



**XXIII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GCR/01
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – VI

GRUPO DE ESTUDO DE COMERCIALIZAÇÃO, ECONOMIA E REGULAÇÃO DE ENERGIA - GCR

**EXPERIÊNCIA INTERNACIONAIS NA IMPLANTAÇÃO DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES EM PAÍSES
SELECIONADOS**

Fernando Amaral de Almeida Prado Jr.
UNICAMP /SINERCONSULT

Ana Lúcia Rodrigues da Silva
SINERCONSULT/SENAC

Paulo Batista de Moraes
SINERCONSULT

RESUMO

O trabalho aborda uma revisão bibliográfica internacional sobre exemplos de implantações de REI's, evidenciando ainda custos e benefícios dos projetos implantados. A pesquisa tem como objetivo verificar as melhores práticas e disponibilizar referências para que as empresas brasileiras de distribuição possam obter mais informações para a tomada de decisão sobre a implantação das REI's em suas respectivas áreas de concessão. Para tanto, foram apresentados programas individuais de países, como Itália, Índia e Estados Unidos, e ainda programas compartilhados entre países, como a União Europeia e o ISGAN (International Smart Grid Action Network).

Os casos apresentados permitem concluir que existe uma grande sinergia decorrente da implantação das REI's e, em decorrência disso, podem ser esperados benefícios diretos nas seguintes áreas: medição e automação, integração com TI, alteração na demanda, gerenciamento de circuitos e incorporação da geração distribuída, conforme auferido no Estado de West Virginia, nos EUA. Múltiplos interesses também foram verificados na União Europeia, onde se destacam: consequências positivas para o meio ambiente, aumento na segurança do suprimento de energia elétrica e melhorias no mercado interno de energia.

PALAVRAS-CHAVE

Redes Elétricas Inteligentes, Experiências Internacionais, Smart Grid, Projeto Piloto.

1.0- INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar a revisão bibliográfica sobre o Estado da Arte internacional relacionado as Rede Elétricas Inteligentes contemplado pelo projeto de P&D conduzido pelas Empresas Bandeirante Energia S.A. e Espírito Santo Energia S.A. denominado Cidade Inteligente INOVACITY - Observatório do Comportamento de Clientes de Energia Elétrica frente à inserção de novas soluções nos serviços de distribuição de energia elétrica. As REIs são muito importantes pois representam um conjunto de tecnologias disruptivas que afetam e vão afetar cada vez mais uma das maiores indústrias do mundo: a indústria da energia.

Quando se considera a importância da indústria de eletricidade, a inserção das tecnologias disruptivas anunciadas pelo surgimento das REIs apresentam perspectivas múltiplas. Elas exercerão força transformadora na sociedade e na economia, e esta será tão profunda quanto aquelas desenvolvidas pelas indústrias da informática e de telecomunicações durante os últimos anos.

Sabe-se que a introdução das REIs trará influência importantes nas Distribuidoras, Transmissoras, na Geração (em particular na geração distribuída), na indústria de equipamentos e resultará em maior ou menor impacto (decorrente da maior ou menor velocidade de implementação) em função das políticas públicas e regulatórias que venham a ser definidas nos próximos anos.

Este trabalho aborda uma revisão bibliográfica internacional sobre exemplos de implantações de REI's, evidenciando custos e benefícios dos projetos implantados. A pesquisa tem como objetivo verificar as melhores práticas e disponibilizar referências para que as empresas brasileiras de distribuição possam obter mais informações para a tomada de decisão sobre a implantação das REI's em suas respectivas áreas de concessão. Para tanto, são apresentados programas individuais de países, como Itália, Índia e Estados Unidos, e ainda programas compartilhados entre países, como a União Europeia e o ISGAN (International Smart Grid Action Network).

2.0- PROJETO TELEGESTORE - ITALIA

Em 1999 com seu mercado de eletricidade desregulamentado, a Itália tinha cerca de 20% dos consumidores elegíveis ao mercado competitivo e, em julho de 2007, todos os consumidores eram elegíveis a esse mercado liberalizado (ROGAI, 2007) (1). Complementarmente, desde dezembro de 2006 os medidores devem ser eletrônicos e de propriedade das concessionárias e usualmente tem vida útil de 15 anos e um índice de falha na medição inferior a 0,3% ao ano. No início dos anos 90 a Enel (maior companhia italiana de eletricidade e a segunda maior na Europa), conforme relata (JOISA, 2010) (2) começou a testar alguns sistemas de gerenciamento remoto de medidores implementando um projeto piloto, onde foram instalados 70 mil medidores, para analisar a viabilidade de um sistema de gerenciamento remoto de medidores para consumidores de baixa tensão. Como resultado do piloto, o sistema então adotado revelou-se não econômico para justificar uma implantação em larga escala para consumidores de baixa tensão (2).

No final de 1998, ainda segundo (JOISA, 2010), a Enel decidiu reavaliar os critérios de viabilidade econômica da implantação do sistema de gerenciamento remoto de medidores para consumidores de baixa tensão. Foram então considerados outros benefícios, como a redução das emissões, ações de resposta da demanda e minimização das perdas técnicas e comerciais. Com estes critérios, a viabilidade financeira foi mais facilmente obtida (1). Foi então desenhado um plano de negócios detalhado que concluiu ser viável realizar a troca dos medidores analógicos por medidores digitais simples para consumidores residenciais e comerciais de pequeno porte (2).

O projeto denominado Telegestore foi lançado em outubro de 1999 e atingiu seu pico de substituições mensais de medidores em setembro de 2002, com uma taxa de instalação de 700 mil medidores por mês, tendo sido completamente implementado em menos de 5 anos do seu lançamento (2). O custo realizado do projeto foi de 2,1 bilhões de Euros, incluídos os gastos com o projeto e desenvolvimento dos medidores. Algumas estimativas da Enel previam a recuperação do investimento ao longo de quatro anos, o que se traduziria em uma economia anual de aproximadamente 500 milhões de Euros (2).

3.0- ÍNDIA

A Índia é o quarto maior consumidor de energia do mundo, apenas atrás dos EUA, China e Rússia, sendo também o quarto maior consumidor de petróleo e derivados, neste caso o Japão substitui a Rússia na mesma lista entre os maiores usuários com elevada dependência de importações, sendo a maior parte do Oriente Médio. Embora com dependência do óleo bruto, a elevada capacidade de refino do país permite que a Índia seja um exportador de produtos refinados do petróleo (3).

Sua capacidade instalada de produção de energia elétrica é de 211GW, sendo a maior parte de usinas térmicas a carvão. A elevada população e a escassez de combustíveis tornam o serviço de fornecimento de eletricidade frequentemente sujeito a interrupções (3). Estas duas características, quais sejam, elevadas emissões e incapacidade de atendimento ao mercado, representam importante incentivo para investimentos em REIs no país.

Atualmente estão em curso 14 projetos pilotos que representam o interesse nesta tecnologia, embora eles sejam de pequeno porte considerando-se o porte da população. A maior parte destes projetos encontra-se em implantação sendo previsto sua conclusão no biênio 2014/2015 (4). A tabela 1 apresenta um resumo das informações destes projetos que contemplam automação de redes e instalações de medidores inteligentes.

Tabela 1 - Projetos Pilotos de Smart Grid na Índia

Empresa	Localização	Numero de consumidores envolvidos
UHBVN	Havyana	31.914
CESC	Mysore	21.824
TSECL	Tripura	46.071
KSEB	Kerala	25.078
Electric Departament	Puducherry	87.031
UGVCL	Guyarat	20.524
AP CPDCL	Andhra Pradesh	Não disponível
APDCL	Assam	15.000
MSEDCL	Maharashtra	25.629
CSPDCL	Chhahisgarh	Não disponível

HPSEB	H. Pradesh	650
PSPCL	Punjab	9.818
WBSEDCL	West Bengal	4.404
JUVNL	Rajasthan	34.752

Fonte: India Smart Grid Knowledge Portal. (4)

4.0- INICIATIVAS MULTILATERAIS

A União Europeia e o ISGAN – International Smart Grid Action Network são dois bons exemplos de articulação integrada para implantação de REI's.

4.1. União Europeia

O mercado europeu tem múltiplos interesses no desenvolvimento de plataformas de REIs (5). Entre outros efeitos esperados e desejados podemos citar o processo de liberalização dos mercados, a redução dos preços e consequente aumento da competitividade, maiores cuidados ambientais como a preservação da vida animal, a redução de emissões e a redução da poluição de maneira geral. São também objetivos a maior disponibilidade dos sistemas pelo incremento da qualidade e da segurança e confiabilidade dos sistemas e finalmente o incentivo a inovação.

Em termos de metas a Comunidade Europeia tem 3 delas que podem ser consideradas ambiciosas para o horizonte 2020: (i) Redução das emissões de GEE em 20% considerando-se o horizonte de 1990 como referencial, (ii) Atingimento de 20% de inserção de fontes de energia renováveis e (iii) 20% de redução do uso de das energias primárias (conservação de 13% adicionais ao referencial de 2006) (6).

4.2. Investimentos Públicos Cooperativos- ISGAN – International Smart Grid Action Network

Considerados interesses relacionados a mercados compartilhados e reduções de emissões, muitos programas são de investimentos em projetos pilotos cooperativos visando o compartilhamento de experiências. O ISGAN é um desses programas visando acelerar a penetração das tecnologias Smart Grid ao redor do mundo. Cinco princípios e pontos de atenção norteiam suas ações (7): (i) Formatação das políticas de financiamento e regulação, (ii) Definição de padrões (interoperabilidade), (iii) Orientação para P&D e promoção de projetos pilotos, (iv) Capacitação dos fornecedores e usuários e (v) Engajamento de todas as classes de consumidores.

Os Países participantes do ISGAN são (7): Canadá, EUA, México, Reino Unido, Espanha, Portugal, África do Sul, Austrália, Japão, Suécia, Dinamarca, Noruega, Itália, Rússia, China, Índia, Coreia do Sul, Bélgica, Holanda, Suíça, Alemanha entre outros.

Os recursos alocados pelas diversas Nações participantes do Programa são substantivos. Os recursos alocados até o momento indicam que o Japão vai investir US\$ 4 bilhões (entre 2010-2014); os EUA US\$ 4,5 bilhões, mas exige contrapartida de US\$ 5,5 bilhões da iniciativa privada; o Reino Unido tem previsão de investimentos de £ 10 bilhões até 2020 e, finalmente, a Iniciativa Europeia de Eletricidade € 2 bilhões.

Iniciativas conjuntas também são identificadas pelo Joint Research Center (8). Apenas na temática vinculada com REIs são identificados projetos relacionados com: interoperabilidade; baterias e armazenagem de energia, veículos elétricos, proteção crítica de infraestrutura, energia fotovoltaica, segurança de suprimento energético, desenvolvimento de boas praticas de inovação, eficiência energética, proteção cibernética e ética (privacidade) e padrões europeus de segurança e normatização.

5.0- PROJETOS PILOTOS NOS EUA

Conforme detalhado na Tabela 2 foram desenvolvidos dezenas de projetos experimentais nos EUA (9). Selecionou-se 3 exemplos para apresentar características deste tipo de experimentação nos EUA que são detalhados na sequência.

Tabela 2- Projetos de inserção de medição inteligente nos EUA

ESTADO	EMPRESA OU NOME DO PROJETO	NUMERO DE MEDIDORES INSTALADOS	PRAZO DE EXECUÇÃO OU PREVISÃO
Arizona	Public Service	800.000	2012
Arizona	Salt River	300.000	2008
California	Southern California Edison	5.300.000	2012
California	Pacific Gas & Electric	5.100.000	2012
California	San Diego	1.400.000	2011
Connecticut	Connecticut Light & Power	1.200.000	2009
Washington DC, Delaware, Maryland, New Jersey e Virginia	Pepco Holdings	1.900.000	2013
Florida	Florida Power& Light	4.400.000	Não disponível
Georgia, Alabama, Florida e Mississippi	Southern Company	4.300.000	2013
Hawaii	Heico	430.000	2015
Iowa, Minnesota, Wisconsin	Alliant Energy	1.000.000	2011
Idaho	Idaho Power	475.000	2011
Illinois	Ameren		2008
Illinois	Commonwealth Edison	200.000	Não disponível
Indiana, Kentucky, Michigan, Ohio, Oklahoma, Texas, Virginia, Wyoming	AEP	5.000.000	2015
Indiana, South Carolina	Duke Energy	1.600.000	2008
Massachusetts	State Program	5.000	Não disponível
Maryland, Pensilvânia, Virginia Ocidental	Allegheny Power	1.140	2009
Maryland	Baltimore Gas & Electric	1.200.000	2008
Maine	Bangor Hydro Electric	120.000	2010
Michigan	DTE	4.000.000	2014
Oregon	Portland general	850.000	2010
Pensilvânia	State Program	6.000.000	Não disponível
Texas	Austin Energy	234.000	2008
Texas	Center Point	2.000.000	2014
Texas	Oncor	3.000.000	2012
Virginia	Dominium	200.000	2009
Vermont	Central VT Public Service	152.000	2013

Fonte: The Edison Foundation (9)

5.1. Center Point – Texas

Concessionária de distribuição de gás e energia elétrica, que possui cerca de 2 milhões de clientes e ponta do sistema com 16,3 GW de demanda, desenvolveu no entorno da cidade de Houston, projeto piloto em 2005-2007 com medidores digitais. Este projeto envolveu cerca de 700 mil unidades consumidoras com 80 mil instalações feitas a cada mês. O projeto englobou 220 circuitos com 29 centros de medição centralizada.

Os resultados indicaram que em futuro próximo as concessionárias de energia elétrica e gás que investirem em REIs podem esperar obter (10,11 e12):

- Avanços na confiabilidade do sistema.
- Crescimento da importância dos programas de eficiência energética.
- Maior importância dos projetos de DSM – Demand Side Management.
- Preparação para gerenciar a penetração do uso de veículos elétricos.
- Facilitação do processo de contabilização das emissões de GEE nos Inventários.
- Expectativas de redução dos custos de operação.
- Ampliação da carteira de negócios.
- Ampliação da vida útil para os equipamentos elétricos.

Como experiência relevante, destacada pela Center Point, está a necessidade de integração com fornecedores para o gerenciamento da penetração da tecnologia que neste projeto piloto foi feito em áreas concêntricas paulatinamente expandidas à semelhança do que foi feito no processo de universalização do atendimento a energia elétrica no Brasil.

5.2. PEPCO Holding Inc.

Outro projeto piloto de grande importância foi desenvolvido pela Pepco Holding Inc., concessionária que atua nos mercados de energia elétrica e gás natural envolvendo os Estados de Delaware, Maryland, New Jersey e o Distrito de Washington DC. A região atendida tem uma população de 5 milhões de habitantes e o projeto piloto englobou aproximadamente 1,8 milhões de consumidores de energia elétrica e 123 mil de gás natural (13).

Os resultados indicam benefícios econômicos muito relevantes referendados pela PJM (Sistema interligado que compõem os estados de Delaware, Illinois, Indiana, Kentucky, Pensilvânia, Michigan, New Jersey, North Carolina, Ohio, Tennessee, Virginia, West Virginia, Maryland e o Distrito de Columbia.).

Entre as principais vantagens, a PEPCO indica a possibilidade da decisão sobre o consumo ficar na mão do consumidor ampliando as possibilidades de economias. No aspecto técnico a PEPCO destaca: melhorias sensíveis para restauração de faltas graças a sensores remotos da automação das redes, redução de perdas técnicas e maior confiabilidade do sistema em geral.

Os projetos se iniciaram em 2005 e irão ser concluídos na modalidade piloto em 2015, quando se espera que exista uma continuidade das iniciativas, já sem a característica de experimentação. Embora estes tenham apresentado resultados considerados adequados para sua continuidade, inclusive do ponto de vista econômico, a PEPCO indicou a existência de diversos riscos advindos da inserção da tecnologia das REIs. Entre os mais relevantes destacam-se (13):

- Os consumidores nem sempre entendem as potencialidades dos benefícios, o que requer processos de “educação” do consumidor.
- Existem riscos econômicos pois é necessário contar com a aprovação regulatória de tarifas que financiem a implantação das REIs.
- Levando em conta que as concessionárias são sempre empresas de capital intensivo é inevitável que exista competição pelos orçamentos.
- A rápida evolução tecnológica introduz riscos de obsolescência precoce. A rapidez destas alterações de tecnologia afeta inclusive o processo de tomada de decisão, que as vezes necessita ser feito antes mesmo que um determinado projeto esteja totalmente detalhado, sob o risco de sua inviabilização em caso de atrasos na sua aprovação.
- Existe a necessidade de ampliar-se os esforços na proteção dos riscos de ataques cibernéticos e de invasão dos sistemas.
- A gestão de fornecedores se torna de enorme importância pela possibilidade de monopólios “de fato” decorrentes de patentes, pela possibilidade de baixa performance dos equipamentos ainda em estágio inicial de desenvolvimento, por baixa performance de garantias ou ainda de incompatibilidade tecnológica (falta de interoperabilidade).

5.3. West Virginia

A concessionária de energia elétrica do Estado de West Virginia desenvolveu diversas iniciativas relacionadas com REIs. A tabela 3 apresenta um resumo executivo das iniciativas e dos consumidores que foram impactados por estes projetos. Já a tabela 4 apresenta o retorno dos investimentos realizados associados a cada classe de projeto.

O FERC Federal Energy Regulatory Commission indica que estudos realizados pelo PJM mostram que reduções no consumo de ponta de apenas 3% de redução, apenas nas 20 horas mais críticas do mês, podem representar economias de US\$ 280 milhões/ano.

Já estudos desenvolvidos pelo Brattle Group mostram que 5% de economia na demanda da ponta podem representar economias anuais de US\$ 3 bilhões de investimentos evitados.

Tabela 3 - diferentes projetos de REIs no estado de West Virginia

Iniciativa	Escopo
Medição	998 mil consumidores
Integração com TI	Resposta da demanda e Gerenciamento de desligamentos
Resposta da demanda	104MW em diferentes clientes com adesão a programas de Resposta da demanda
Gerenciamento de Circuitos	707 circuitos de um total de 1107 possíveis
Geração distribuída	100 MW de geração de Base, 800 MW de geração na ponta, 250MW de armazenamento e 100 MW de usinas eólicas despachados com base na demanda

Fonte: Wellinghoff (14)

Tabela 4 Retorno associado à tipologia do projeto - (Valor Presente Líquido para 20 anos de projeto)

Iniciativa	Investimento em milhões de US\$	Benefícios em milhões de US\$
Medição e automação	399	1.649
Integração com TI	170	1.309
Resposta da demanda	22	1.091
Gerenciamento de Circuitos	454	3.288
Geração Distribuída	832	5.289

Fonte: Wellinghoff (14)

Como é possível identificar, alguns benefícios são mais atrativos que outros, no entanto as soluções tecnológicas apresentam sinergia evidente, fazendo com que o benefício deva ser contabilizado pelo conjunto de iniciativas e não por soluções individuais.

6.0-CONCLUSÃO

Os casos apresentados permitem concluir que existe uma grande sinergia decorrente da implantação das REI's. Em decorrência disso, podem ser esperados benefícios diretos nas seguintes áreas: medição e automação, integração com TI, alteração na demanda, gerenciamento de circuitos e incorporação da geração distribuída, conforme auferido no Estado de West Virginia, nos EUA. Múltiplos interesses também foram verificados na União Europeia, onde se destacam: consequências positivas para o meio ambiente, aumento na segurança do suprimento de energia elétrica e melhorias no mercado interno de energia.

7.0- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Rogai, Sergio. Telegestore Project: Progress & Results, presentation on IEEE-ISPLC, march 2007.
- (2) Saraiva, Joisa C. D. E outros. Programas Públicos Internacionais em Smart Grids, relatório de Políticas Publicas p 6.02-V0, FGV-RJ, 2010.
- (3) Internacional Energy Information. Acesso em 3 de abril de 2014. Disponível em: www.eia.doe.gov
- (4) India Smart Grid Knowledge Portal. Smart Grid Projects in India. Acesso em 3 de abril de 2014. Disponível em: <http://indiasmartgrid.org/en/Pages/Projects.aspx>
- (5) Janez Potonick. European Smart Grids. Directorate General for Research Sustainable Energy Systems, 2006.
- (6) EDSO for Smart Grids. European Electricity Grid Initiative Roadmap and Implementation Plan-2010-2018. Acesso em 3 de abril de 2014. Disponível em: http://www.smartgrids.eu/documents/EEGI/EEGI_Implementation_plan_May%202010.pdf
- (7) ISGAN -International Smart Grid Action Network. Acesso em 3 de abril de 2014. Disponível em: <http://www.iea-isgan.org>
- (8) Joint Research Center. Acesso em 3 de abril de 2014. Disponível em: http://projects.jrc.ec.europa.eu/jpb_public/mainMenu.html?sessionId=1MxtTkCQDDJMQXkrTZCYy4vwJJDdj1Vk71PyKScpnyM8JhgDlm5k!-1769586530.
- (9) The Edison Foundation. Utility scale smart meter deployments, August 2013
- (10) Chuck Hackney. Smart Grid Projects- Communications Networks for AMS. Houston, setembro de 2010.
- (11) Center Point Energy. Transforming the future of Electric Distribution & Energy Consumption, Houston, setembro de 2010.
- (12) Richard Grasshoff. Advanced Meter Deployment. Center Point Energy, Houston, setembro de 2010.
- (13) Pepco holding Incorporation. Special Program for selected attendees to the Gridwise Global Forum, Washington DC, setembro de 2010.
- (14) Jon Wellinghoff. Grid Wise World Forum. FERC setembro 2010.

8.0- DADOS BIOGRÁFICOS

Fernando Amaral de Almeida Prado Jr, possui graduação em Engenharia Civil pela Unicamp (1977), Curso de Especialização em Administração Contábil e Financeira- CEAG- FGV-SP (1989), mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas (1994), doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas (1999) e pós - doutorado pela Universidade de São Paulo (2006). Atualmente é professor de pós-graduação da USP e da UNICAMP. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Energia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: geração distribuída, smart grid, mudanças climáticas, reestruturação institucional, tarifas, avaliação de risco e regulação. Desde 2001, é sócio gerente da empresa Sinerconsult - Consultoria, Treinamento, onde atua como consultor de empresas além da coordenação e atuação em diversos Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento no setor elétrico nacional. Desde maio de 2013 é pesquisador associado do Center of Latin American Studies da University of Florida, EUA.

Ana Lucia Rodrigues da Silva, possui graduação em Física pela UNESP (1986), Mestrado e Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos bem como onde realizou seu pós doutorado (1992,1998 e 2009). É Pós - doutorada também na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp (2011), onde foi professora das disciplinas de Marketing Energético e Comportamento do Consumidor de Energia Elétrica. Entre os cursos de especialização realizados, três destaques: Energy Conservation (Japan, 1992), MBA em Tecnologia Educacional. (FAAP, 2003) e Utility Regulation and Strategy, University of Florida (EUA, 2013). Atualmente é professora da FIAP e do SENAC. Tem experiência em, planejamento e marketing, atuando principalmente em: eficiência, gestão, otimização de processos, planejamento, pesquisa de mercado, comportamento do consumidor de energia e marketing energético. Autora dos livros Monografia Fácil (2005), Marketing Energético (2009), Energetic Marketing (Alemanha, 2010) e Comportamento do Grande Consumidor de Energia Elétrica (2011).

Paulo Batista de Moraes, possui graduação em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1978), formação complementar em marketing (FGV e FIA/USP – 1986), e planejamento energético (Unicamp – 1990). Tem experiência na área de produção, distribuição e comercialização de energia, tendo atuado principalmente nos seguintes temas: planejamento de marketing, comercialização e conservação de energia; geração de energia e planejamento energético; mercado de energia, suprimento de energia, previsões de mercado/preços e trading; regulação econômica, com ênfase na estrutura de tarifas; e gestão da distribuição. Desde 2005, atua como consultor na área de comercialização de energia e mercado livre.