

Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados
Centro de Documentação e Informação
Coordenação de Biblioteca
<http://bd.camara.gov.br>

"Dissemina os documentos digitais de interesse da atividade legislativa e da sociedade."



REDES DE ENERGIA ELÉTRICA INTELIGENTES (*SMART GRIDS*)

FAUSTO DE PAULA MENEZES BANDEIRA

Consultor Legislativo da Área XII
Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos

ABRIL/2012

NOTA TÉCNICA

SUMÁRIO

1. Histórico.....	3
2. Desafios para a implantação das redes inteligentes.....	4
3. Perspectivas e motivadores para a implantação no mundo.....	5
4. Alterações normativas e de procedimentos das distribuidoras	6
5. Redes inteligentes no mundo	7
6. Redes inteligentes no Brasil.....	8

© 2012 Câmara dos Deputados.

Todos os direitos reservados. Este trabalho poderá ser reproduzido ou transmitido na íntegra, desde que citados(as) o(a) autor(a) e a Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. São vedadas a venda, a reprodução parcial e a tradução, sem autorização prévia por escrito da Câmara dos Deputados.

Este trabalho é de inteira responsabilidade de seu(sua) autor(a), não representando necessariamente a opinião da Câmara dos Deputados.



Câmara dos Deputados
Praça 3 Poderes
Consultoria Legislativa
Anexo III - Térreo
Brasília - DF

REDES DE ENERGIA ELÉTRICA INTELIGENTES (*SMART GRIDS*)

1. HISTÓRICO

De acordo com a Academia Nacional de Engenharia dos EUA, a eletrificação massiva das cidades foi a conquista suprema da engenharia no século XX, pelo indubitável impacto na melhoria da qualidade de vida proporcionada na sociedade.

Não obstante tal conceito ser compartilhado por técnicos ao redor do mundo, a maioria das pessoas desconhece a complexidade dos sistemas de geração, transmissão e distribuição que possibilitam que a energia elétrica seja entregue, exatamente quando demandada, na quantidade requerida, pelos diversos tipos de consumidores, em diferentes instalações e locais.

A primeira geração dos sistemas de fornecimento de energia elétrica era composta por sistemas em corrente contínua que atendiam pequenas áreas, bairros de cidades como Nova York.

A segunda geração dos sistemas de fornecimento de energia elétrica foi implantada em corrente alternada. A geração de energia elétrica passou a ocorrer remotamente, a energia era transmitida para os centros consumidores onde eram empregados principalmente por meio de postes e cabos aéreos que prejudicavam a paisagem urbana. Em função da crescente carga nos centros urbanos e da limitação física para ampliar o número de circuitos elétricos sustentados pelos postes, as empresas de distribuição de energia elétrica passaram a empregar sistemas de cabos subterrâneos, porém, sem qualquer integração com os demais serviços públicos que utilizam o subsolo das grandes cidades (telefonia, fornecimento de água e esgoto, metrô etc). Tal situação perdura até hoje, na maioria dos centros urbanos no mundo.

A terceira geração dos sistemas de fornecimento de energia elétrica caracteriza-se principalmente pelo compartilhamento do uso do subsolo pelas prestadoras de serviço público, ou seja, a principal evolução se dá na integração do planejamento e das ações de implantação de instalações dessas empresas (especialmente utilizando túneis multi-*utilities*, o que em alguns países é exigência legal), o que resulta na redução dos investimentos e dos custos de manutenção. Entretanto, esses sistemas de fornecimento de energia elétrica, ditos de terceira geração, que começaram a surgir na última década do século passado, ainda empregam primordialmente tecnologia analógica na execução das funções de medição, operação e proteção.

Com o avanço do uso da tecnologia digital nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, começa a surgir o que se convencionou chamar de quarta geração desses sistemas, ou seja, as chamadas *smart grids*, caracterizadas pelo uso intensivo de equipamentos digitais, de telecomunicações, de sensoriamento e operação remotos de instalações, e de tecnologia de informação (TI), adicionalmente às instalações físicas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica existentes.

Assim, é possível estabelecer que o principal diferencial das *smart grids*, em comparação aos sistemas de segunda e terceira gerações, é o significativo aumento da quantidade e da qualidade das informações relativas ao desempenho da rede; a disponibilidade dessas informações na própria rede (trafegam fisicamente na própria rede); e a possibilidade de atuação dos consumidores finais para, com base nessas informações, influírem no desempenho da rede, otimizando-o. Essa otimização do desempenho da rede de energia elétrica reflete-se em menores custos para a energia fornecida e, conseqüentemente, em menores tarifas para os consumidores.

2. DESAFIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DAS REDES INTELIGENTES

Efetivamente, o termo *smart grids* encerra três subáreas que interagem entre si. A primeira é a inteligência no sistema de fornecimento de energia elétrica, abrangendo geração, transmissão e distribuição, ou seja, a parte do sistema de fornecimento de energia elétrica que está acima do medidor de energia elétrica e automatiza as ações de operação e proteção associadas otimizando-as, além de disponibilizar informações em tempo real aos consumidores.

A segunda subárea seria o próprio medidor, que numa *smart grid*, geralmente, mas não necessariamente, é um medidor inteligente, atuando como interface entre o fornecedor de energia elétrica e o consumidor.

A terceira subárea seria composta pela inteligência no consumo, ou seja, pelas indústrias inteligentes, pelas casas inteligentes, que empregariam equipamentos e eletrodomésticos inteligentes, bem como sistemas domésticos de geração de energia elétrica empregando fonte eólica, solar ou biomassa, que utilizam as informações disponíveis na rede, e a programação definida pelo consumidor, para ligar e desligar, reduzindo o consumo ou injetando energia elétrica na rede, em resposta a estímulos tarifários ou estímulos relativos ao desempenho da rede.

Para a implantação de *smart grids*, é necessário vencer desafios regulatórios, econômicos e financeiros. É necessário produzir regulamentos específicos relativos às tarifas, que devem ser redefinidas considerando alterações de valores ao longo do dia, de acordo com as variações da demanda; regulamentos relativos a novos eletrodomésticos, prédios inteligentes e geração distribuída (eólica, solar, biomassa etc).

É necessário, ainda, definir fontes de recursos para realização dos investimentos necessários; estabelecer tratamento financeiro específico para os bens que sejam substituídos para viabilizar a nova tecnologia, assim como alterar o modelo de remuneração das distribuidoras de energia elétrica, que poderiam passar a oferecer outros serviços aos seus consumidores (telecomunicações, internet, tv, monitoramento remoto, etc).

3. PERSPECTIVAS E MOTIVADORES PARA A IMPLANTAÇÃO NO MUNDO

Assim como as características dos sistemas de fornecimento de energia elétrica diferem de um país para outro, as motivações dos países para implantação de redes inteligentes são diferentes, assim como os procedimentos de implantação, os prazos e prioridades definidas.

Nos EUA, o marco inicial da implantação de *smart grids* é o ARRA-2009 (*American Recovery and Reinvestment Act*) que pretende dar novo impulso à economia norte-americana e estabeleceu incentivos financeiros para a implantação de *smart grids* no país.

Além do enfoque econômico, nos EUA são fatores de motivação para a implantação de *smart grids* o incremento da segurança do fornecimento de energia elétrica (menor vulnerabilidade a ataques terroristas, ataques de hackers, e a falhas decorrentes da obsolescência dos ativos e a desastres naturais) e a preocupação com a preservação do meio ambiente, ou seja, melhorar a produtividade do setor, ampliando o fornecimento de energia elétrica sem aumentar proporcionalmente as instalações físicas existentes.

Na Europa, a principal motivação é ambiental, com foco especial para a integração em larga escala de fontes renováveis de energia elétrica sob a forma de geração distribuída. Pode-se dizer que no Brasil, e em outros países em desenvolvimento, o principal motivador para a implantação de *smart grids* é a redução das perdas comerciais, ou seja, do furto de energia e de fraudes em medidores.

Uma motivação comum a todas as empresas distribuidoras para a implantação de *smart grids* é o advento de carros com tração elétrica. Com o aumento do custo dos combustíveis fósseis, considerando os impactos no meio ambiente decorrente do uso de fontes não renováveis de energia, e tendo em vista os custos decrescentes das baterias, o crescente uso de carros com tração elétrica, especialmente nos grandes centros urbanos, é uma tendência considerada irreversível. E, principalmente, calcula-se que o uso deste tipo de veículo pelas pessoas deve-se popularizar rapidamente. Consequentemente, as distribuidoras de energia elétrica estão preocupadas com o abrupto incremento da carga nas grandes cidades decorrente do aumento do uso de carros de tração elétrica, ou seja, o aumento do consumo de energia elétrica decorrente da demanda associada à recarga das baterias dos carros de tração elétrica.

A forma técnica e economicamente viável visualizada para absorção desta carga adicional pelos sistemas existentes é o gerenciamento da demanda adicional associada ao carregamento das baterias dos automóveis a partir da definição de tarifas diferenciadas que possibilitem tal carregamento quando o sistema de fornecimento de energia elétrica esteja sendo menos exigido pelas cargas tradicionais.

Adicionalmente, constatou-se que a energia armazenada nas baterias dos automóveis elétricos estacionados pode ser reinjetada no sistema elétrico em casos de emergência ou nos horários de pico de demanda. Tais ações exigem o emprego da tecnologia que caracteriza as *smart grids*, ou seja, tarifas variáveis, informações sobre tarifas e desempenho da rede disponíveis em tempo real para os usuários, medidores de energia inteligentes, uso de fontes alternativas de energia, sistemas de armazenagem de energia, e consumidores que podem aumentar seu consumo ou mesmo injetar energia na rede em função das informações disponibilizadas na rede.

4. ALTERAÇÕES NORMATIVAS E DE PROCEDIMENTOS DAS DISTRIBUIDORAS

Salvo melhor juízo, para a implantação de *smart grids* no Brasil não há necessidade de alterar as leis que regem o setor. No entanto, serão necessárias importantes alterações na regulação setorial abrangendo:

- a redefinição das tarifas, isto é, a instituição de tarifas dinâmicas que induzam a otimização do serviço;
- o estabelecimento de mecanismos que permitam a recuperação dos investimentos realizados anteriormente e dos investimentos necessários para a implantação de *smart grids*;
- a instituição de normas relativas a novos eletrodomésticos, prédios, processos industriais, geração distribuída e armazenagem de energia; e
- a definição de protocolos e procedimentos que garantam a segurança das informações que trafegarão na rede de fornecimento de energia elétrica, o que é essencial para a viabilização das *smart grids*.

Para as empresas distribuidoras de energia elétrica os desafios são principalmente associados à estruturação e implantação de um plano de mudança de plataforma operativa e de atualização tecnológica, enfocando seus processos operacionais relativos à:

1. gestão de ativos, abrangendo: expansão da rede, manutenção programada e de emergência, reservas de capacidade e flexibilidade operativa, controle do perfil da carga atendida e da qualidade do fornecimento, e manutenção dos cadastros dos ativos;
2. gestão do trabalho, com ênfase para despacho otimizado, localização de equipes e materiais, segurança do trabalho e qualidade das operações; e
3. gestão da receita, englobando leitura de medidores e entrega de contas, ligação de novos clientes, corte e religação de clientes, controle de perdas, manutenção de cadastros de clientes, gestão de canais de atendimento aos clientes, eficiência energética e novos serviços.

5. REDES INTELIGENTES NO MUNDO

A implantação de redes inteligentes exige a convergência de vários tipos diferentes de tecnologias tradicionais do setor de energia com tecnologias de informação e comunicação, tecnologias de sensoriamento e monitoramento de equipamentos e tecnologias relativas à segurança cibernética, bem como o desenvolvimento de práticas operacionais que integrem essas tecnologias, possibilitando que operem em conjunto. Trata-se de tarefa complexa ainda em estágio experimental em diversos países no mundo.

Com o objetivo de estabelecer mecanismos de colaboração e troca de experiências entre os países no desenvolvimento de redes de energia elétrica inteligentes, foi criado um grupo de trabalho internacional (*International Smart Grid Action Network - ISGAN*¹) no âmbito da Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency – IEA*). Participam desse grupo de trabalho: Austrália, Alemanha, Áustria, Bélgica, Canadá, Coreia do Sul, Espanha, EUA, Finlândia, França, Holanda, Índia, Inglaterra, Irlanda, Itália, México, Noruega, Rússia, Suécia e Suíça. Foram convidados a integrar o ISGAN: África do Sul, Brasil, China, Dinamarca, Japão, e Turquia.

¹ Vide página específica, na Internet, no endereço:
http://www.cleanenergyministerial.org/our_work/smart_grid/index.html, consultado em 27/04/2012.

Todos esses países possuem projetos pilotos de implantação de *smart grids* e espera-se que, com a instituição do ISGAN, os países integrantes promovam intercâmbio de conhecimentos no desenvolvimento de ferramentas, e divulguem entre si as melhores práticas adotadas na coordenação de projetos voltados para a implantação de redes de energia elétrica inteligentes.

6. REDES INTELIGENTES NO BRASIL

No Brasil, há iniciativas governamentais e privadas voltadas para o desenvolvimento de tecnologias, alterações na regulação do setor elétrico nacional com vistas à implantação de redes de energia elétrica inteligentes e, também, encontram-se em andamento alguns projetos pilotos conduzidos por distribuidoras de energia elétrica nacionais.

Inicialmente, destaca-se que o Ministério de Minas e Energia - MME, com a edição da Portaria nº 440, de 15 de abril de 2010, criou um Grupo de Trabalho para analisar e identificar ações necessárias para subsidiar o estabelecimento de políticas públicas para a implantação de um Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente. Esse grupo de trabalho era composto por representantes do MME, da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobrás – CEPEL, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e do Operador Nacional do Sistema – ONS. O prazo para a conclusão das atividades desse grupo de trabalho era de cento e oitenta dias, a contar da publicação da referida portaria. Contudo, não logramos encontrar o relatório técnico contemplando os estudos, as análises e as propostas de medidas a serem adotadas que, de acordo com o texto da citada portaria, deveriam estar disponíveis trinta dias após a conclusão das atividades do grupo.

A ANEEL também vem desenvolvendo diversas atividades associadas à implantação de redes inteligentes de energia elétrica no País, com destaque para consultas e audiências públicas, e edição de resoluções voltadas para a implantação de medidores eletrônicos inteligentes em unidades residenciais (vide Audiência Pública ANEEL nº 43/2010²); estabelecimento de incentivos a geração distribuída de pequeno porte a partir de fontes renováveis de energia e conectada na rede de distribuição (vide Resolução Normativa ANEEL nº 482³, de 17 de abril de 2012); e modificações na estrutura tarifária visando a variação horária e sazonal da tarifa para consumidores residenciais (vide Resolução Normativa ANEEL nº 464⁴, de 22 de novembro de 2011).

² Documentos disponíveis na Internet, na página da ANEEL, no endereço:

http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/dspListaDetalhe.cfm?attAnoAud=2010&attIdeFasAud=435&id_area=13&attAnoFasAud=2011, consultado em 26/04/2012.

³ Disponível na Internet, na página da ANEEL, no endereço: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>, consultado em 26/04/2012.

⁴ Disponível na Internet, na página da ANEEL, no endereço: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2011464.pdf>, consultado em 26/04/2012.

Também, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE⁵, vinculado ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, pretende em breve concluir estudo sobre as redes inteligentes de energia (*smart grids*) que vai avaliar os desafios, oportunidades e impactos econômicos, industriais, tecnológicos e sociais desta tecnologia na economia brasileira. O estudo também busca obter subsídios para formulação de políticas públicas relativas aos diversos órgãos governamentais setoriais envolvidos nas questões. Esse trabalho compõe uma das metas da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Para sua execução, foi formado um grupo de trabalho composto por representantes de entidades como o Ministério de Minas e Energia – MME, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio – MDIC, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, universidades, CPqD, Operador Nacional do Sistema – ONS, Empresa de Pesquisa Energética – EPE e Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, além de dois participantes internacionais, do Reino Unido (*National Grid*) e da Alemanha (GIZ, ex-GTZ).

Há outras entidades nacionais realizando estudos relativos ao tema *Smart Grids*. Dentre eles, merece destaque o conduzido pela Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADEE, em conjunto com a Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações – APEL, financiado com recursos do programa de P&D (pesquisa e desenvolvimento) do setor elétrico coordenado pela Aneel.

O estudo, que conta com a participação das concessionárias brasileiras de distribuição de energia elétrica, tem previsão de ser concluído no final de 2012, e deverá propor um plano nacional para a migração tecnológica do setor elétrico brasileiro, da atual posição, para a adoção plena do conceito de Rede Inteligente.

Destaque-se que algumas concessionárias de distribuição de energia elétrica, como Ampla, CPFL, Cemig, e Light, também fazem pesquisas e projetos na área.

O projeto *Smart City*, conduzido na cidade de Armação de Búzios, no Estado do Rio de Janeiro, é uma iniciativa nacional das empresas Endesa/Ampla, parecida com o projeto desenvolvido em Magália, região da Espanha. No âmbito desse projeto, serão realizados investimentos de trinta milhões de Reais, nos próximos dois anos, para instalar iluminação pública abastecida por painéis solares e miniaerogeradores, medidores inteligentes e carros elétricos.

⁵ Ver <http://www.cgce.org.br/index.html>, consultado em 26/04/2012.

A Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Energia) investirá R\$ 215 milhões em três anos para implantar tecnologias que incluem sistemas de telemedição, que atingirão vinte e cinco mil clientes até 2013, maior mobilidade ao enviar informações para eletricitistas por meio de *palmtops* e instalação de chaves e equipamentos que flexibilizem e agilizem os centros de operação do sistema, caso haja problemas nas redes.

A Cemig e a Light estão investindo em conjunto sessenta e cinco milhões de Reais, em um período de três anos, num projeto conjunto que abrangerá cerca de dois mil consumidores das cidades do Rio de Janeiro - RJ e de Sete Lagoas – MG, que poderão controlar seu consumo de energia através de mostradores digitais instalados em casa ou por telefone celular e até pelo aparelho de televisão.

Numa estimativa preliminar, a ABRADÉE calcula que as distribuidoras de energia elétrica deverão investir cerca de vinte bilhões de reais para adequar as suas redes e trocar os medidores de energia elétrica dos, cerca de, cinquenta e oito milhões de clientes residenciais existentes no País.