

Capítulo III

Implantação de projetos piloto de redes inteligentes no Brasil

*Por Luiz Hernandez, Lara Piccolo, Nelson Mincov, Claudio Leite, Renato Castilho, Norberto Ferreira e Rogério Romano**

O CPqD atualmente lidera – ou participa de – onze projetos de pesquisa e desenvolvimento na área de redes inteligentes no Brasil. A abordagem que o CPqD tem adotado é a de identificar os requisitos específicos da distribuidora e adequar as soluções aos requisitos locais brasileiros.

Os principais projetos de pesquisa e desenvolvimento na área de redes inteligentes no Brasil, na fase atual, apresentam natureza sistêmica. Isso quer dizer que não só tecnologias e funcionalidades pontuais são testadas, mas, principalmente, aplicações integradas de infraestrutura avançada de medição, automação avançada de rede de distribuição e infraestrutura de multiplificação de telecomunicações.

O conceito de redes inteligentes apresenta um potencial de gerar grande valor para diversos objetivos estratégicos da distribuidora e de seus maiores desafios operacionais. Poderíamos relacionar quatro blocos de objetivos:

- Bloco 1 – objetivo: otimização do uso de ativos
Empresas com características de alta densidade de carga, rápido crescimento de mercado, demanda variável, dificuldade de expansão, ativos envelhecidos.

- Bloco 2 – objetivo: redução de custos operacionais
Empresas com características de grandes áreas de concessão, mercado disperso, alimentadores radiais muito longos, áreas de difícil acesso.

- Bloco 3 – objetivo: redução de perdas
Empresas com características de núcleos de baixa urbanização, contexto socioeconômico desfavorável, incidência de fraudes, incidência de perdas elétricas.

- Bloco 4 – objetivo: melhoria da qualidade do serviço
Empresas com características de alta densidade de clientes, presença de cargas críticas, baixos indicadores de qualidade, dificuldade de deslocamento de equipes.

A partir da definição de prioridades, os projetos piloto e as provas de conceito devem ser implementados de forma a viabilizar testes que permitam a mensuração de resultados e a quantificação da potencial contribuição aos objetivos estratégicos. Os projetos devem ser avaliados do ponto de vista do seu desempenho funcional e tecnológico, da relação entre a contribuição para os objetivos estratégicos

versus seu custo de implantação e, também, da percepção dos consumidores, sua satisfação e propensão à adesão.

Além disso, devem ser considerados outros aspectos não relacionados à tecnologia, como regulação, tarifas, contexto socioeconômico, participação do consumidor, novos serviços e ainda aspectos mercadológicos, como interoperabilidade e competitividade no fornecimento de equipamentos e serviços.

A partir do reconhecimento do potencial de geração de valor, a configuração de projetos piloto aderentes às realidades das diversas distribuidoras torna-se fator primordial para que cada uma identifique o seu modelo de referência específico e adquira conhecimento sobre seus desafios operacionais e oportunidades estratégicas, com o objetivo de subsidiar as futuras decisões de implantação em larga escala.

Os projetos piloto em andamento abordam perfis de distribuidoras que atendem a regiões metropolitanas de alta densidade de clientes, regiões urbanas de média e baixa densidades, áreas rurais e regiões de abastecimento isolado. Cada um desses projetos apresenta desafios próprios, sendo que alguns buscam o desenvolvimento de novos dispositivos ou de uma arquitetura de redes inteligentes aderente à sua necessidade. Outros focam a interoperabilidade entre equipamentos de mercado e outros demandam especial atenção para o comportamento do cliente e estudo de novos serviços tarifários. Os diversos projetos buscam tanto soluções

para os problemas operacionais atuais quanto entender as perspectivas futuras.

As estruturas funcionais e tecnológicas essenciais, envolvidas nos diversos projetos piloto, são prospectadas a seguir, assim como as recomendações para a futura transição para o ambiente operacional, por intermédio da aplicação gradativa dos resultados das provas de conceito.

Infraestrutura de telecomunicações

Para atender às funcionalidades previstas pelas distribuidoras na implantação das redes inteligentes, é necessário estabelecer os requisitos indispensáveis para o perfeito funcionamento das aplicações de medição, automação de redes aéreas e subterrâneas, despacho de equipes e interação com o consumidor.

O desafio que se apresenta é atender aos requisitos típicos, como largura de banda dos canais de comunicação, latência dos dados, jitter, arquiteturas gerenciadas, redundantes e com contingências, além dos requisitos de segurança como disponibilidade, integridade e privacidade.

Esses requisitos se traduzem em redes de alta disponibilidade, alta confiabilidade e de característica de multiaplicação para suportar as diversas aplicações mencionadas. Essa infraestrutura de comunicação multiaplicação para redes inteligentes utiliza fortemente as tecnologias de comunicação sem fio ZigBee, Wi-Fi Mesh,

WiMax, rádio Tetra e satélite, bem como a já consagrada solução GPRS e 3G. Em algumas concessionárias, também são utilizadas as tecnologias de comunicação com fio baseadas em fibra ótica GPON, HFC, PLC, MetroEthernet e SDH.

Essa variedade de tecnologias é aplicada de forma complementar ou de contingência, de acordo com as características geográficas do local da aplicação, bem como de sua natureza mercadológica. A composição dessas tecnologias tem sido recomendada em função do perfil das concessionárias e dos cenários típicos nacionais – como locais urbanos densamente povoados, tipicamente metropolitanos, incluindo comunidades e aglomerados de baixo poder aquisitivo, áreas suburbanas de média densidade de clientes ou regiões rurais, de baixa densidade de clientes e com alimentadores radiais de grande extensão.

A decisão sobre a seleção de tecnologias e de frequências, baseada em survey, deve considerar ainda o nível de interferência local, concluindo pela recomendação de uso de frequências não licenciadas ou destinadas ao uso exclusivo das distribuidoras.

Essa infraestrutura tem demandado ainda o desenvolvimento de gateways e roteadores para integrar as diversas tecnologias mencionadas. Todos esses desenvolvimentos devem ser avaliados nos laboratórios e campos de teste antes de irem a campo.

Infraestrutura avançada de medição

A Infraestrutura Avançada de Medição (AMI) consiste no sistema composto por medidores de energia elétrica com inteligência computacional embarcada e providos de portas de comunicação de dados e demais periféricos, suportados por uma infraestrutura de tecnologia da informação (telecomunicação, software e hardware) que permite a aquisição de dados remotamente, em intervalos de tempo, bem como o envio de informações e comandos a distância.

Atualmente, tem-se buscado, de preferência, a implementação de soluções de AMI compostas por produtos comerciais e alguns desenvolvimentos com capacidade e confiabilidade de comunicação de dados e de medição avançada, e com características técnicas adequadas aos diferentes cenários das distribuidoras – seja com consumidores dispersos ou de alta densidade demográfica. Além disso, é imprescindível encontrar soluções para AMI que tenham protocolo aberto.

Recomenda-se que qualquer solução para AMI deva possuir as seguintes facilidades:

- Controle de perdas;
- Interação com o consumidor;
- Gestão de infraestrutura de telecomunicações;
- Gestão da infraestrutura física;
- Disponibilidade de informações para os processos da distribuição.

Além disso, a solução recomendada deve abranger as seguintes aplicações:

- Leitura remota dos medidores de energia na região urbana;
- Leitura remota para consumidores rurais ou de áreas de difícil acesso;
- Balanço energético para combate às perdas;
- Corte e religamento à distância;
- Monitoramento das condições dos transformadores;
- Levantamento da curva de consumo dos clientes;
- Monitoramento de carga pelo usuário.

A introdução dessa solução de AMI vai permitir a obtenção de informações individuais acuradas sobre o consumo de energia que, apresentadas de modo inteligível, irão possibilitar que o cliente exerça um efetivo controle sobre seu consumo.

Com a implantação de AMI, abre-se a possibilidade de comunicação remota com dispositivos localizados na residência do consumidor e o medidor torna-se um gateway de acesso a uma rede de provimento de serviços. Exemplos possíveis são os serviços de segurança e serviços que aumentam o conforto do consumidor.

Finalmente, a grande quantidade de dados trafegando na AMI exigirá um Meter Data Management (MDM). Trata-se de uma plataforma de medição que permitirá às distribuidoras realizar operações de medição remota (leituras e comandos), análise e processamento de dados com intercâmbio com os demais sistemas corporativos e efetuar, entre outras funções, a gestão de perdas.

Recursos avançados de automação de rede

A automação de rede, no contexto das redes inteligentes, deve ser uma ferramenta ativa de apoio à operação, ou seja, deve-se antecipar ao operador na tomada de decisão – portanto, deve ser inteligente. Atualmente, os projetos desenvolvem funcionalidades na média tensão e, desse modo, além dos equipamentos e dispositivos automatizáveis, são necessários algoritmos capazes de encontrar a configuração ideal da rede, levando-se em conta as premissas definidas.

Um sistema de automação de rede de distribuição deve suportar o processo de operação da rede, que visa à continuidade do fornecimento relacionada à qualidade do serviço; o nível de tensão da energia entregue ao consumidor relacionado à qualidade do produto; a segurança dos eletricitistas de rede e consumidores e, também, a lucratividade da empresa diretamente relacionada à redução das perdas e gestão de ativos.

A rede elétrica sofrerá profundas modificações com a chegada da geração distribuída, do armazenamento de energia, do veículo elétrico e dos medidores inteligentes – que proporcionarão maior interação com os consumidores,

exigindo maior controle e monitoramento. Nesse sentido, a utilização de informações da rede em tempo real, combinadas com informações disponíveis nos sistemas corporativos, resulta em um uso melhor do sistema elétrico, tanto em condições normais como em contingências.

Requisitos de soluções metropolitanas

Nas cidades, as redes de distribuição normalmente oferecem melhor condição de automação, apresentando maior possibilidade de interligação entre os alimentadores, de seccionamento e, também, melhor condição de comunicação com os equipamentos, o que favorece a reconfiguração de rede ou self healing.

Desafios de soluções para redes rurais

Redes rurais têm características que, de certo modo, limitam a reconfiguração, como redes extensas e radiais, trechos monofásicos, poucos pontos de interligação com outros alimentadores, baixa carga, maior limitação de transferência de carga, presença de reguladores de tensão e baixa cobertura de sistemas de telecomunicações. Tais características fazem com que a automação de redes rurais esteja mais focada na localização de falta, isolamento do trecho sob falta e na possível recomposição da rede, além do controle da tensão por meio da automação de reguladores e compensação de perdas elétricas, por intermédio de sistema Volt-Var-Control.

Tanto para redes urbanas como rurais, a automação visa ao aumento na qualidade do serviço, à redução de custos, à redução da energia interrompida e, conseqüentemente, a consumidores mais satisfeitos.

Para que se possa fazer uma automação efetiva, é necessário que a rede tenha três atributos básicos: disponibilidade, flexibilidade e desempenho.

Disponibilidade: os equipamentos devem permitir manobras a qualquer momento e, para isso, é preciso ter uma infraestrutura de comunicação confiável e ativa.

Flexibilidade: os equipamentos telecomandados devem ser instalados em pontos estratégicos para permitir configurações distintas, isto é, na ocorrência de falta em algum trecho da rede, é necessário ter pontos alternativos para restabelecer a energia no maior número de clientes.

Desempenho: as respostas aos comandos devem ser dadas em um tempo adequado.

Como já mencionado, não basta ter somente equipamentos e dispositivos automatizáveis, são necessários algoritmos para tratar as informações fornecidas por esses equipamentos, transformando-as em informação útil ao operador. Nesse sentido, o primeiro passo para qualquer estudo em sistemas de potência é conhecer o estado atual, ou seja, as tensões

complexas dos nós. De posse dessas tensões, as demais grandezas do sistema são facilmente obtidas.

Dessa forma, o algoritmo de estimação de estados é a base para os demais desenvolvimentos. No entanto, deve-se ressaltar que um número mínimo de medidas confiáveis precisa estar disponível.

Interação com o consumidor

Um dos fatores críticos de sucesso para a implantação de redes inteligentes é a participação ativa dos consumidores, que deverão usufruir de diversos mecanismos tecnológicos de acesso às informações geradas pela rede para a devida tomada de decisão. Dessa forma, passam a se constituir em agentes da eficiência energética. Para materializar este cenário, é fundamental que o consumidor esteja tão próximo quanto possível de qualquer canal de comunicação capaz de lhe propiciar o poder dessa ação.

Assim, investimentos em tecnologia podem não ser efetivos se o consumidor não fizer parte das estratégias de implantação das redes inteligentes. Algumas experiências internacionais demonstram a importância e o impacto de não se considerar as necessidades, expectativas e motivações de quem, de fato, deve incorporar mudanças de atitude no dia a dia.

Estratégias para identificar perfis de consumidores têm sido usadas Brasil afora. É o caso da modelagem de personas, que estabelece arquétipos da população, representando, por

exemplo, características socioeconômicas, de relação com a energia elétrica e com a concessionária, além da relação com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), que passam a fazer parte desse novo cenário de distribuição e consumo de energia elétrica.

As TICs são usadas para informar, educar e prover feedback ao consumidor a respeito do uso da energia elétrica. Para um consumidor residencial, esses dispositivos de feedback devem ser responsáveis por trazer o uso da energia elétrica para o plano reflexivo, de forma que “hábitos de dedos”, como acender lâmpadas de maneira inconsciente, sejam substituídos por ações conscientes. Para isso, é crucial que a apresentação da informação seja adequada à experiência de cada perfil de usuário, levando em conta também as especificidades de cada mídia.

Os clientes consumidores deverão ter, ao fim do projeto, múltiplas opções de acesso aos serviços e aplicações, abrindo possibilidades para a concessionária de energia elétrica oferecer, cada vez mais, novos serviços e aplicações. Assim, a implantação das redes inteligentes será a catalisadora de mudanças significativas nos paradigmas de relacionamento concessionária-consumidor.

A tabela a seguir exemplifica a utilização da web, telefone, smartphones, tablets e tevê interativa como dispositivos de feedback.

TABELA I – DISPOSITIVOS DE FEEDBACK

WEB	Contempla tanto os consumidores que desejam informação consolidada quanto aqueles que querem explorar seu consumo detalhadamente. Permite também especular resultados de alterações de hábitos em simulações, na execução de jogos, além do compartilhamento de atitudes positivas nas redes sociais, como Twitter e Facebook, por exemplo. Se construída de maneira acessível, essa interface pode beneficiar também pessoas com deficiências visuais, analfabetas e de baixo letramento.
TELEFONE (CELULAR E FIXO)	Adequado para o envio de alertas de eventos ou de consumo, seja por voz ou SMS. É um canal que abrange grande parte da população brasileira.
SMARTPHONES E TABLETS	A mobilidade favorece o gerenciamento remoto da casa e a consulta de consumo consolidada. Dada a limitação de tamanho de tela, não chega ao mesmo nível de detalhamento da informação disponível na web. Atualmente, abrange jovens praticamente de todas as classes sociais e os early-adopters, pessoas propensas à adesão de tecnologias inovadoras. As previsões de mercado indicam que, já em 2014, o número de smartphones conectados será maior que o número de desktops.
TV INTERATIVA	Privilegia idosos e pessoas com baixa alfabetização digital, uma vez que o controle remoto é um dispositivo de interação familiar. A informação não é detalhada, nem aprofundada. Fontes e gráficos devem ser grandes, para leitura a distância. Exemplo: consumo acumulado no mês atual e mês anterior.

Tecnologias de informação e tecnologias de operação

A incorporação de novos recursos na rede de distribuição seguirá um padrão resultante de decisões que antecipam oportunidades e necessidades de investimentos de TI, sob o conceito de redes inteligentes.

Confiabilidade, disponibilidade e proteção dos equipamentos da rede são requerimentos já consolidados na indústria.

Um novo conjunto de possibilidades tecnológicas se apresenta:

- Medição e sensores em larga escala;
- Fontes renováveis distribuídas locais;
- Armazenamento distribuído de energia;
- Equipamentos inteligentes de energia;
- Eletrodomésticos inteligentes;
- Veículos elétricos;
- Comunicação e TI em larga escala.

Esse cenário, a longo prazo, é bem mais complexo do que foi, até aqui, o desenvolvimento da rede de distribuição, estende funcionalidades da rede existente e adiciona novas funcionalidades, consolidando, assim, a rede inteligente.

É recomendável considerar princípios arquiteturais que incorporem fatores de governança, como segurança da informação, padrões e interoperabilidade, que deem sustentação a uma nova era de disponibilidade tecnológica e que apoiem uma dinâmica de atualizações de recursos da rede (ativos), uma nova dinâmica de cargas e de geração distribuída de energia, como mostra a Figura 1.

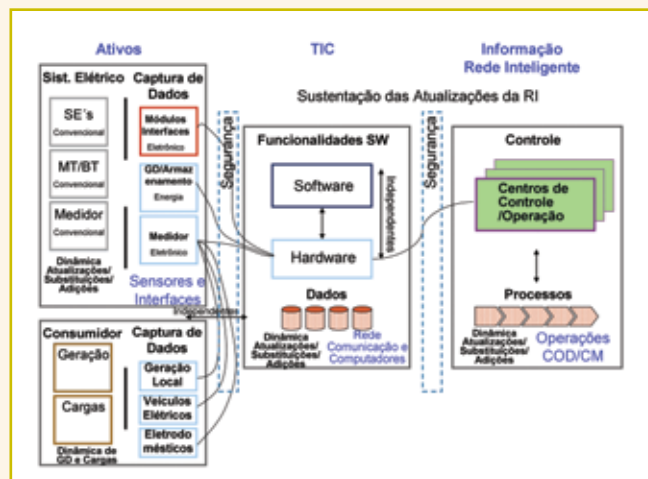


Figura 1 – Dinâmica de atualizações dos ativos de rede.

O movimento, pela sua magnitude, não poderá ser realizado em uma única vez. Essa característica fará com que se conviva, por certo período de tempo, com funcionalidades legadas para partes do sistema, que ainda permanecerão dentro do regime vigente, e outra já operando em um novo contexto tecnológico e de novos requisitos negociados com o regulador e os consumidores, para cada empresa ou cada região.

A adoção da Arquitetura Orientada a Serviços (SOA, na sigla em inglês) oferece instrumentos para conciliar serviços que poderão ser mantidos tanto para a nova rede como para a rede legada. Para automação de subestações, já há consenso quanto à adoção da norma IEC 61850 e, para modelagem dos dados, a adoção da norma IEC 61968.

Para mais automação pelo lado da rede de energia, as aplicações deverão ser capazes de:

- Representar novos elementos;
- Realizar a análise de rede;
- Tratar dinamicamente alterações do perfil de carga;
- Tratar dinamicamente a inserção de fontes distribuídas.

Para maior nível de automação, seja pelo lado da rede de energia ou pelo lado do consumidor, é recomendável que os processos que tratam das bases de dados que representam a rede de energia e seus atributos sejam revistos e sejam capazes de perenizar níveis de qualidade desta base, de modo a não comprometer funcionalidades de automação (também em benefício da segurança da vida dos eletricitistas).

Um conjunto maior de automações, do lado do consumidor e do lado da rede, pode trazer vários benefícios de antecipação a distúrbios, facilidades para participação e de conforto do consumidor, otimizações dos processos de expansão e manutenção da rede, otimizações de perdas – enfim, otimizações operacionais de modo geral.

A Figura 2 representa o conjunto de segmentos de aplicações, centros de controle e integrações de tecnologias de informação e tecnologias de operação que apoiarão processos de automação, com a atuação dos operadores dos centros de operação da distribuição e centros de medição de maneira fluida.

Por fim – mas não menos importante –, as distribuidoras têm em sua agenda oportunidades e desafios que devem ser conduzidos com base em práticas de gestão de mudanças assentadas em:

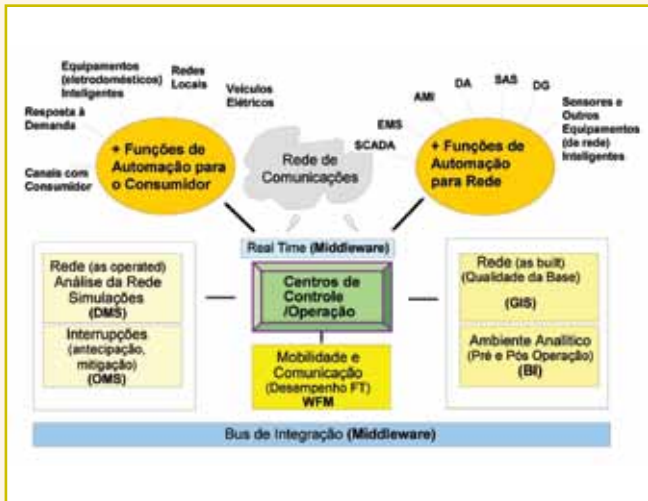


Figura 2 – Tecnologia de informação, tecnologia de operação, tecnologia de comunicação e integração.

- Identificar vetores de valor para mudanças: tecnologia, processos e negócio;
- Definir objetivos de mudanças: simplificação, incremento, reordenação de processos;
- Reconhecer categorias de mudanças (business as usual/inação/exceções);
- Aplicar seletividade: regionalização, geoeletricos, processos;
- Definir prioridades de P&D e serviços;
- Especificar métricas de capacidades, plano de ações e governança;
- Estruturar o monitoramento contínuo com apoio de ferramentas.

A integração de tecnologias, processos e conhecimentos, o treinamento e a comunicação sobre as mudanças são a chave para o sucesso da transição.

Luiz Jose Hernandes Junior é engenheiro eletricista, bacharel em economia, com especialização em administração de empresas. É coordenador do grupo Smart Grid do CPqD.

Lara Shibelsky Godoy Piccolo é engenheira de computação, mestre e doutoranda em interação humano-computador na Unicamp. É pesquisadora do CPqD.

Nelson Mincov é engenheiro eletricista, especialista em telecomunicações e internet, com MBA em gestão de empresas. É especialista de marketing de produto e inovação - Smart Grid do CPqD.

Claudio T. Correa Leite é administrador de empresas e gerente de desenvolvimento de solução Smart Grid, Membro da Iniciativa Smart Grid do CPqD.

Renato Maioli Castilho é engenheiro eletricista, mestre em engenharia elétrica, com MBA em gestão empresarial. É coordenador de projetos de smart grid, especialista em automação de rede e subestações.

Norberto Alves Ferreira é engenheiro eletricista, com pós-graduação pela ESPM. É gerente de serviços e aplicações multimídia do CPqD.

Rogério Botteon Romano é engenheiro eletricista, mestre em engenharia elétrica, com certificação Project Management Professional - PMP (PMI – 2004). É pesquisador do CPqD na área de telecomunicações.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.oseletrico.com.br

Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br