figura 26 - Veículo Elétrico - Modelo Mahindra Reva i
Fonte: Canal Notícias G1

- Modelo Think City (Norueguês) com motor de 50 CV, bateria de íon-lítio e autonomia de 160 Km (Figura 27);

Figura 27- Veículo Elétrico - Modelo Think City
Fonte: Canal Notícias G1

- Modelo Mitsubishi i-Miev (Japonês) com motor de 107 CV, bateria de íon-lítio e autonomia de 160 Km (Figura 28);

Figura 28 - Veículo Elétrico - Modelo Mitsubishi i-Miev
Fonte: Canal Notícias G1

Para viabilizar o veículo elétrico é fundamental a disponibilidade de pontos de recarga, sendo que, na cidade de São Paulo, iniciativa interessante é a realizada no Shopping Iguatemi que possui pontos de recarga de baterias, denominadas vagas verdes, com disponibilidade de tomadas individuais para recarga.

Atualmente, o custo do veículos elétricos no Brasil é da ordem de R$ 100.000,00 para modelos como o Nissan Leaf ou o Mitsubishi MiEV. A tecnologia e os tributos encarecem demasiadamente o preço final e não há incentivo governamental para diminuir o valor uma vez que o IPI é da ordem de 25% para veículos híbridos.

Os modelos importados possuem taxa de importação entre 25% e 35%. Caso haja incentivos com a redução de IPI e isenção dos tributos de importação, os veículos acima citados podem ser comercializados entre R$ 50.000,00 e R$ 60.000,00, valor atrativo para o consumidor, se considerados os custos associados de propriedade, manutenção e redução de gastos com combustível.

Alguns modelos híbridos, movidos por motor de combustão e elétrico, como o modelo Ford Fusion são comercializados a, aproximadamente, R$ 120.000,00, valor próximo ao praticado para aquisição de veículos de luxo, sendo que, desta maneira, não são atrativos para a maioria dos consumidores.

Atualmente, não há estudos para reavaliação da tributação incidente sobre veículos elétricos, ao contrário de sinais dados pelo governo para redução de impostos sobre veículos movidos a etanol e/ou gasolina, principalmente os modelos 1.0.

O Brasil é um país que utiliza combustível renovável de forma alternativa em sua frota, com veículos tipo flex[8]. Este fato pode ser apontado, em parte, como fator inibidor para a inserção dos veículos elétricos no mercado brasileiro. No entanto, é possível que o

[8] Veículos Tipo Flex é um veículo equipado com um motor de combustão interna em quatro tempos (Ciclo Otto) que tem a capacidade de ser reabastecido e funcionar com mais de um tipo de combustível, sendo misturados no mesmo tanque e queimados na câmara de combustão, simultaneamente.

veículo híbrido venha a ganhar espaço no mercado, não afetando o uso do etanol e, desta forma, o veículo elétrico pode ser inserido de forma mais abrangente no Brasil.

É possível realizar cálculo de preço ao comparar veículos movidos a gasolina com automóveis híbridos.

Considerando a seguinte situação:

40 Km/dia x 30 dias = 1.200 Km/mês x 12 meses = 14.400 Km/ano

Comparativo:

Modelo Civic movido a gasolina, que faz 8 Km/litro x Prius Híbrido, que faz 19 km/litro, têm-se:

Civic = 14.400km / 8km = 1.800 litros x 2,60 (gasolina) = R$ 4.680,00/ano
Prius = 14.400km / 19km = 758 litros x 2,60 (gasolina) = R$ 1.970,00/ano

A economia, neste caso, é de R$ 2.710,00. Ao considerar a utilização do veículo por quatro anos, seria economizado o valor total de R$ 10.840,00 em combustível.

Com esta economia de combustível, considerando a utilização do veículo híbrido por quatro anos, seria possível reaver o valor da diferença quando da aquisição do veículo.

Uma vez que a adoção das REI's pode alavancar a utilização dos veículos elétricos ou híbridos no Brasil, é necessário prover acesso aos pontos de recarga, realizar a identificação de veículo/proprietário, criar tarifa específica para este tipo de consumo e tornar o preço dos veículos mais atrativos para aquisição, utilização e manutenção.

Ainda que não seja a principal motivação para a definição dos projetos de REI's no setor elétrico brasileiro, a integração da mobilidade elétrica é possível, desejável e,

para isso, precisa estar integrada de forma a permitir a devolução de energia para as redes de distribuição. Como ponto de atenção, é importante criar a infraestrutura de modo a permitir o tratamento dos dados em tempo real e atribuir os montantes de energia recebida/fornecida para um determinado proprietário de veículo que poderá, então, conectar-se em qualquer ponto da rede de distribuição de energia elétrica.

11. REGULAÇÃO

A regulação é a forma pela qual o governo federal pode intervir no setor elétrico de modo a permitir o correto funcionamento deste setor e atuar, quando necessário, para correção de rumos ou falhas.

Nos últimos anos ocorreu significativa presença do capital estrangeiro nos serviços de distribuição de energia elétrica, além de diversas privatizações das empresas do setor. Por isso, foi necessário manter os investimentos no setor e dar continuidade à prestação dos serviços de energia elétrica com atratividade do ponto de vista econômico e técnico aos atuais e futuros investidores. A regulação técnica e econômica é fundamental neste aspecto, e seu principal objetivo é garantir os serviços de energia elétrica aos consumidores finais e manter investimentos em geração, conservação e prospecção de fontes alternativas.

Atualmente, o órgão regulador não possui todas as informações necessárias de forma centralizada, criando uma assimetria de informações[9]. Assim, as intervenções no âmbito da fiscalização, revisão tarifária, avaliação da qualidade dos serviços prestados e a modicidade tarifária são impactadas. As REIs poderão contribuir para estabelecer um novo cenário.

Considerando que, nos dias de hoje, o Brasil possui 64 concessionárias de serviços de distribuição, privadas ou estatais, é um desafio estabelecer normas e padrões de referência para as empresas. Isso porque há grande diversidade de mercado, área geográfica, nível sócio-econômico de cada região, patamar tecnológico de cada empresa, acesso a dados e informações, obsolescência de redes, sistemas e equipamentos, além de capacitação de profissionais.

---

[9] Assimetria de informações é um fenômeno que ocorre quando dois ou mais agentes econômicos estabelecem entre si uma transação econômica com uma das partes envolvidas detendo, por tal meio, informações qualitativa e/ou quantitativamente superiores aos da outra parte.

Os dados e informações obtidos a partir das REIs, estando disponíveis de forma centralizada ao órgão regulador, poderão reduzir significativamente a assimetria apontada, contribuindo para uma atuação mais assertiva por parte do regulador.

Como benefício imediato, as REIs poderão prover as informações prévias para as áreas de fiscalização indicando aos fiscais os itens prioritários quando da fiscalização em campo ou dos aspectos de controle, processos e itens financeiros das empresas de distribuição.

A qualidade de energia poderá ser mais facilmente avaliada sendo imposta maior atenção das empresas, como será também possível ter exata percepção de como o consumidor está avaliando os serviços prestados. Com as REIs não será necessário estabelecer campanhas de medição específicas para obter dados e informações sobre qualidade de energia. É possível ainda determinar que empresas sejam autuadas quando do não cumprimento dos índices previamente estabelecidos,

Outro aspecto importante é a definição das tarifas pelo órgão regulador. Atualmente são utilizadas as denominadas curvas típicas de carga que são identificadas para cada categoria de consumidor. Com a adoção dos medidores inteligentes será extremamente simples a obtenção destas informações, sem necessidade de instalar equipamentos adicionais, denominados de medição de rede[10], para a obtenção dos dados de carregamento dos circuitos alimentadores, dos transformadores de distribuição e instalados em subestações.

É essencial que as REIs sejam integradas de forma a permitir o funcionamento de outros sistemas que as empresas já utilizam sem necessidade de incluir custos adicionais para promover adaptações.

[10] Medição de rede: para a medição de rede são utilizados equipamentos específicos, cuja finalidade é realizar medição de grandezas elétricas nas redes de distribuição, como por exemplo: tensão, corrente, fator de potência e qualidade de energia.

Os dados e informações obtidas com as REIs facilitarão a criação ou aperfeiçoamento da regulação técnica e econômica traduzindo-se em melhoria dos serviços de energia elétrica prestados à sociedade.

Alguns aspectos devem ser observados, pois com o grau de complexidade que trará a adoção das REIs no âmbito do setor elétrico brasileiro, será necessário estabelecer regulação robusta que deverá, inclusive, permear a legislação vigente e estar em consonância com as políticas públicas estabelecidas para o tema em âmbito nacional.

Como as mudanças serão acentuadas é comum que obstáculos sejam encontrados na legislação atual, portanto este tema deverá receber especial atenção por parte do regulador.

Não deverá ser omitida a questão das devidas proteções necessárias aos consumidores com relação a eventuais repasses de custos por parte das empresas de energia. Como já citado no capítulo 7, nos estado do Texas, Estados Unidos, o custo dos medidores é pago pelos consumidores nas faturas e este custo está sendo diluído por um período de 11 anos, sendo o valor mensal cobrado de, aproximadamente, US$ 2,19/mês.

É imprescindível também ampliar o envolvimento para outras esferas que não apenas o setor elétrico e de telecomunicações, mas também estar atento às entidades de homologação e certificação de equipamentos e normatização. Desta forma, é interessante envolvê-los no início das discussões sobre o estabelecimento das políticas e regulação. É necessário envolver entidades como o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro e da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Outro assunto relevante é o estabelecimento dos aspectos transitórios ou prazos a serem cumpridos, pois em função das dimensões e complexidades que o Brasil possui deve existir uma regulação para prever prazos de implantação, adequação ou

adaptação, visando a perfeita integração de automação, medição inteligente, interoperabilidade, tarifas e as relações comerciais entre os envolvidos.

Portanto, cabe ao órgão regulador este importante e decisivo papel para o sucesso da implantação das REIs no âmbito do setor elétrico brasileiro. Os instrumentos de consultas e audiências públicas instauradas pelo órgão regulador serão imprescindíveis para receber contribuições de toda a sociedade que permitam estabelecer o regramento do tema após a participação de todos os envolvidos.

Para o consumidor, é primordial que sejam promovidas campanhas de esclarecimento sobre os impactos e benefícios das REIs, uma vez que o sucesso da implantação depende do engajamento dos consumidores, sendo assim necessário estabelecer um processo de educação sobre o tema. É viável que a regulação seja compulsória para definir prazos e responsabilidades e fontes de recursos, embora deva ser construída a partir do envolvimento do setor elétrico. Futuramente, quando a sociedade obter mais conhecimento da nova tecnologia, poderá ocorrer a diminuição do grau de compulsoriedade e partir para adesão espontânea, como, por exemplo, participar de programas de redução da demanda.

Para que a participação do consumidor seja fortalecida é importante citar o exemplo da inclusão digital que, em definição livre, é o processo de democratização do acesso às tecnologias da informação. Seguindo este padrão, a inserção dos consumidores no âmbito das REIs não deverá ser diferente, sendo que não deverá ocorrer a preponderância do fornecedor em detrimento do consumidor final de energia elétrica.

A regulação pode proteger o consumidor mediante algumas medidas, tais como:

- Estabelecer regras claras e objetivas sobre as relações comerciais com as empresas de distribuição de energia elétrica;
- Definir os requisitos a serem inseridos em acordos ou termos de serviço que irão balizar as relações quando do fornecimento de dados, informações e atuações dos sistemas e medidores, provendo opções

para que, caso seja necessário, o consumidor possa se manifestar contrariamente;

- Imputar responsabilidades aos envolvidos;
- Estabelecer os padrões técnicos das instalações dos consumidores, citando as especificações para abrigo dos equipamentos, além de fornecer acesso à instalação de equipamentos in home display para gerenciamento do consumo de energia;
- Preparar a regulação de maneira que seja possível adaptá-la quando da opção de migração do consumidor para o ambiente de mercado livre.

A regulação deverá prever que as empresas de distribuição disponibilizem as informações ao órgão regulador para centralização das informações, colaborando para os serviços de fiscalização e de revisão tarifária.

Em todo o contexto de implantação das REIs o arcabouço regulatório é um dos temas mais preocupantes, pois, além de extremamente complexo, o formato da regulação poderá inibir determinadas ações de expansão da nova tecnologia e investimentos em automação, medição inteligente e, de acordo com seu conteúdo, ser fator tanto para progresso, como para atraso da implantação dos projetos no Brasil.

É importante mencionar a regulamentação do livre acesso aos novos interessados participantes que irão surgir no contexto das REIs. Os pequenos empreendimentos de geração de energia deverão ter acesso às redes de distribuição e possibilidade de vender energia para viabilizar os empreendimentos e possibilitar a espera de investimentos significativos no sistema elétrico.

Portanto, alguns aspectos devem ser observados quando do estabelecimento da regulação. Deverá ser responsabilidade do regulador:

- Estipular regras que não permitam a reserva de mercado tecnológico ou que favoreça o estabelecimento de monopólios, permitindo a livre concorrência;

- Estabelecer a segurança necessária para a troca de dados e informações, prevendo penalidade quando da eventual violação da regra;
- Prever eventuais situações de contingências nos sistemas, para garantir a continuidade das operações em qualquer situação. Isso permite que os sistemas elétricos não sejam impactados com falhas no fornecimento de energia e dados;
- Prover a regulação para permitir a atualização tecnológica de equipamentos e sistemas sem impactos funcionais das REIs, para garantir a compatibilidade e continuidade da operação;
- Definir a fonte de recursos para financiamento da implantação da nova tecnologia;
- Permitir maior acesso à telefonia, internet e meios que permitam, principalmente aos consumidores, obter em tempo real os dados e informações para monitorar o consumo e, futuramente, participar de programas com adesão voluntária de corte de carga.

Para o estabelecimento da regulação do tema é necessário avaliar todos os aspectos envolvidos no projeto de REIs, portanto não será tarefa simples a criação e adaptação da legislação vigente em consonância com as políticas públicas relacionadas às REIs, devendo tal tarefa ser realizada de forma escalonada.

A presente pesquisa não pretende esgotar o tema, uma vez que os primeiros passos para dotar a legislação vigente da abrangência necessária que permitirá a implantação das REIs ainda estão sendo dados. O objetivo é informar sobre a importância do tema e para que a regulação possa dar suporte à implantação das REIs.

Um importante avanço foi realizado quando da aprovação dos requisitos técnicos dos medidores pela Aneel, sendo este momento um marco para a implantação das REIs no Brasil.

Para viabilizar a implantação das REI's no setor elétrico brasileiro já foram realizadas ações efetivas do órgão regulador, sendo as principais resoluções vigentes sobre o tema:

- Resolução Normativa nº 375, de 25 de agosto de 2009. Regulamenta a utilização das instalações de distribuição de energia elétrica como meio de transporte para a comunicação digital ou analógica de sinais;
- Resolução Normativa nº 414, de 09 de setembro de 2010. Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica;
- Resolução Normativa nº 464, de 22 de novembro de 2011. Aprova os Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET referente ao Módulo 7 - Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição;
- Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica;
- Resolução Normativa nº 502, de 07 de agosto de 2012. Regulamenta sistemas de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do Grupo B;
- Consulta Pública nº 05/2014, cujo objetivo é obter subsídios é obter subsídios para identificar a necessidade de criação de incentivos à instalação de centrais geradoras com potência instalada superior a 1 MW pertencentes a consumidores, bem como de debater a ampliação dos limites de aplicação do conceito de "net metering" para essas centrais e de obter informações adicionais sobre o tema.

Outro aspecto a ser abordado é sobre a emissão da Medida Provisória nº 577, de 29 de agosto de 2012, publicada no Diário Oficial em 30 de agosto de 2012. Ela dispõe sobre a extinção das concessões de serviço público de energia elétrica e a prestação

temporária do serviço e sobre a intervenção para adequação do serviço público de energia elétrica.

O documento disciplina a extinção e intervenção em concessões e permissões de serviço público de energia elétrica em casos de falência e de caducidade.

Este documento impede que as concessionárias de energia elétrica recorram à recuperação judicial e possibilita intervenção direta da Aneel em companhias com dificuldade financeira. Isso significa que, no momento em que empresas estiverem em processos de recuperação judicial, caso uma concessionária declare falência, a concessão terá de ser licitada novamente. A intervenção será por um ano, prorrogável a critério da Aneel.

A medida ainda prevê que o acionista da concessionária deve apresentar um plano de recuperação e correção das falhas que motivaram a intervenção. Se o plano for aprovado pelo regulador, o concessionário deve prestar informações trimestrais sobre a implementação do plano até a total recuperação, caso contrário, a Aneel concluirá pela caducidade da concessão e assumirá o controle da empresa até a realização de nova licitação.

Face ao exposto, o investimento em REI’s em determinadas áreas de concessão pode ser atrasado em função de indefinições do novo processo de licitação e consequente novo controlador. Estes podem, a princípio, precisar investir em problemas crônicos de atendimento aos consumidores, desta forma, o investimento em REIs corre o risco de ser postergado.

12. FINANCIABILIDADE DOS PROJETOS

Para elaboração do capítulo, o direcionamento adotado seguiu as diretrizes abordadas durante as reuniões em que o autor participou do grupo de trabalho instituído pelo MME, objeto da Portaria nº 040 de 15 de abril de 2010.

A pesquisa contida no capítulo não pretende esgotar o assunto, no entanto, sugere algumas opções para obtenção de recursos para implantação das REIs.

12.1 Fundos Setoriais

O setor elétrico brasileiro detém alguns fundos setoriais destinados ao financiamento de programas e ações oriundas de políticas governamentais estabelecidas, tais como:

- Reserva Global de Reversão - RGR;
- Conta de Consumo de Combustíveis - CCC;
- Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica - TFSEE;
- Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética - P&D;
- Conta de Desenvolvimento Energético - CDE;
- Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa;
- Encargo de Serviços do Sistema - ESS;
- Encargo de Energia de Reserva - EER.

Segue elucidação da origem e aplicação de cada um destes recursos.

12.1.1. Reserva Global de Reversão - RGR

Considerando que o fundo pode ser uma opção para o financiamento dos programas de implantação de REIs segue detalhamento da RGR.

A RGR foi instituída nos termos do art. 33 do Decreto nº 41.019, de 26/02/1957, com a finalidade de constituir um fundo para cobertura de gastos da União com indenizações de eventuais reversões de concessões vinculadas ao serviço público de energia elétrica. Foi fixado em 2,5% do ativo imobilizado em serviço, com os ajustes previstos em Lei, observado o limite de 3% da receita anual, a ser paga em 12 quotas anuais, recolhidas no dia 15 do mês seguinte ao de competência.

Por sua vez, o parágrafo 4º do art. 4º da Lei n° 5.655/1971, com redação dada pela Lei n° 10.438/2002, permite que a Eletrobras, condicionada à autorização de seu Conselho de Administração, e observado o disposto no art. 13 da Lei nº 9.427, de 26/12/1996, destine os recursos da RGR à concessão de financiamento para:

- Expansão dos serviços de distribuição de energia elétrica;
- Programas de eficiência energética;
- Implantação de usinas a partir de fontes renováveis de energia;
- Estudos e inventários de potenciais hidráulicos;
- Geração para atender sistemas isolados (potência limitada a 5.000 kW);
- Projetos no âmbito do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel. No âmbito do Procel, a RGR é utilizada no Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes - Reluz;
- Aplicar recursos nos programas Eficiência Energética nos Prédios Públicos - EPP e Eficiência Energética no Saneamento Ambiental - Sanear;
- Destinar 3% ao Ministério de Minas e Energia - MME para realizar estudos e pesquisas de planejamento da expansão do sistema energético;
- Custear o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - Luz Para Todos.

De acordo com informações prestadas pela Eletrobras, gestora do RGR, foram aplicados o montante de R$ 914 milhões em projetos no ano de 2008. Outra informação relevante é que em 2009 foram arrecadados, em tarifas das concessionárias, R$ 700 milhões que foram destinados ao RGR.

Este fundo não poderia ser abordado neste trabalho, já que sua vigência estava prevista para até dezembro de 2010, conforme previsto pela Lei nº 10.438/2002. Entretanto, com a emissão da Medida Provisória 517/2010, de 30 de dezembro de 2010, que a prorrogou, a RGR será extinta apenas ao final do ano 2035, devendo a Aneel proceder à revisão tarifária de modo que os consumidores sejam beneficiados pela extinção do encargo.

Com a publicação da Medida Provisória nº 579, de 11 de setembro de 2012, regulamentada pelo Decreto nº 7805, de 14 de setembro de 2012, que dispõe sobre as concessões de geração, transmissão, distribuição de energia elétrica e sobre a redução de encargos setoriais e modicidade tarifária, ficam desobrigadas do recolhimento da cota anual da RGR, a partir de janeiro de 2013, as:

- Concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica;
- Concessionárias de serviço público de transmissão de energia elétrica, licitadas a partir da publicação desta Medida Provisória; e
- Concessionárias de serviço público de transmissão e geração de energia elétrica, prorrogadas ou licitadas nos termos da Medida Provisória nº 579.

Portanto, a cobrança da RGR fica extinta para as distribuidoras, novos empreendimentos de transmissão e concessões prorrogadas. Ela será mantida apenas para os empreendimentos de geração e de transmissão em operação e em implantação que atualmente já pagam esse encargo.

12.1.2. Conta de Consumo de Combustíveis - CCC

Embora o encargo não possa ser considerado como fonte de financiamento para a implantação das REIs, cabe ressaltar que a CCC foi criada pelo Art. 13, inciso III da Lei nº 5.899, de 5 de julho de 1973, tendo como objetivo subsidiar a energia elétrica gerada nos sistemas isolados[11] para que o consumidor pudesse ter uma tarifa de energia elétrica semelhante a dos consumidores servidos por geração hidráulica. Além disso, permitia o rateio dos ônus e vantagens do consumo de combustíveis fósseis voltado à otimização da operação dos sistemas elétricos interligados.

Este encargo é proveniente do recolhimento de cotas pelas concessionárias de energia determinadas pela Aneel. Com a promulgação da Lei nº 12.111/2009, não há mais previsão de data para o encerramento das atividades desse fundo setorial.

Os valores da CCC são oriundos das contas dos consumidores nas áreas de concessão das empresas localizadas nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Estes recursos são administrados pela Eletrobrás.

Do total dos montantes apurados, o encargo irá reembolsar a diferença em relação ao custo médio da potência e energia comercializadas no Ambiente de Contratação Regulada - ACR do Sistema Interligado Nacional - SIN.

Nos sistemas isolados, o encargo é recolhido por todas as empresas concessionárias, sendo que a CCC-Isolado incide sobre a parcela de energia comercializada por produtores independentes com consumidores finais.

As quotas da CCC dos sistemas isolados são fixadas anualmente, recolhidas mensalmente pelas concessionárias e, então, repassadas à Eletrobrás.

A Aneel, mediante emissão da Resolução Homologatória nº 986, de 01/06/2010, fixou os valores das quotas anuais das concessionárias de distribuição, referentes aos

[11] Sistema isolados: corresponde ao sistema elétrico que atende consumidores dos Estados que não estão interligados fisicamente com o Sistema Interligado Nacional – SIN. Por exemplo: Roraima.

dispêndios com combustíveis para geração de energia elétrica, para crédito na Conta de Consumo de Combustíveis Fósseis dos Sistemas Isolados - CCC-ISOL, relativos ao período de janeiro a dezembro de 2010, totalizando R$ 4.757.573.422,78, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Quotas Anuais da CCC-ISOL

Fonte: Aneel (Acesso em 2012, Pesquisa Biblioteca Virtual)

QUOTAS ANUAIS DA CCC-ISOL

EM REAIS (R$)

DISTRIBUIDORAS	CCC-ISOL	DISTRIBUIDORAS	CCC-ISOL
CEB DISTRIBUIC	73.389.635,55	BOA VISTA	6.151.730,36
CELG	131.365.563,92	CEA	10.096.142,12
CEMAT	79.459.627,03	CELPA	78.139.765,80
CHESP	1.087.497,93	CELTINS	16.097.784,80
ENERSUL	47.686.059,00	CER	634.326,26
TOTAL CENTRO OESTE	332.988.383,43	CERON	26.025.130,80
CEAL	30.088.997,46	ELETROACRE	8.200.667,37
CELPE	126.604.027,14	JARI	258.047,84
CEMAR	40.978.668,38	AMAZONAS ENERGIA	60.345.694,73
CEPISA	22.896.342,35	TOTAL NORTE	205.949.290,08
COELBA	178.760.041,66	AMPLA	123.504.749,19
COELCE	97.432.703,00	BANDEIRANTE	190.215.992,55
COSERN	55.816.952,84	CAIUÁ	14.270.529,05
ENERGISA BO	7.656.157,50	CEMIG DISTRIB	486.508.099,28
ENERGISA PB	37.265.873,60	CPEE	4.223.953,43
ENERGISA SE	27.876.532,16	CPFL JAGUARI	7.561.353,63
SULGIPE	3.013.989,02	CPFL MOCOCA	2.874.634,56
TOTAL NORDESTE	628.390.285,11	CPFL PAULISTA	367.459.279,02
AES - SUL	108.611.168,79	CPFL PIRATININGA	189.799.028,48
CEEE DISTRIB	104.903.785,49	CPFL STA CRUZ	11.148.864,67
CELESC DIST	250.495.314,84	CPFL SUL PTA	6.441.108,72
CFLO	3.383.146,74	EEB	12.704.505,90
COCEL	3.107.188,17	ELEKTRO	196.287.764,46
COOPERALIANÇA	1.998.721,17	ELETROPAULO	597.332.850,41
COPEL DISTRIB	331.286.196,04	ENERGISA MG	17.199.385,83
DEMEI	1.406.961,23	ENERGISA NF	4.439.988,08
ELETROCAR	2.130.415,79	ESCELSA	100.004.656,44
FORCEL	514.963,68	LIGHT	305.664.434,41
IGUAÇU ENERGIA	2.808.442,37	NACIONAL	7.163.206,46
JOÃO CESA	143.164,17	POÇOS DE CALDAS	5.474.679,23
MUXFELDT	698.937,18	SANTA MARIA	5.313.920,93
NOVA PALMA	822.825,12	VALE PARANAPANEMA	10.418.704,68
PANAMBI	1.160.083,95	TOTAL SUDESTE	2.666.011.689,41
RGE	109.942.054,70		
URUSSANGA	820.405,32		
TOTAL SUL	924.233.774,75	TOTAL DISTRIBUIDORAS	4.757.573.422,78

Considerando a eventual redução do montante de energia elétrica gerada a partir da implantação das REIs, poderá ocorrer redução das contribuições expostas acima. No entanto, a interligação dos sistemas isolados ao SIN, e a empreendimentos de geração que efetuem a substituição de combustíveis fósseis para geração de energia elétrica, permitirá também a redução do dispêndio com a CCC nos sistemas isolados.

Com a publicação da Medida Provisória nº 579, a cobrança da CCC será extinta e suas despesas reduzidas para os níveis eficientes de perdas.

12.1.3 Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica - TFSEE

Em virtude do caráter de uso e destinação da taxa, não é recomendada a utilização destes recursos para financiar ações de REIs, sendo que a Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica - TFSEE foi instituída pela Lei nº. 9.427, de 26/12/1996, e regulamentada pelo Decreto nº. 2.410, de 28/11/1997, com a finalidade de constituir a receita da Aneel para cobertura das suas despesas administrativas e operacionais. A TFSEE é fixada anualmente pela Aneel e paga mensalmente, em duodécimos, por todos os agentes que atuam na geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica.

A taxa equivale a 0,5% do valor econômico agregado pelo concessionário, permissionário ou autorizado, inclusive no caso de produção independente e autoprodução, na exploração de serviços e instalações de energia elétrica.

Caso o recolhimento da taxa seja realizado fora dos prazos determinados, está prevista cobrança judicial e os valores não recolhidos são inscritos na dívida ativa da Aneel.

12.1.4 Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética - P&D

Em virtude da finalidade dos projetos que podem ser financiados por P&D, este fundo pode ser fonte de recurso para aplicação em REIs. Há possibilidade, ainda, para pesquisa e desenvolvimento de novos equipamentos, sistemas, testes de conceito e projetos-piloto, podendo ser definido percentual específico para aplicação destes itens.

O Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética - P&D foi criado pela Lei nº 9.991, de 24/07/2000, e homologado pela Resolução Aneel nº 185, de 21/05/2001, com a finalidade de inovar e estar em constante aprimoramento das questões tecnológicas para aplicação no setor elétrico brasileiro. As empresas do setor

de energia devem aplicar recursos anualmente para este programa em percentual mínimo de sua receita operacional.

Os empreendimentos com geração a partir de fontes alternativas, como eólica, solar, pequenas centrais hidrelétricas, biomassa e geração qualificada, estão isentos de investir em programas de P&D.

Estão previstos em lei, e nos contratos de concessão, a obrigatoriedade de aplicação de recursos cabendo à Aneel regular o tema para aprovação, acompanhamento e verificação da aplicação dos recursos em cada rubrica.

Os programas se caracterizam pela pesquisa livre nos temas afetos ao setor elétrico, embora devam ser estabelecidas metas e resultados a serem alcançados após o término do projeto.

A Tabela 6 indica os respectivos percentuais relativos à Lei nº 9.991/2000 e alterações posteriores, com as respectivas vigências contendo a indicação por segmentos, sendo distribuição (D), geração (G) e transmissão (T).

Tabela 6 - Distribuição dos Percentuais Relativos - Lei 9991/2000

Fonte: Aneel (Acesso em 2012, Pesquisa Biblioteca Virtual em www.aneel.gov.br)

Segmento	Lei 9.991/2000			MP 144/2003 (alterou artigos da 9.991/2000			
	Vigência: 24/07/2000 a 11/12/2003			Vigência: 11/12/2003 a 14/03/2004			
	P&D	PEE	FNDCT	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,25	0,50	0,25	0,125	0,50	0,25	0,125
G	0,50		0,50	0,25		0,50	0,25
T	0,50		0,50	0,25		0,50	0,25

Segmento	Lei 10.848/2004 (alterou artigos da lei 9.991/2000)							
	Vigência: 15/03/2004 a 31/12/2005				A partir de 1°/01/2006			
	&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,20	0,50	0,20	0,10	0,30	0,25	0,30	0,15
G	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20
T	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20

Segmento	Lei 11.465/2007 (alterou incisos I e III do art. 1º da 9.991/2000)							
	Vigência: 28/03/2007 a 31/12/2010				A partir de 1º/01/2011			
	P&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,20	0,50	0,20	0,10	0,30	0,25	0,30	0,15
G	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20
T	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20

Segmento	Lei 12.212/2010 (alterou incisos I e III do art. 1º da 9.991/2000)							
	Vigência: 21/01/2010 a 31/12/2015				A partir de 1º/01/2016			
	P&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,20	0,50	0,20	0,10	0,30	0,25	0,30	0,15
G	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20
T	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20

Para o ano de 2009 foi identificado o montante de R$ 770 milhões para P&D nas tarifas das concessionárias.

12.1.5 Conta de Desenvolvimento Energético - CDE

Considerando a autorização de aplicação da CDE este recurso não se constitui como um encargo que pode ser utilizado para financiar a iniciativa de REIs.

A CED foi instituída pela Lei nº 10.438, de 26/04/2002, sendo destinada para:

- Desenvolvimento energético dos Estados;
- Projetos de universalização dos serviços de energia elétrica;

- Programa de subvenção aos consumidores de baixa renda;
- Garantia da competitividade da energia produzida a partir de fontes alternativas e do carvão mineral nacional;
- Garantia de recursos para atendimento à subvenção econômica destinada à modicidade da tarifa de fornecimento de energia elétrica aos consumidores residenciais finais de baixa renda.

Sobre o uso do carvão mineral nacional é importante ressaltar que algumas usinas termelétricas que utilizam este insumo estão inclusas no CDE. São elas Charqueadas e Jorge Lacerda (proprietária Tractebel), São Jerônimo e Presidente Médici (proprietária Eletrobrás e CGTEE) e Figueira (proprietária Copel).

Conforme regulamentado pelo Decreto nº 4.541, de 23/12/2002, os saldos dos pagamentos que não foram aplicados nos programas de universalização poderão ser utilizados para:

- Cobertura dos custos de combustíveis primário e secundário de usinas enquadradas no parágrafo 2º do art. 11 da Lei nº 9.648, de 1998;
- Cobertura da diferença entre os custos anuais decorrentes das instalações de transporte de gás natural para Estados onde, até o final de 2002, não existia o fornecimento de gás natural canalizado e as parcelas que decorreram da cobrança de tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- Pagamento da diferença entre o valor econômico correspondente à energia disponibilizada para o sistema por meio da tecnologia específica de cada fonte. Também para o valor econômico correspondente à energia competitiva, que deve ser pago ao agente produtor de energia elétrica por fontes eólica, térmicas a gás natural, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, cujos empreendimentos

entraram em operação a partir de 29 de abril de 2002, e que a compra e venda se fizer com o consumidor final;

- Pagamento do crédito complementar calculado pela diferença entre o valor econômico correspondente à tecnologia específica de cada fonte e o valor pago pela Eletrobrás, quando da implantação da segunda etapa do Proinfa; e
- Pagamento da diferença entre o valor econômico correspondente à energia disponibilizada para o sistema por geração termelétrica a carvão mineral nacional que utilize tecnologia limpa, de instalações que entraram em operação a partir de 2003, e o valor econômico correspondente à energia competitiva.

Com base na CCC dos Sistemas Interligados de 2001 foram definidas as quotas da CDE, sendo que a partir do ano seguinte os valores foram reajustados na proporção do crescimento de mercado de cada agente.

A partir de 2004, passaram a ser atualizados, também, em função da variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA, conforme estabelecido pela Lei nº 10.438/2002.

De acordo com as informações do setor elétrico nacional no ano de 2009, foram investidos, aproximadamente, R$ 2 bilhões para a subvenção da tarifa social de energia elétrica (subclasse baixa renda),R$ 700 milhões para a rubrica carvão mineral nacional e R$ 1 bilhão para o Programa Luz para Todos.

Em complemento, com a publicação da Medida Provisória nº 579, a cobrança da CDE será reduzida em aproximadamente 75%, em função do aporte anual de cerca de R$ 3,3 bilhões provenientes da União. Na Medida Provisória nº 605, de 23 de janeiro de 2013, foi alterado o texto da Lei nº 10438 que diz respeito à criação da CDE e aos seus objetivos.

O Ministério de Minas e Energia - MME informou, em 8 de março de 2013, que a utilização da CDE foi autorizada visando atenuar os efeitos financeiros sobre as empresas de distribuição de energia elétrica decorrentes da não adesão de concessionárias de geração ao processo de prorrogação das concessões nos termos da Lei nº 12.783/13.

Outro fator que merece atenção é o momento pelo qual passou o setor elétrico no início do ano de 2013 e 2014 com questões climatológicas que impuseram ao ONS a necessidade de despacho de usinas térmicas por razões de segurança energética. A decisão acima mencionada consta do Decreto nº 7945, de 7 de março de 2013, que altera os Decretos nº 5163 de 30 de julho de 2004 e nº 7891 de 23 de janeiro de 2013, e que autoriza o repasse da CDE às concessionárias de distribuição que cobrirão custos para:

1. Neutralizar a exposição das concessionárias de distribuição no mercado de curto prazo, decorrente da alocação das cotas de garantia física de energia e de potência de que trata o art. 1º da Lei nº 12.783, de 11 de janeiro de 2013, e da não adesão à prorrogação de concessões de geração de energia elétrica;

2. Cobrir custo adicional para as concessionárias de distribuição decorrente do despacho de usinas termelétricas acionadas em razão de segurança energética, conforme decisão do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico - CMSE.

12.1.6 Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa

Em função da natureza do programa não é recomendável considerar os recursos do Proinfa para implantação das REIs.

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa foi instituído pela Lei nº 10.438/2002, para aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos com base em fontes eólicas, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH no Sistema Elétrico Interligado Nacional - SIN.

A Tabela 7 indica a situação, por tipo de empreendimento, vinculados ao Proinfa.

Tabela 7 - Situação dos Empreendimentos Proinfa

Fonte: Ministério de Minas e Energia (Acesso em 2012, www.mme.gov.br)

Fonte		Operação comercial pelo PAC		Em construção		Não Iniciada construção						TOTAL contratado
						Com EPC		Sem EPC		Total		
PCH	Qde	35	70,0%	15	30,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	50
	MW	735,20	74,1%	257,00	25,9%	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,00	0,0%	992,20
BIOMASSA	Qde	4	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	4
	MW	110,90	100,0%	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,00	0,0%	110,90
EÓLICA	Qde	18	39,1%	10	21,7%	16	34,8%	2	4,3%	18	39,1%	46
	MW	253,55	22,3%	405,00	35,6%	443,75	39,0%	34,30	3,0%	478,05	42,1%	1.136,60
TOTAL INSTALADO	Qde	57	57,0%	25	25,0%	16	16,0%	2	2,0%	18	18,0%	100
	MW	1.099,65	49,1%	662,00	29,6%	443,75	19,8%	34,30	1,5%	478,05	21,3%	2.239,70
Sub total PCH	Qde	50			100,0%							50
	MW	992,20			100,0%							992,20
Sub total BIO	Qde	4			100,0%							4
	MW	110,90			100,0%							110,90
Sub total EOL	Qde	28			60,9%							46
	MW	658,55			57,9%							1.136,60
Sub total Geral	Qde	82			82,0%							100
	MW	1.761,65			78,7%							2.239,70

* No âmbito do PAC é considerada a potência instalada

Para o ano de 2010, a Eletrobrás estimou o montante de R$ 1.816.008.892,54, sendo os valores aprovados pela Aneel. Os recursos foram destinados ao pagamento dos contratos de energia elétrica firmados no âmbito do programa.

De acordo com informações da Eletrobrás, por serem classificados como empreendimentos de fontes renováveis, estes podem auferir ganhos com créditos de carbono e colaboram com a redução dos gases de efeito estufa, cujas estimativas são da ordem de 2,8 milhões de toneladas de CO2/ano (fonte: http://www.eletrobras.com)

Um desafio inerente ao programa foi o índice de nacionalização estabelecido inicialmente em 60% para os empreendimentos. Ocorreu no caso dos empreendimentos eólicos, cujos equipamentos foram um entrave aos projetos, já que a redução de custos e respectiva nacionalização foram obtidas após a implantação de unidades fabris de pás e turbinas no Brasil a partir do ano de 2010.

Atualmente, o setor elétrico brasileiro usufrui desta política sendo o valor de energia competitivo e os empreendimentos eólicos atrativos. Fato verificado nos valores

praticados nos últimos leilões de energia que foram realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE sob delegação da Aneel.

12.1.7 Encargo de Serviços do Sistema - ESS

O encargo não é recomendado para financiar iniciativas de REIs, sendo que o Encargo de Serviço do Sistema - ESS divide-se entre Encargo de Serviços de Restrição de Operação, Encargo de Serviços Ancilares, Encargo por despacho por ordem do Comitê Nacional de Monitoramento do Setor Elétrico - CMSE e Encargo de Energia de Reserva.

O ESS é um encargo setorial que representa o custo incorrido para manter a confiabilidade e a estabilidade do Sistema Interligado Nacional - SIN para o atendimento do consumo de energia elétrica no Brasil.

O valor é estabelecido em R$/MWh e corresponde à média dos custos incorridos na manutenção da confiabilidade e da estabilidade do sistema para o atendimento do consumo em cada submercado[12]. Todos os agentes[13] com perfil de consumo no mercado pagam o encargo na proporção do consumo medido correspondente, seja contratado ou não.

Geralmente, os custos inclusos são:

- Restrições de operação;
- Capacidade adicional;
- Prestação de serviços ancilares;
- Testes de disponibilidade;
- Ofertantes de redução de carga (apenas custos operacionais);

[12] Submercado: são subdivisões do sistema interligado que correspondem a áreas de mercado, para as quais são estabelecidos preços diferenciados e cujas fronteiras são definidas em função da presença e duração de restrições relevantes de transmissão.

[13] Agentes: Agente titular de concessão ou autorização.

- Aplicação de penalidades (valores cobrados das empresas por infrações).

Para o ano de 2010, os valores de ESS chegaram a R$ 1.690.031.502,85, o que corresponde à soma das previsões realizadas com valores estimados pelo ONS (ESS-Restrição de Operação e Serviços Ancilares), pela SRG/Aneel (ESS-CMSE) e pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE (ESS-EER).

12.1.8 Encargo de Energia de Reserva - EER

Em virtude da natureza deste encargo e a finalidade a que se destina, não é recomendada a utilização dos recursos provenientes do EER para implantação do programa de REIs, sendo que o Encargo de Energia de Reserva - EER é decorrente do processo de contratação desta energia e passou a ser cobrado de todos os usuários do SIN a partir de 2009. O encargo é apurado de acordo com a Resolução Normativa da Aneel, nº 337/2008 (conforme definição contida no site da CCEE, em www.ccee.org.br).

Com a publicação do Decreto nº 6.353, de 16/01/2008, foi determinada a contratação de energia de reserva por meio de leilões promovidos direta ou indiretamente pela Aneel. A finalidade da contratação é aumentar a segurança no fornecimento de energia elétrica.

No setor elétrico brasileiro, a entidade responsável por recolher este encargo é a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, que deposita em conta destinada para o custeio do EER (a CONER), de acordo com as seguintes diretrizes:

- Receber o EER;
- Efetuar os pagamentos devidos às empresas vendedoras que são agentes da CCEE, nos termos do CER;
- Receber os valores pagos a título de penalidades relativas à Energia de Reserva;

- Receber os valores relativos à inadimplência no pagamento do EER.

A CCEE contrata a energia de reserva em nome de todos os agentes de consumo, contudo, estes agentes não poderão registrar essa energia sob a forma de contratos para atender o consumo.

A energia de reserva se configura como um recurso adicional no sistema, mas sem compromisso de entrega em contratos. Espera-se que este recurso adicional contribua para melhorar o cenário de oferta, reduzindo o Preço de Liquidação das Diferenças - PLD e também o ESS por segurança energética.

A energia produzida pelas usinas contratadas por meio dos leilões de energia de reserva será liquidada no mercado de curto prazo, gerando, assim, uma receita que corresponderá ao valor do PLD para cada MWh produzido. Com esta receita, a CCEE irá ressarcir os produtores da energia de reserva, entretanto o PLD pode não ser suficiente para custear o valor mensal do contrato. Para suprir este déficit foi criado um novo Encargo Setorial, o EER, cuja arrecadação será realizada por todos os consumidores livres e cativos.

O valor de Encargo de Energia de Reserva recolhido no ano de 2009 foi R$ 31.712.233,59 (trinta e um milhões, setecentos e doze mil, duzentos e trinta e três reais e cinqüenta e nove centavos). Este valor está em consonância com o estabelecido no Art.23 da Resolução Normativa Aneel nº 337/2008. (fonte: www.ccee.org.br).

A Tabela 8 indica o fundo setorial e a viabilidade de utilização para financiamento de programas de REIs, em conformidade com a análise realizada.

Tabela 8 – Fundo Setorial e Viabilidade de Utilização de Recursos
Fonte: Autor (2012, compilação da análise)

FUNDO SETORIAL	VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS
Reserva Global de Reversão - RGR	Sim
Conta de Consumo de Combustíveis - CCC	Não
Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica - TFSEE	Não
Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética – P&D	Sim
Conta de Desenvolvimento Energético - CDE	Não
Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa	Não
Encargo de Serviços do Sistema - ESS	Não
Encargo de Energia de Reserva - EER	Não

12.2 Agentes Financeiros

Para realizar um financiamento, obtido a partir de agentes financeiros, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES figura entre uma das mais importantes fontes.

Até o mês de setembro de 2012 foram destinados R$ 9,1 bilhões para os projetos do setor elétrico, sendo o montante 6% inferior ao obtido no mesmo período de 2011. Embora considerado o acumulado nos últimos 12 meses, as liberações atingiram R$ 15,361 bilhões.

O BNDES é considerado o principal agente financiador de empreendimentos de infraestrutura no Brasil, sendo que o setor elétrico é um dos setores beneficiados por esta política. No entanto, quase todos os recursos são destinados para o setor de geração de energia elétrica, ficando o setor de distribuição de energia com, aproximadamente, 15% do total dos recursos.

Considerando que para viabilizar a implantação dos projetos de REIs serão as empresas de distribuição as prováveis tomadoras de recursos, seria conveniente prover uma linha especial de crédito para esta finalidade com condições atrativas para concessão dos empréstimos.

Para o segmento de distribuição de energia elétrica, o BNDES oferece as seguintes condições de financiamento:

- Prazo de amortização de até seis anos - inferior aos prazos concedidos para geração que estão em torno de 20 a 14 anos, e para transmissão que são 14 anos;
- Participação do BNDES de 60% a 80% - a participação acima de 60% implica em remunerações diferenciadas (a taxas TJLP[14] + 1% ou Cesta de Moeda[15] e spread[16] básico de 2,5%). É a menor participação do BNDES nas operações para o setor e suas condições só se equiparam aos financiamentos concedidos para geração térmica a carvão e a óleo;
- Moedas contratuais: se a participação do BNDES for mantida em até 60%, à operação pode ser aplicada 50% TJLP e 50% TJ-462 (que equivale a TJLP + 1%). É a mesma composição de moedas contratuais aplicadas à geração térmica a carvão e a óleo;
- Spread básico de 1,3% a.a. - também superior àquele aplicado aos segmentos de geração (exceto para térmicas a carvão e a óleo), de transmissão e de eficiência energética (de 0,9% a.a.).

---

[14] Taxa de Juro de Longo Prazo foi instituída pela Medida Provisória nº 684, de 31.10.94, publicada no Diário Oficial da União em 03.11.94, sendo definida como o custo básico dos financiamentos concedidos pelo BNDES.

[15] A Cesta de Moedas foi criada pela Resolução nº 635/87 da Diretoria do BNDES, de 13 de janeiro de 1987. Seu custo é determinado pelo custo médio de captação do BNDES no mercado financeiro internacional.

[16] Spread: Diferença entre a taxa de juros cobrada aos tomadores de crédito e a taxa de juros paga aos depositantes pelos bancos

Para o segmento de eficiência energética, o BNDES oferece as seguintes condições de financiamento:

- Prazo de amortização de até seis anos (o prazo total do financiamento é de até seis anos com carência de até dois anos);
- Participação do BNDES de 80% a 100% - variando conforme o nível de renda e localização;
- Moeda contratual: 100% TJLP;
- Spread básico de 0,9% a.a.

Se os projetos de REIs forem enquadrados no âmbito dos projetos de eficiência energética com consequente redução de consumo de energia elétrica, que é um dos motivos para a implantação dos projetos, as taxas serão mais atrativas ficando abaixo dos 5% a.a.

Caso as políticas públicas para implantação das REIs estejam de acordo com as premissas para liberação de recursos estabelecidas pela instituição financeira, é importante considerar como opção para arrecadar recursos a criação de linhas especiais de crédito para alavancar os projetos de REIs por empresas de distribuição de energia elétrica, bem como para financiar a indústria para investimento em projetos de novos produtos para aplicação no segmento. Portanto, o BNDES se constitui como um importante agente financeiro neste processo.

Opções como o Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID e Banco Mundial - BM também devem ser consideradas.

Como o tema dos projetos de REIs visa incrementar o processo de automação de redes, utilizar a energia de forma racional e eficiente, possibilitar o crescimento de oferta de energia a partir de fontes alternativas contribuindo com o meio ambiente e reduzindo a emissão de gases causadores de efeito estufa, pode gerar interesse mundial. Por isso, a exemplo da obtenção de recursos oriundos de instituições

financeiras, existem algumas alternativas para subsidiar os projetos de REIs. Tais como as que estão descritas nos próximos tópicos.

12.3 Agências de cooperação

Outra opção a ser avaliada é a obtenção de recursos provenientes de Agências de Cooperação, tais como a Agência Francesa de Desenvolvimento - AFD, Japan International Cooperation Agency - JICA, Swedish International Development Cooperation Agency - SIDA e, no Brasil, mediante convênios técnicos celebrados pela Agência Brasileira de Cooperação - ABC.

Estes financiamentos poderiam ser concedidos às empresas de distribuição de energia elétrica ou para bancos com ou sem garantia do governo brasileiro para desenvolvimento e implantação dos projetos e para capacitação profissional.

No caso de incentivos estrangeiros, cabe considerar eventuais riscos da volatilidade da moeda brasileira que, eventualmente, elevaria as taxas praticadas.

Outra opção é centralizar a captação de fundos para os projetos de REIs em uma única entidade financeira no Brasil. Esta ficaria responsável por gerir os recursos de forma única.

Em relação à cooperação técnica no âmbito da ABC, órgão ligado ao Ministério das Relações Exteriores, o convênio poderia ser celebrado pela Coordenação Geral de Cooperação Técnica Recebida Bilateral - CGRB que é realizada por meio de consultorias de alto nível, capacitação e treinamento de técnicos e, em alguns casos, pela doação de equipamentos de alta tecnologia, com o objetivo de transferir novos conhecimentos às instituições brasileiras.

Considerando que os recursos aportados pelas fontes externas bilaterais correspondem a, aproximadamente, 50% do valor da cooperação solicitada, esta pode ser considerada mais uma opção para os projetos de REIs.

Conforme regras estabelecidas em acordos celebrados, para isso deve ser oferecida uma contraparte de mesmo valor, ou seja, os demais 50% do valor da cooperação solicitada, considerando os dispêndios com salários dos técnicos envolvidos, infraestrutura necessária ao projeto, custos referentes à participação em cursos, estágios, seminários e viagens.

Países como Estados Unidos, Espanha, Itália, Japão, Alemanha, França, Canadá e os países que compõem o Reino Unido figuram entre os principais parceiros para este projeto. A Figura 29 indica a alocação dos recursos por fonte.

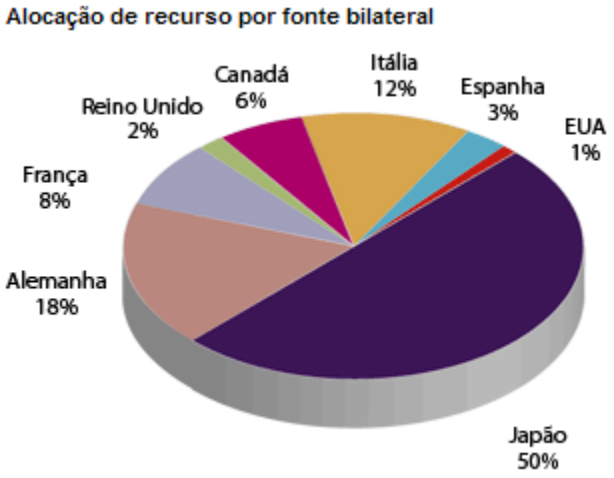

Figura 29 - Alocação dos Recursos por Fonte

Fonte: Agência Brasileira de Cooperação - ABC (Acesso em 2012 - fonte www.abc.gov.br)

Considerando que há interesse significativo no tema em vários países desenvolvidos, a formação de parcerias e convênios por meio de agências de cooperação parece ser pertinente para aporte de conhecimento e fornecimento de tecnologia, para que seja viável, seja preciso verificar a existência de acordos internacionais já celebrados que possam incluir temas relativos às REIs.

A Figura 30 indica a oportunidade existente para projetos na área de energia. Dentre os 103 projetos, apenas 2 foram voltados para o setor de energia. O prazo de execução pode variar de três a cinco anos.

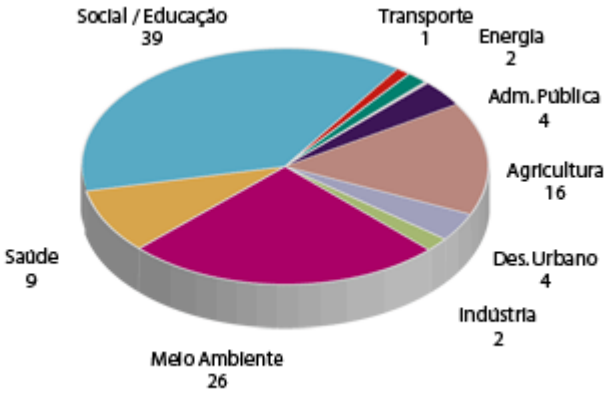

Figura 30 - Projetos por Área de Interesse

Fonte: Agência Brasileira de Cooperação – ABC (Acesso em 2012 - fonte www.abc.gov.br)

Observando determinadas práticas das agências de cooperação com relação à concessão de financiamentos, considera-se:

- Moeda: euro, dólar ou ienes japoneses (dependendo do país de origem da agência);
- Garantias exigidas: sim (normalmente da União);
- Mutuários: governos federal, estaduais, municipais e empresas estatais;
- Empréstimos com juros subsidiados: prazo de até 15 anos;
- Prazo de carência: três a cinco anos;
- Taxa de juros variáveis: com possível taxa fixa no final do período de desembolso;

- Limite de valor para o financiamento: não há.

Face ao novo posicionamento brasileiro no cenário econômico mundial, e por possuir economia expressiva, não seria difícil captar recursos externos para aplicação em projetos de REIs no Brasil.

12.4 Outras fontes

Outras fontes podem ser utilizadas pelo governo para aumentar a arrecadação, ou até mesmo para financiar determinados segmentos. Isso aconteceu, por exemplo, quando da instituição da Contribuição Provisória sobre a Movimentação ou Transmissão de Valores e de Créditos e Direitos de Natureza Financeira - CPMF, tendo vigorado em todo o território nacional de 1997 a 2007, sendo a última alíquota praticada de 0,38% para financiamento do setor da saúde. É possível idealizar a criação de imposto específico que auxiliem a implantação dos projetos de REIs no Brasil.

No entanto, para isso deve ser realizada uma análise do enquadramento em leis atuais e nas que serão eventualmente criadas, visando possível isenção ou redução de impostos, tais como Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PIS/Pasep e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - Cofins, decorrente da venda de equipamentos e prestação de serviços, Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI, incidente na importação ou na saída do estabelecimento industrial, ou equiparado quando da importação ou aquisição no mercado interno.

Com relação à aquisição dos medidores inteligentes, poderia haver concessão de isenção, ou suspensão temporária de aplicação de impostos, como PIS/Pasep e Cofins, como também para aquisição de softwares, implantação das centrais de medição e equipamentos de comunicação.

Portanto a redução de impostos é uma possibilidade a ser avaliada, sendo que de forma alternativa a se buscar recursos para financiamento, poderia haver facilitação

para aquisição de equipamentos e sistemas por meio da redução de impostos, atribuindo uma sensível redução no custo final dos projetos.

Utilizando a premissa de que os projetos de REIs auxiliam na redução de gases que causam o efeito estufa, por utilizar fontes alternativas, poderia haver associação a projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL e obter as Reduções Certificadas de Emissões - RCEs que podem ser negociadas no mercado global.

Um exemplo de tal aplicação foi o que ocorreu com o aterro sanitário Bandeirantes, localizado em São Paulo, que realizou a venda para o Banco alemão KFW, de Hum milhão de toneladas de créditos de carbono pelos gases de efeito estufa (GEE) que deixou de emitir em 2004 e 2005 (fonte: http://www.ipea.gov.br). Para a classificação, seria conveniente avaliar resultados de algum estudo piloto que tenha sido realizado para tal fim e avaliar se foi factível caminhar neste sentido.

Outro aspecto importante é obter uma possível redução, ou transferência do consumo de energia elétrica, por mudança de hábito do consumidor, o que poderia resultar em reduções no horário de pico, especialmente, no segmento residencial atendido em tensão de fornecimento de baixa tensão.

Isso é possível por meio de ações educativas voltadas ao consumidor e por meio de proposição de tarifas diferenciadas para reduzir o montante de energia em determinados horários do dia, não sendo necessário investimento para atender casos emergenciais.

Outra alternativa a ser considerada é compor parte dos projetos associados ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL. Embora estes não possam usufruir de financiamentos, podem ser agentes propulsores de ações voluntárias que reduzem emissões de Gases do Efeito Estufa - GEE e induzem ao desenvolvimento sustentável. No entanto, para isso alguns problemas devem ser resolvidos, como, por exemplo, a transposição de barreiras de financiamento, tecnológicas e de domínio da informação.

Outra importante fonte de recursos a ser considerada é a fonte decorrente do Plano Inova Empresa, lançado pelo governo federal em 14 de março de 2013.

O plano prevê inovação tecnológica e aumento de produtividade, sendo que serão destinados aproximadamente R$ 32,9 bilhões em 2013 e 2014, beneficiando empresas de todos os portes dos setores industrial, agrícola e de serviços.

Do total, R$ 20,9 bilhões serão ofertados por meio de crédito para empresas, com taxas de juros subsidiadas de 2,5% a 5% ao ano, quatro anos de carência e 12 anos para pagamento.

As subvenções econômicas às empresas representarão R$ 1,2 bilhão, enquanto o fomento para projetos em parceria entre instituições de pesquisa e empresas serão de R$ 4,2 bilhões. O governo também aplicará R$ 2,2 bilhões para participação acionária em empresas de base tecnológica.

As linhas de financiamento serão executadas pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e a Financiadora de Estudos e Projetos - Finep, estando ligada ao Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação.

13. BENEFÍCIOS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DAS REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES

É importante avaliar os benefícios decorrentes da implantação de REIs sob a óptica dos ganhos frente aos custos e investimentos envolvidos. Um projeto deve ser iniciado para atingir determinados ganhos e objetivos, sendo o planejamento parte fundamental para o seu sucesso, considerando os quesitos sistêmicos, ambientais, tecnológicos, sociais e culturais (hábitos de consumo).

Como os investimentos são expressivos todas as precauções devem ser tomadas para realizar os projetos de forma encadeada, definindo os objetivos em cada etapa e considerando características regionais e particulares de cada país ou região.

No setor elétrico brasileiro é possível que ocorra postergação de investimentos em expansão de redes para atender o crescimento da demanda por energia. No entanto, não é possível prever alguns cenários que possam se estabelecer, tais como crises econômicas que afetariam o crescimento do Brasil, como aconteceu com a Europa, na crise ocorrida em 2011 e que se estendeu para o ano de 2012.

No âmbito do Sistema Interligado Nacional - SIN deverá ocorrer postergação de investimentos em montantes significativos, embora, neste momento, não seja possível quantificá-los, uma vez que não existem dados suficientes para realizá-lo.

13.1 Empresas de energia elétrica

Para as empresas de distribuição de energia elétrica poderá ocorrer redução da demanda no horário de pico do sistema, considerando que a carga de energia elétrica no SIN segue tendência da taxa de crescimento de 5,3%, conforme previsto no PDE2019 - Plano Decenal de Energia.

Já o crescimento do mercado no âmbito das distribuidoras tende a seguir o mesmo patamar, considerando a ocorrência de novas ligações de unidade consumidoras adquirindo energia elétrica no ACR, e não há previsão no momento que da abertura para aquisição no ACL para demais unidades em outros segmentos. Seria possível evitar investimentos para atender os picos de demanda, sendo previsto que ocorra redução em torno de 4 a 5% neste horário, principalmente para atendimento da demanda motivada pela utilização de chuveiro elétrico.

Para o segmento de transmissão, conforme previsto no PDE2019, o crescimento estimado é da ordem de 5,1% ao ano na carga do SIN no horizonte de 10 anos. Estima-se, também, que a redução da carga no horário de ponta do sistema seja entre 1% a 2%, postergando, assim, investimentos significativos em expansão de novas linhas de transmissão e subestações.

As estimativas são aderentes a resultados obtidos em projetos implantados em outros países como, por exemplo, Estados Unidos.

As empresas de geração podem investir em fontes renováveis e até mesmo em geração distribuída contando com a infraestrutura das REIs, o que pode postergar investimentos em empreendimentos de maior porte com consequente redução de impactos no meio ambiente.

Para as concessionárias de distribuição de energia elétrica poderá haver melhoria significativa na qualidade de energia fornecida aos consumidores, uma vez que os índices avaliados de forma individual ou coletiva poderão ser melhorados com destaque para a Duração de Interrupção por Unidade Consumidora - DIC, Freqüência de Interrupção por Unidade Consumidora - FIC, Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora - DMIC ou coletivos Duração Equivalente de Continuidade - DEC e Freqüência Equivalente de Continuidade - FEC. Além disso, poderá haver melhoria de qualidade do produto avaliado pela tensão em regime permanente de Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária - DRP e de Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica - DRC.

As REIs indicarão as ocorrências de falhas e suas causas, possibilitando atuação rápida para restabelecimento e manobras, sem a necessidade de deslocar uma equipe de campo para realizar tais atividades reduzindo assim a inadimplência.

Em projetos implantados nos Estados Unidos foi possível identificar investimento significativo para melhoria de indicadores de falhas, embora já possuam níveis aceitáveis bem acima dos brasileiros, cujos resultados esperados são a detecção de falhas e a possibilidade de isolá-las automaticamente, reduzindo assim entre 60% a 80% a quantidade de consumidores afetados pela falta de energia de curta duração.

A Aneel estabeleceu que o DEC[17] equivalente do país deveria ser inferior a 13 horas anuais, sendo assim as unidades consumidoras teriam, em média, cinco horas a mais de fornecimento de energia por ano. Nesta situação, as REIs podem colaborar para atingir este padrão, além de aumentar o patamar de melhoria que deverá ser atingido.

De maneira geral, com a automação dos equipamentos instalados nas redes elétricas, desde a geração até o consumidor final, será possível obter os seguintes benefícios:

- Informações de geração e consumo para monitoramento e controle dos sistemas em tempo real;
- Redução de falhas nos equipamentos;
- Prestação de novos serviços;
- Melhoria na qualidade de energia e diminuição da interrupção do fornecimento, com garantia dos índices estabelecidos pelo órgão regulador;
- Corte/religamento à distância;
- Detecção de fraudes a partir de sensores;
- Redução de perdas técnicas e comerciais;

[17] Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor - DEC é a duração das interrupções no fornecimento de energia elétrica ocorridas nos conjuntos de unidades consumidoras de uma determinada área de concessão.

- Gerenciamento mais efetivo do consumo e otimização dos sistemas de suprimento (eficiência energética);
- Evolução tecnológica dos medidores;
- Aplicação de tarifas diferenciadas em determinados horários que estimulem, por exemplo, o consumo em períodos de menores impactos na rede e otimização dos custos;
- Surgimento de novos produtos e serviços mais eficientes voltados aos consumidores atendidos em baixa tensão (residenciais, comerciais e industriais);
- Investimento em tecnologias de geração e de armazenamento de menor impacto ambiental;
- Alternativa de geração distribuída de pequeno porte (painéis solares e minieólicas) para atendimento aos centros de carga com baixo custo de transmissão e para atendimento da ponta do sistema;
- Possibilidade de prover maior dinamismo ao processo de comercialização de energia elétrica;
- Redução da inadimplência.

13.2 Consumidores

Com a implantação de medidores inteligentes será estabelecida nova interface de relacionamento entre as empresas de distribuição e o consumidor, sendo possível adotar a tarifação diferenciada com consequente redução dos gastos com energia elétrica.

Com a disponibilização das informações aos consumidores será também possível prover melhoria do conhecimento sobre o consumo e valores das tarifas praticadas, induzindo de forma positiva o consumidor a adotar novos comportamentos e hábitos de consumo e uso racional e eficiente da energia elétrica.

Em alguns países já é possível acompanhar em tempo real o consumo de energia elétrica, como também atuar de forma direta em determinados eletrodomésticos com cortes parciais ao longo do dia. Com isso, o consumidor pode usufruir de benefícios em descontos nos valores a serem pagos com a aquisição de energia elétrica.

É possível então para o consumidor realizar de forma mais efetiva a gestão do uso de energia e participar mais ativamente da cadeia produtiva de energia elétrica, pois, atualmente, a maior parte dos consumidores possui único envolvimento no mês, com a concessionária de energia, ou seja, quando recebe sua fatura e realiza o efetivo pagamento.

Com a possível postergação de investimento em expansão do sistema elétrico e de custos com operação de rede seria possível realizar o repasse às tarifas finais de energia elétrica com benefícios diretos aos consumidores.

O novo marco regulatório nacional já sinalizou com aprovação de nova estrutura tarifária para os consumidores atendidos em baixa tensão, bem como com a adoção de padrão dos medidores inteligentes, sendo as primeiras ações para que se concretize maior integração entre as concessionárias e os consumidores e viabilize, assim, a implantação das REIs.

Com a possibilidade de melhoria da qualidade de energia ocorrerá eventual redução da quantidade de pedidos de indenização junto às concessionárias o que se traduz em ganhos para o consumidor, por evitar dispêndio de tempo e a ocorrências desta natureza. A vida útil dos eletrodomésticos também será impactada de forma positiva.

Para os consumidores industriais, do ramo de eletrointensivos (empresas de alumínio, aço, petroquímica, papel e celulose) a qualidade de energia é sensível ao seu processo produtivo. Por isso, com a detecção e isolamento de falhas será possível reduzir impactos e possíveis prejuízos a este importante segmento.

Além dos benefícios já citados, a adoção das REIs trará outros benefícios para os consumidores, tais como:

- Melhoria da qualidade do fornecimento de energia elétrica;
- Opção por novas modalidades tarifárias (ao longo do dia, fornecimento na modalidade de pré-pagamento, etc.);
- Utilização de telemetria;
- Usufruir de novos serviços prestados pelas distribuidoras em virtude da adoção de medidores inteligentes, como por exemplo, a instalação de In Home Display nas residências;
- Acesso em tempo real aos dados de consumo;
- Melhoria nos serviços prestados pelas concessionárias com relação à qualidade e continuidade do fornecimento de energia elétrica;
- Novo relacionamento comercial entre as empresas e consumidores;
- Usufruir do avanço tecnológico nos eletrodomésticos e no respectivo controle de acionamento em horários pré-estabelecidos.

13.3 Regulador

Cabe ao órgão regulador zelar pela regulação técnica e econômica, cuja atividade é fundamental para garantir a prestação dos serviços de energia elétrica com a qualidade requerida, e prover a proteção necessária para o consumidor, portanto é preciso que o regulador esteja atento, embora deva garantir o equilíbrio econômico do negócio ao investidor, inclusive com atratividade para novos players no mercado.

Com a implantação das REIs será possível obter informações para os processos de revisão tarifária, fiscalização e monitoramento dos índices de qualidade praticados pelas concessionárias. Além disso, será possível atuar na mediação de assuntos do setor de forma mais assertiva, pela oportunidade de obter dados e informações de

forma integrada. Será possível realizar, de forma eficiente, a comparação de desempenho entre as empresas de distribuição localizadas em diversas regiões do país.

Ocorrerá redução significativa do fenômeno da falta de assimetria de informações, com benefício imediato aos envolvidos, principalmente para o consumidor que poderá fiscalizar de forma mais eficiente os serviços prestados pelas concessionárias.

Outro aspecto importante é a possibilidade de dispensar as campanhas para levantamento de curvas de carga típicas que estabelecem as tarifas de uso do sistema de distribuição. Com as REIs isso não será mais necessário, pois os dados poderão ser obtidos de forma centralizada pelo regulador, inclusive com possibilidade de conhecer o carregamento de carga individual de alimentadores e transformadores.

Outros benefícios possíveis são o acompanhamento da vida útil de equipamentos e verificação dos investimentos realizados pelas concessionárias.

Com a disponibilidade de dados e informações será possível aprimorar ou instituir regulamentos técnicos, econômicos e de fiscalização, com benefício a todos os envolvidos na cadeia produtiva de energia elétrica.

13.4 Outros segmentos

Além das concessionárias, consumidores e órgão regulador, podem ser citados outros segmentos que podem se beneficiar com a implantação dos projetos de REIs, a exemplo do setor de telecomunicações, indústrias e meio ambiente.

Os serviços de telecomunicações e tecnologia seriam beneficiados, pois poderão estimular o desenvolvimento de novos produtos e sistemas para atender a demanda das REIs, com consequente incremento no desenvolvimento e pesquisa, com

possibilidade de acesso aos sistemas de comunicação de forma competitiva frente à demanda que será alavancada com a necessidade de utilização nos projetos de REIs.

Para o Brasil é importante ser centro de desenvolvimento de tecnologias que podem ser exportadas, por exemplo, para os países latino americanos.

Com exceção da Colômbia e México, países que possuem projetos em andamento em horizonte de médio prazo, em torno de cinco a sete anos, não existem perspectivas animadoras, pois não se percebe movimentos direcionados para a implantação de REIs em outros países, uma vez que existem problemas primários a serem resolvidos como, por exemplo, a existência de equipamentos de medição dotados de poucos recursos, necessidade de prover melhores serviços no fornecimento, prover acesso a toda a população aos benefícios decorrentes da energia elétrica e, principalmente, regulamentar a implantação das REIs.

Com a possibilidade de fomento aos projetos de Geração Distribuída - GD[18] é possível que as REIs possam proporcionar benefícios ambientais, com consequente redução das emissões de gases que causam efeito estufa, mediante o incremento de utilização de fontes alternativas de energia, medidas de conservação e utilização racional de energia elétrica.

Embora a matriz energética brasileira seja limpa, deve ser considerada tal característica de forma constante, conforme tendência que tem se manifestado em outros países, principalmente na Europa.

Com melhor aproveitamento dos recursos naturais, mudança de hábitos de consumo e gerenciamento de rede nos horários de ponta do sistema, se estabelece novo cenário no setor elétrico, inclusive com a postergação de investimentos visando o atendimento

[18] Geração Distribuída: Designa a geração elétrica realizada junto ou próxima do(s) consumidor(es), independente da potência, tecnologia ou fonte de energia.

de novas cargas sem a realização de obras significativas de expansão do sistema elétrico.

Para as atividades econômicas, a implantação das REIs poderá ser positiva, mas é preciso que o país se prepare para absorver as novas demandas produtivas relacionadas aos equipamentos, sistemas e prestação de serviços.

A tecnologia eletrônica está presente na maioria dos equipamentos, portanto o desenvolvimento de novos equipamentos pressupõe modernização do parque industrial e qualificação de profissionais. As empresas de tecnologia devem estar atentas para investir e prover ao país melhoria no mercado de bens e serviços.

As REIs contribuirão ainda para a geração de emprego e qualificação dos profissionais, pois ainda não existe formação de profissionais com experiência na área. Haverá também ampliação das oportunidades de trabalho com a geração de novos empregos diretos e indiretos. Podem ser criados centros industriais específicos com a missão de disponibilizar os equipamentos necessários para os projetos, com integração entre fornecedores e subfornecedores em atendimento à demanda das empresas do setor elétrico, a exemplo do que já ocorre com a indústria automobilística.

Considerando o crescimento do país e o potencial de desenvolvimento da indústria nacional, é possível que haja significativo impulso industrial para atender a nova demanda por equipamentos, sistemas e serviços.

O setor elétrico será elevado a novo patamar tecnológico gerando benefícios diretos a toda sociedade, proporcionando conforto, obtenção de mais informações sobre o setor de energia e melhor gerenciamento dos custos. No entanto, como o tema está em estágio inicial e a disponibilidade de dados é incipiente, ainda não é possível realizar uma avaliação financeira para mensurar ganhos decorrentes da implantação das REIs considerando aplicação em grande escala.

13.5 Sociedade

Os benefícios imediatos para a sociedade são a obtenção de energia de forma mais confiável, consumo de energia obtidas por fontes renováveis, maior eficiência, ter à disposição a opção de compra de veículos elétricos a custos competitivos, redução da emissão de CO2 e de impactos ambientais.

De forma geral, a expectativa é que haja melhor prestação de serviços no fornecimento de eletricidade, bem como o desenvolvimento tecnológico de novos equipamentos, sistemas, produtos e serviços contribuindo para geração de empregos.

Outra possibilidade é exercer maior controle sobre o uso da energia elétrica, reduzindo possíveis investimentos em ofertas para regiões em crescimento, isso porque poderá ocorrer deslocamento do horário de uso da energia em função da aplicação de tarifas diferenciadas.

Diversos países buscam soluções inovadoras para gerir suas redes de transmissão e distribuição como forma de assegurar a oferta frente à crescente demanda por energia elétrica, uma vez que a sociedade moderna busca, de maneira contínua, mais energia para obter maior conforto. Várias destas iniciativas passam, obrigatoriamente, pela adoção das REIs como instrumento fundamental para assegurar o fornecimento de energia elétrica às futuras gerações, considerando o controle e gestão sobre os recursos naturais.

13.6 Custo/Benefício

Para qualquer projeto, é preciso definir quais serão os custos e benefícios obtidos em sua implantação. No caso das REIs, os principais benefícios são a melhoria da qualidade e confiabilidade do fornecimento de energia elétrica, novas tarifas, expansão de geração distribuída e promoção de novas relações comerciais no setor elétrico. Efetuar análise de custo das REIs frente aos seus benefícios não é tarefa simples, já

que é uma nova tecnologia e determinados custos de equipamentos e sistemas variam em função da escala de comercialização e processo utilizado.

Para o setor elétrico brasileiro, uma metodologia para análise de custo/benefício a ser considerada é a desenvolvida pelo Electric Power Research Institute - EPRI, entidade independente e sem fins lucrativos que congrega cientistas, engenheiros, especialistas da academia e da indústria para enfrentar desafios no setor elétrico.

A representatividade na entidade é de 90% das empresas que geram e fornecem eletricidade para os Estados Unidos, estando seus principais escritórios e laboratórios localizados em Palo Alto (Califórnia), Charlotte (Carolina do Norte), Knoxville, (Tennessee) e Lenox (Massachusetts).

A metodologia foi desenvolvida com objetivo de orientar a apresentação e análise dos projetos de REIs para viabilização de recursos nos EUA. Como é possível observar no contexto do próprio trabalho realizado pelo EPRI, as estimativas são incertas e estão abertas a debates, sendo o relatório o ponto de partida para estabelecer os investimentos necessários. Nele, são identificados os benefícios oriundos dos projetos de REIs considerando os possíveis valores que serão reduzidos para as empresas de energia, consumidores e para a sociedade de forma geral, podendo ser citados como exemplo a redução de:

- Custo da energia elétrica;
- Perdas em redes de transmissão e distribuição;
- Custos de manutenção e operação;
- Custos de interrupção de fornecimento;
- Impactos decorrentes da emissão de CO2.

Os benefícios identificados devem ser objeto dos resultados finais dos projetos não sendo indicado quantificá-los e considerá-los como parciais ou de desempenho. No caso do consumidor, é importante mencionar que a redução final do custo de energia

em sua fatura é um benefício direto.

Portanto, para a proposição, aprovação e investimento em um projeto de REIs é fundamental que sejam elencados os benefícios, beneficiários e as estimativas de valores.

São apresentadas na Tabela 9 os benefícios esperados e as categorias em que se enquadram:

Tabela 9 - Categoria e Benefícios das REIs

Fonte: Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid (Electric Power Research Institute - EPRI)

Categoria	Subcategoria	Benefício
Econômico	Melhoria na utilização dos ativos	• Redução de custos com serviços ancilares • Eficiência Energética • Redução de carga do sistema
	Redução O&M	• Eficiência nas redes de distribuição e transmissão • Redução de custos de operação da distribuição • Redução do custo de manutenção dos equipamentos de distribuição
	Redução no custo de capital da transmissão e distribuição	• Postergação de investimentos para aumento de capacidade da transmissão e distribuição • Redução de falhas nos equipamentos
	Redução de custos de eletricidade	• Com reparação de redes • Com o atendimento aos clientes

	Qualidade de energia	• Redução de interrupções momentâneas • Redução de Swell e Sag[19]
Ambiental	Redução da emissão de gases	• Redução de emissão de CO2 (dióxido de carbono) • Redução de emissão de SOx (dióxido de enxofre), NOx (dióxido de nitrogênio) • Geração distribuída a partir de fontes renováveis.
Segurança	Segurança energética	• Redução de falta de energia de larga escala *(blackouts)*
Sistema	Redução das interrupções	• Quantidade de falhas no fornecimento de energia • Duração de falhas no fornecimento de energia • Redução de distorção harmônica

13.7 Custo/Benefício - Setor Elétrico Brasileiro

No Brasil, a análise do custo/beneficio para implantação das REIs deve ser planejada a partir da substituição dos atuais medidores instalados por medidores inteligentes, automação das redes de distribuição, campanhas de esclarecimento aos consumidores e sociedade em geral.

Para os medidores inteligentes devem ser considerados o custo do equipamento, bem como o custo para realizar a instalação/substituição.

Considerando os requisitos técnicos dos medidores definidos pela Resolução Normativa nº 502, de 7 de agosto de 2012, conforme já citado no capítulo 6, cabe

[19] Sweel e Sag: Elevação de tensão e Sag: Queda de tensão temporária.

realizar estimativa de custo de implantação dos medidores nas unidades consumidoras do grupo B.

Por tratar-se de regulamentação recente e não possuir uma base histórica de custo de medidor, será utilizado modelo contemplando as funcionalidades mínimas previstas para atender a nova regulamentação, ou seja, medição de energia ativa em quatro postos tarifários, DRP e DRC, medição em quatro quadrantes, demanda ativa e reativa, FP e alarme de eventos.

Observando o custo do medidor citado no capítulo 7, que é de US$ 230,00 com equipamento instalado, ou seja, R$ 510,00 (cotação do dólar R$ 2,22 – julho/2014), parece ser razoável a utilização deste valor em função da consideração de custo médio entre medidor monofásico e trifásico que é de, aproximadamente, R$ 320,00 (monofásico) e R$ 530,00 (trifásico), custos que são referência da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - Abinee.

Como base de comparação, no Reino Unido, o medidor inteligente possui custo, em média, de £ 148, o que equivale a R$ 445,00 (cotação libra esterlina a R$ 3,00), conforme informação obtida no Department of Energy and Climate Change - DECC.

Conforme critérios utilizados pela Aneel, 12% do custo do medidor eletromecânico é destinado à custos de operação e 45% para os demais componentes menores. Com isso, ao utilizar o custo médio de R$ 425,00 para um medidor (média do custo do medidor monofásico e trifásico) e considerando o custo médio do medidor eletromecânico em R$ 50, apura-se R$ 6 para mão de obra e R$ 22,50 para os demais componentes, perfaz um total de R$ 28,50 a ser adicionado ao custo médio do medidor, totalizando R$ 453,50.

O custo de R$ 453,50 está aderente aos valores praticados nos Estados Unidos e Reino Unido, sendo, portanto, coerente com o cálculo em questão. Neste cálculo não

foi considerado o percentual de 60% das unidades consumidoras atendidas em sistemas monofásicos, 20% bifásicos e 10% trifásicos.

É importante observar que existem custos diferentes se for considerado um medidor dotados de requisitos técnicos adicionais, embora o proposto seja aderente ao previsto pela Resolução Normativa nº 502.

Ao considerar a substituição de 60 milhões de equipamentos a um custo médio de R$ 453,50, devem ser investidos, aproximadamente, R$ 27,2 bilhões na substituição e instalação de novos medidores. Cabe ressaltar que o referido custo deve ser considerado caso a decisão seja pela substituição de todos os medidores atualmente instalados.

O custo apresentado é apenas para o medidor de energia elétrica, não estando prevista eventual medição de gás, a exemplo do que ocorre no Reino Unido no qual a medição de energia elétrica e gás estão integradas como também não estão sendo considerados os custos dos sistemas de comunicação associados.

A instalação dos medidores inteligentes poderá trazer benefícios decorrentes da implantação da tarifa branca, cujo novo regulamento prevê a aplicação de tarifas diferenciadas por horário de consumo, oferecendo tarifas mais atrativas nos períodos em que o sistema elétrico é menos utilizado pelos consumidores.

No entanto, apenas a instalação de medidores inteligentes não é suficiente para atingir a abrangência de REIs. Para que o projeto seja completo é preciso considerar o custo para automação das redes de distribuição de energia elétrica, incluindo os sistemas de comunicação, a integração entre os sistemas já existentes nas empresas de distribuição e o tratamento dos dados; estes precisarão de um maior investimento para ampliar a capacidade de seu armazenamento em bancos de dados.

Portanto, as empresas devem investir para ampliar seus centros de operação e

controle de dados e informações, embora a infraestutura atual deva ser preservada. Os custos de automação já estão previstos nas tarifas de distribuição atualmente praticadas pelas empresas.

Ao comparar informações sobre o custo de automação com o custo de aquisição e instalação de medidores conclui-se que 50% do valor investido serão em medição, ou seja, deverão ser adicionados, aproximadamente, R$ 14 bilhões para investimentos em automação de redes, implantação de sistemas de comunicação, equipamentos e tratamento de dados.

Os benefícios de investir será elevar o patamar tecnológico do setor elétrico brasileiro, proporcionar redução do custo de energia elétrica para os consumidores com a implantação de tarifas diferenciadas, redução de perdas elétricas e o incremento aos projetos de geração distribuída.

14. POSSÍVEIS INSUCESSOS

Em pesquisa realizada pela empresa IBM com os consumidores brasileiros em 2011, aproximadamente 67% das pessoas não ouviram qualquer comentário a respeito do que seria REIs. Do total dos entrevistados, 80% gostariam de obter informações sobre o seu consumo de energia elétrica e também ter controle de seu consumo e redução de custos com energia elétrica.

Tal fato merece atenção, pois, como já mencionado, o consumidor é peça fundamental para o sucesso na implantação de REIs e deve receber informações prévias sobre o assunto. O consumidor necessita ser envolvido em todas as etapas e sem dúvida a ausência de sua participação efetiva é um fator que pode dificultar a implantação das REIs. Não bastará investimentos em tecnologia, equipamentos, sistemas e medidores inteligentes se não houver adesão do consumidor.

Caso não haja adesão, a mudança de hábitos de consumo e participação em projetos para redução de demanda pode ficar prejudicada. Além disso, o consumidor deve estar familiarizado às terminologias utilizadas pelas concessionárias, bem como aos termos técnicos e específicos do setor elétrico.

Neste sentido, deve ser observado que, atualmente, a sociedade já possui um perfil diferente, com maior grau de organização e esclarecimento em relação aos seus direitos, e possui órgãos específicos de defesa e proteção do consumidor.

Outra preocupação é que, mediante o conforto, as questões financeiras nem sempre são priorizadas. Assim, na hora da tomada de decisões, se a economia na energia elétrica contrapor o bem estar, pode ser que o apelo financeiro não seja suficiente para conquistar o apoio dos consumidores.

Outro aspecto importante é considerar a disposição da sociedade brasileira em dispender recursos financeiros para aquisição de energia de fonte alternativa, e pagar um valor superior pela energia elétrica a exemplo do que ocorre na Alemanha.

Além disso, o patamar sociocultural de cada país deve ser levado em consideração no momento de estabelecer as políticas e regulamentos sobre as REIs, pois o que parece natural em alguns países pode não ser realidade em outra sociedade.

A garantia de sucesso pode estar associada também à correta escolha da tecnologia a ser utilizada, pois deve ser possível integrá-la a vários sistemas utilizados pelas empresas de energia, para que não seja necessário realizar investimentos em adaptações para permitir o funcionamento integrado.

Considerando as várias interfaces que as REIs irão permear é importante avaliar se as tecnologias serão aderentes aos sistemas, equipamentos, normas, protocolos e questões de segurança relacionadas ao acesso e disponibilização de dados e informações.

Para evitar possíveis fracassos nos projetos de REIs no Brasil é fundamental envolver toda a sociedade e entidades representativas informando sobre os benefícios desta nova tecnologia. É primordial também realizar pesquisas junto aos consumidores para descobrir o que realmente a sociedade espera como resultados e se estes são factíveis.

Os regulamentos devem ser elaborados com a efetiva participação dos envolvidos, sendo que o órgão regulador deve instaurar audiências e consultas públicas para receber contribuições que auxiliem no estabelecimento de regras, a exemplo da ação realizada definição do padrão de medidores eletrônicos no âmbito da AP nº 043/2010.

Os órgãos de metrologia, normatização e padronização devem priorizar o trabalho conjunto para realizar a certificação de novas tecnologias de sistemas de medição de

energia elétrica. Portanto, é fundamental a integração dos trabalhos da ABNT e Inmetro. No mesmo sentido, a integração entre os reguladores deve ser exercida com trabalhos coordenados pelo governo e que deles sejam participantes a Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel, Agência Nacional de Telecomunicações - Anatel, Agência Nacional de Águas - ANA e Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. É desejável a criação de uma regulamentação compartilhada de infraestrutura e ativos comuns com vistas a preparar o país para o novo cenário tecnológico que se aproxima.

Deve ser implantada também a nova estrutura tarifária que permite ao consumidor optar por diferentes tarifas, com previsão ocorrência de projetos piloto em diversas regiões do país, visando auferir ganhos com a redução final das faturas de energia elétrica.

A participação efetiva e integrada de governo, sociedade, empresas de energia, fabricantes, fornecedores de serviços e soluções é imprescindível para evitar eventuais fracassos nos projetos de REIs. Sendo assim, a coordenação deve ser centralizada e integrada, para inserir o novo conceito nas políticas governamentais.

Outra iniciativa é prover fontes de recursos mediante financiamento a taxas atrativas ou, até mesmo, via fundo perdido, que não precisa ser reembolsado pelo tomador. Não é indicada a criação de novos recursos ou fundos setoriais para não onerar ainda mais a sociedade com taxas e encargos.

Outro fator que pode dificultar o sucesso do programa de REIs no Brasil é a fragilidade da regulação do tema, pois deve ser realizada uma análise profunda da legislação vigente e a elaboração de regulamento específico para as REIs, compreendendo prazos, responsabilidades, objetivos, formas de aferir ganhos, interoperabilidade e também regras de comercialização da energia gerada por pequenos consumidores.

Outra percepção é de que ainda não existem valores para balizar os investimentos em grande escala, pois os custos de implantação podem inviabilizar os projetos frente aos benefícios a serem atingidos. Portanto, a sugestão é que projetos piloto em andamento seja referência.

É importante descobrir a motivação para a implantação das REIs e que não seja apenas uma cópia de projetos implantados em outros países com algumas adaptações. Deve-se, portanto, definir quais as questões que devem ser resolvidas ao utilizar a tecnologia disponível. Ao realizar esta análise, pode-se descobrir que a necessidade do setor elétrico brasileiro pode ir ao encontro da redução de perdas, implantação de medição inteligente, elevação do patamar tecnológico das redes, implantar tarifas diferenciadas e incrementar a geração distribuída.

Outro fator crítico pode estar associado ao ponto inicial da implantação das REIS, cujo planejamento deve ser bem realizado para atingir os objetivos previstos. No entanto, devem ser considerados os custos de implantação, classificação de benefícios a serem alcançados, fontes de recursos e a regulamentação sobre o assunto, o que pode redirecionar as ações e modificar o escopo do projeto.

Portanto, a adoção de pesquisa de interesse deve ser realizada para obter dados concretos do que é esperado do consumidor. É ideal também que o governo não realize imposições que dificultem a adesão de forma espontânea à nova tecnologia, o que levaria à perda da oportunidade de elevar o nível da qualidade de serviços prestados pelas empresas do setor elétrico nacional, inclusive com vistas à modicidade[20] tarifária.

A emissão da Medida Provisória nº 577, de 29 de agosto de 2012, publicada no Diário Oficial em 30 de agosto de 2012, que dispõe sobre a extinção das concessões de serviço público de energia elétrica, prestação temporária do serviço e sobre a

[20] Modicidade: é a qualidade de ser módico, vocábulo advindo do latim "modicu", que pode significar pouco, cujo valor é baixo, proporcionado, moderado, que está na medida certa.

intervenção para adequação do serviço público de energia elétrica, caracteriza-se como novo cenário para as concessionárias de distribuição de energia elétrica, uma vez que determinadas áreas de concessão em que a atual empresa concessionária apresenta dificuldades financeiras deve, provavelmente, ocasionar atraso significativo para a implantação das REIs.

Com a possibilidade direta de intervenção do órgão regulador e de nova licitação de concessão, o futuro concessionário deverá investir de forma a recuperar o nível de atendimento aos consumidores com relação à qualidade de energia e redução de interrupções.

A mudança de controle acionário pressupõe a possibilidade inicial de flexibilização no atendimento aos índices de qualidade do fornecimento de energia elétrica pelos novos controladores, sendo que deverá ser autorizado previamente pelo regulador.

Com o cenário apresentado, poderão ocorrer significativas discrepâncias no setor elétrico brasileiro com relação aos investimentos em REI's, o que acarretará níveis de implantação desta tecnologia completamente diferenciados em várias regiões do país.

15. DESAFIOS FUTUROS

Alguns desafios já estão presentes no setor elétrico brasileiro, como, por exemplo, atingir maior nível de automação das redes, garantir o suprimento de energia elétrica para a sociedade, qualidade do fornecimento, novos investimentos, atualização regulatória, atratividade ao investidor e satisfação do consumidor final de energia.

As REIs apresentam-se como instrumento para auxiliar no enfrentamento destes desafios. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento devem ser realizados em novos produtos e serviços, sendo importante inserir o desenvolvimento de projetos de P&D neste contexto.

A indústria brasileira deve estar capacitada para atender esta necessidade, cuja expansão deve atender a demanda por medidores eletrônicos, sistemas e equipamentos de telecomunicações de aplicação nas redes de distribuição, painéis, sensores e instrumentos para calibração e inspeção final.

Investimentos em capacitação profissional devem estar aderentes aos montantes de investimento totais necessários para a realização de treinamentos, viagens, participação em seminários e em intercâmbios técnicos. É necessário que seja realizado investimento significativo neste primeiro momento, a exemplo do que ocorreu nos Estados Unidos com formação de profissionais especializados para atuar em diversos segmentos das REIs. Em alguns projetos já implantados, do montante total, foram destinados em média 2% para esta finalidade.

É relevante também definir as estratégias de implantação das REIs e avaliar o escopo das implantações de automação de redes, para avaliar o que irá requerer novos investimentos, além de definir o respectivo cronograma de implementação.

Com relação aos aspectos de medição é imprescindível realizar o controle dos dados de medição sem prejuízo ao atendimento dos padrões técnicos exigidos e a precisão dos dados, superando alguns desafios, tais como:

- Estabelecimento de políticas públicas para implantação dos medidores;
- Diversidade de infraestrutura tecnológica disponível;
- Plataformas diferentes para coleta e tratamento de dados de medição existentes nas concessionárias;
- Integração com sistemas existentes;
- Padronização de equipamentos;
- Existência de multiprotocolos.

Em contrapartida aos desafios, está ocorrendo notável desenvolvimento tecnológico dos equipamentos e sistemas de medição, sendo que os fabricantes vislumbram a oportunidade de venda de seus equipamentos para atender esta nova demanda do mercado brasileiro.

O desafio é adaptar, em alguns casos, equipamentos utilizados em outros países às especificações técnicas brasileiras, sendo preciso realizar um trabalho adicional para adequar os equipamentos aos padrões e normas brasileiras. A participação dos fabricantes de equipamentos, inclusive da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - Abinee é imprescindível na abordagem das REIs, uma vez que a tecnologia de medição a ser empregada pode ser fator de sucesso ou de fracasso para os projetos. Existe interesse por parte da indústria de medidores em fabricar os equipamentos no Brasil, sendo, portanto, factível a produção interna, já que a quantidade a ser instalada ou substituída é expressiva.

O aspecto dos recursos financeiros é desafiador, pois, conforme análise realizada, as fontes de recursos que podem, com base na legislação vigente, financiar a implementação das REIs podem ser provenientes do Programa de Pesquisa e

Desenvolvimento e Eficiência Energética - P&D (projeto piloto), da Reserva Global de Reversão - RGR como também o Plano Inova Empresa lançado em março de 2013.

Por isso, avaliar os resultados dos projetos piloto é uma estratégia interessante para fornecer dados reais e precisos para a estimativa de custos e benefícios de uma política de REIs. O desafio consiste em estimular a produção em escala dos equipamentos, de maneira que os benefícios para a atividade econômica sejam atrativos e não ocorra imposição de valores adicionais e desnecessários aos custos finais dos equipamentos.

Transpor barreiras para a implantação das interfaces e ferramentas avançadas de controle e sensoriamento para as operações de rede são medidas significativas, pois é preciso que haja integração da comunicação, sensoriamento e medição inteligente, inclusive com os sistemas de informação geográfica aos demais sistemas de gerenciamento utilizados pelas concessionárias.

Outros desafios de ordem econômica são a redução dos custos com aquisição de energia, melhor gerenciamento e prolongamento da vida útil dos ativos, postergação de investimentos para expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, melhoria dos custos de operação e manutenção e redução de perdas técnicas e comerciais.

Para atingir as reduções esperadas será necessário estipular índices de avaliação, tais como: percentual de energia atendido por geração distribuída, perdas por segmento (transmissão e distribuição), consumo atendido por geração por meio de fontes renováveis, levantamento de perfil de carga, avaliação dos itens que impactam a demanda (área geográfica, poder aquisitivo, clima, hábitos de consumo), custos de geração, de operação e manutenção, incidência de falhas em equipamentos e sistemas, verificação dos índices de qualidade e continuidade de fornecimento de energia elétrica, quantidade de processos e montantes envolvidos nos pedidos de indenização formulados pelos consumidores. Os dados devem necessariamente ser de conhecimento do órgão regulador.

Os sistemas de telecomunicações compõem outro aspecto desafiador devido à necessidade de tráfego e processamento em tempo real de todas as informações oriundas das REIs. É necessário que as empresas ofereçam um sistema funcional de comunicação e tratamento das informações, sendo que em virtude da extensão territorial brasileira e a diversidade de recursos de comunicação disponíveis, é urgente a análise desta questão para que sejam criadas soluções de telecomunicação para os diversos pontos do país. A participação da Anatel seria imprescindível para o processo.

A segurança da informação será um desafio para a implantação das REIs, embora já existam padrões que possam ser empregados para garantir que os dados sejam disponibilizados e tratados de maneira rápida e eficaz. A definição de novos padrões de comunicação deverá considerar a interoperabilidade e protocolos abertos para que as concessionárias possam integrar diferentes fornecedores de soluções, equipamentos e tecnologias.

Outra preocupação é com o atual padrão de medição das concessionárias, pois, normalmente, os medidores estão enclausurados em caixas metálicas ou instalados em centros de medição, como é o caso de edifícios comerciais ou residenciais. Este tipo de instalação diverge do que ocorre em outros países, onde os medidores estão direcionados para a via pública, facilitando a leitura remota, por exemplo, com utilização de rádio. É possível que haja problemas para acessar os equipamentos, sendo importante a realização de testes com os medidores inteligentes em caráter piloto para verificar se esta situação será impeditiva para obtenção dos dados de medição e para envio e recebimento de comandos entre a unidade consumidora e o centro de controle da concessionária.

A implementação das REIs traz consigo novas dimensões para os processos operacionais, de relacionamento e de comercialização de energia elétrica. Por isso são necessárias análises jurídicas para os possíveis impactos, oferecendo a possibilidade de redefinição de papéis dos envolvidos, inclusive sobre a questão de estabelecimento

de novos contratos de fornecimento de energia elétrica. Devem ser estabelecidas em regulamentação específica, as responsabilidades e eventuais penalidades pelo não cumprimento de atribuições previstas.

Para a implantação das REIs, as políticas públicas serão decisivas para nortear os projetos, visando garantir os efetivos ganhos desta nova tecnologia para o setor elétrico brasileiro.

Um desafio a ser superado no setor elétrico brasileiro será o de recuperar empresas de distribuição de energia elétrica que estão em processos de intervenção do órgão regulador ou em condição financeira inadequada com riscos à prestação de serviço aos consumidores, de forma que possam atender o previsto nos contratos de concessão.

Nas áreas de concessão destas empresas, os investimentos em REIs serão, provavelmente, postergados, ocorrendo atraso significativo na implantação de forma abrangente.

Este aspecto deve ser considerado pelo órgão regulador nos planos de recuperação das empresas e deve ser evitada a ocorrência de discrepâncias significativas no futuro referente à implantação de tecnologias de controle e automação nas redes de distribuição considerando diferentes empresas que prestam o serviço de distribuição de energia elétrica no país.

Com o cenário apresentado, cabe às instituições do setor elétrico, principalmente ao Ministério de Minas e Energia - MME e a Aneel, o protagonismo para coordenar as ações de forma a envolver toda a sociedade para usufruir dos benefícios das REIs, garantindo a evolução tecnológica e promovendo o equilíbrio financeiro das empresas para permitir os investimentos necessários no setor.

16. PROPOSIÇÕES

O governo brasileiro deve criar uma agenda comum para integrar os diferentes órgãos ligados à área de infraestrutura. Para tal, é conveniente que a coordenação seja do Ministério de Minas e Energia - MME, mas com participação efetiva dos Ministérios das Comunicações e da Ciência, Tecnologia e Inovação.

A implantação das REIs está diretamente associada à tecnologia, embora também esteja relacionada às políticas públicas e industriais do país, com impacto direto no setor elétrico e na sociedade. O desafio é de como realizar a implantação de forma a unificar todos os segmentos, sendo: governamental, industrial, telecomunicações, serviços, tecnologia, universidades, consultorias especializadas, concessionárias, órgãos de defesa do consumidor, de metrologia e normatização. O caminho desejável é a centralização dos estudos e regulamentos.

A iniciativa governamental para o estabelecimento do programa nacional de REIs está em curso e foi iniciada com a criação pelo MME de grupo de trabalho multidisciplinar, que contou com a participação de instituições do setor elétrico. Mediante instauração de audiências e consultas públicas, a Aneel já envidou esforços na direção do programa. Exemplo foi a Audiência Pública nº 043/10 que tratou sobre os requisitos mínimos para os medidores eletrônicos e a Consulta Pública nº 015/10 que abordou sobre redução de barreiras para instalação de GD de pequeno porte.

Como exemplo pode ser citado a situação em que a definição da especificação de medidor não pode confrontar com alguma decisão tecnológica de outro órgão como, por exemplo, sobre telecomunicações e protocolos, uma vez que posteriormente à substituição dos medidores instalados se torna inconcebível imaginar que futuramente os medidores inteligentes não sejam compatíveis com a estrutura de REI's estabelecida ocorrendo duplicidade de investimento, pois ocorreria a necessidade de substituição dos medidores. Portanto a atual especificação dos sistemas de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do Grupo B, definida na Resolução

Normativa nº 502, de 07 de agosto de 2012, deve ser direcionada no sentido atender plenamente os requisitos de medição necessários para o estabelecimento das REIs.

O estabelecimento da especificação dos requisitos mínimos para os medidores deve acompanhar os estudos para definição de estrutura tarifária, protocolos de comunicação, acesso de dados aos consumidores, segurança da informação e aspectos jurídicos e de defesa do consumidor.

Acompanhando a tendência do que ocorreu em outros países, onde as REI's são consideradas estratégicas, no Brasil, este assunto deve ser tratado da mesma forma, visando obter ganhos a partir da utilização desta tecnologia.

Devido à grande diversidade de tipos de equipamentos, padrões e sistemas de comunicação de dados utilizados no âmbito das concessionárias, seria conveniente estabelecer, inicialmente, um padrão técnico mínimo para as empresas antes que se iniciem implantações de seus projetos. O padrão dos índices de qualidade de fornecimento de energia deve ser reavaliado para permitir a implantação de projetos em caráter experimental.

A definição de um patamar único é interessante para comparar ganhos dos projetos em várias regiões do país, sendo possível apurar índices nacionais não distorcidos e utilizá-los para novas definições e futuras expansões.

Como sugestão, os projetos que estão em andamento na cidade de Aparecida, Búzios, Sete Lagoas, Parintins, Curitiba (região metropolitana), Barueri, Domingos Martins e Marechal Floriano respectivamente nas áreas de concessão das empresas EDP Bandeirante, Ampla, Cemig, Eletrobrás, Copel, AES Eletropaulo e EDP Escelsa, poderiam ser analisados e os dados centralizados pelo MME ou Aneel para aferir ganhos, estipular comparações e aprimorar regulamentos sobre as REIs.

Estudo realizado considerando um projeto estratégico de P&D sobre REIs é referência no setor elétrico que foi iniciado em janeiro de 2011 e contou com a participação de respeitadas instituições tais como: Abradee, Aneel, Cemig, USP, Lactec, CPqD, Aptel, FGV e diversas empresas do setor elétrico, realizado análises interessantes considerando impactos regulatórios, tarifas, análise de custo e benefícios da implantação e considera como fundamental o estabelecimento de políticas públicas para as REIs, questão da depreciação dos ativos, a financiabilidade dos projetos e alerta sobre a necessidade das empresas de distribuição de energia devem se preparar para novo cenário considerando os aspectos de organização de seus processos, capacitação de profissionais e captação de recursos.

A comunicação de dados é fundamental para as REIS, a exemplo do que ocorreu com o processo de implantação dos Sistemas de Medição para Faturamento - SMF no âmbito do Sistema Interligado Nacional - SIN. Para atender os requisitos de medição e comunicação de dados dos pontos de medição localizados em determinadas regiões do país, as empresas responsáveis pelas implantações envidaram esforços para solucionar o problema de disponibilidade de tecnologia, para possibilitar a comunicação de dados. Diversas instalações estavam localizadas em regiões desprovidas de sistemas de comunicação, sendo que o sucesso foi atingido com o efetivo envolvimento das empresas de telecomunicações que entenderam ser uma nova oportunidade de fornecimento de equipamentos e serviços.

O trabalho de convencimento da sociedade é fundamental para criar um ambiente propício para aceitação e investimento em REIs, uma vez que a sociedade ciente dos benefícios poderá ser fator indutor para viabilizar a implantação. Com isso, há possibilidade de eventuais repasses de verba para ressarcir a empresa de energia pela aquisição dos medidores inteligentes. Estes valores poderão ser cobrados em forma parcelada na fatura mensal de energia, a exemplo do que foi determinado pela Public Utility Commission of Texas - PUC, órgão regulador do estado do Texas, EUA.

A inclusão da utilização de veículo elétrico ou híbrido no Brasil nos âmbito dos projetos de REIs é possível e deve ser avaliada em substituição aos combustíveis fósseis, embora não seja um dos principais motivadores como acontece em outros países, como Japão. No Brasil, o combustível alternativo é o etanol.

As possíveis fontes de financiamento foram exploradas e existem opções, embora a expectativa seja de que não sejam criadas novas taxas ou encargos para evitar onerar ainda mais o consumidor final de energia elétrica.

No capítulo 5, a Figura 6 apresenta a proposta da estrutura para implantação de um programa de REIs no Brasil, cuja sustentação principal são as políticas públicas, seguida pelo regulamento e fontes de recursos, adequação da infraestrutura. Após esta etapa será possível apurar os benefícios decorrentes desta nova tecnologia, promovendo alteração significativa nas relações entre consumidores e concessionárias que irá colaborar também para o surgimento de novos produtos e serviços.

A geração de empregos é um ponto fundamental nos programas de REIs estabelecidos nos Estados Unidos e, considerando que as taxas de emprego no Brasil crescem em patamar aceitável, as REIs podem colaborar para imprimir novo ritmo de crescimento, inclusive com possibilidade de incrementar o patamar de especialização de profissionais para atuar neste novo segmento, com espaço, principalmente, às áreas de engenharia, telecomunicações, jurídica, comercial e de serviços.

Neste contexto, criar disciplinas em cursos de graduação ou pós-graduação em universidades que abordem temas relacionados às REIs é muito importante, a exemplo do que já ocorre na Universidade de São Paulo - USP. A sugestão é capacitar profissionais para enfrentar os novos desafios tecnológicos que se apresentam.

No momento, é interessante incrementar o processo de análise, definição, conceituação, normatização e desenvolvimento de novos equipamentos e sistemas para massificar as REIs em sistemas de potência. É necessário também atuar no

desenvolvimento de ferramentas computacionais, baseadas nas técnicas de processamento de sinais e inteligência computacional, pois, com a implantação das REIs, será necessário processar em tempo real uma quantidade considerável de dados e informações e garantir sua inviolabilidade.

Outro aspecto é a eventual possibilidade de criação de multi-utilities[21] que podem desempenhar a função de provedora de energia, comunicação e serviços, cujo ganho seria decorrente da integração do negócio em uma mesma empresa prestadora de serviço. Para que esta situação ocorra é necessário alterar a legislação atual para promover concessões desta natureza.

O que se propõe com a adoção das REIs é que toda a sociedade possa usufruir de maneira útil desta nova tecnologia pois se trata de uma revolução histórica no contexto do setor elétrico, possibilitando aferir ganhos para as empresas e consumidores, como também para o meio ambiente, buscando atender à crescente demanda por energia, prioritariamente, a partir de fontes alternativas.

As REIs estabelecerão nova era no setor elétrico brasileiro, sendo necessário que todos os envolvidos estejam devidamente preparados para atuar de forma a atingir os objetivos em cada segmento

16.1 Aplicações

Para permitir direcionar os investimentos é importante destacar a área, os equipamentos e sistemas que devem ser previstos para usufruir dos benefícios que a implantação das REIs proporciona, como por exemplo: geração distribuída, automação da distribuição, sistemas de medição inteligente, telecomunicações, tecnologias de informação, mobilidade elétrica e novos produtos e serviços aos consumidores.

[21] Multi-utilities são empresas que oferecem uma ampla gama de serviços e / ou produtos. No mercado de negócios, este tipo de prestação de serviços, em geral, relaciona-se à energia, serviços ambientais, questões de resíduos, infraestrutura e / ou serviços de telecomunicações.

Neste contexto é primordial estabelecer as aplicações por área, considerando equipamentos associados e respectivos sistemas. Na Tabela 10 são apresentadas as aplicações.

Tabela 10 - Aplicações - Área, Equipamentos e Sistemas
Fonte: Proposta do autor

Área de aplicação	Equipamentos	Sistemas
✓ Controle e monitoramento	✓ Equipamentos sensores	✓ Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) ✓ Sistemas de monitoramento de redes
✓ Telecomunicação	✓ Servidores, gateway, routers, switches	✓ Sistema de informação aos consumidores ✓ Sistema de planejamento de recursos de informática das empresas
✓ Geração distribuída	✓ Equipamentos de armazenamento de energia ✓ Equipamentos de conexão e controle	✓ Sistema de gerenciamento de energia ✓ Sistema de gerenciamento de distribuição de energia elétrica ✓ Sistema de informação geográfica

✓ Redes de distribuição	✓ Sensores de transformadores ✓ Capacitores ✓ Chaves (Controladas pelos centros de operação) ✓ Sensores de cabos ✓ Sensores de falta	✓ Sistema de gerenciamento da distribuição de energia elétrica ✓ Sistema de informação geográfica ✓ Sistema de Operação e Despacho
✓ Medição	✓ Medidores inteligentes ✓ Servidores de coleta de dados ✓ In Home display	✓ Sistema de gerenciamento de dados de medição ✓ Sistema de coleta e tratamento de dados de medição
✓ Mobilidade Elétrica	✓ Pontos de recarga ✓ Baterias ✓ Veículos elétricos	✓ Sistema de controle de carga ✓ Sistema de faturamento
✓ Consumidores	✓ In Home display ✓ Equipamentos de controle de eletrodomésticos ✓ Equipamentos de automação (prédios inteligentes)	✓ Sistema de gerenciamento de energia ✓ Sistema para aplicação em smartphones e tablets ✓ Sistema para computadores pessoais

Cabe às empresas de distribuição de energia elétrica especificar seus sistemas de forma a integrar aos que estão, atualmente, em funcionamento, inclusive prevendo expansão de aplicações futuras, reduzindo de forma considerável possíveis incompatibilidades e investimentos em duplicidade para eventuais adaptações ou novos desenvolvimentos.

É importante que as empresas considerem no escopo de suas soluções todas as interfaces que as REIs podem permear.

O processo de estabelecimento de parcerias das empresas de energia com fornecedores de equipamentos e sistemas deve ser cauteloso, considerando que, na maioria dos casos, não são empresas de capital nacional, o que exigirá importação de quantidade expressiva de equipamentos e sistemas, contando como países competitivos no mercado, como Estados Unidos, China, França, Japão e países do Reino Unido, fato que poderia afetar a balança comercial brasileira.

Outro aspecto importante é o conhecimento dos protocolos de comunicação que devem ser abertos, permitindo deter os conhecimentos para futuras adaptações.

A disponibilidade e conhecimento de tecnologia, o custo de produção e os impostos associados no Brasil podem ser entraves para o desenvolvimento de equipamentos e sistemas no país. Alguns países estão adiantados neste ponto, com especial atenção para a China, onde já são fabricados medidores inteligentes com baixo custo para aplicação no mercado brasileiro. O país domina, inclusive, tecnologias de semicondutores.

Deve ser dada especial atenção aos fornecedores de equipamentos, soluções e sistemas para que as parcerias perdurem, permitindo evoluções e desenvolvimentos futuros.

16.2 Cenário - Medição Inteligente

Considerando a estrutura para implantação de um programa de REIs no setor elétrico brasileiro, conforme apresentado no capítulo 5, é possível estabelecer cenário de curto, médio e longo prazo e as principais ações necessárias no horizonte de tempo até o ano de 2030.

Neste contexto, é importante citar a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI, entidade criada pelo governo federal em 2004, que tem como objetivo promover a execução da política industrial, em consonância com as políticas de ciência, tecnologia, inovação e de comércio exterior. A Agência está ligada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC e atua como elo entre o setor público e privado, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do Brasil por meio de ações que ampliam a competitividade da indústria.

A referida agência elaborou diagnóstico em que é apresentado um cenário de instalação de cinco milhões de medidores inteligentes por ano, com seus equipamentos e sistemas associados para permitir comunicação, obtenção e tratamento de dados.

Outro aspecto importante é a previsão de expansão das unidades consumidoras, atingindo o patamar de aproximadamente 82,5 milhões de unidades a serem dotadas de medição inteligente até o ano de 2030. Cabe lembrar que a análise custo de instalação de medidores inteligentes realizadas no capítulo 13 considerou apenas a substituição dos equipamentos instalados, não sendo incluída a quantidade necessária considerando expansão das unidades consumidoras.

A Figura 31 ilustra a expectativa de instalação de medidores até o ano de 2030 considerando as regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

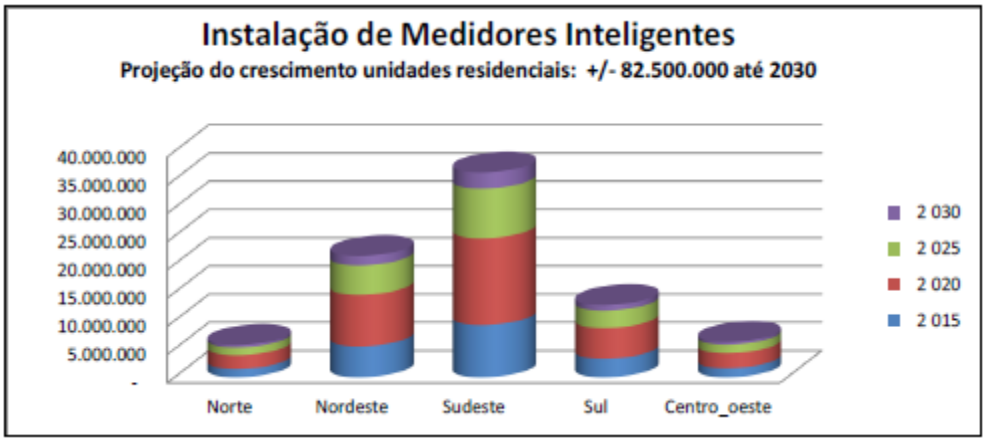

Figura 31 - Instalação de Medidores Inteligentes até 2030
Fonte: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI (Diagnóstico de Redes Elétricas Inteligentes)

Para tornar possível a instalação dos medidores inteligentes até o ano de 2030, devem ser investidos, aproximadamente, 38,5 bilhões de reais, considerando o custo do medidor em R$ 453,50, conforme mencionado no capítulo 13. Neste valor é considerada a substituição dos atuais medidores eletromecânicos instalados e a instalação em novas unidades consumidoras.

Para a medição inteligente este cenário é factível até o ano de 2030, sendo possível ocorrer redução de custo dos medidores em longo prazo, considerando a grande quantidade de equipamentos a serem comercializados pelos fabricantes.

16.3 Cenário - Consumidores

Para os consumidores, a implantação das REIs permitirá a utilização dos recursos energéticos distribuídos, controle de forma automática de suas cargas, obter tarifas diferenciadas e ter acesso à mobilidade elétrica com custos atrativos, motivada pela redução de custos de aquisição de veículos elétricos.

Até o ano de 2030, é previsto que todos os consumidores já possam contar com a medição inteligente, com possibilidade de terem em suas residências equipamentos In

Home Display, colaborando, assim, para o maior controle da utilização de energia elétrica de forma racional e gerando ganhos com a redução de custo de energia. Em um cenário mais otimista, poderá ter oportunidade de comprar energia em um mercado totalmente livre.

Poderá também adquirir eletrodomésticos mais eficientes e inteligentes que colaborarão para a melhor utilização de energia elétrica, inclusive com opção de utilização destes equipamentos em horários diferentes, cujo valor da energia seja atrativo, sem abdicar de seu conforto.

É possível também que ocorra incremento de forma considerável de novos empreendimentos de GD, com possibilidade de atender o consumo próprio e vender o excedente para a distribuidora local. Dependendo do porte do empreendimento, pode ser possível comercializar energia diretamente no mercado, a exemplo do que está ocorrendo no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV. Este processo tem ocorrido por meio do Fundo Sócio Ambiental da Caixa Econômica Federal - FSA CAIXA, cujo projeto piloto foi implantado em 2013 e foi motivado pela geração de renda e energia, para moradores que possuem renda de até três salários mínimos, e acontece por meio de propriedade comunitária dos ativos de geração de energia, de forma microdistribuída fotovoltaica.

São dois condomínios, totalizando 1.000 unidades habitacionais localizados na cidade de Juazeiro no estado da Bahia.

Iniciativas desta natureza apontam para o futuro e podem ser alavancadas em novos projetos habitacionais, constituindo-se um marco para os consumidores não apenas produzirem a própria energia proveniente de um projeto próprio, mas também ter a oportunidade de vender o excedente para a distribuidora local na modalidade Net-Metering e, dependendo do montante de energia, comercializar o excedente no âmbito do mercado.

A nova tecnologia proporcionará também uma diferente interação entre consumidores e empresas de distribuição de energia elétrica, mediante utilização de sistemas de comunicação, automação e gerenciamento, que serão capazes de fornecer, em tempo real, dados sobre o funcionamento dos sistemas, de medição e informações bidirecionais, fomentando o surgimento de novos produtos e serviços.

Um cenário futuro de plenitude de implantação das REIs parte do ponto da conscientização dos consumidores em todos os segmentos (industrial, comercial e residencial), não sendo suficiente apenas o estabelecimento de regulamentos e substituição de medidores atuais pelos inteligentes, mas, principalmente, a divulgação do tema para que todos saibam do que se trata, para que serve e possam se convencer dos benefícios desta nova tecnologia.

Futuramente, deverá ocorrer também acomodação do *prosumer*[22] no setor elétrico brasileiro, com novos procedimentos de interconexão e determinação do impacto decorrente de sua indisponibilidade nos índices de confiabilidade de fornecimento de energia elétrica dos sistemas convencionais e será necessária adequação de incentivos econômicos e fiscais para a instalação de GD e armazenamento de energia.

Considerando que as tarifas de energia elétrica são compostas por itens de custo gerenciáveis (investimentos, custos operacionais e depreciação) e não gerenciáveis (encargos setoriais, compra de energia e encargos de transporte) pelas concessionárias de distribuição, cabe ressaltar que podem ocorrer impactos nas tarifas ao consumidor de energia elétrica sendo consequente uma vez que qualquer um dos componentes acima citados seja alterado.

Pode ser considerada também a possibilidade das tarifas financiarem a implantação das REIs sendo uma primeira opção renunciar aos encargos setoriais (atualmente existentes ou a ser criado para esta finalidade) e a segunda consideraria os custos de

[22] Prosumer é um termo originado do inglês que provém da junção de producer (produtor) + consumer (consumidor) ou professional (profissional) + consumer (consumidor).

implantação aos custos gerenciáveis das empresas de distribuição (investimentos, custos operacionais e depreciação).

No cenário acima apresentado é recomendável que o eventual repasse dos custos de implantação das REIs às tarifas seja avaliado pelo regulador visando não elevar as tarifas de forma a impactar a capacidade de pagamento dos consumidores.

16.4 Cenário - Empresas de Energia Elétrica

Com relação aos possíveis cenários que podem afetar as empresas de energia elétrica, não será abordado cenário de escassez e crise no abastecimento, mas sim cenário de atendimento à demanda de maneira sustentável, devendo ocorrer estímulo à oferta e ao uso eficiente e racional de energia elétrica. As políticas públicas evidenciam que o governo pauta sua iniciativa na definição de regras claras, de modo a apoiar um aumento no investimento do setor privado em infraestrutura de geração, a exemplo do que ocorre com os leilões de energia. O surgimento de GD pode melhorar o cenário, sendo neste ponto que as REIs serão importantes para permitir a expansão da oferta de energia, principalmente a partir de geração fotovoltaica, cogeração, eólica e células a combustível.

No futuro, as distribuidoras de energia poderão ter maior controle de suas redes, principalmente com relação à injeção de energia e não apenas fornecimento, sendo fundamental incrementar o controle dos aspectos de segurança quando da manutenção e operação das redes. Neste quesito, o comando à distância dos equipamentos torna-se mais interessante sob o ponto de vista técnico, econômico e operacional.

Além da questão da GD, a automação, suas funções e aplicações mais conhecidas como Automação da Distribuição (Distribution Automation - DA) preveem benefícios, mas também desafios para a implantação.

Alguns benefícios destacam-se, tais como: confiabilidade e qualidade de energia, segurança e proteção, eficiência energética, controle de equipamentos e do meio ambiente. Por outro lado, é desafiador utilizar equipamentos eletroeletrônicos e realizar o controle e troca de informações utilizando redes de comunicação de dados, definir sistemas de comunicação, e integrar sistemas e softwares para gerenciamento de quantidade expressiva de dados e informações.

Ainda assim, as REIs se constituem como fator impulsionador para investimentos em automação, com destaque para mitigação de interrupções no fornecimento de energia, redução de perdas, melhoria da qualidade do fornecimento, melhor gerenciamento dos ativos e surgimento de novos produtos e serviços.

De maneira geral, a infraestrutura dos sistemas de distribuição que estão operando atualmente possuem vida média de 20 anos e nível mínimo de investimento em automação, com exceção dos Estados Unidos e países da Europa que apresentam grau médio e Japão que está mais avançado neste quesito.

Serão necessários vários investimentos para preparar o setor elétrico brasileiro, pois apenas algumas empresas de distribuição possuem grau de automação satisfatório em suas redes, ainda que com diferentes abordagens. As aplicações são, em sua maioria, isoladas, a análise e diagnóstico de falhas está em estágio inicial e a autorreconfiguração é praticamente inexistente.

Quando as REIs estiverem em processo inicial, podem trazer ao Brasil benefícios como redução de perdas de energia, aumento da confiabilidade das redes e redução de custos operacionais.

Em um cenário futuro, podem ser consideradas como exemplo as iniciativas de empresas como Copel, Cemig e AES Eletropaulo que, além de serem representativas em termo de quantidade de consumidores e mercado que atendem, são referências no setor de distribuição de energia elétrica.

Conforme informações da Copel (disponíveis em www.copel.com), a empresa atingirá em 2014 o investimento da ordem de R$ 50 milhões na aplicação de tecnologias que abrangem a automação das redes em três bairros da capital paranaense que visam reduzir a quantidade e o tempo de desligamento das redes elétricas, realizar a medição de energia elétrica, água e gás de forma remota, descentralizar a geração de energia e ser piloto para avaliar as várias aplicações.

No caso da Cemig, sendo a maior empresa integrada do setor elétrico brasileiro, e por possuir 500.000 km de redes de distribuição, é importante observar as iniciativas da empresa por se tratar de quantidade expressiva de ativos a serem operados diariamente.

A Cemig planeja instalar religadores, controle de tensão de linha, efetuar gerenciamento a partir de dados medidos dos transformadores de distribuição e automação de chaves de rede subterrânea (SF6) o que ocorrerá em um horizonte de dez anos.

O projeto denominado “cidades do futuro” visa, além da automação das redes, incrementar a oferta de novos serviços aos consumidores, baseado nos conceitos de automação da distribuição, e integrar os projetos de GD, em mini e microgeração e mobilidade elétrica. Portanto, a iniciativa integra soluções de automação, medição inteligente e inclusão do consumidor.

A AES Eletropaulo, por ser a maior empresa de distribuição da América Latina, desenvolve projetos incluindo ações de automação, detecção de falhas, medição remota e controle de cargas, cuja finalidade é o monitoramento do nível de tensão nos secundários dos transformadores de distribuição, reconfiguração automática e abertura automática de ocorrências em seu sistema de atendimento aos consumidores.

De acordo com informações da AES Eletropaulo (disponíveis em www.aeseletropaulo.com.br), a empresa está investindo R$ 70 milhões no novo modelo de distribuição de energia elétrica na cidade de Barueri/SP. Está prevista a instalação de medidores inteligentes em 2000 residências e a intenção é de transformar a cidade no primeiro município da área de concessão da empresa a possui REIs até o ano de 2015.

A partir de 2010 e até o ano de 2012 foram investidos R$ 220 milhões em inovações no sistema elétrico da empresa incluindo digitalização de subestações e instalação de equipamentos de automação de rede.

Em 2013 a empresa inaugurou o novo centro de operação que está integrado ao centro de medição como também implantou rede de comunicação e definiu os requisitos dos medidores inteligentes a serem instalados.

Em 2014 a empresa está também estruturando a capacitação de seus profissionais para atuar no novo cenário que se apresenta em sua área de concessão.

Cabe ressaltar que a automação da distribuição não surgiu mediante o advento das REIs, embora possam receber impulso significativo nos próximos anos se considerados os benefícios conjuntos da adoção da nova tecnologia que, obrigatoriamente, estará associada à automação.

Ainda que muitas ações estejam sendo realizadas, o desafio de integrar soluções, tecnologias, processos e custo/benefício do investimento deve ser equacionado.

Para o futuro, devem ser investidos recursos significativos pelas empresas de distribuição, a exemplo das ações que estão em curso nas empresas citadas, projetando um cenário até o ano de 2030 em que algumas companhias poderão estar na vanguarda contando com redes e equipamentos totalmente dotados de automação e controle.

Considerando o cenário, devem ser contínuos os investimentos de forma a garantir também o mesmo nível de automação em futuras instalações.

Para as empresas que estão em estágio incipiente é possível que no horizonte de dez anos ainda estejam em um nível em que se encontram as empresas mais avançadas atualmente, gerando um vazio tecnológico e atraso na implantação dos projetos de REIs em suas áreas de concessão.

De forma geral, o cenário no setor elétrico brasileiro, em comparação com os países em que os projetos estão concluídos ou em fase final de implantação, estima-se atraso da ordem de 20 anos. Isso porque não são apenas os investimentos nas redes que devem ser realizados para atender os consumidores, mas serão necessários recursos adicionais em automação, sistemas, telecomunicações e softwares de gerenciamento e tratamento de dados.

Para mitigar o atraso, deve ocorrer incremento nos investimentos para possibilitar a expansão da automação nas redes de distribuição.

16.5 Análises de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças

A análise SWOT, ou em português FOFA, é uma ferramenta utilizada para análise de cenários, sendo base para gestão e planejamento estratégico de uma empresa.

É pertinente propor avaliação utilizando a ferramenta citada para colaborar com as empresas que pretendem avançar na implantação das REIs.

A Figura 32 ilustra quadro representativo da análise SWOT.

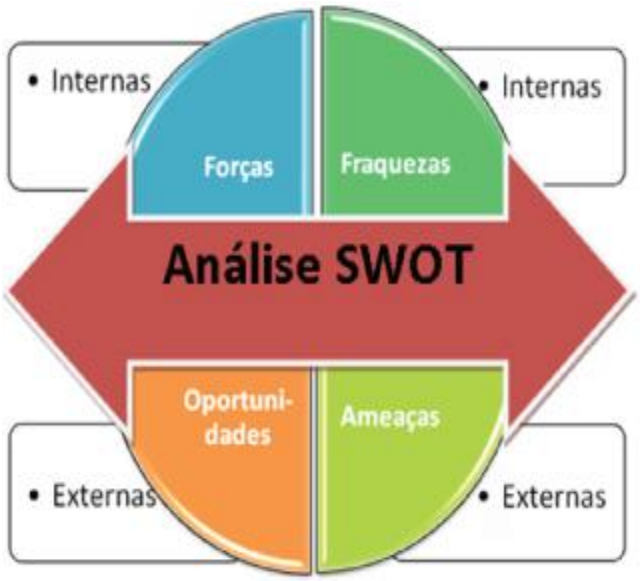

Figura 32 - Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats - SWOT
Fonte: Harvard Business School em http://www.hbs.edu/faculty - acesso em 2014

No contexto das REIs, ao analisar as forças, oportunidades, fraquezas e ameaças é importante adotar algumas premissas, ou seja, é necessário realizar uma síntese das análises internas e externas, eleger os elementos-chave e definir ações estratégicas. As oportunidades devem ser colocadas de forma a atender as condições da empresa e expectativa de realização.

A Tabela 11 indica a análise realizada no contexto das REIs.

Tabela 11 – Análise Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats - SWOT

Fonte: Proposta do autor

FORÇAS ✓ Evolução regulatória; ✓ Posicionamento das instituições do setor elétrico; ✓ Surgimento de projetos P&D ✓ Incremento da qualificação profissional; ✓ Linhas de financiamento específicas; ✓ Articulação para um programa estratégico de REIs; ✓ Evolução tecnológica; ✓ Protagonismo.	FRAQUEZAS ✓ Política de impostos para produtos e sistemas; ✓ Inexistência de profissionais qualificados; ✓ Disponibilidade de tecnologia; ✓ Mercado de energia elétrica parcialmente livre; ✓ Nível de conhecimento do setor elétrico pelos consumidores; ✓ Níveis diferenciados de padrões e tecnologia nas redes de distribuição; ✓ Níveis de automação diversos.
OPORTUNIDADES ✓ Criação de mercado para medidores inteligentes; ✓ Criação de plano integrado de energia e telecomunicação; ✓ Surgimento de projetos piloto; ✓ Evolução do patamar tecnológico do setor elétrico brasileiro; ✓ Inserção de geração distribuída; ✓ Venda de excedente de energia pelos *prosumers*; ✓ Melhor gestão de energia pelo lado da demanda; ✓ Desenvolvimento de novos fornecedores nacionais; ✓ Integração entre instituições.	AMEAÇAS ✓ Isolamento dos projetos piloto; ✓ Incremento de importação de produtos, equipamentos e sistemas; ✓ Não acompanhamento da evolução mundial do tema; ✓ Capacitação necessária da indústria nacional; ✓ Não adaptar currículos de universidades para atender nova dinâmica do setor de energia; ✓ Continuidade de abertura do mercado; ✓ Aumento do custo operacional e das tarifas; ✓ Eventuais investimentos não considerados nas tarifas.

16.6 Resumo das proposições

Após análise do contexto das REIs, torna-se importante apresentar um resumo das proposições de forma resumida as quais constam da Tabela 12.

São apresentados os estágios atuais de cada um dos itens, a proposição e respectiva indicação do capítulo ao qual o tema é abordado.

Tabela 12 - Resumo das proposições
Fonte: Proposta do autor

Item	Estágio atual	Proposição	Capítulo
Medidores	Funcionalidades previstas no novo regulamento são limitadas (motivadas pelo custo)	Revisar e ampliar os requisitos técnicos estabelecidos pelo regulador (proposta Tabela 2). Exemplo: classe 1% ou melhor, medição bidirecional e funcionalidade de corte/religamento	6
Sistemas de Comunicação	Não existe padronização para cada tipo de aplicação	Possível utilização: Rede Mesh, Zigbee, GPRS, PLC (Power Line Communication)	3
Recursos financeiros	Não existe definição da estrutura de captação de recurso	Fontes possíveis: • Fundos Setoriais: P&D e RGR • Agentes Financeiros; BNDES, BM, BID • Agências de Cooperação: ABC/Brasil; AFD/França; JICA/Japão	12
Tarifas diferenciadas	Possibilidade de implantação	• Implantar tarifas diferenciadas para consumidores do grupo B • Possibilidade de utilizar pré-pagamento • Emissão pelo Inmetro de portaria de autorização de utilização de medidores	6 e 9
Geração distribuída	Regulação permite (Resolução nº 482 de 17.04.2012 - micro e minigeração)	• Possibilidades: Net-metering, Quotas, Feed-In e Certificados de Energia • No momento recomenda-se a aplicação do Net-metering	8
Resposta da demanda	Incipiente no Brasil. Apenas aplicação de Time of Use (THS)	• Mecanismos - Incentivos financeiros: Direct Load Control - DLC; Emergency Demand Response Programs - EDRP; Demand Side Bidding, Interruptible Curtailable - I/C • Mecanismos - Preços e tarifas: Critical Peak Pricing - CPP, Time-of-Use - TOU, Real-Time Pricing - RTP • Aplicar TOU para consumidores do grupo A (praticada) e B	9
Mobilidade elétrica	Incipiente no Brasil. Ações isoladas	No momento não é considerado como fator motivador	10

17. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para manter o Brasil no cenário mundial como futura potência, a questão da energia elétrica é fundamental e necessária, pois deve considerar também o crescimento econômico com responsabilidade e sustentabilidade.

Os projetos desenvolvidos em outros países ocorreram por motivações diferentes, tais quais: modernização de redes, implantação de mini e microgeração, redução de perdas técnicas e comerciais, expansão da energia renovável, eficiência energética, eficiência dos processos de distribuição e desenvolvimento econômico.

O programa brasileiro deve ser desenvolvido em conformidade à sua motivação e com políticas públicas definidas, sendo que os principais motivadores são as aplicações para redução de perdas, incremento da confiabilidade dos sistemas elétricos, geração distribuída, eficiência energética, tarifas diferenciadas, redução de custos operacionais, gestão de ativos da distribuição e modernização da medição.

Os preços e tarifas crescentes da eletricidade geram uma expectativa no consumidor de que haja eficiência e qualidade dos serviços prestados. A criação de tarifas diferenciadas para determinados horários do dia, em especial no horário de ponta, é necessária para que os consumidores sejam estimulados à melhor utilização da energia elétrica, permitindo que alterem também os seus hábitos de consumo. Para os consumidores livres e especiais poderia ocorrer maior oferta de energia a partir de novos empreendimentos de geração, imprimindo maior competitividade ao mercado.

Considerando que os projetos no Brasil ainda são incipientes e em caráter piloto, os primeiros passos foram dados para avaliar como esta nova tecnologia pode auxiliar o setor na busca de soluções para melhoria da prestação de serviços, qualidade de energia, novas tarifas e até mesmo promover a expansão do mercado de energia.

A questão da matriz energética é outro ponto importante, pois, embora seja considerada limpa no Brasil, observamos o incremento da quantidade de implantação de usinas térmicas, principalmente as que utilizam óleo combustível, em detrimento dos projetos hidráulicos. Este último projeto se depara com freqüentes restrições ambientais para obter licenciamentos dos órgãos competentes, quer seja no âmbito estadual ou federal.

É primordial prover o incremento da GD no contexto das REIs, uma vez que poderão ser alocadas várias formas de geração de energia com viabilidade de conexão às redes, considerando também que tais fontes estarão mais próximas do consumo, colaborando para diminuir investimentos para expansão das redes, sendo, neste aspecto, importante considerar as opções de armazenamento de energia.

Outra necessidade é a definição de formas legais e regulatórias que devem ser aplicadas para incrementar a quantidade de projetos de GD, observando as melhores práticas internacionais onde se destacam leilões e certificados de energia, quotas, net-metering e tarifas feed-in.

Outro tema a ser amplamente debatido é a interoperabilidade entre os sistemas, pois será um desafio a ser superado, sendo a padronização e abertura de protocolos essenciais à implantação das REIs.

A questão de resposta da demanda é importante não só do ponto de vista da implantação das REIs, como também para engajamento de um dos principais elos para o sucesso dos projetos: o consumidor.

Constitui-se como desafio a administração do processo de tratamento da grande quantidade de dados e a transformação destes em informações úteis. Atualmente, existem no mercado diversos gerenciadores que permitem o tratamento dos dados oriundos dos sistemas de medição instalados em campo, inclusive sendo possível integrá-los a outros sistemas utilizados pelas empresas de energia, como, por exemplo, gerenciamento da distribuição, georreferenciados e de qualidade de energia.

Para enfrentar tais desafios é necessário efetuar o planejamento e integração total das ações de forma centralizada no âmbito do setor elétrico brasileiro, para definir as principais diretrizes e políticas dos programas de REIs, cuja coordenação deve ser do Ministério de Minas e Energia - MME ou Aneel.

O governo federal lançou, em março de 2013, o Plano Inova Empresa, cujo objetivo pode beneficiar o setor elétrico com oferta de fonte de recursos a serem aplicados em inovação tecnológica, em projetos como o das REIs.

Esta fonte de recurso foi apresentada como interessante e pode ser utilizada pelas empresas para aplicação em projetos de REIs.

É necessário também que haja a precificação da tarifa, sendo ponto de equilíbrio econômico e de solvência para as empresas de distribuição de energia elétrica.

O processo de comercialização de energia no Brasil também pode ser afetado positivamente com a possibilidade de abertura do mercado para um maior número de consumidores, com a opção de aquisição de energia no mercado livre e a preços competitivos. Com a obtenção de dados em tempo real, o processo de comercialização de energia elétrica será mais dinâmico.

A promoção do debate sob a óptica governamental, regulatória, empresarial e dos consumidores permitirá a integração necessária para implantação das REIs o que auxiliará o aprimoramento dos serviços de eletricidade e incremento da oferta de energia elétrica no Brasil.

Existem diversos pontos a serem debatidos, principalmente sobre a regulamentação que deve ser abordada com maior profundidade. O custo de uma implantação em larga escala deve ser estudado para não onerar os consumidores com eventual surgimento de novas taxas e encargos setoriais.

Portanto, alguns aspectos devem ser observados quando da adaptação e estabelecimento da regulação, cabendo ao órgão regulador:

- Estipular regras que não permitam a reserva de mercado tecnológico ou que favoreça o estabelecimento de monopólios, promovendo assim a livre concorrência;
- Estabelecer a segurança necessária para a troca de dados e informações de forma segura, inclusive prevendo penalidades quando da eventual violação;
- Prever eventuais contingências nos sistemas para garantir a continuidade das operações, não impactando os sistemas elétricos com falhas no fornecimento de energia e dados;
- Prover a regulação para permitir a atualização tecnológica de equipamentos e sistemas sem impactos funcionais das REIs, garantindo, assim, a compatibilidade e a continuidade da operação;
- Definir a fonte de recursos para financiamento da implantação da nova tecnologia;
- Garantir a prestação do serviço pelas distribuidoras e zelar pela condição financeira e evolução tecnológica.

Alguns pontos de atenção para o estabelecimento da regulação do tema são indicativos, sendo necessário avaliar todos os aspectos, de modo que não será tarefa simples a criação e adaptação da legislação em consonância com as políticas públicas relacionadas às REIs.

A presente pesquisa não pretende esgotar o tema, uma vez que os primeiros passos para estabelecimento das REIs estão sendo dados no Brasil. É necessário que as políticas públicas e de regulação possam dar o suporte necessário à implantação e às modificações introduzidas pela nova tecnologia.

Como conclusões podem ser citadas as seguintes percepções:

- Tema estratégico para o Brasil;
- O conjunto de tecnologias deve elevar a um novo patamar o setor elétrico brasileiro;
- Oportunidade para implantação de tarifas diferenciadas que estimulem o uso eficiente e racional de energia elétrica;
- Modernização da medição;
- Fomento aos projetos de geração distribuída minimizando impactos ambientais motivadas pela postergação de implantação de projetos do tipo estruturante;
- Estabelecimento de novo marco regulatório;
- Surgimento de novas oportunidades de negócios e serviços para as distribuidoras;
- Melhor gerenciamento dos ativos pelas distribuidoras;
- Gerenciamento efetivo do consumo (consumidor);
- Mobilidade elétrica pode ser fator motivador oportunamente.

Para o autor será desafiador e gratificante continuar a pesquisar o tema.

A conclusão da pesquisa foi motivada pela oportunidade em participar do programa oferecido pela Universidade de São Paulo - USP.

O aprendizado deve ser contínuo e o estímulo para a continuidade dos estudos e pesquisas decorre da oportunidade de participar deste novo marco setorial.

REFERÊNCIAS

ABC - Agência Brasileira de Cooperação, http://www.abc.gov.br, acesso em 2012.

ABINEE. Projeto de Protocolo para Infraestrutura de Medição Avançada Versão 1.0. 2009.

ABINNE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica http://www.tec.abinee.org.br/2011/arquivos/s409.pdf, acesso em 2011.

ABINEE - Apresentação sobre medidores eletrônicos - Seminário Aneel sobre medição de energia elétrica - 24 e 25 de setembro de 2008 - Brasília - DF.

ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. http://www.abradee.com.br/instituto-abradee/programas-de-p-d, acesso em 2012.

ACTARIS Medidores eletrônicos. Medidores eletrônicos e seu valor agregado. Apresentação de *slides* em *power point*, acesso em 2012.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, http://www.aneel.gov.br/, acesso em 2012.

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, http://www.ccee.org.br/, acesso em 2012.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética, http://www.epe.gov.br, acesso em 2012.

ITRON Sistemas e Tecnologia. htpp://www.itron.com; acesso em 2012.

LANDIS & GYR Equipamentos de Medição Ltda. - http://www.landisgyr.com.br, acesso em 2012.

MME - Ministério de Minas e Energia, http://www.mme.gov.br/, acesso em 2012.

NIST - National Institute of Standards and Technology, Smart Grid Cyber Security Strategy and Requirements, NIST IR 7628, fevereiro de 2010.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico, http://www.ons.org.br/, acesso em 2012.

PUCT. CREZ - Transmission Program Information Center. Public Utility Commission of Texas. http://www.texascrezprojects.com/overview.aspx.

SCHNEIDER Electric Brasil Ltda. - http://www.schneider-electric.com.br; acesso em 2012.

_____. Decreto n° 5.163, de 30 de julho de 2004. Regulamenta a Lei n° 10.848 (comercialização).

_____. Decreto n° 5.177, de 12 de agosto de 2004. Dispõe sobre a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE.

_____. Lei n° 10.848, de 15 de março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia.

_____. Lei nº 9074, de 07 de julho de 1995. Dispõe sobre normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências.

_____. Lei nº 9427, de 26 de dezembro de 1996. Dispõe sobre a instituição da Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.

_____. Nota Técnica nº 0093/2007-SRD/Aneel, "Análise dos Procedimentos de Distribuição - Prodist, com enfoque nos pontos de destaque, nas inovações propostas e nos impactos regulatórios detectados." - Aneel, Brasília, novembro/2007.

_____. Nota Técnica nº 0025/2011-SRD-SRC-SRG-SCG-SEM-SER-SPE/Aneel. Proposta de Abertura de Audiência Pública para o recebimento de contribuições visando reduzir as barreiras para a instalação de geração distribuída de pequeno porte, a partir de fontes incentivadas, conectada em tensão de distribuição e também alteração do desconto na TUSD e TUST para usinas com fonte solar.

_____. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - Prodist, Módulo 5 - Sistemas de Medição. 2011. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo5_Revisão_2.pdf> acesso em 2011.

_____. Resolução nº 281, de 01 de outubro de 1999 - Estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

_____. Resolução Normativa nº 248, de 23 de janeiro de 2007 - Alteram os dispositivos da Resolução Normativa nº 67, de 08 de junho de 2004, bem como da Resolução nº 281, de 01 de outubro de 1999.

_____. Resolução Normativa nº 67, de 8 de junho de 2004 - Estabelece os critérios para a composição da Rede Básica do Sistema Interligado Nacional - SIN.

_____. Resolução Normativa n.º 247 de 21 de dezembro de 2006. Estabelece as condições para a comercialização de energia elétrica.

_____. Resolução Normativa n.º 302 de 26 de fevereiro de 2008. Altera a Resolução Normativa nº. 67, de 8 de junho de 2004, que estabelece critérios para a composição da Rede Básica do Sistema Interligado Nacional - SIN.

BARONI NETO, Alexandre; MORETTI, Yandra Cristina. Análise dos Impactos da Implantação do Sistema Automático de Medição para a Contabilização do Mercado de Energia. Monografia apresentada ao Curso de MBA em Energia do PECE/EPUSP, 2007.

CAPETTA, Dalmir; FREIRE, Luciano Macedo; NEVES, Evelina Maria Almeida; TSUNECHIRO, Leandro Issao. Redes Elétricas Inteligentes e o Mercado de Energia Elétrica. Revista GTD. São Paulo, Edição nº 43 - jun/jul 2011.

CAPETTA, Dalmir; FREIRE, Luciano Macedo; NEVES, Evelina Maria Almeida; TSUNECHIRO, Leandro Issao. Perspectives of Smart Grid in the Brazilian Electricity Market - IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Latin American). Medellin - Colômbia - outubro/2011.

CAPETTA, Dalmir; GALVÃO, Luiz Cláudio R.; PRADO JR., Fernando A. Almeida. Redes Elétricas Inteligentes - Oportunidades e Desafios para o Setor Elétrico Brasileiro. XV ERIAC. Foz do Iguaçú - Brasil - maio/2013.

CHAGAS, Eduardo Henrique Conceição - A medição de energia elétrica no ambiente competitivo do setor elétrico brasileiro, contemplando as relações geração-transmissão e transmissão-distribuição. 2004. 165 f. il. Dissertação (Mestrado em Regulação da Indústria de Energia). UNIFACS, Universidade Salvador.

LAMIN, Hugo. Análise de Impacto Regulatório de Implantação de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - 2013.

LEITE, Davi Rabelo Viana. Medidores Eletrônicos: Análise de Viabilidade Econômica no Contexto das Redes Inteligentes. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - 2013.

MEDEIROS FILHO, Sólon de. Medição de Energia Elétrica, 2ª ed. Recife, Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 1976.

MELO, Élbia; GALVÃO, Luiz Cláudio R.;CAPETTA, Dalmir. Sistema de Medição para Faturamento - SMF e o Mercado de Energia Elétrica. Revista GTD. São Paulo, Edição nº 40 - set/out 2009.

OMORI, J., “O Projeto Smart Grid na COPEL”, Smart Grid Brazil Forum, 2010.

PEA 5918 – Redes Elétricas Inteligentes e Microredes – Smart Grids and MicroGrids. Aulas Programa Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SOUZA, Zebedeu Fernandes. A Importância da Reação da Demanda na Formação dos Preços de Curto Prazo em Mercados de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado - EPUSP, 2009.

GLOSSÁRIO

AGENTE DA CCEE ou AGENTE: Concessionário, permissionário, autorizado de serviços e instalações de energia elétrica e consumidores livres integrantes da CCEE.

AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE: ACL: É o segmento do setor elétrico, no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica, através de contratos bilaterais com condições livremente negociados.

AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADA - ACR: É o segmento no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre Agentes vendedores e Agentes de distribuição, precedidas de licitação, ressalvados os casos previstos em lei, conforme Regras e Procedimentos de Comercialização específicos, de acordo com o disposto no Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004.

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica, criada pela Lei n.º 9.427, de 26 de dezembro de 1996.

AUTOPRODUTOR: É a entidade que autorizada pela Aneel produz, de forma individual ou consorciada, energia elétrica para uso próprio, podendo fornecer o excedente às concessionárias de energia elétrica e/ou ao mercado de curto prazo.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO - BID: É uma organização financeira internacional com sede na cidade de Washington, EUA, e criada no ano de 1959 com o propósito de financiar projetos viáveis de desenvolvimento econômico, social e institucional e promover a integração comercial regional na área da América Latina e o Caribe.

BANCO MUNDIAL - BM: É uma instituição financeira internacional que fornece empréstimos para países em desenvolvimento para programas de capital. É composto

por duas instituições: o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento - BIRD e a Associação Internacional de Desenvolvimento - AID.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES: Ex-autarquia brasileira, criada pela Lei nº 1.628, de 20 de junho de 1952, foi enquadrado como uma empresa pública federal, com personalidade jurídica de direito privado e patrimônio próprio, pela Lei nº 5.662, de 21 de junho de 1971.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: Empresa que começou a operar em 10 de novembro de 2004 - regulamentada pelo Decreto nº 5.177, de 12 de agosto de 2004, sucedendo ao Mercado Atacadista de Energia - MAE. É uma associação civil integrada pelos agentes das categorias de Geração, de Distribuição e de Comercialização, a instituição desempenha papel estratégico para viabilizar as operações de compra e venda de energia elétrica, registrando e administrando contratos firmados entre geradores, comercializadores, distribuidores e consumidores livres.

CEPEL: Centro de Pesquisa de Energia Elétrica. Empresa do Sistema Eletrobrás.

CLASSE DE EXATIDÃO DO MEDIDOR: A classe de exatidão de um medidor de energia elétrica é determinada, aferindo-o em todos os valores de correntes compreendidos entre 10% da corrente nominal e a corrente máxima, com fator de potência unitário, sob tensão e freqüência nominais. Se os erros se mantêm dentro da faixa 2%, 0,5% ou 0,2%, então se diz que o medidor é de “Classe 2”, “Classe 0,5” ou “Classe 0,2” respectivamente, e estes números representam o “índice de classe” do medidor. MEDEIROS FILHO, SOLON DE, Medição de Energia Elétrica.

COMERCIALIZAÇÃO: Com a reestruturação do setor elétrico, surgiu o comercializador de energia, responsável pela compra e venda de energia elétrica a consumidores livres, com preços livremente negociados entre as partes. Esta atividade é regulada técnica e não economicamente pela Aneel.

CONCESSÃO: Prerrogativa do estado em conceder a exploração de recursos naturais, comércio ou serviços públicos a entes privados mediante condições pré-definidas e o pagamento de taxas ou impostos específicos.

CONCESSIONÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO: Pessoa jurídica com delegação do poder concedente para a exploração dos serviços públicos de distribuição de energia elétrica.

CONCESSIONÁRIA DE TRANSMISSÃO: Pessoa jurídica com delegação do poder concedente para a exploração dos serviços públicos de transmissão de energia elétrica.

CONSUMIDOR: É qualquer pessoa física ou jurídica que solicite à concessionária o fornecimento de energia elétrica e assuma a responsabilidade pelo pagamento das faturas e demais obrigações fixadas em regulamentos pela Aneel. Atualmente o mercado se divide entre consumidores livres, com direito a escolher seu fornecedor, e consumidores cativos, vinculados à concessionária que atende seu endereço.

CONSUMIDOR CATIVO: Consumidor ao qual só é permitido comprar energia elétrica do concessionário, autorizado ou permissionário, a cuja rede esteja conectado.

CONSUMIDOR LIVRE: Aquele que, atendido em qualquer tensão, tenha exercido a opção de compra de energia elétrica, conforme definida nos arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995. Consumidor que adquire energia elétrica de qualquer fornecedor, conforme legislação e regulamentos específicos.

CONTA DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS - CCC: É o encargo do setor elétrico brasileiro, cobrado nas "tarifas de distribuição" e nas "tarifas de uso" dos sistemas elétricos de distribuição e transmissão - TUSD e TUST que é pago por todas as empresas concessionárias de distribuição e de transmissão de energia elétrica para

cobrir os custos anuais da geração termelétrica eventualmente produzida no país, principalmente na região norte do Brasil em áreas ainda não interligadas ao Sistema Interligado Nacional - SIN, chamadas de "sistemas isolados", e cujo montante anual é fixado pela Aneel para cada empresa em função do seu mercado e da maior ou menor necessidade do uso das usinas termelétricas.

CONTA DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO - CDE: É destinada a promover o desenvolvimento energético dos estados, a projetos de universalização dos serviços de energia elétrica, ao programa de subvenção aos consumidores de baixa renda e à expansão da malha de gás natural para o atendimento dos estados que ainda não possuem rede canalizada. Criada em 26 de abril de 2002, a CDE tem duração de 25 anos e é gerida pela Eletrobrás, cumprindo programação determinada pelo Ministério de Minas e Energia - MME.

CONTRATO DE CONEXÃO AO SISTEMA DE TRANSMISSÃO - CCT: Contrato celebrado entre os usuários e as concessionárias de transmissão, que estabelece os termos e condições para conexão dos usuários à rede básica.

CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE TRANSMISSÃO - CPST: Contrato celebrado entre o ONS e as concessionárias de transmissão, que estabelece os termos e condições para prestação de serviços de transmissão de energia elétrica, por uma concessionária detentora de instalações de transmissão pertencentes à rede básica aos usuários, sob administração e coordenação do ONS, conforme modelo aprovado pela Aneel.

CONTRATO DE USO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO - CUST: Contrato celebrado entre o ONS, as concessionárias de transmissão e os usuários, que estabelece os termos e condições para uso de rede básica por um usuário, incluindo a prestação dos serviços de transmissão pelas concessionárias de transmissão, mediante controle e supervisão do Operador e a prestação pelo ONS dos serviços de coordenação e

controle da operação dos sistemas elétricos interligados, conforme modelo aprovado pela Aneel.

CONTRATOS BILATERAIS: São contratos de compra e venda de energia negociada livremente entre duas partes. São firmados entre os agentes sem a participação da Aneel ou da CCEE. Tais contratos são registrados na CCEE sem informações de preços, apenas os montantes contratados, que serão contabilizados, registrados pelos agentes vendedores e validados pelos agentes compradores.

CONTRATOS INICIAIS: Os contratos iniciais são contratos de longo prazo, firmados entre geradores e distribuidores, com preços da energia fixados pela Aneel. Os contratos iniciais são definidos e regidos por leis e decretos federais e estão contemplados nas Resoluções Aneel n°267/98, n°451/98, n°141/99, n°361/00, n°440/00, n°447/00, n°173/01 e n° 470/01. Está estabelecida pela Lei n° 9648 de 27 de maio de 1998, a redução dos contratos iniciais em 25% a cada ano, a partir de 2003, até a extinção dos mesmos, em 2006.

CONTRIBUIÇÃO PARA O FINANCIAMENTO DA SEGURIDADE SOCIAL - COFINS: É uma contribuição federal, de natureza tributária, incidente sobre a receita bruta das empresas em geral, destinada a financiar a seguridade social. Sua alíquota é de 7,6% para as empresas tributadas pelo lucro real (sistemática da não-cumulatividade) e de 3,0% para as demais.

DEMAIS INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO: São instalações de transmissão que não integram a Rede Básica, conforme definido no Art. 4º da Resolução Normativa Aneel nº 67, de 08 de junho de 2004.

DEMANDA: Montante, em MW, da potência média integralizada em intervalo de tempo de 60 minutos, podendo vir a ser alterado pela emissão de regulamentação superveniente da Aneel.

DISTRIBUIÇÃO: A distribuição é a atividade que permanece regulada técnica e economicamente pela Aneel. Assim como as linhas de transmissão, as redes de distribuição devem conceder liberdade de acesso a todos os agentes de mercado, através do custo do uso do sistema de distribuição, determinados pela Aneel e administrado pelo Distribuidor.

ELETROBRAS: Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Empresa estatal federal.

ENCARGO DE ENERGIA DE RESERVA - EER: É decorrente do processo de contratação desta energia e passou a ser cobrado de todos os usuários do SIN, a partir de 2009. O encargo é apurado de acordo com a Resolução Normativa da Aneel, nº 337/2008.

ENCARGOS DE USO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO: Montantes devidos pelos usuários às concessionárias de transmissão, pela prestação dos serviços de transmissão, e ao ONS pelo pagamento dos serviços prestados, calculados em função da tarifa de uso da transmissão da rede básica e demandas dos usuários, conforme definidas pela Aneel.

ENCARGO DE SERVIÇOS DO SISTEMA - ESS: É um encargo setorial que representa o custo incorrido para manter a confiabilidade e a estabilidade do Sistema Interligado Nacional para o atendimento do consumo de energia elétrica no Brasil.

ENERGIA ELÉTRICA: É uma forma de energia baseada na geração de diferenças de potencial elétrico entre dois pontos, que permitem estabelecer uma corrente elétrica entre ambos.

GERAÇÃO: Atividade aberta à competição, não regulada economicamente e todos os Geradores têm a garantia de livre acesso aos sistemas de transporte de energia elétrica (transmissão e distribuição). Os Geradores podem comercializar sua energia com preços livremente negociados. Os montantes de energia elétrica gerados são

determinados pelo ONS considerando que o empreendimento seja despachado centralizadamente.

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: Empreendimento conectado diretamente no sistema elétrico de distribuição, exceto aquela proveniente de empreendimento hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW e termelétrico com eficiência energética inferior a 75%. O montante total da energia elétrica contratada proveniente de GD não pode exceder a 10% da carga do agente de distribuição.

GENERAL PACKET RADIO SERVICE: É uma tecnologia que aumenta as taxas de transferência de dados nas redes GSM existentes. Esta permite o transporte de dados por pacotes (comutação por pacotes). Sendo assim, o GPRS oferece uma taxa de transferência de dados muito mais elevada que as taxas de transferência das tecnologias anteriores, que usavam comutação por circuito, que eram em torno de 12kbps. Já o GPRS, em situações ideais, pode ultrapassar a marca dos 170kbps. No entanto na prática, essa taxa está em torno dos 40 kbps.

IMPOSTO SOBRE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS - IPI: É um imposto federal, ou seja, que apenas a União pode instituí-lo ou modificá-lo, sobre produtos industrializados no Brasil. Está previsto no Art.153, IV, da Constituição Federal. Suas disposições estão descritas através do Decreto 7212 de 15/06/2010, que regulamenta a cobrança, fiscalização, arrecadação e administração do Imposto sobre Produtos Industrializados.

INSTALAÇÕES DA REDE BÁSICA: São as instalações e os equipamentos de transmissão e demais instalações inerentes à prestação de serviços de transmissão de energia na rede básica, tais como os sistemas de medição, operação, proteção, comando, controle e telecomunicações, definidos segundo regras e condições estabelecidas pela Aneel.

INSTALAÇÕES DE CONEXÃO: São aquelas dedicadas ao atendimento de um ou mais usuários, com a finalidade de interligar suas instalações à rede elétrica.

INTEROPERABILIDADE: Capacidade de um sistema (informatizado ou não) de se comunicar de forma transparente (ou o mais próximo) com outro sistema (semelhante ou não).

MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: “A medição de energia elétrica é empregada, na prática, para possibilitar à entidade fornecedora o faturamento adequado da quantidade de energia elétrica consumida por cada usuário, dentro de uma tarifa estabelecida. O medidor hoje empregado é do tipo indução por sua simplicidade, robustez, exatidão e desempenho ao longo dos anos”. (MEDEIROS FILHO, Sólon de, Medição de Energia Elétrica, 2ª ed., página 167).

MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA: Instrumento destinado a medir a energia elétrica através da integração da potência em relação ao tempo.

MEDIDOR ELETROMECÂNICO: “É o medidor tipo indução, que tem o conjugado motor originado no disco em função do fenômeno da interação eletromagnética e que é empregado em corrente alternada para medir a energia elétrica absorvida por uma carga. É constituído essencialmente por bobina de tensão (Bp), bobina de corrente (Bc), núcleo de lâminas de material ferromagnético (normalmente ferrosilício) conjugado móvel ou rotor constituído de disco de alumínio, de alta condutibilidade, com grau de liberdade de girar em torno do seu eixo de suspensão e registrar, num mostrador, a energia elétrica consumida e imã permanente para produzir o conjugado frenador ou de amortecimento sobre o disco”. (MEDEIROS FILHO, Sólon de, Medição de Energia Elétrica, 2ª ed., páginas 168 e 169).

MEDIDOR ELETRÔNICO: Medidor estático no qual a corrente e a tensão agem sobre elementos de estado sólido (componentes eletrônicos) para produzir uma informação de saída proporcional à quantidade de energia elétrica produzida.

MEDIDOR INTELIGENTE: Medidor dotado de recursos adicionais além da medição de energia elétrica convencional. Possibilita o recebimento de comandos para atuar no desligamento de equipamentos instalados nas unidades consumidoras como também permite acesso das empresas de energia para obtenção de dados e informações para fins de faturamento e monitoramento.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO: Pessoa jurídica de direito privativo, sem fim lucrativo, constituído sob a forma de Associação Civil que, conforme disposto na Lei n.º 9.648, de 27 de maio de 1998 e sua regulamentação, autorizada da Aneel mediante Resolução n.º 351, de 11 de novembro de 1998, é responsável pela coordenação, supervisão e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica no sistema interligado, integrado por titulares de concessão, permissão ou autorização e consumidores.

POWER LINE COMMUNICATION: É a tecnologia que utiliza a rede de energia elétrica e que consiste em transmitir dados e voz em banda larga.

PROGRAMA DE FORMAÇÃO DO PATRIMÔNIO DO SERVIDOR PÚBLICO - PASEP: Contribuição social de natureza tributária, devida pelas pessoas jurídicas, com objetivo de financiar o pagamento do seguro-desemprego, abono e participação na receita dos órgãos e entidades para os trabalhadores públicos e privados.

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO SOCIAL - PIS: Contribuição social de natureza tributária, devida pelas pessoas jurídicas, com objetivo de financiar o pagamento do seguro-desemprego, abono e participação na receita dos órgãos e entidades para os trabalhadores públicos e privados.

PROCEDIMENTOS DE COMERCIALIZAÇÃO: Os Procedimentos de Comercialização - PdC’s são um conjunto de normas aprovadas pela Aneel que definem condições,

requisitos, eventos e prazos relativos à comercialização de energia elétrica no âmbito da CCEE e estão definidos conforme a estrutura da cadeia de valor da CCEE.

PROCEDIMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO: São documentos regulatórios na forma de regulamentações, normatizações e padronizações que têm como objetivo possibilitar a conexão elétrica aos sistemas de distribuição por usuários, garantindo que os indicadores de desempenho ou de qualidade de serviço sejam atingidos de forma clara e transparente, preservando, dentre outros aspectos, a segurança, a eficiência e a confiabilidade dos sistemas elétricos.

PROCEDIMENTOS DE MERCADO: Conjuntos de normas operacionais que definem os requisitos e prazos necessários ao desenvolvimento das atribuições do MAE, incluindo as estabelecidas nas Regras de Mercado, descrevendo as relações e as responsabilidades entre os diversos agentes de mercado, para que as regras do MAE possam ser implementadas (os documentos foram sucedidos pelos Procedimentos de Comercialização).

PROCEDIMENTOS DE REDE: Documento elaborado pelo ONS, com a participação dos agentes e aprovado pela Aneel, que estabelece os procedimentos e os requisitos técnicos para o planejamento, a implantação, o uso e a operação do sistema de transmissão, as penalidades pelo descumprimento dos compromissos assumidos pelos respectivos usuários do sistema de transmissão, bem como as responsabilidades do ONS e de todas as concessionárias de transmissão.

PRODUTOR INDEPENDENTE: Pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização do poder concedente para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da produção, por sua conta e risco.

PROGRAMA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: Criado pela Lei nº 9.991, de 24/07/2000, e homologado pela Resolução Aneel nº 185, de 21/05/2001, com a finalidade de inovar e estar em constante aprimoramento das questões tecnológicas para aplicação no setor elétrico nacional, foi instituído o

Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética - P&D sendo que as empresas do setor de energia devem aplicar recursos anualmente em percentual mínimo de sua receita operacional.

PROGRAMA DE INCENTIVA ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROINFA: É o encargo pago no Brasil por todos os agentes do Sistema Interligado Nacional - SIN que comercializam energia com o consumidor final ou que recolhem tarifa de uso das redes elétricas relativa a consumidores livres, para cobertura dos custos da energia elétrica produzida por empreendimentos de produtores independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa participantes do Proinfa.

PROPRIETÁRIO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO: É o Agente, ou não, proprietário legal do Sistema de Medição para Faturamento - SMF, sendo responsável por todas as atividades definidas nos Procedimentos de Rede associadas ao sistema.

PROTOCOLOS: Regras de padronização das comunicações para e a partir das REIs relacionadas à medição, automação e comunicação.

REDE BÁSICA: Sistema elétrico interligado constituído pelas linhas de transmissão, barramentos, transformadores de potência e equipamentos com tensão igual ou superior a 230 KV ou instalações em tensão inferior, quando especificamente definidas pela Aneel.

REDE DE DISTRIBUIÇÃO: Conjunto de instalações de distribuição de energia elétrica, com tensão inferior a 230 KV, ou instalações em tensão igual ou superior, quando especificamente definidas pela Aneel.

REDE ELÉTRICA INTELIGENTE - REI (Smart grid em inglês): É uma forma de rede elétrica que utiliza tecnologia digital. Uma rede deste tipo fornece eletricidade de fornecedores a consumidores usando comunicações digitais de sentido duplo para controlar os aparelhos elétricos nas residências dos consumidores; tal tecnologia pode

poupar energia, reduzir custos e aumentar a fiabilidade e transparência se forem evitados os riscos inerentes à execução de projetos maciços de tecnologia de informação.

REDE MESH: É uma alternativa de protocolo ao padrão 802.11 para diretrizes de tráfego de dados e voz além das redes a cabo ou infraestrutura wireless.

RESERVA GLOBAL DE REVERSÃO - RGR: É um encargo do setor elétrico brasileiro pago mensalmente pelas empresas concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, com a finalidade de prover recursos para reversão e/ou encampação, dos serviços públicos de energia elétrica.

SERVIÇOS ANCILARES: Serviços prestados mediante a utilização de equipamentos ou instalações do sistema interligado que possibilitam viabilizar a operação do sistema nos padrões de qualidade, segurança e confiabilidade exigida. São exemplos de serviços ancilares, a compensação reativa e a capacidade de recomposição do sistema.

SISTEMA DE MEDIÇÃO PARA FATURAMENTO - SMF: Conjunto de equipamentos necessários para a medição das grandezas elétricas. É o conjunto de medidores, transformadores de potencial e de corrente e equipamentos associados, necessários para medir fluxo de potência ativa e reativa, tensão, corrente e qualidade de energia, que devem ser instalados conforme requisitos técnicos previstos no Anexo I do Submódulo 12.2 dos Procedimentos de Rede.

SISTEMA DE TRANSMISSÃO: São as instalações e os equipamentos de transmissão considerados integrantes da Rede Básica, bem como as conexões e demais instalações de transmissão pertencentes a uma concessionária de transmissão.

SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL - SIN: Instalações responsáveis pelo suprimento de energia elétrica a todas as regiões do país eletricamente interligadas. Apenas cerca

de 2% da capacidade de produção de eletricidade do país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região Amazônica.

SOFTWARE: Coleção de programas utilizados para operar e acessar os dados de medição e as REIs.

TARIFA: É a cobrança facultativa, devendo ser paga em pecúnia em decorrência da utilização de serviços públicos.

TAXA DE FISCALIZAÇÃO DE SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA - TFSEE: É a taxa que tem a finalidade de constituir a receita da Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel para cobertura das suas despesas administrativas e operacionais. A TFSEE equivale a 0,5% (cinco décimos por cento) do valor econômico agregado pelo concessionário, permissionário ou autorizado, inclusive no caso de produção independente e autoprodução, na exploração de serviços e instalações de energia elétrica.

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL - TP: É um transformador para instrumento cujo enrolamento primário é ligado em derivação com um circuito elétrico e cujo enrolamento secundário se destina a alimentar bobinas de potencial de instrumentos elétricos de medição, controle ou proteção. Na pratica é considerado um “redutor de tensão”, pois a tensão no seu circuito secundário é normalmente menor que a tensão no seu enrolamento primário. (MEDEIROS FILHO, Sólon de. Medição de Energia Elétrica, página 29).

TRANSFORMADOR DE CORRENTE - TC: É um transformador para instrumento cujo enrolamento primário é ligado em série em um circuito elétrico e cujo enrolamento secundário se destina a alimentar bobinas de correntes de instrumentos elétricos de medição, controle ou proteção. Na prática é considerado um “redutor de corrente”, pois a corrente que percorre o seu circuito secundário é normalmente menor que a corrente

que percorre o seu enrolamento primário. (MEDEIROS FILHO, Sólon de. Medição de Energia Elétrica, página 29).

TRANSFORMADOR PARA INSTRUMENTOS - TI: Os transformadores para instrumento são equipamentos elétricos projetados e construídos especificamente para alimentarem instrumentos elétricos de medição, controle ou proteção. Os dois tipos de transformadores para instrumentos são TP e TC.

TRANSMISSÃO: As linhas de transmissão constituem vias de uso aberto e podem ser utilizadas por qualquer agente, com a devida remuneração ao proprietário por meio do custo de uso do sistema de transmissão determinado pela Aneel e administrado pelo ONS.

USUÁRIO: Todos os agentes conectados ao sistema de transmissão que venham a fazer uso da rede básica.

VEÍCULO ELÉTRICO: Tipo de veículo que utiliza propulsão por meio de motores elétricos para transportar ou conduzir pessoas, objetos ou uma carga específica. É composto por um sistema primário de energia, uma ou mais máquinas elétricas e um sistema de acionamento e controle de velocidade ou binário.

ZIGBEE: Designa um conjunto de especificações para a comunicação sem fio entre dispositivos eletrônicos, com ênfase na baixa potência de operação, na baixa taxa de transmissão de dados e no baixo custo de implantação.