



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

CB/GCR/06

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO 6

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

**A EXPANSÃO DAS REDES INTELIGENTES SOB A ÓTICA DA REGULAMENTAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO
BRASILEIRO: UMA ANÁLISE CRÍTICA**

**C. H. Moya(*)
ELETROBRAS
ELETRONORTE**

**E. O. Lima
ELETROBRAS
ELETRONORTE**

**F.P.D. Perrone
ELETROBRAS**

**R.H. Silva
ELETROBRAS**

RESUMO

Este artigo estabelece uma análise sobre a regulamentação brasileira aplicada às redes inteligentes de energia elétrica de distribuição, com o objetivo de discutir avanços no marco regulatório existente. Além da modernização dessas redes, as redes inteligentes permitirão o compartilhamento de estruturas de comunicação entre as *utilities* de água, gás e energia, possibilitando a agregação de serviços de segurança e saúde pública, iluminação pública e controle de tráfego das cidades, evoluindo para o conceito das cidades inteligentes. Numa visão de longo prazo, nas cidades inteligentes será possível controlar “coisas” digitalmente, num processo denominado de *internet of things* ou internet das coisas.

PALAVRAS-CHAVE

Palavra-Chave: Políticas públicas, redes inteligentes, cidades inteligentes, modernização, regulamentação.

1.0 - INTRODUÇÃO

Atualmente a expansão do setor elétrico nacional é pautada na garantia da oferta de energia e na modicidade tarifária, e desconsidera a redução da demanda através de ações voltadas ao consumo eficiente ou então pela adoção de políticas de modernização tecnológica do sistema, que em tese aumentaria a eficiência operacional desses sistemas. Nesse sentido, a regulamentação voltada para a adoção das redes inteligentes não têm fomentado sua expansão, e segue num ritmo muito aquém das reais necessidades do país. Não se observam ações de forma estruturada por parte do Estado, como poder concedente, no sentido de implantar as redes inteligentes no país, ficando essas ações restritas a aplicação de recursos oriundos do programa de P&D da Aneel e de instituições de fomento à pesquisa e inovação, além de recursos próprios das concessionárias.

Com a utilização de incentivos provenientes da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), através da Chamada 011/2010 - Projeto Estratégico: “Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente”, foram implantados no país nove projetos piloto, distribuídos pelos estados do Amazonas, Ceará, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo, os dois últimos com dois projetos cada. Esses projetos preveem o atendimento de cerca de 582 mil unidades consumidoras [1], o que representa menos de 1% do universo de unidades consumidoras residenciais cadastradas na Aneel no mês de dezembro de 2016 [2]. A Tabela 1 apresenta um resumo das principais ações realizadas pelas concessionárias no âmbito da Chamada 011/2010.

As considerações contidas neste trabalho se referem a automação dos sistemas de distribuição de energia elétrica e abordará questões relacionadas com a medição inteligente de energia, automação da distribuição e das subestações, sistemas de comunicação, geração distribuída como vetor de desenvolvimento das redes inteligentes, sistemas avançados de suporte a decisão na distribuição, e a interação com os consumidores que produzem energia (*prosumers*), por intermédio da geração distribuída.

(*) Endereço: Av. Rio Branco, n° 53 – 15.º andar – CEP 20.090-004 – Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 2514-5994 – Fax: (+55 21) 2514-5767 – Email: carlos.moya@eletrobras.com

Tabela 1 - Resumo das principais ações obtidas com a Chamada de Projetos 011/2010

Concessionária	Medição	Automação	Recursos de GD	Telecom
AM Energia	14.500	16 religadores	120 kWp	Rádio multi-ponto e <i>Mesh</i> , <i>Zigbee</i> e <i>PLC</i>
Ampla	10.000	17 chaves autom.	FV: 45 kWp; EOL: 9 kW e Armaz.: 200 kW	RF multiponto F. ótica: últ. milha
Bandeirante	15.300	Religadores telecomandados	Microgeração	GPRS, <i>WiMax</i> e <i>Zigbee</i>
Celpe	831	3 religadores	FV Eólica	Fibra ótica e RF para automação e medição
Cemig	4.200	Localiz. Faltas, Isolam., restabelec. V-VAR, temp. trafos	FV em BT FV 50 kW com armazen. 100 kW	Automação e med. Fibras óticas, GPRS e satélite
Coelce	100	7 religadores		RF
Copel	Eletric. 12.000; Gás: 487; Água: 64	Chaves telecomandadas, <i>self-healing</i>	Fibra ótica, GPRS e RF multiponto e <i>Mesh</i>	Recomposição de rede e segurança cibernética
CPFL	25.100	5.000 chaves telecomandadas	FV: 1.081 kWp	RF <i>Mesh</i> e GPRS
Elektro	ND	P&D	P&D	
Eletropaulo	60.000	Detec. Faltas, autoreconfiguração, med. V-Var	ND	<i>WiMax</i>
Light	400.000	1.200 religadores 1.700 câmaras subt.	FV e sistemas de armazenamento	<i>TCP/IP</i> e redes <i>Wi-Fi Mesh</i> , <i>GSM/GPRS</i> e Satélite

Fonte: [1]

2.0 - POLÍTICAS PÚBLICAS VOLTADAS ÀS REDES INTELIGENTES

Uma política pública, caracterizada pelas atividades do Estado em benefício da sociedade em geral, é necessária quando identificado que mecanismos de mercado não regulados pelo Estado, causam resultados econômicos indesejados na sociedade, manifestados por externalidades, assimetria de informações ou pelo poder de mercado, entre outras. Externalidades podem definir a ausência de uma política pública aplicada às redes inteligentes, causadas pelo fato das concessionárias não capitalizarem a totalidade dos benefícios oriundos dessas redes, mesmo quando são responsáveis pelos investimentos. Quando benefícios como a eficiência energética, a redução das emissões, a inclusão de novos agentes ao sistema elétrico, entre outros, são apropriados somente pela sociedade, os investimentos pelas concessionárias tendem a serem menores que esses benefícios, criando-se então uma lacuna e a necessidade de intervenção do Estado para corrigi-la.

As políticas públicas voltadas às redes inteligentes apontam para o contexto regulatório e ao fomento de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D+I), tais como as Resoluções Aneel 482 e 502/2012, que abordam a geração distribuída e os medidores inteligentes, ações do Inova, que privilegiou projetos de redes inteligentes, além de projetos demonstrativos no âmbito do P&D da Aneel. Financiamentos oriundos de fundações estaduais de amparo à pesquisa e bancos regionais de desenvolvimento também podem ser utilizados como incentivo à implantação das redes inteligentes.

Outro fator importante para adoção das redes inteligentes se refere à modernização dos ativos da rede pública, onde não há uma política pública estruturada para esse fim. A Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee) propôs o estabelecimento de 3 diretrizes principais para o 4.º ciclo de revisão tarifária, visando a modernização do modelo atual para aumentar a qualidade e a eficiência dos serviços de distribuição: (i) estabelecer plano de investimentos para modernização e renovação dos ativos utilizando as redes inteligentes, (ii) redução das incertezas regulatórias e, (iii) estímulo aos novos negócios na distribuição e a promoção da eficiência energética.

Como barreiras, o modelo regulatório atual pautado no massivo investimento em infraestrutura de geração e transmissão, apresenta limitações frente aos novos desafios apresentados pelas redes inteligentes, que consideram uma rápida evolução tecnológica e a adoção de recursos digitais na sua gestão. Exemplo disso é o aumento do uso de sistemas distribuídos, fazendo com que o mercado cativo de uma única concessionária migre para um cenário de múltiplas fontes de energia, com o cliente saindo da situação passiva de somente ser um consumidor, para ser também um gerador de energia (prosumidor).

Embora o mercado nacional das redes inteligentes ainda seja incipiente frente ao potencial existente, e mesmo com a existência de recursos provenientes do P&D da Aneel para fomentá-lo, torna-se clara a existência de barreiras à adoção dessas redes, as quais impactam a indústria nacional desse segmento, havendo uma série de questões a serem suplantadas:

- a. Limitação dos recursos para P&D, que embora existentes, são compartilhados com outras vertentes de pesquisa;
- b. A baixa maturidade do mercado, a elevada tributação e a falta de uma sinalização clara do governo para implantação das redes inteligentes, aliada a pouca sinergia com os setores de telecomunicações, água e gás, que poderiam compartilhar a mesma infraestrutura de comunicações, reduzindo os custos operacionais;
- c. A inexistência de uma política industrial vertical do governo federal que estimule a consolidação do mercado de equipamentos e serviços para as redes inteligentes, além das dificuldades encontradas no processo de homologação e padronização de equipamentos, inibindo a adoção de investimentos de longo prazo pelo setor industrial;
- d. A falta de mão de obra especializada dificulta a implantação das redes e encarece seus custos. A implantação de soluções para as áreas de eletrotécnica, eletrônica, telecomunicações e TI a serem demandadas pelas redes inteligentes exigirá a formação e a qualificação de profissionais [3], cuja especialização inexistente no mercado atual.

2.1 Arcabouço regulatório existente

Há uma série de instrumentos no arcabouço regulatório que incidem direta ou indiretamente nas redes inteligentes, destacando-se as seguintes resoluções e portarias que regulamentam questões como a geração distribuída, os usos das tecnologias de comunicação, a certificação e a qualidade metrológica de medidores e de produtos de telecomunicações, fundamentais para a adoção das redes inteligentes no país:

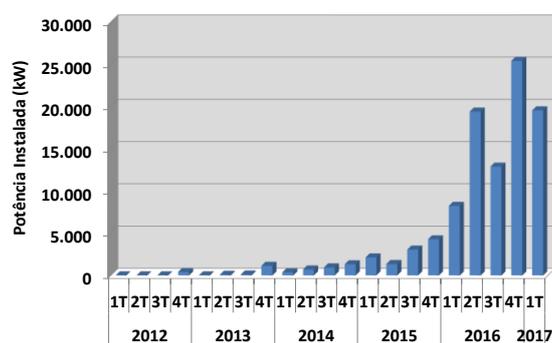
- a. Resolução Conjunta Aneel, Anatel e ANP n.º 001 de 24/11/1999 e a Resolução Aneel n.º 581 de 29/10/2002: regulamentam o compartilhamento da infraestrutura física entre os setores de energia elétrica, telecomunicações e petróleo, destacando-se a transmissão de dados por intermédio dos cabos de energia e de fibras óticas;
- b. Resolução Anatel n.º 242 de 30/12/2000: regulamenta a certificação e a homologação de produtos para telecomunicações;
- c. Resolução Aneel n.º 375 de 25/8/2009: regulamenta a utilização das instalações de distribuição de energia elétrica como meio de transporte para a comunicação digital ou analógica de sinais, também conhecida como *Power Line Communications (PLC)*;
- d. Portaria MME n.º 440 de 15/4/2010: Cria Grupo de Trabalho para subsidiar o estabelecimento de políticas públicas para a implantação de um Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente;
- e. Chamada Aneel n.º 011/2010: estabelece o Projeto Estratégico “Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente”;
- f. Resolução Anatel n.º 558 de 20/12/2010: regulamenta as condições de uso e a canalização de radiofrequências na faixa de 450 a 470 MHz;
- g. Resolução Aneel n.º 482 de 17/4/2012: Estabelece as condições para acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica, entre outros;
- h. Resolução Aneel n.º 502 de 7/8/2012: regulamenta os sistemas de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do Grupo B, incluindo a adição de quatro postos tarifários e comunicação remota;
- i. Resolução Aneel n.º 687 de 24/11/2015: aumentou os limites dos empreendimentos de minigeração distribuída com fontes renováveis de energia para 3 MW (5 MW para cogeração qualificada) e o prazo para compensação dos créditos de energia para 60 meses; permitiu a geração compartilhada por meio de consórcios ou cooperativas; e a geração em empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras para atendimento das áreas de uso comum e de consumidores individualmente.

2.2 Sinalizações do marco regulatório

A regulação da Aneel, embora voltada para a modicidade tarifária, não reconhece os investimentos realizados pelas próprias concessionárias na tecnologia da informação e de comunicação (TIC), o que inibe investimentos de maior porte para a implantação das redes inteligentes [4].

Por outro lado, o mercado reage positivamente quando aprimoramentos no marco regulatório são implementados, a exemplo da Resolução 687/2015, que fixou regras mais flexíveis para a geração distribuída a partir de 1.º de março de 2016. Destaca-se o aumento da potência instalada para até 3 MW nos empreendimentos de minigeração distribuída utilizando energias renováveis e até 5 MW nos de cogeração qualificada. Merecem destaque ainda o aumento para 60 meses o período de validade dos créditos da energia injetada na rede, a geração distribuída a partir de empreendimentos com várias unidades consumidoras, ou ainda a criação de consórcios e cooperativas para utilizarem a energia gerada. Desta forma, novos modelos de negócios estão aptos a serem criados, embora ainda restritos aos participantes desses empreendimentos, a partir da geração compartilhada, da geração condominial e pelo autoconsumo remoto.

Para exemplificar essa sinalização positiva, na Figura 1 estão indicadas as potências instaladas trimestralmente no Cadastro de Unidades Consumidoras com Geração Distribuída da Aneel [5], desde a publicação da Resolução 482 em 2012, totalizando cerca de 102.000 kW até o mês de março de 2017, sendo 67,5% desse total em energia fotovoltaica.



Fonte: [5]

Figura 1 – Potência instalada em geração distribuída na vigência da REN 482/2012

Destaca-se o aumento significativo das solicitações de conexão a partir do primeiro trimestre de 2016, coincidindo com a entrada em vigor das alterações inseridas pela Resolução 687. Desde então, a potência instalada de geração distribuída acumulou 85.438 kW até março de 2017, o que equivale a 84,4% de toda a geração distribuída instalada no país a partir de 2012.

3.0 - CIDADES INTELIGENTES

3.1 Principais características

As redes Inteligentes permitirão a otimização do uso e gestão dos recursos de energia, água, gás, segurança, trânsito e outros, melhorando a qualidade desses serviços e, conseqüentemente, a qualidade de vida nas cidades. O desenvolvimento das tecnologias inerentes às redes inteligentes e à sua expansão para a implantação das Cidades Inteligentes possibilitará às *utilities* cooperar entre si e à implantação de novos ambientes onde todos os objetos poderão ser, não somente identificados digitalmente, mas também reconhecidos, localizados e controlados remotamente. A esse processo, que atua de forma integrada, denomina-se *Internet of Things (IoT)* – ou Internet das Coisas.

Nas cidades do futuro as casas inteligentes, carros, sinais de trânsito, pessoas, pontos turísticos, ambulâncias e outras “coisas” relevantes deverão estar conectados às redes inteligentes, e as redes de telecomunicações deverão ser projetadas de forma a permitir a transmissão e recepção de dados em tempo real. Diante dessa realidade, as cidades inteligentes deverão ser integradas através da interligando de seus sistemas de gerenciamento e controle. No momento em que as cidades do futuro utilizarem as redes inteligentes para integrar pessoas, processos, dados e “coisas”, o processo denominado *Internet of Everything (IoE)* – ou Internet de Todas as Coisas, estará em execução.

3.2 O papel das *utilities*

Para pensar no papel das *utilities* nas cidades inteligentes recorreremos a algumas sugestões contidas na Carta Aberta do WSIRSG, apresentadas abaixo. Esta carta foi escrita ao término do evento realizado em dezembro de 2015, na cidade do Rio de Janeiro, organizado conjuntamente pelo CIGRÉ-Brasil e pelo Ministério da Ciência,

devam estar alinhadas de modo a determinar a difusão das tecnologias e de produtos desenvolvidos para aplicação nas redes inteligentes. A seguir estão descritas algumas proposições para incremento do marco regulatório atual, no sentido de adotar um plano estruturado para implantar as redes inteligentes no país.

4.1 Política Nacional para as Redes Inteligentes

Alguns países consideram a eficiência energética como a fonte de menor custo para a expansão do setor, seguida de políticas que preveem a adoção da geração distribuída, do gerenciamento do consumo, incluindo-se a resposta à demanda e o uso racional de energia por parte dos consumidores, abrindo espaço para a implantação das redes inteligentes. No Brasil, ao contrário, a expansão do setor elétrico está vinculada ao aumento da geração centralizada e a implantação de grandes empreendimentos de transmissão [3].

Como consequência, o modelo regulatório atual não privilegia a adoção das redes inteligentes no país, pois não prevê mecanismos para os investimentos necessários em tecnologia, limitados na sua grande maioria ao Programa de P&D da ANEEL e ao Programa Inova, o que reflete a baixa maturidade do mercado para essa área. Neste quadro, a implantação das redes inteligentes fica condicionada ao aprimoramento do marco regulatório na direção de um novo modelo para o setor, de modo similar ao que vem ocorrendo em outros países, os quais desenvolveram seus próprios modelos de negócio para esse setor [3].

Porém, um Plano Nacional por si só não é garantia de sucesso na implantação das redes inteligentes, a exemplo do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) [8], criado em 2012 para inserir a eficiência energética no planejamento energético do país, e ainda não implementado. O Plano deve ser acompanhado, entre outras propostas, por uma política industrial que venha não só a suprir grande parte da demanda criada a partir da implantação das redes inteligentes, como também a absorção pela indústria nacional de tecnologias consagradas internacionalmente e que encontrem aplicação no país [3].

Um programa nacional de redes inteligentes deve identificar as mudanças necessárias no setor elétrico considerando aspectos técnicos, econômicos e regulatórios. Para tanto, destaca-se a formação de parcerias público-privadas, com o objetivo de atrair capital privado para os segmentos da energia elétrica; a adoção de soluções que privilegiem as necessidades e condições regionais, descartando-se a “solução única”; e a promoção da constante atualização regulatória, que deve estar atenta a evolução natural do mercado, a medida que as tecnologias utilizadas evoluam. Como exemplo, cita-se a remuneração dos consumidores para a comercialização da energia gerada a partir de empreendimentos de geração distribuída [4].

O Brasil adota o modelo de compensação de energia (*net-metering*), onde a energia excedente produzida pelo consumidor é injetada no sistema para ser consumida posteriormente, sem envolver remuneração de qualquer natureza. A evolução natural do mercado levará o consumidor a entender as vantagens da geração distribuída na redução dos seus custos com energia, podendo causar um aumento significativo na injeção da energia distribuída no sistema, impactando negativamente no faturamento das concessionárias, uma vez que o consumidor gerará sua própria energia e obrigando a regulação a rever novas formas de comercialização. Entre elas destaca-se a adoção da tarifa *feed-in*, que prevê a remuneração da energia injetada no sistema em conjunto com a remuneração das concessionárias pelo uso do sistema de distribuição.

Segundo a Aneel, a otimização da operação e o ganho de eficiência obtido com as redes inteligentes, a partir do monitoramento e automação, possui uma relação econômica entre custo e benefício de 1:5 [4]. Esta estimativa contraria as conclusões do estudo de custo-benefício contidas no “Projeto Estratégico de P&D Redes Elétricas Inteligentes: Políticas Públicas e Regulação”, elaborado pela Abradee, os quais seriam iguais ou superiores aos benefícios auferidos, considerando-se três cenários de implantação (acelerado, moderado e conservador), sob a ótica dos atores envolvidos (sociedade, consumidor e concessionárias) nas condições regulatórias vigentes [7].

Tendo a modicidade tarifária como fator limitante, torna-se necessário equacionar como os gastos com a implantação das redes inteligentes serão rateados, se via aumento de tarifas, penalizando o consumidor, ou então por desonerações tributárias, impactando o governo e a sociedade em geral. Portanto, para que os benefícios obtidos com as redes inteligentes sejam contabilizados, seriam necessários ajustes no arcabouço regulatório atual de modo a equacionar a expansão da microgeração distribuída, a melhoria na qualidade do serviço, a redução da parcela da energia centralizada incluindo-se os investimentos na expansão da geração e transmissão, além da forma de remuneração e depreciação dos investimentos realizados [7].

Porém, o que se nota é um tímido movimento em direção às redes inteligentes a partir do momento em que a Aneel passou a reconhecer a existência de ativos como medidores inteligentes, módulos de comunicação, corte e religamento de cargas, displays, concentradores e sistemas de medição, mas ainda sem reconhecer os investimentos dessa natureza [3].

4.2 Política industrial para as Redes Inteligentes

Uma política industrial de longo prazo voltada para a implantação das redes inteligentes no país, eliminaria as incertezas de curto prazo, permitindo ao setor se preparar tecnicamente e investir na cadeia produtiva [9]. Por outro lado, fabricantes de equipamentos elétricos, *softwares*, indústrias de TIC, de equipamentos eletrônicos e de produtos de refrigeração, aquecimento e ventilação, entre outros, formam uma ampla cadeia de provedores de produtos e serviços que pouco interagiram até o momento para o desenvolvimento de soluções compatíveis com as existentes nas redes inteligentes, o que dificultará o aproveitamento de todas as potencialidades da automação residencial e os benefícios com a gestão e o controle da demanda.

Ressalta-se que existem várias etapas a serem superadas para a implantação completa das redes inteligentes, que vão além da simples implantação de medidores inteligentes e da abrangência dos projetos-piloto ora em curso. A adoção de um cronograma para migração do quadro atual para um novo paradigma de rede, seguindo o exemplo de países como a China e os EUA, é essencial para que as empresas com soluções nacionais consigam atingir a escala necessária para exploração econômica de suas inovações no processo de implantação das redes inteligentes no Brasil [7].

Nesse sentido, para se atender às futuras demandas das redes inteligentes, devem ser incluídas na cadeia produtiva da indústria a produção de equipamentos e sistemas para:

- a. Redes de dados: produção de equipamentos e interfaces para três grandes segmentos de transmissão de dados: (i) *Wide Area Network (WAN)*, que abrange toda a extensão das redes, desde o centro de controle até a região local da *Neighborhood Area Network (NAN)*; (ii) *NAN*, que abrange a comunicação a partir da *WAN* até a *Home Area Network (HAN)*, compreendendo a rede de média tensão; e (iii) *HAN*, que abrange a comunicação no ambiente residencial e incluem a gestão e o controle dos *smart appliances* e o medidor local [7].

Será necessária uma regulamentação específica para a segurança cibernética e a privacidade das redes, evitando que hábitos e comportamentos do consumidor sejam expostos a partir dos dados obtidos com o monitoramento inteligente da energia e transmitidos para a concessionária [4]. As redes de dados terão pontos de acesso a informação fora do ambiente controlado pelas concessionárias, podendo resultar em pontos de vulnerabilidade do sistema [9].

- b. Medição e interfaces: medidores inteligentes e *displays* interativos para permitir ao consumidor gerenciar o uso da energia elétrica [4] e para interface dele com a concessionária, medição sincrofásica para subestações, módulos de comunicação para a *Home Area Network (HAN)*, rede doméstica de comunicação e interface com a *Field Area Network (FAN)* [1], com o objetivo de criar um *gateway* por consumidor para a obtenção dos consumos de energia elétrica, água e gás remotamente [3], dispositivos de resposta a demanda (*smart appliances*), *Intelligent Electronic Devices (IEDs)* [1];
- c. Equipamentos para automação da distribuição em média tensão: disjuntores, religadores, reguladores de tensão, chaves seccionadoras e de proteção [1];
- d. Equipamentos para a geração distribuída: inversores de frequência e controladores de carga, baterias inteligentes [1], medição em *roaming* para veículos elétricos.
- e. Sistemas de suporte a decisão e de gestão da distribuição: (i) a gestão da demanda através do controle de *peak-shaving* e da resposta a demanda; (ii) gestão da operação através do monitoramento do sistema (SCADA), controles de faltas, *self-healing* e de tensão, inserção da geração distribuída, de sistemas de armazenamento e de veículos elétricos em conjunto com a geração centralizada; (iii) sistemas de medição automática para gestão das perdas técnicas e comerciais e de faturamento; (iv) gestão dos ativos da rede e ferramentas para *Geographic Information System (GIS)* [1]; (v) plataforma para levantamentos de *data mining*, com o objetivo de identificar padrões de consumo de cada cliente [4].

4.3 Infraestrutura de Telecom

Nos projetos pilotos de redes inteligentes das concessionárias tem-se optado por adotar redes próprias de comunicação, embora o marco regulatório não prever o direito de exploração desses serviços por essas concessionárias. Características como baixo volume de dados e latência (tempo para a transmissão dos dados e eventuais atualizações de *software*), além da elevada disponibilidade dessas redes, levam-nas a condição de subutilização [3]. As concessionárias por sua vez consideram elevados os custos para utilização das redes públicas, que em muitos casos não atendem aos requisitos de disponibilidade e segurança exigidos pelas redes inteligentes [9].

Por outro lado, restrições físicas para implantação de antenas, a utilização do espectro de frequências para a comunicação sem fio, e a instalação de cabos, torna necessário o aprimoramento do marco regulatório para disciplinar a utilização e o compartilhamento das redes de comunicação pelas redes inteligentes, prevendo a

utilização futura pelas cidades inteligentes e pela internet das coisas. Esse aprimoramento na regulação evitaria os elevados gastos com a implantação de redes proprietárias, com o custo de uma única rede sendo diluído entre as diversas concessionárias de serviços público e com o próprio setor público, que demandaria essa rede para múltiplos serviços de interesse da sociedade, e aumentando desta forma seu potencial de utilização [3].

Quanto a tecnologia a ser adotada, esta dependerá de fatores como os custos envolvidos, a distância entre os sensores e os medidores até o ponto concentrador de dados e deste até a rede da concessionária, da topologia física do local, da área de cobertura, das taxas de transmissão, do desempenho do sistema, atenuação e ruídos [7].

4.4 Participação dos consumidores (prosumers)

O consumidor desempenha papel-chave na implantação das redes inteligentes e na obtenção dos seus benefícios. Será necessário que ele perceba o valor existente nos novos serviços prestados pela concessionária, como por exemplo, a cobrança de tarifas diferenciadas por horário de uso (tarifa branca) ou a oportunidade de produzir parte da energia que ele consome.

Como o Brasil é social e culturalmente heterogêneo, os projetos-piloto de redes inteligentes terão que considerar essas características, não estando ainda suficientemente esclarecidas quais serão as reações desses consumidores a questões como [7]:

- a. Responder positivamente à existência de cobrança da energia consumida, ao corte e ao religamento remotos, frente à cultura das ligações clandestinas e ao não pagamento dessa energia;
- b. Modificar seus hábitos como forma de reduzir a utilização da energia elétrica nos horários de pico, características intrínsecas para as quais efetivamente as redes inteligentes estão dimensionadas e estar sensível ao apelo de economia de energia, solicitando voluntariamente a instalação de medidores inteligentes; ou ainda, utilizar novos serviços, como os de automação residencial, pré-pagamento de energia elétrica etc.;
- c. Adquirir empreendimento para microgeração distribuída, considerando a queda dos preços desses equipamentos e a possibilidade desse consumidor tornar-se um prosumidor; além de estar receptivo aos automóveis, motos e outros equipamentos consumidores e armazenadores de energia elétrica.

5.0 - CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma análise sobre as questões regulatórias que impactam na implantação das redes inteligentes no país, cuja adoção se torna necessária na medida em que o avanço tecnológico dos equipamentos e sistemas de distribuição tendem a reduzir os custos operacionais das concessionárias de energia. Soma-se a isso, a gradual expansão dos recursos distribuídos, obtida a partir da revisão da Resolução 482/2012, que obrigará a modernização das redes para acomodar adequadamente essa geração.

Diante deste quadro, o artigo aponta para o Estado, na qualidade de poder concedente, o papel de coordenar esta modernização, implantando uma política pública para as redes inteligentes, a fim de superar as barreiras naturais existentes no marco regulatório do setor elétrico. Esta política deve incluir o aperfeiçoamento da regulação, para que as características inerentes a essas redes sejam reconhecidas adequadamente. Destaca-se a implantação de redes de comunicação dedicadas, fundamentais para a operação da distribuição de energia nesse novo ambiente, além da remuneração das concessionárias pelos investimentos realizados.

É destacada também a necessidade de se adotar uma política industrial voltada para o estabelecimento de uma cadeia de fornecimento de equipamentos e sistemas, e a capacitação de mão-de-obra especializada, de modo a assegurar a qualidade dos equipamentos e serviços a serem demandados pelas redes inteligentes.

Por fim, é de fundamental importância a participação do consumidor na utilização das redes inteligentes, pois ele estará apto a se transformar em um "prosumidor" se assim o desejar e para tanto, deverá estar conscientizado sobre os benefícios que a rede poderá lhe oferecer. Com uma rede inteligente consolidada, abre-se caminho para a integração de outros serviços públicos, além da evolução natural para as cidades inteligentes e para a internet das coisas.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Redes Elétricas Inteligentes: Diálogo Setorial Brasil-União Europeia (2014). 2014.

[2] Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. Relatórios do Sistema de Apoio a Decisão. Consumidores, Consumo, Receita, Tarifa Média - por Região. Disponível em

<http://relatorios.aneel.gov.br/layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSAMPRegiao.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1>. Acessado em 16/1/2017.

[3] Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. Mapeamento da Cadeia Fornecedora de TIC e de seus Produtos e Serviços para Redes Elétricas Inteligentes. Documento Propositivo de Políticas Voltadas para o Desenvolvimento da Indústria Fornecedora de TIC para REI. Sumário executivo. 2016

[4] Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. Relatório de acompanhamento setorial – Smart grid: tendências no mundo e no Brasil e possibilidade de desenvolvimento produtivo e tecnológico. Sumário executivo. 2012

[5] Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. Relatórios sobre as Unidades Consumidoras com Geração Distribuída. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/VerGD.asp>. Acessado em 17/3/2017.

[6] Lima, E. O.; Silva, R. H. O papel das empresas de *utilities* nas cidades inteligentes. Revista Eletroevolução, v. 85, p. 37.

[7] RIVERA, R.; ESPOSITO, A. S.; TEIXEIRA, I. Redes elétricas inteligentes: oportunidade para adensamento produtivo e tecnológico local. BNDES Mag, v. 43, p. 84, 2013.

[8] Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Eficiência Energética. Premissas e Diretrizes Básicas. 2012. Disponível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/plano-nacional-de-eficiencia-energetica>. Acessado em 20/3/2017.

[9] Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. Mapeamento da Cadeia Fornecedora de TIC e de seus Produtos e Serviços para Redes Elétricas Inteligentes. Mapeamento Internacional da Cadeia de Produtos e Serviços de TIC para REI. Sumário Executivo. 2014.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Carlos Henrique Moya. Nascido em São Paulo, SP em 27/6/1959. É Eng. Eletricista formado pela Universidade Gama Filho em 1992. Possui pós-graduação no Uso Racional de Energia (2011) e mestrado em Engenharia de Energia (2014), ambos pela Universidade Federal de Itajubá. Atua no setor elétrico nacional e na indústria, na avaliação e manutenção de equipamentos e sistemas elétricos, e na eficiência energética industrial desde 1981. Atualmente é Engenheiro do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL.

Fernando Pinto Dias Perrone: Nascido em Porto Alegre, RS em 23/1/1955. É Eng. Eletricista formado pela PUC-RJ (1978). Possui pós-graduação em Engenharia de Aplicações Elétricas (1981), Administração Pública para Desenvolvimento de Executivos (1987) e MBA Executivo em Energia Elétrica (2002). Atua na Eletrobras desde 1977. Foi gerente de programas setoriais de eficiência energética do Programa Nacional de Conservação de Energia - Procel. Atualmente é Assistente no Setor de Regulação da Geração da Eletrobras.



Robson Hilaro da Silva. Nascido em Volta Redonda, RJ em 6/12/1980. É mestre na área de Sistemas Paralelos e Distribuídos pela Universidade Federal Fluminense (2006). Professor universitário de 2006 até 2009 sendo dois deles como professor substituto no IC da UFF. Analista de Sistema na Eletrobras de 2008 até início 2015 e pós-graduado pela UNICAMP em Gestão Estratégica da Inovação Tecnológica no Setor de Energia Elétrica. Atuou na Assessoria de Coordenação da Gestão da Regulação e Relações Institucionais da Diretoria de Regulação da Eletrobras e atualmente contribuiu como analista de negócio na Administração dos Bens da União sob Administração da Eletrobras.



Eduardo de Oliveira Lima. Nascido no Rio de Janeiro, RJ em 16/4/1962. É formado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Brasília (UnB) (1982). Possui mestrado em Automação e Controle pela UnB (1998) e pós-graduação em: Computação de Grande Porte pela UnB e SERPRO (1985), Mestrado em Automação e Controle - Universidade de Brasília (1998); MBA Tecnologia da Informação - TWA Conhecer Brasília/Harvard University (2000); Especialização em Gestão Avançada - AMANA-KEY São Paulo/Brasília (2002); Tecnologia da Informação - Universidade Estácio de Sá (2004); Gestão - Mindquest Brasília e Harvard School (2012) e formação em Regulação do Setor Elétrico Brasileiro – Fundação Getúlio Vargas Brasília (2015). Atuou na Eletrobras Eletronorte como Assistente da Diretoria de Regulação e da Presidência; como Gerente Executivo de Infra Estrutura de Tecnologia da Informação e de Suporte Tecnológico de Tecnologia da Informação para Engenharia e Operação dos Sistemas Elétricos. Atualmente é assessor da Superintendência de Tecnologia da Informação – Eletrobras Eletronorte.