



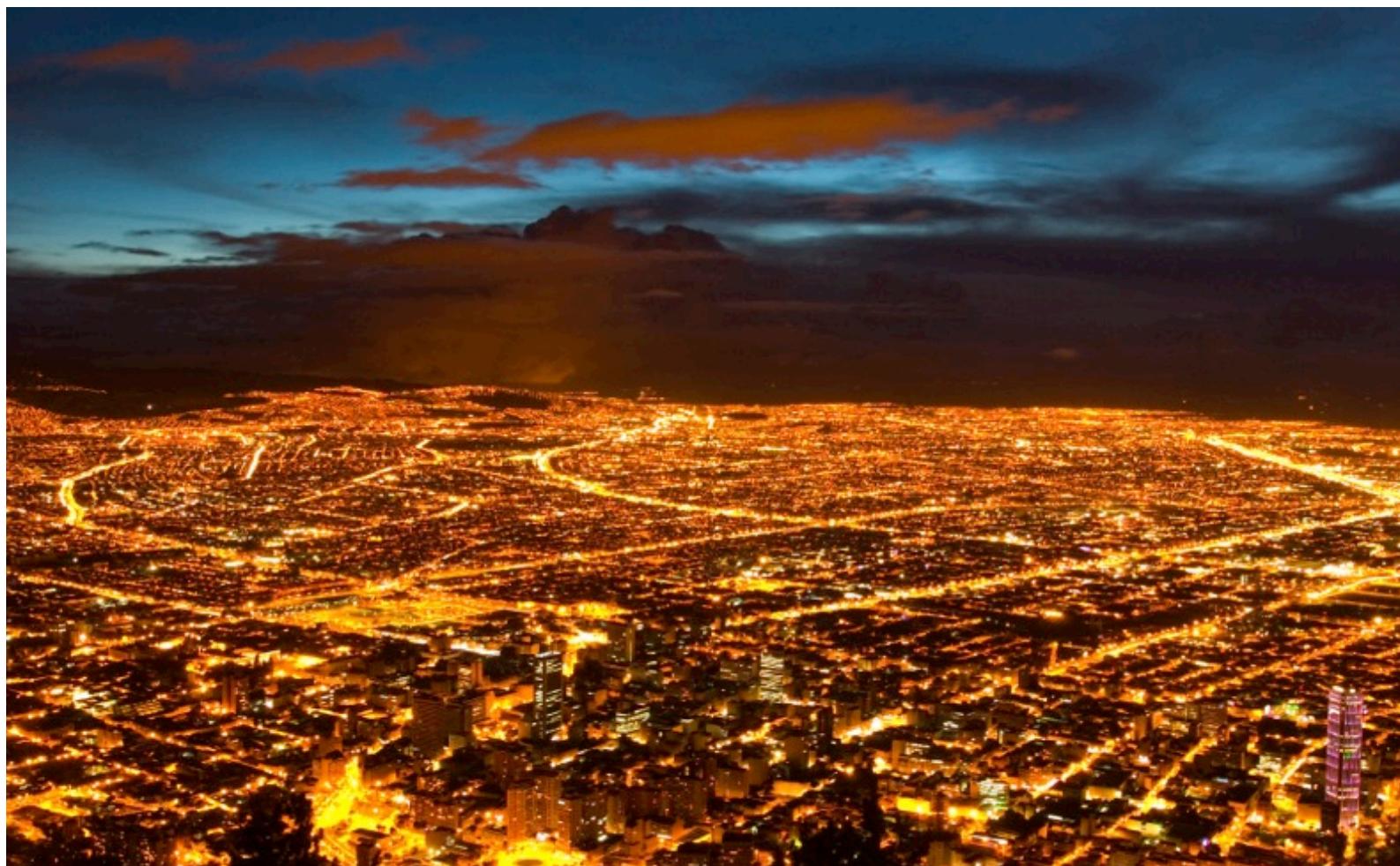
DIÁLOGOS UNIÃO EUROPEIA
SETORIAIS BRASIL



iAPTEL



GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



Estudo das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil

Estado-da-Arte

Maio 2013

Contatos

Direção Nacional do Projeto

+55 61 2020.4906/4928/5082/4134
 contato@dialogossetoriais.org
 www.dialogossetoriais.org

Preparado para: Dialógos Setoriais, MMA-iAPTEL

Ação ENER 0001 - Cooperação entre o Brasil e a UE em Redes Inteligentes

Maio, 2013

Autor:

Dr Claudio Lima
Colaborador do MMA-IAPTEL/Consultor Especialista em Redes Elétrica Inteligentes
crlima100@gmail.com / +1 832 3143736

Representante Oficial

Dra Ana Lúcia Barros Dorabella, Diretora e
Flávio Santos Gonçalves
Ministério do Meio Ambiente (MMA)
flavio.goncalves@mma.gov.br / +55 61 20282240 / +55 61 81605049

Coordenação Técnico-Operacional

José Gonçalves Vieira
Instituto APTEL – Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações (iAPTEL)
Presidente do iAPTEL e Diretor de Inovação Tecnológica da APTEL
vieira@aptel.com.br / +55 62 99710361 / +55 62 99688805

Coordenação Européia

JRC – Joint Research Center – European Union
Westerduinweg 3
NL-1755 LE Petten
The Netherlands
Tel.: +31 (0)224 565656 (switchboard)
Fax: +31 (0)224 565600
Contatos: Marcelo Macera: email Marcelo.MASERA@ec.europa.eu
Julija Vasiljevska: email: Julija.VASILJEVSKA@ec.europa.eu

Foro capa: credito: "©iStockphoto.com

Conteúdo

1. Programa Diálogos Setoriais em Redes Elétricas Inteligentes (REI)
 - 1.1 Contextualização do Programa
2. Introdução Contextual às Redes Elétricas Inteligentes
3. Tópicos Relacionados às Redes Elétricas Inteligentes, Desafios e Oportunidades
 - 3.1 Desafios e Oportunidades para Implantação das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil
 - 3.1.1 *Eficiência Energética*
 - 3.1.2 *Micro e Mini-Geração Distribuída (GD)*
 - 3.1.3 *Veículos Elétricos – Mobilidade Urbana-Elétrica*
 - 3.1.4 *Domínio Tecnológico Da Cadeia Produtiva da Redes Elétricas Inteligentes*
 - 3.1.5 *Fontes de Recursos para Financiar e Inovar em Redes Elétricas Inteligentes: Plano Inova Energia BNDES-FINEP-ANEEL*
4. Principais Motivadores das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil
5. Programa Brasileiro de Redes Elétricas Inteligentes (PBRI)
 - 5.1 Objetivos Estratégicos do Programa Brasileiro de Redes Inteligentes
 - 5.2 Estruturação do PBRI
 - 5.3 Blocos do PBRI: Detalhamento
 - 5.4 Organização do PBRI
 - 5.5 Fases e Metodologia do PBRI
 - 5.6 Evolução do PBRI, P&D em Redes Elétricas Inteligentes no Brasil
 - 5.7 Principais Resultados Obtidos do PBRI – Fase 1
 - 5.7.1 *Status das Ações Governamentais, Associações e Concessionárias no Plano Nacional de Redes Inteligentes*
 - 5.7.2 *Cenários para Adoção da Medição Inteligente no Brasil*
 - 5.7.3 *Lições, Desafios e Expectativas*

6. Status dos P&Ds da ANEEL de Redes Elétricas Inteligentes

- 6.1 Fontes de Recursos do P&D ANEEL – Aspectos Legais
- 6.2 Principais Investimentos Realizados e Previstos em Projetos de P&D na Área de Redes Elétricas Inteligentes
- 6.3 Principais Projetos Pilotos ou Experimentais de REI no Brasil

7. Status das Principais Resoluções Normativas da ANEEL, Procedimentos e Projetos de Leis em Redes Elétricas Inteligentes

- 7.1 Resolução 464 – Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET
- 7.2 Resolução 502 – Sistemas de Medição de Energia Grupo B
- 7.3 Resolução 482 e 517 – Microgeração e Mini-Geração Distribuída
- 7.4 Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST
- 7.5 Projeto de Lei Câmara dos Deputados Nº 3337/2012
- 7.6 Projeto de Lei do Senado nº 84/2012

8 . Considerações Finais: Oportunidades e Desafios

Referências Bibliográficas

Anexo – Principais Projetos de P&D da ANEEL em Redes Elétricas Inteligentes no Brasil

Lista de Figuras

- Figura 1** Evolução das convergências tecnológicas. Conceitos de PTIC (Sistemas de Potência com TIC) ou Redes Elétricas Inteligentes.
- Figura 2** Diagrama de blocos de uma Rede Elétrica Inteligente mostrando as interrelações entre os diversos domínios com a camada de comunicações se sobrepondo aos mesmos.
- Figura 3** Modelo de arquitetura de Redes Elétricas Inteligentes, baseados no Padrão Técnico Internacional do IEEE 2030 Smart Grid Standards (*fonte: IEEE 2030*).
- Figura 4** Valores das perdas técnicas e não-técnicas (comercial) por região.
- Figura 5** Tendência de adoção da geração distribuída.
- Figura 6** Veículo elétrico da EDP em Évora.
- Figura 7** Cartão pré-pago para carregamento de veículos elétricos.
- Figura 8** Déficit na balança comercial brasileira de eletroeletrônicos.
- Figura 9** Principais motivadores e benefícios das Redes Elétricas Inteligentes.
- Figura 10** Blocos do P&D ANEEL em Redes Elétricas Inteligentes da ABRADEE/APTEL.
- Figura 11** Empresas cooperadas no P&D ANEEL/APTEL.
- Figura 12** Estrutura organizacional do P&D ANEEL/ABRADEE/APTEL.
- Figura 13** Evolução do cenário de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil.
- Figura 14** Cenários para a adoção da medição inteligente no Brasil.
- Figura 15** Origem e valor dos recursos dos P&D da ANEEL em REI.
- Figura 16** Mapeamento dos Projetos Pilotos ou Experimentais de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil.
- Figura 17** Evolução e status das ações multi-setoriais e resoluções normativas em REI no Brasil.
- Figura 18** Mapa SIN – Sistema Interligado Nacional.
- Figura 19** Modalidades tarifárias para Grupo B.
- Figura 20** Esquema exemplificativo do modelo de sistema de medição bidirecional pela utilização de dois medidores unidirecionais.

Lista de Tabelas

Tabela 1 Principais investimentos em projetos de R&D em REI no Brasil.

Tabela 2 Descrição dos projetos P&D ANEEL Redes Elétricas Inteligentes no Brasil.

Tabela 3 Resumo de resoluções normativas vigentes pertinentes.

Tabela 4 Níveis de tensão considerados para conexão de micro e mini-geração.

Tabela 5 Requisitos mínimos em função da potência Instalada.

1. Programa Diálogos Setoriais em Redes Elétricas Inteligentes (REI)

A Ação ENER 0001 – Dialógos Setoriais: Cooperação entre o Brasil e a UE (União Européia) em Redes Elétricas Inteligentes, em execução no âmbito da 6º convocatória do Projeto de apoio aos Diálogos Setoriais foi delineada através de uma parceria entre MMA e iAPTEL e possui como objetivo principal a troca de experiências e conhecimento em Redes Inteligentes. Os objetivos específicos da Ação são:

- 1) Aprimorar e disseminar o conhecimento dos agentes brasileiros e europeus sobre as condições para a disseminação do conceito das Redes Inteligentes no Brasil e na Europa;
- 2) Desenvolver e aprimorar metodologias para identificação, modelagem e monitoramento dos impactos da implantação de funcionalidades e de tecnologias associadas às Redes Inteligentes;
- 3) Prospectar possibilidades de cooperações Inter-institucionais entre o Brasil e a União Europeia em tecnologias e políticas públicas de Redes Inteligentes.

1.1 Contextualização do Programa

A tendência mundial nas grandes empresas do setor elétrico é migrar de uma topologia de redes unidirecionais e constituída pelas grandes fontes de geração, para outra multidirecional e mais interativa com os consumidores e com outros provedores. Esse novo conceito, chamado de Redes Inteligentes (RI), Redes Elétricas Inteligentes (REI) ou “Smart Grid” no termo em inglês, só é possível com a aplicação intensiva das novas tecnologias de informação e comunicação (ICT).

A implantação de REI está acontecendo de forma mais intensa na Europa onde o principal motivador para essa instalação é a utilização de fontes distribuídas e renováveis de energia, com o estabelecimento da agenda ambiental 20-20-20. A legislação brasileira prevê também, entre outros muitos aspectos, incentivos à produção de energia a partir de fontes alternativas renováveis tais como éolico, solar fotovoltaico e biomassa, que poderá vir a incluir pequenos produtores territorialmente distribuídos, dentro das novas normas regulatórias de Micro e Mini-Geração Distribuída.

A Associação das Empresas Proprietárias de Infra Estrutura e Sistemas Privados de Telecomunicações (APTEL), em parceria com a ABRADEE (Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica) participa da coordenação e realização de amplo estudo sobre as REI no Brasil, chamado de Programa Brasileiro de Redes Inteligentes (PBRI). A primeira fase desse estudo abordou os principais desafios para a implantação de uma REI no país e avaliou três cenários decorrentes de diferentes trajetórias de implantação das funcionalidades relacionadas ao conceito, sendo que para cada uma delas foi adotado um conjunto específico de políticas públicas e de respectivos incentivos à adoção por parte das concessionárias. Esses cenários são apresentados nesse documento.

A presente Proposta de Ação se inclui como atividade para a segunda fase dos trabalhos do PBRI (fase 2). Neste contexto, é do máximo interesse para o Brasil identificar possibilidades de intercâmbio de experiências com entidades europeias envolvidas com as tecnologias associadas ao conceito de REI.

Cabe salientar que entre 11-13 de Setembro de 2012 foi realizado em Curitiba, XVIII SNT APTEL 2012, promovido e organizado pela APTEL onde foram tratados os temas de REI. Esse evento teve a presença de um especialista europeu que atua como chefe da unidade de segurança de energia do Instituto de Energia e Transporte, que pertence aos Centros de Pesquisa Associados à Comissão Européia (*Joint Research Center - JRC*). Com a vinda desse especialista iniciou-se as discussões com a APTEL para a implementação do Diálogo Setorial aqui proposto.

Diante desse cenário esse relatório foi elaborado com o propósito de apresentar o estado da arte, abordando as questões mais relevantes relacionadas às Redes Elétricas Inteligentes (REI) no Brasil tais como: conceituação das REI, principais motivadores, políticas públicas, resoluções normativas da ANEEL, projetos de lei, P&Ds, PBRI-Programa Brasileiro de Redes Inteligentes, dentre outros.

2. Introdução Contextual às Redes Elétricas Inteligentes

Essa sessão introduz o conceito, definição, elementos básicos e sistemas de referências das Redes Elétricas Inteligentes sob um visão sistêmica, moderna, integrada e interoperável, estabelecidas pelo padrão técnico internacional do IEEE – *Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE 2030 Smart Grid Interoperability Standards*, para facilitar a compreensão dos assuntos abordados nesse documento.

A Figura 1 ilustra as mais importantes convergências tecnológicas dos últimos anos. A primeira ocorreu por volta dos anos 90 com a convergência das tecnologias de comunicações com TI (tecnologia da informação), criando a TIC (tecnologia da informação e comunicação). A segunda e mais importante convergência surgiu em meados de 2009 com a convergência das TICs com os sistemas elétricos de potência, criando o novo conceito PTIC (Potência e TIC). Com isso introduziu-se as “Redes Elétricas Inteligentes (REI)”, também conhecido como “Smart Grid”.

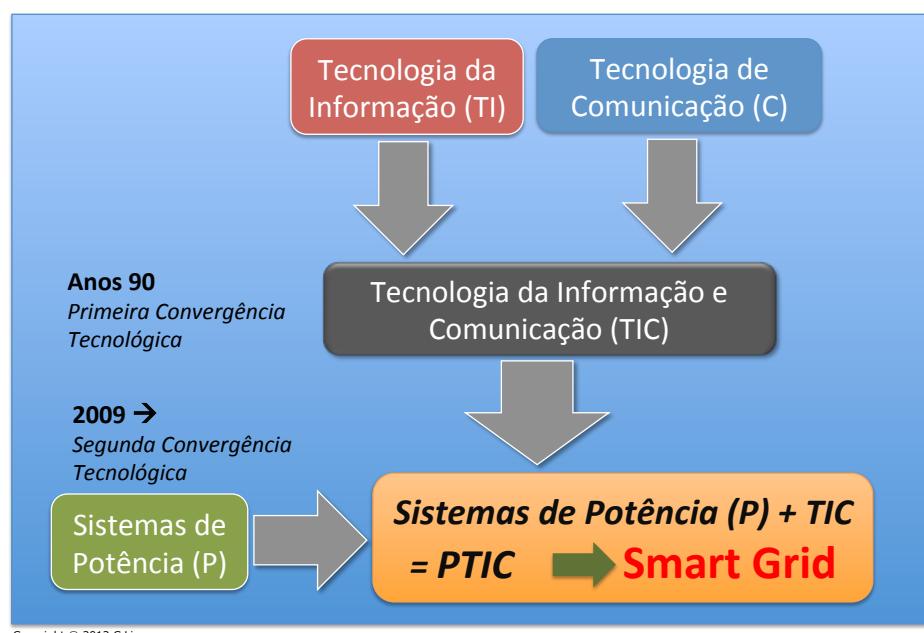


Figura 1 – Evolução das convergências tecnológicas. Conceitos de PTIC (Sistemas de Potência com TIC) ou Redes Elétricas Inteligentes.

A Rede Elétrica Inteligente (REI) pode ser definida de forma simples como o uso intensivo de tecnologias e sistemas de TIC suportando sistemas de potência, ou em outras palavras como sendo o a introdução de uma camada de “inteligência e automação” nos elementos, processos e sistemas elétricos e de energia, adequando-os a operar com mais eficiência, rapidez, economia e interoperabilidade fim-a-fim.

A Figura 2 abaixo ilustra os domínios da geração (renovável e não renovável), transmissão, transformação e consumo de energia elétrica de um sistema elétrico/energia e as interrelações entre os blocos que compõem esse sistema. A figura ilustra também como a tecnologia de comunicações se sobrepõe a esses domínios de forma a prover meios de comunicações e interoperabilidade fim-a-fim entre os diversos segmentos do sistema. Na mesma figura pode-se ver a inserção de geração distribuída à nível de distribuição e também no consumidor final.

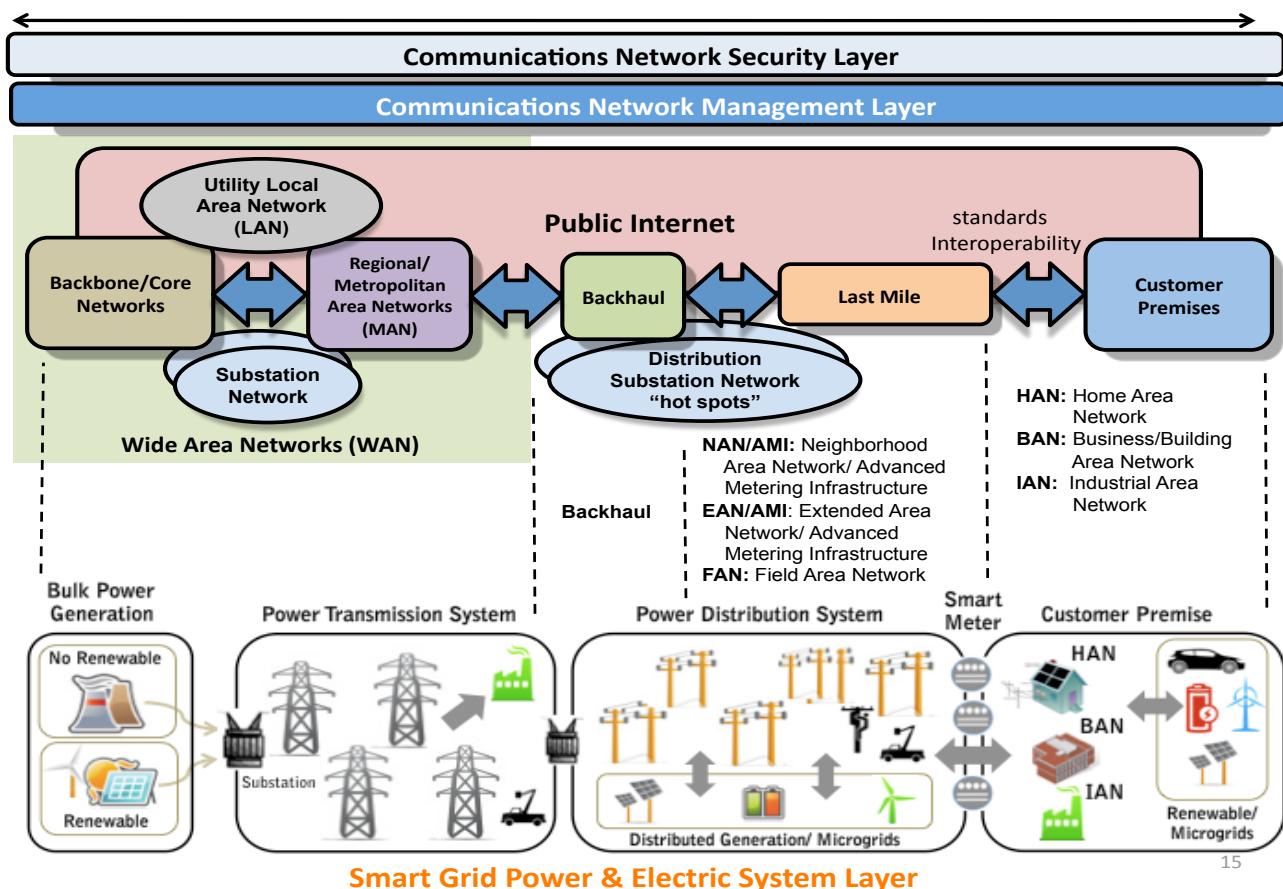


Figura 2 – Diagrama de blocos de uma Rede Elétrica Inteligente mostrando as interrelações entre os diversos domínios com a camada de comunicações se sobrepondo aos mesmos (fonte: C Lima, IEEE 2030 Smart Grid Standards).

Em meados de 2009 o comitê estratégico do IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) e Grupo SC21 iniciou as atividades de elaboração do primeiro padrão técnico internacional de interoperabilidade de Redes Elétricas Inteligentes, chamado IEEE P2030. Após dois anos de intensa atividade e diversas reuniões entre os três sub-groups (sistemas de potência, comunicação e TI),

produziu-se três arquiteturas de referência para cada sub-grupo, tabelas de definições de elementos e interconexões, parâmetros de desempenho e recomendações de “melhores práticas” de Redes Elétricas Inteligentes, criando-se assim a primeira referência mundial de uso, aplicações e mapeamento do Redes Elétricas Inteligentes. O SC21 IEEE 2030 Smart Grid Interoperability Standards foi oficialmente aprovado e publicado pelo IEEE Standards Association em Outubro de 2011 e lançado no Brasil em Novembro de 2011.

A Figura 3 mostra a mais completa arquitetura de interoperabilidade de elementos de Redes Elétricas Inteligentes, existente hoje em dia, focando em TIC e que faz parte do IEEE 2030. Aqui pode-se ver os principais domínios do Redes Elétricas Inteligentes (com colaboração do U.S. NIST), elementos básicos e suas definições e interrelações/conexões entre os diversos elementos (possíveis conexões).

Com o novo modelo referencial de arquitetura de Redes Elétricas Inteligentes pode-se derivar qualquer sub-sistema, aplicação ou mapeamento de qualquer rede de REI de concessionárias de energia elétrica, mapeando o *status quo* e de desenvolvimentos futuros, auxiliando o desenvolvimento de “roadmaps” de planejamento estratégico tecnológico das concessionárias.

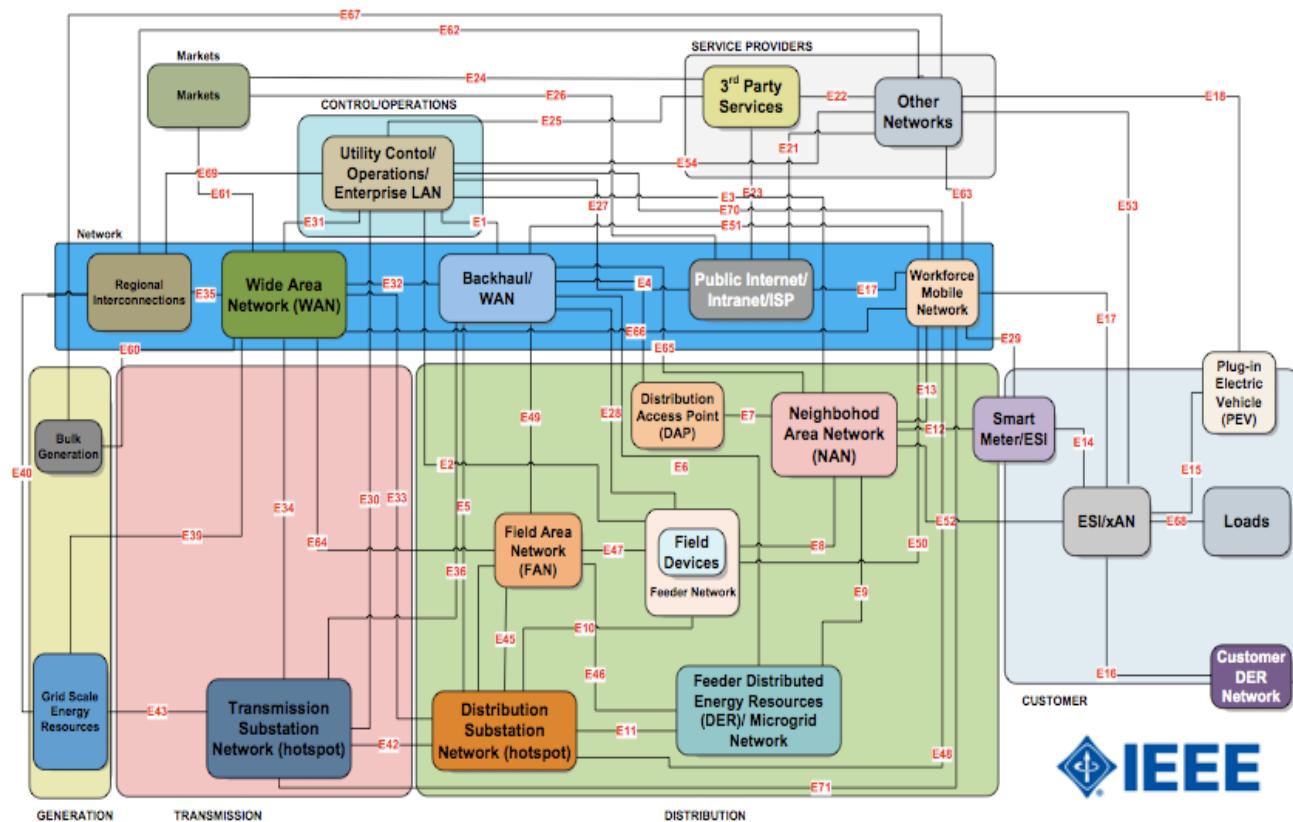


Figura 3 – Modelo de Arquitetura de Redes Elétricas Inteligentes, baseados no Padrão Técnico Internacional do IEEE 2030 Smart Grid Standards (fonte: IEEE 2030).

3. Tópicos Relacionados às Redes Elétricas Inteligentes, Desafios e Oportunidades

Sistemas de Medição Inteligente: Sistemas de tele-medição bidirecional, incluindo medidores inteligentes, redes de comunicações sem e com fio e sistemas de coleta e processamento de dados;

Automação da Distribuição: Sistemas de controle, supervisão e monitoração remota de elementos das redes de distribuição de energia elétrica, incluindo automação em subestações de distribuição. Essa tecnologia permite a melhoria da qualidade da energia elétrica, provendo uma melhoria nos indicadores de qualidade do serviço fornecido;

Geração Distribuída: Sistemas de micro e mini-geração de energia renovável ou não, conectados a rede de distribuição chamado *on-grid* ou *grid-tie*;

Sistemas de Armazenamento de Energia: Sistemas de armazenamento de energia à nível de subestação, rede de distribuição e consumidor final;

Veículos Elétricos: Veículos movidos a energia elétrica, com acumuladores/baterias, incluindo a gestão energética com sistemas de carregamento e supervisão na residência do consumidor ou fora dela;

Tecnologia de Comunicação e Informação (TIC): Sistemas de comunicações e de informação (TIC), incluindo *back office*, com comunicação sem e com fio privada ou alugada;

Prédios e Residências Inteligentes: Sistemas de automação, energia renovável, armazenamento de energia e de interação entre o consumidor e a rede de energia elétrica com o controle da gestão energética;

Novos Serviços para o Consumidor: Sistemas integrados de medição de eletricidade, gás e água, serviços de segurança, comunicação e de gestão da eficiência energética no consumidor.

3.1 Desafios e Oportunidades para Implantação das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil

Os principais desafios para a implantação de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil hoje são:

- 1) **Regulação** – Adaptação e criação de nova regulação para o setor;
- 2) **Integração de Tecnologias** – Interoperabilidade entre múltiplos sub-sistemas;
- 3) **Desenvolvimento de Softwares e Novas Aplicações** – Sistemas, softwares e banco de dados – Necessita o entendimento do modelo de operação das concessionárias e tecnologias avançadas por parte do pessoal de desenvolvimento de TIC;

- 4) Modelo /Arquitetura de Rede de Telecom – Confiável, escalável e de baixo custo;
- 5) Fontes e Recursos – Identificação de fontes de recursos para financiamento;
- 6) Segurança das Operações – Ciber-segurança e proteção de ativos críticos;
- 7) Políticas Públicas – Suporte a cadeia produtiva, à inovação tecnológica, ciências e tecnologia, exportação e política de meio-ambiente no contexto de REI.

3.1.1 Eficiência Energética

A eficiência energética na distribuição e no consumidor final, principalmente o tema relacionado a redução das perdas técnicas e não técnicas (ex: perdas comerciais) são um os principais desafios hoje do sistema elétrico brasileiro. A Figura 4 ilustra onde ocorrem os maiores índices de perdas técnicas e não técnicas (ex: furto de energia) que são principalmente combatidas com a tele-medida bidirecional usando a medição inteligente.

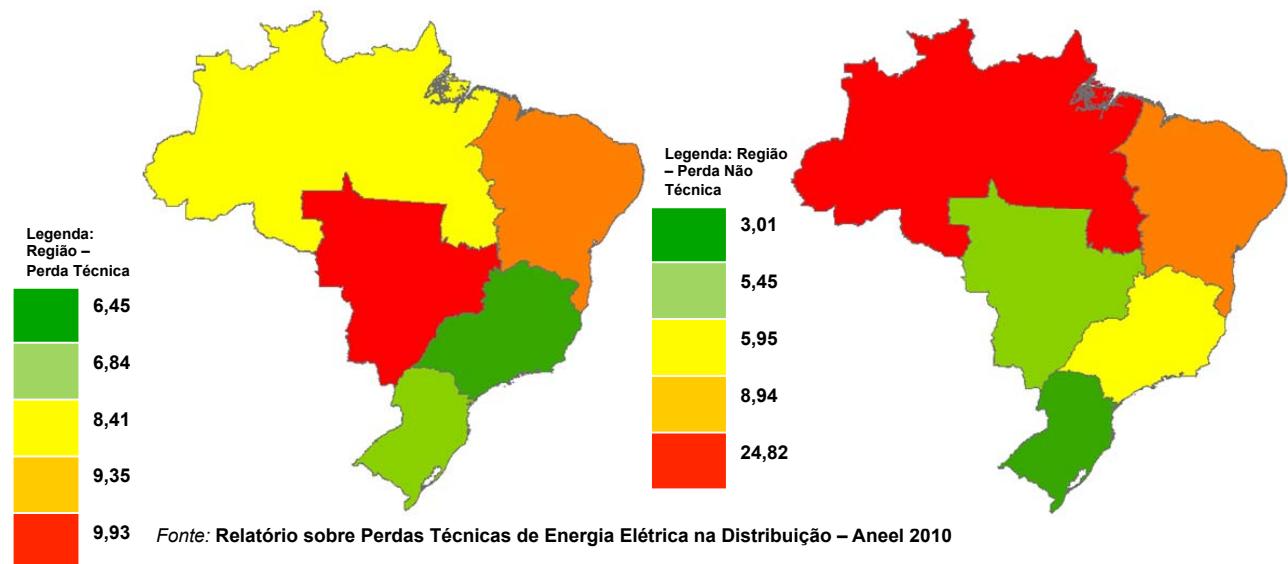


Figura 4 – Valores das perdas técnicas e não-técnicas (comercial) por região (fonte: ANEEL, Ref [2])

3.1.2 Micro e Mini-Geração Distribuída (GD)

A micro e mini-geração distribuída (GD) é uma tendência de futuro e são sistemas importantes das Redes Elétricas Inteligentes, representando um dos componentes do mix da geração de energia elétrica nos próximos anos para o Brasil. A geração distribuída já é bastante popular em países como a Alemanha, e nos EUA como por exemplo na Califórnia e Hawaii. A ANEEL através da norma

482/2012 (discutida nos próximos tópicos deste documento) regula a inserção dessa geração no cenário brasileiro para modernizar e diversificar a geração de forma descentralizada a partir das redes de distribuição usando energia renovável ou não. A Figura 5 ilustra essa tendência de adoção à nível mundial. Ao contrário das grandes fontes de energia centralizadas e sistemas isolados existentes atualmente, observa-se que as fontes distribuídas de energia ocuparão um lugar de destaque nas redes de distribuição das concessionárias, à medida que as interconexões com a rede forem sendo desenvolvidas dentro do conceito de REI, incorporando cada vez mais as tecnologias TIC para monitoramento, controle e automação dessas fontes isoladas.

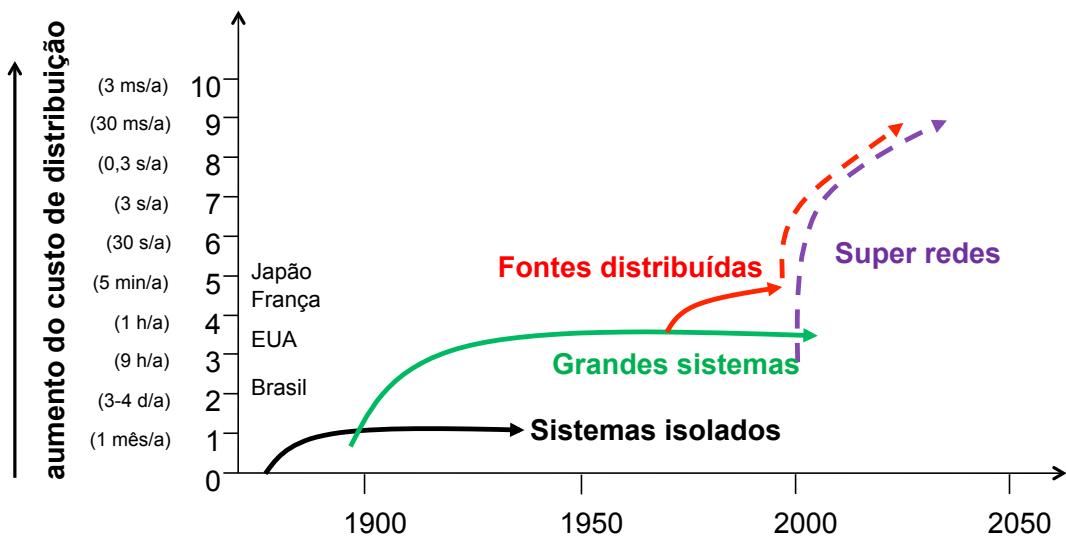


Figura 5 – Tendência de adoção da Geração Distribuída (fonte: ANEEL).

3.1.3 Veículos Elétricos – Mobilidade Urbana-Elétrica

Alguns desafios são previstos para inserção do veículo elétrico (VE) no Brasil. Dentre eles estão: i) políticas públicas de incentivo para acomodar e agilizar a entrada em grande escala de veículos elétricos no mercado nacional, ii) modelo de negócio a ser desenvolvido, iii) tipo de carregamento das baterias, tais como a) baterias recarregáveis em carregadores nas residências e externos (fora de casa), e/ou b) baterias intercambiáveis (reposição de baterias com baixa carga por outra carregada em postos de atendimento), iv) planejamento energético da penetração de veículos elétricos nas regiões metropolitanas (as concessionárias necessitarão de um planejamento prévio e dimensionamento de cargas, transformadores etc antevendo a inserção dos VEs), dentre outras. Pode-se prever que a inserção do veículo elétrico necessite de planejamento de uma “carga móvel” que em alguns casos pode também virar sistemas de geração e armazenamento de energia ao mesmo tempo, conectados às redes das concessionárias. Isso tudo envolve muito mais do que um planejamento/dimensionamento técnico pelas concessionárias, pois inclui também um planejamento de mobilidade urbana em grandes cidades onde fatores demográficos, sociais e econômicos tem que ser considerados.

A Figura 6 demonstra o carregamento lento (lado esquerdo do veículo) conectado ao carregador elétrico da EDP (durante a visita da delegação brasileira a Évora em Portugal, Jan 2013). A bateria é

mostrada na traseira do veículo bem como um cabo de carregamento para ser usado em residências. Um carregamento rápido é possível, contudo conectado à direita do veículo – não disponível no projeto. A Figura 7 mostra o cartão pré-pago de mobilidade elétrica para carregamento de veículos elétricos da EDP.



Figura 6 – Veículo elétrico da EDP em Évora.



Figura 7 – Cartão pré-pago para carregamento de veículos elétricos.

3.1.4 Domínio Tecnológico Da Cadeia Produtiva da Redes Elétricas Inteligentes

Grande parte das ações multi-governamentais em Redes Elétricas Inteligentes tem sido desenvolvidas e coordenadas pela ABDI – Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial, agência governamental do MDIC – Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior que coordena o GT-Grupo de Trabalho voltado à promoção e desenvolvimento da cadeia produtiva de TIC de Redes Elétricas Inteligentes dentro do Plano Brasil Maior. Essa é uma iniciativa que visa desenvolver ações para promover o desenvolvimento da inovação, políticas industriais e exportação de tecnologias de REI no Brasil. Tem também como objetivo a redução da dependência tecnológica principalmente em relação ao déficit na balança comercial de eletroeletrônicos, hoje com principal ênfase em i) displays, ii) semicondutores e iii) Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC para Redes Elétricas Inteligentes. A Figura 8 ilustra o deficit na balança comercial no Setor Eletroeletrônico.

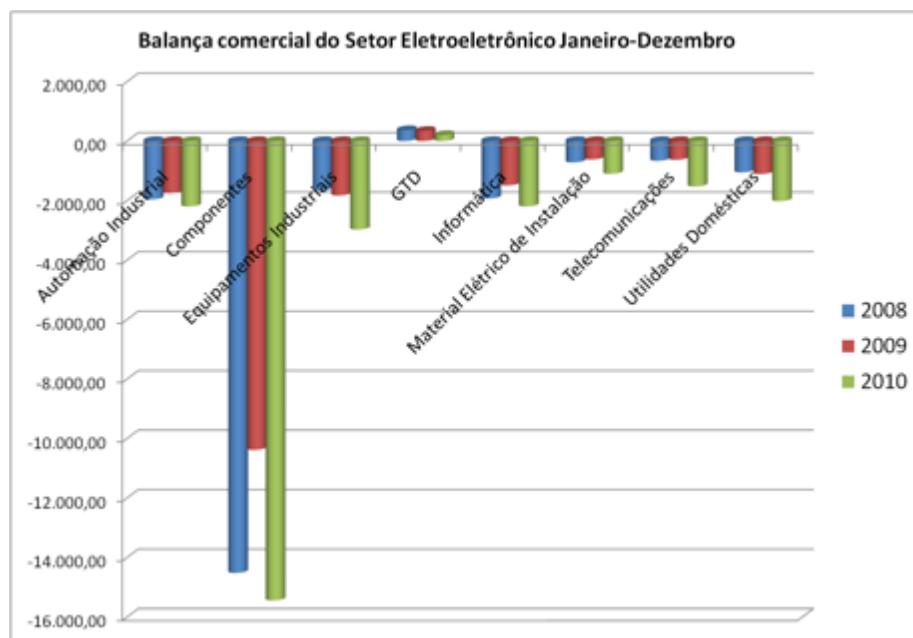


Figura 8 – Déficit na balança comercial brasileira de eletroeletrônicos (fonte: ABINNEE).

3.1.5 Fontes de Recursos para Financiar e Inovar em Redes Elétricas Inteligentes: Plano Inova Energia BNDES-FINEP-ANEEL

Objetivos

Recentemente em Março de 2013 foi lançado O Plano de Ação Conjunta Inova Energia, que é uma iniciativa destinada à coordenação das ações de fomento à inovação e ao aprimoramento da integração dos instrumentos de apoio disponibilizados pelo BNDES, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), e pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) com as seguintes finalidades:

- Apoiar o desenvolvimento e a difusão de dispositivos eletrônicos, microeletrônicos, sistemas, soluções integradas e padrões para implementação de redes elétricas inteligentes (Redes Elétricas Inteligentes) no Brasil;
- Apoiar as empresas brasileiras no desenvolvimento e domínio tecnológico das cadeias produtivas das seguintes energias renováveis alternativas: solar fotovoltaica, termossolar e eólica para geração de energia elétrica;
- Apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento de integradores e adensamento da cadeia de componentes na produção de veículos híbridos/elétricos, preferencialmente a etanol, e melhoria de eficiência energética de veículos automotores no País; e
- Aumentar a coordenação das ações de fomento e aprimorar a integração dos instrumentos de apoio financeiro disponíveis.

Linhas Temáticas do Inova Energia

O fomento e a seleção de Planos de Negócio no âmbito do Inova Energia se destinará a cadeias produtivas ligadas às três linhas temáticas. A de interesse para esse documento é a Linha 1, descrita a seguir:

Linha 1: Redes Elétricas Inteligentes (Redes Elétricas Inteligentes)

1. Pilotos de Redes Elétricas Inteligentes: Implementação de projetos-piloto de Redes Inteligentes de Energia Elétrica (Redes Elétricas Inteligentes) com desenvolvimento tecnológico realizado no Brasil;
2. Soluções em Software para Redes Elétricas Inteligentes: Desenvolvimento de software e soluções para interface com usuários, gestão, controle, segurança e/ou tarifação aplicadas a Redes Elétricas Inteligentes;
3. Equipamentos para Redes Elétricas Inteligentes: Desenvolvimento de dispositivos eletrônicos para Redes Elétricas Inteligentes: medidores digitais, atuadores, inversores, dispositivos de comunicação, sensores, eletrodomésticos inteligentes e iluminação LED, OLED, LEP ou de outros materiais; e
4. Infraestrutura de Abastecimento Veicular: Desenvolvimento e implementação de projetos-piloto de sistemas de recarga/abastecimento elétrico ou de hidrogênio para veículos automotores com tração elétrica.

4. Principais Motivadores das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil

A Figura 9 resume os principais desafios e oportunidades do setor elétrico brasileiro relacionado ao conceito de REI.

Principais Motivadores e Benefícios das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil



Figura 9 – Principais motivadores e benefícios das Redes Elétricas Inteligentes (fonte: ABRADEE).

5. Programa Brasileiro de Redes Elétricas Inteligentes (PBRI)

O Programa Brasileiro de Redes Inteligentes (PBRI) foi proposto pela ABRADEE /APTEL na chamada de P&D estratégico ANEEL 11/2010 com os seguintes objetivos:

5.1 Objetivos Estratégicos do Programa Brasileiro de Redes Inteligentes

- Elaboração de uma proposta para um Plano Nacional para a migração tecnológica do setor elétrico brasileiro do estágio atual para a adoção plena do conceito de Rede Inteligente em todo o país;
- Identificar funcionalidades e requisitos associados ao conceito no Brasil;
- Validar tecnologias e metodologias a serem adotadas;
- Desenvolver políticas públicas de P&D, industrial e de financiamento, incluindo o desenvolvimento da cadeia de equipamentos e serviços;
- Atuar na adequação da legislação e da regulamentação necessárias à adoção plena do conceito.

Além disso o programa também aborda:

- Prover recomendação de ações para solução das deficiências da atual estrutura, sob os aspectos técnico, tecnológico, regulatório e da cadeia de suprimento, que deverão ser tratadas como premissas para a adoção do conceito de “Rede Elétrica Inteligente”;
- Promover capacitação de mão-de-obra para as Redes Elétricas Inteligentes;
- Promover o envolvimento de diversos atores do Setor Público; do Setor Privado e do Terceiro Setor;
- Desenvolver subsídios para a elaboração do Programa Nacional de Implantação de Redes Elétricas Inteligentes.

5.2 Estruturação do PBRI

Os seguintes blocos foram abordados na fase 1 do PBRI, conforme mostra a Figura 10:

Bloco 1 - Governança e Integração do Projeto

Bloco 2 - Medição Inteligente

Bloco 3 - Automação da Distribuição e da Medição

Bloco 4 - Geração Distribuída, Armazenamento e Veículos Elétricos

Bloco 5 - TI (Tecnologia da Informação) e Telecom

Bloco 6 - Políticas Públicas e Regulação

Bloco 7 - Perspectiva do Consumidor

Estruturação do PBRI e Blocos de P&D

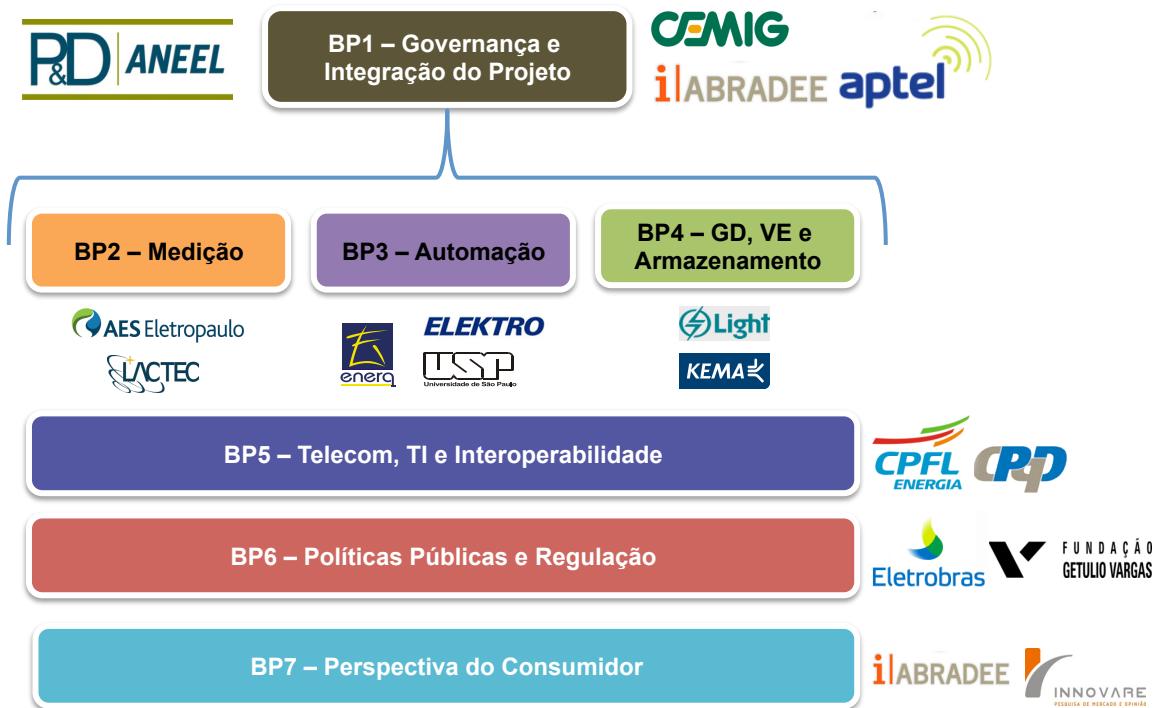


Figura 10 – Blocos do P&D ANEEL em Redes Elétricas Inteligentes da ABRADEE/APTEL.

5.3 Blocos do PBRI: Detalhamento

Abaixo segue o detalhamento de cada bloco do PBRI, fase 1:

- BP2 – Medição Inteligente: tem como foco a medição, analisando equipamentos em si (fornecedores, produtos e tecnologias); a convergência com outros serviços; a legislação, a regulação e os aspectos tarifários relacionados; os procedimentos técnicos e comerciais das empresas de distribuição; a infraestrutura e a operação dos Centro de Medição; os benefícios e as justificativas da substituição de medidores; os impactos na relação com os clientes e os impactos ambientais;
- BP3 – Automação da Distribuição e da Transmissão: tem como foco as principais linhas de pesquisa para a definição de arquitetura, funcionalidades, tecnologias e cenários para a Automação da Distribuição no conceito Redes Elétricas Inteligentes, avaliando a infra-estrutura informacional e de comunicações necessárias;
- BP4 – Fontes de Geração e Sistemas de Armazenamento Distribuídos na Rede e Veículos Elétricos Plugáveis: Tem como foco a construção e análise de cenários de implantação de sistemas de geração e de armazenamento de energia distribuídos ao longo das redes de distribuição de energia do sistema brasileiro de presença de

veículos híbridos e elétricos plugáveis, no horizonte de 30 anos, com etapas de 10 e 20 anos;

- **BP5 – TI, Telecom e Interoperabilidade:** Conceber modelos, propor topologias e selecionar tecnologias de rede de telecomunicações e de computadores adequadas às demandas da Redes Elétricas Inteligentes, visando atender às áreas de medição, automação, gerência de distribuição e armazenamento de energia, bem como gerar conceituação e requisitos para promover a interconectividade e a interoperabilidade de sistemas de Telecom e TI, assim como a integração de sistemas de bancos de dados;
- **BP6 – Políticas Públicas e Regulação:** Estabelecer os macro-objetivos de um Programa de Governo a ser implementado a partir dos resultados projetados por esse projeto de pesquisa visando a elaboração e a implementação de um conjunto de políticas públicas que viabilizem a transição do setor elétrico brasileiro para um estágio de plena e universal adoção do conceito associado à Rede Elétrica Inteligente;
- **BP7 – Perspectiva do Consumidor:** Identificação das principais alterações no relacionamento do consumidor com a rede de distribuição de energia elétrica e dos novos serviços e facilidades que poderão ser proporcionados pela implantação do conceito de Redes Inteligentes e dos pontos de vista dos principais *stakeholders* do setor elétrico, de órgãos de defesa e representação do consumidor, visando a sua agregação na elaboração da proposta do PBRI.

No PBRI participaram 37 empresas cooperadas lideradas pela CEMIG, conforme mostra na Fig. 11.

37 Empresas Cooperadas



Figura 11 – Empresas cooperadas no P&D ANEEL/ABRADEE/APTEL.

5.4 Organização do Programa Brasileiro de Redes Inteligentes (PBRI)

A Figura 12 mostra a estrutura organizacional do PBRI.

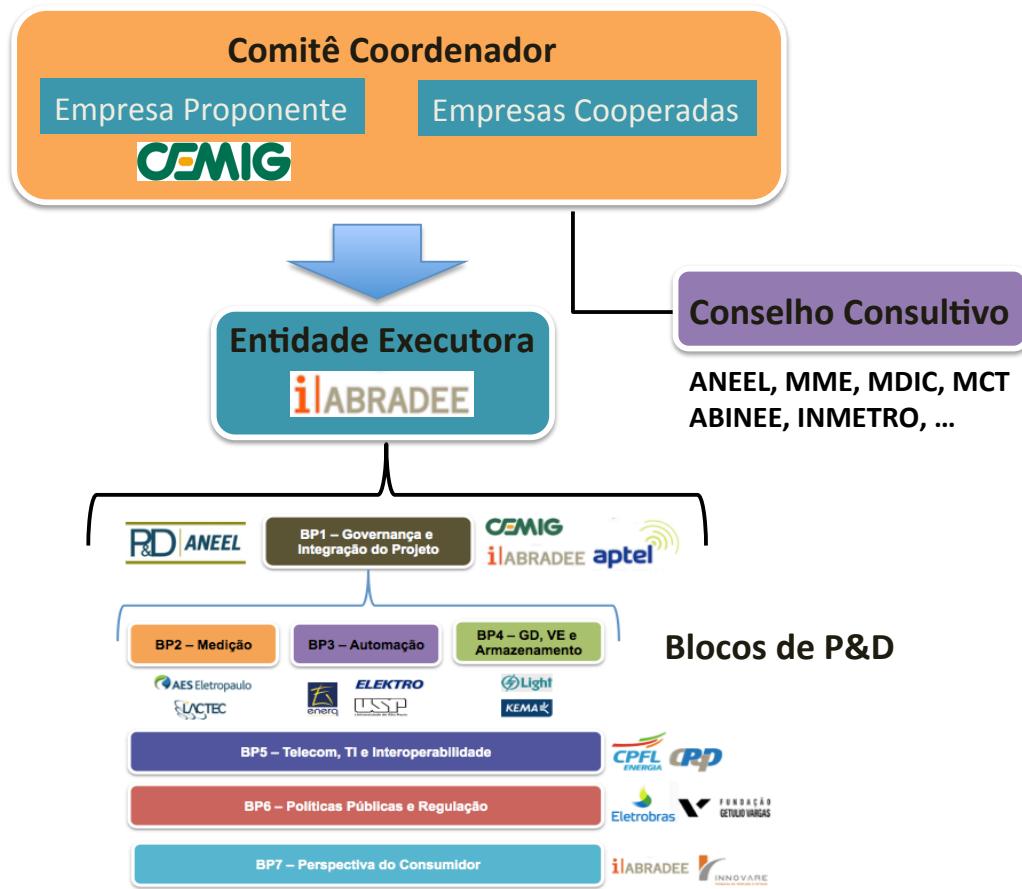


Figura 12 – Estrutura oraganizacional do P&D ANEEL/ABRADEE/APTEL.

5.5 Fases e Metodologia do PBRI

O projeto do PBRI foi desenvolvido em três fases:

FASE I – DIAGNÓSTICO: Fase de contextualização e avaliação do estágio atual;

FASE II – DESENVOLVIMENTO: Fase de exploração de modelos, conceitos e funcionalidades;

FASE III - CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS: Fase de definição de cenários e propostas para o status atual: Finalizado: Divulgação de Resultados.

5.6 Evolução do PBRI, P&D em Redes Elétricas Inteligentes no Brasil

A Figura 13 mostra as duas fases de evolução do cenário brasileiro do PBRI, pilotos de P&D da ANEEL e inserção de políticas mutli-ministeriais e multi-agências governamentais brasileiras. A fase 1 do PBRI teve foco no desenvolvimento de pilotos/P&D para validar os objetivos do item 5.1, organizados em 7 blocos de atuação. A segunda fase dessa evolução que começa em 2013 envolve além da fase 2 do PBRI, que está sendo planejada, a introdução de um novo foco de políticas industriais, inovação tecnológica, ciência e tecnologia, cadeia produtiva, incentivos/financiamento, meio ambiente e exportação, incluindo também novas normatizações para o setor. Portanto a fase 2 passa a ter um caráter multi-setorial de integração das diversas entidades, agências e órgãos governamentais inseridos como principais agentes participantes nesse processo. São eles: ABDI, MDIC, MMA, MCTI, MME/ANEEL, ANATEL, BNDES, FINEP, dentre outros.

Evolução das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil

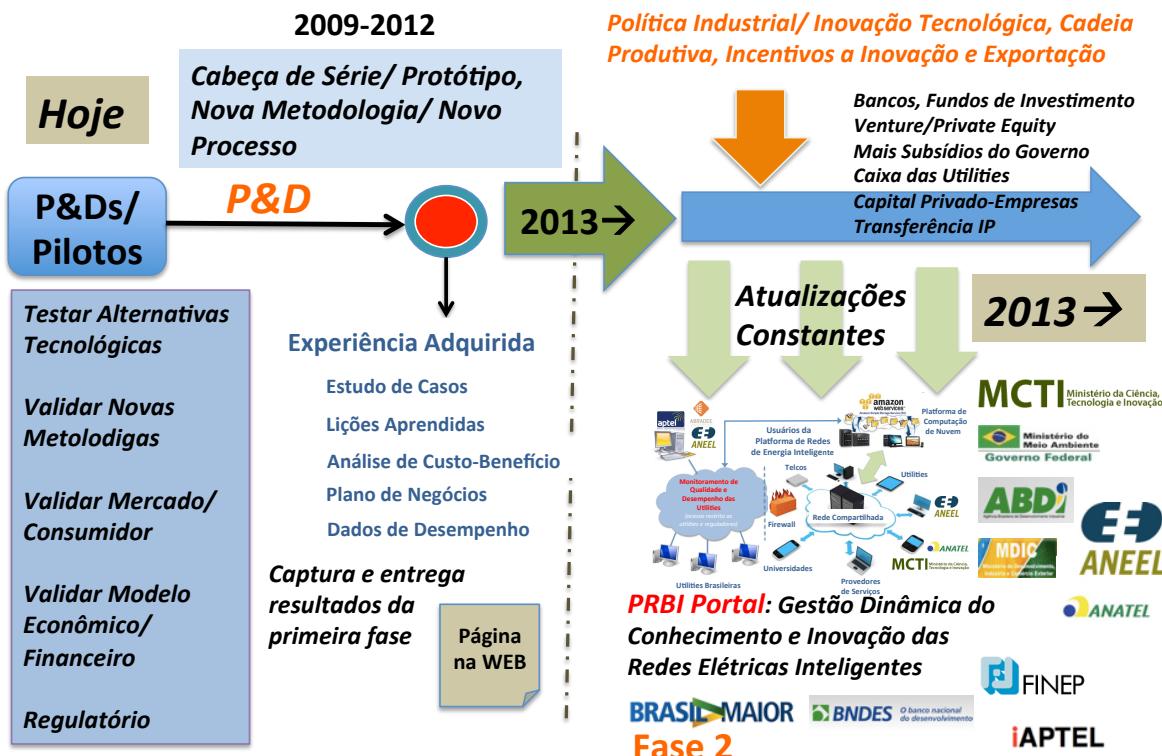


Figura 13 – Evolução do cenário de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil.

5.7 Principais Resultados Obtidos do PBRI – Fase 1

Os principais resultados obtidos da fase 1 do PBRI estão resumidos abaixo:

1. Diagnóstico da situação atual das redes de distribuição no Brasil;
2. Análise das tecnologias e possíveis impactos;
3. Desenvolvimento de metodologia de planejamento e análise;
4. Consideração das especificidades da rede - análise de 30 conjuntos representativos;
5. Construção e análise de cenários;
6. Análise e alocação dos custos e benefícios da Rede Elétrica Inteligente;
7. Análise da viabilidade da geração distribuída, do armazenamento de energia e dos veículos elétricos como “externalidades” da rede elétrica inteligente;
8. Análise dos custos e benefícios da geração distribuída, do armazenamento de energia e dos veículos elétricos sob diferentes mecanismos de incentivo;
9. Análise da percepção e das perspectivas dos consumidores;
10. Análise dos impactos sobre as tarifas nos diferentes cenários;
11. Análise de barreiras e incentivos regulatórios;
12. Análise e proposição de políticas públicas e mecanismos de incentivo.

5.7.1 Status da Ações Governamentais, Associações e Concessionárias no Desenvolvimento do Plano Nacional de Redes Inteligentes

APTEL – Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações

No dia 16/3/2012, a coordenação do projeto reuniu-se na sede da APTEL e deliberou as seguintes ações:

- Realização de Termo de Referência (Td) para contratação da extensão do projeto – fase 1 (Dez 2012);
- Elaboração de uma estratégia de comunicação dos resultados do projeto;
- Apresentação dos resultados e discussão dos desdobramentos no IV SISG em Campinas nos dias 23 e 24/5/2012;
- Elaboração de dois livros temáticos sobre o projeto: um sobre os aspectos metodológicos e outro sobre os impactos e políticas a serem lançados durante o IEEE ISGT – *Innovative Smart Grid Technologies Conference*, Abril 2013 na USP e V SISG – Simpósio Internacional de Redes Elétricas Inteligentes, promovido pelo Instituto APTEL (iAPTEL) na Universidade Mackenzie-SP em Maio de 2013;

- Elaboração de uma proposta para o acompanhamento dos projetos subsequentes no médio prazo (5 – 10 anos).

Conselho Consultivo do PBRI

Durante a apresentação dos resultados do projeto ao Conselho Consultivo do Projeto, com representações das seguintes entidades: MME; MDIC; MCTI; MP; CGEE; BNDES; ANATEL, foram comentadas as seguintes ações:

- Estruturação de um Grupo Multi Ministerial para estudar os impactos e propor políticas associadas ao tema;
- Necessidade de integração das iniciativas da diversas áreas de governo relacionadas ao assunto;
- Elaboração de um estudo estratégico extenso sobre o tema a exemplo dos já realizados para o tema de biocombustíveis e para a migração do sistema brasileiro de televisão para a tecnologia digital.

ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico)

Durante a apresentação dos resultados do projeto ao ONS, foram sugeridas as seguintes ações:

- Aprofundamento dos estudos de impacto das funcionalidades relacionadas com o controle da demanda sobre as curvas de carga do sistema brasileiro;
- Refinamento dos valores atribuídos à energia não suprida pela metodologia do estudo;
- Maior engajamento do ONS nos estudos complementares ao projeto.

MME – Ministério de Minas e Energia

Durante a apresentação dos resultados do projeto à Secretaria Executiva do MME no dia 8/2/2012, foi comentadas as seguintes ações:

- Realização de uma apresentação dos resultados do projeto para as diversas áreas do ministério relacionadas com o tema;
- Reativação do GT interno do ministério, dedicado ao tema, para proposição de ações relacionadas com as políticas públicas associadas.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

Durante a apresentação dos resultados do projeto à diretoria da ANEEL no dia 9/2/2012, foi solicitada pela agência uma extensão do projeto com os seguintes objetivos:

- Instrumentalizar a metodologia desenvolvida pelo projeto com uma ferramenta de software que permita a realização de simulações para diferentes valores das premissas utilizadas no estudo;
- Suportar a ANEEL nas discussões posteriores com relação à avaliação de impacto de futuras políticas públicas sobre os resultados da implantação das funcionalidades cobertas pelo estudo;
- Estruturar o acompanhamento sistemático de projetos de P&D e pilotos relacionados com o tema e desenvolvidos no contexto dos projetos de P&D supervisionados pela agência;
- Manter a mobilização de empresas e entidades envolvidas no projeto em torno das discussões associadas ao tema

MCTI (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação)

A Coordenação-Geral de Tecnologias Setoriais da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do MCTI, organizou e supervisionou através do CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos) um estudo sobre “Redes Elétricas Inteligentes: Contexto Nacional” (Dezembro 2012, No 16).

Dialógos Setoriais - MMA (Ministério do Meio Ambiente)-iAPTEL

Programa de Cooperação Diálogos Setoriais entre Brasil-União Européia (UE) /Joint Research Center (JRC) lançado em Janeiro de 2013 com visitas aos principais pilotos de Redes Inteligentes na Europa e Brasil com integrantes do MDIC, ABDI, MMA, MCTI, ANEEL e iAPTEL. A primeira fase contou com a visita à sede do JRC na Holanda, e visitas aos pilotos de REI europeus i) MOMA na Alemanha e ii) EDP InovCity - Évora em Portugal. Numa segunda fase (Maio 2013) os integrantes do JRC e outros membros de empresas da UE vieram ao Brasil e visitaram os pilotos de REI da CEMIG-Sete Lagoas, EDP Bandeirantes-Mogi das Cruzes-SP e AMPLA-Búzios-RJ. Além disso, foram realizadas visitas as três superintendências da ANEEL em Brasília e reuniões na sede da ABDI com os participantes dos órgãos e agências do governo federal e membros da União Européia para tratar de assuntos de cooperação internacional entre Brasil-Europa em Redes Elétricas Inteligentes.

Durante o V SISG – Simpósio Internacional de Smart Grid, promovido pela iAPTEL na Universidade Mackenzie em São Paulo (Maio 14-16), foram realizadas as cerimônias de lançamento do primeiro livro do Programa Brasileiro de Redes Inteligentes (PBR), além do painel internacional do Programa Dialógos Setoriais com os participantes da UE e palestrantes do Dialógos Setoriais, MMA, MCTI, ABDI, MDIC, ANEEL e BNDES/FINEP para focar em tópicos de inovação, meio ambiente, desenvolvimento industrial/ cadeia produtiva e financiamento para projetos de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil.

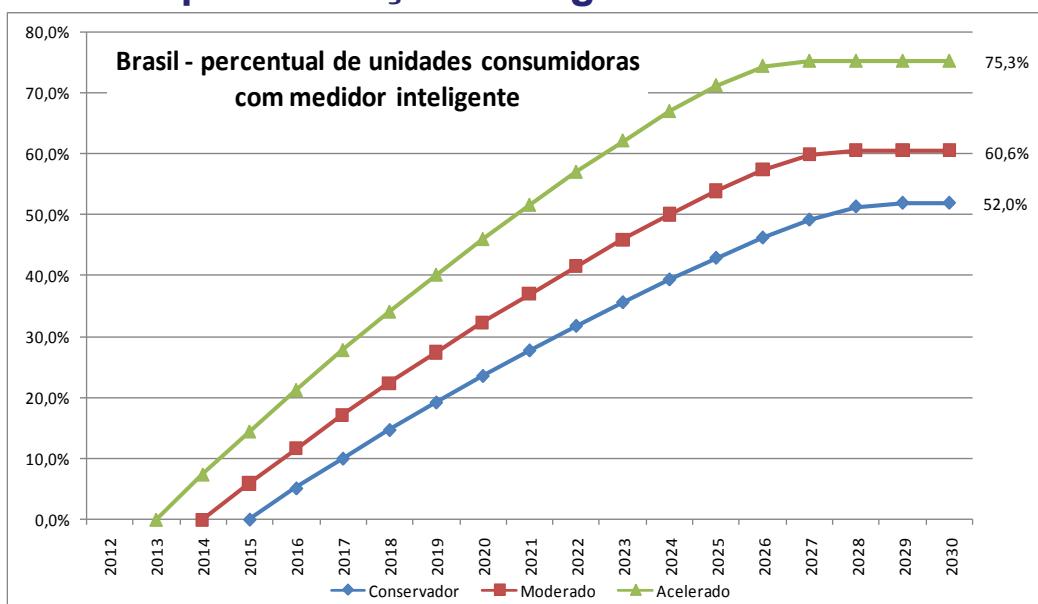
5.7.2 Cenários para Adoção da Medição Inteligente no Brasil

Durante os estudos do PBRI no bloco de medição inteligente (bloco 2) foram simulados três cenários para a inserção da medição inteligente no Brasil em 2030:

- i) **Conservador**: com 52% de unidades consumidoras com medidor inteligente (~52 milhões);
- ii) **Moderado**: com 60.6% de unidades consumidoras com medidor inteligente (60 milhões); e
- iii) **Acelerado**: com 75.3% de unidades consumidoras com medidor inteligente (~75 milhões).

conforme ilustra a Figura 14.

Cenário para Medição Inteligente



Fonte: ABRADEE, 2012

Figura 14 – Cenários para a adoção da medição inteligente no Brasil (fonte: ABRADEE).

5.7.3 Lições, Desafios e Expectativas

As seguintes lições, desafios e expectativas foram identificados:

- Importância dos programas de P&D das empresas de energia elétrica;
- Escopo e o estágio atual da maioria dos projetos de P&D não permitem conclusões generalizadas sobre o assunto;
- Ainda há muitas dúvidas sobre os principais desafios e oportunidades associados ao conceito de Rede Elétrica Inteligente, principalmente nos tópicos relacionados a:

1. Dificuldades na implantação e na operação;
2. Durabilidade e confiabilidade dos equipamentos;
3. Comportamento do consumidor (diferenças regionais);
4. Complexidade operacional da integração de serviços;
5. Compartilhamento dos custos e benefícios.

Existe portanto uma necessidade de maior articulação entre os atores envolvidos, incluindo todas as instâncias do poder público, segmentos do setor elétrico e demais setores/serviços (gás, água, telefonia), conforme comentado no item 5.6.

6. Status dos P&Ds da ANEEL de Redes Elétricas Inteligentes

6.1 Fontes de Recursos do P&D ANEEL – Aspectos Legais

Abaixo relaciona-se os aspectos legais da estruturação dos P&Ds em Redes Elétricas Inteligentes da ANEEL.

- Lei no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995: Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, previsto no art. 175 da Constituição Federal.
- Art. 6º Toda concessão ou permissão pressupõe a prestação de serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários, conforme estabelecido nessa lei, nas normas pertinentes e no respectivo contrato.
- § 1º Serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas.
- § 2º A atualidade compreende a modernidade das técnicas, dos equipamentos e das instalações e a sua conservação, bem como a melhoria e a expansão do serviço.
- Lei no 8.987/1995 – Encargos do Poder Concedente.
- Art. 29. Incumbe ao poder concedente:
 - ...
- X - estimular o aumento da qualidade, produtividade, preservação do meio ambiente e conservação;
 - ...

Contrato de Concessão

CLÁUSULA QUINTA – ENCARGOS DA CONCESSIONÁRIA

- o Quarta Subcláusula – A CONCESSIONÁRIA implementará medidas que tenham por objetivo a conservação e o combate ao desperdício de energia, bem como pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico...
- o Lei no 9.991, de 24 de julho de 2000: Política pública de estímulo à P&D e à EE no setor de energia elétrica, por meio da aplicação compulsória de recursos provenientes da Receita Operacional Líquida (ROL) das empresas do setor.

A origem do fundo da ANEEL de ~R\$ 314 milhões (0.2% P&D/ANEEL) em Redes Elétricas Inteligentes é mostrado an Figura 15.

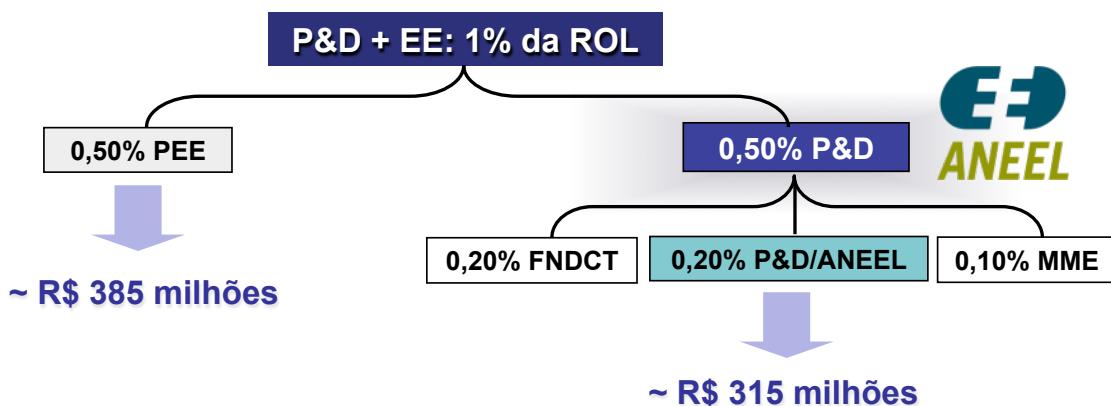


Figura 15 – Origem e valor dos recursos dos P&D da ANEEL em RI (fonte: ANEEL).

6.2 Principais Investimentos Realizados e Previstos em Projetos de P&D na Área de Redes Elétricas Inteligentes

A Tabela 1 mostra os investimentos previstos e a quantidade de projetos dos principais sub-temas de pesquisas em Redes Elétricas Inteligentes no Brasil, totalizando R\$ 411.3 milhões (valor atualizado comparado ao da Fig. 15).

Subtema de Pesquisa	Qtd. de Projetos	Investimento Previsto	% Investimento Previsto
Sistemas de medição inteligente	20	R\$ 29.042.631,52	7,06%
Automação da distribuição	38	R\$ 54.547.800,26	13,26%
Geração distribuída	38	R\$ 100.609.038,31	24,46%
Sistemas de armazenamento	7	R\$ 12.578.812,65	3,06%
Veículos elétricos	5	R\$ 9.837.834,08	2,39%
Telecomunicações	23	R\$ 43.232.624,30	10,51%
Tecnologias da Informação	16	R\$ 27.814.334,58	6,76%
Prédios e residências inteligentes	16	R\$ 31.656.194,52	7,70%
Novos serviços	1	R\$ 490.692,00	0,12%
Outros	14	R\$ 101.486.651,49	24,67%
Total*	178	R\$ 411.296.613,71	100,00%

Tabela I – Principais investimentos em projetos de R&D em REI no Brasil (fonte: ANEEL).

1. A lista inclui o Projeto Estratégico 011/2010 e os projetos pilotos em andamento.
2. Total de 157 entidades executoras envolvidas (universidades, centros de pesquisa, empresas de base tecnológica, fabricantes e fornecedores de tecnologia).
3. A lista não inclui os recursos recentemente alocados em Abril 2013 para o P&D da Eletropaulo de R\$70 milhões de reais.

6.3 Principais Projetos Pilotos ou Experimentais de REI no Brasil

A Figura 16 mostra os seis mais importantes projetos pilotos ou experimentais de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil, incluindo a Eletrobrás-Parintins, Celpe-Fernando de Noronha, CEMIG-Sete Lagoas, AMPLA-Búzios, Light-Rio de Janeiro e EDP-Aparecida do Norte. A Tabela 2 descreve cada um desses projetos.

Recentemente, em Abril de 2013, a AES Eletropaulo anunciou a implantação de medidores inteligentes para 60mil clientes na cidade de Barueri e região metropolitana de São Paulo até 2015, com investimentos de R\$ 70milhões de reais. Essa instalação será iniciada em Junho de 2013 para clientes de baixa renda numa fase inicial que contemplará 2100 famílias que atualmente tem ligações irregulares. Isso permitirá que os consumidores gerenciem melhor o consumo de energia, podendo visualizar diariamente os dados sobre seu consumo também à distância, no site da Eletropaulo. A distribuidora também instalará soluções de configuração automática de rede elétrica na cidade de Vargem Grande Paulista, também na região metropolitana. Esse é atualmente, o maior investimento e o maior projeto de Redes Elétricas Inteligentes do Brasil. Esse projeto no entanto não está incluído na Fig. 16 e Tabela 2.



*Atualizado até 08/02/2012

Figura 16 – Mapeamento dos Projetos Pilotos ou Experimentais de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil (fonte: ANEEL, Máximo Pompermayer).

Empresa	Cidade	Projeto	Proponente/Cooperada	Investimento Previsto	Cronograma	Executores	Descrição/Produtos
CEMIG	Sete Lagoas-MG	Modelo Funcional de Smart Grid		R\$ 37.227.232,07	Duração: 36 meses; Início: Novembro de 2012	CPqD, Fundação para Inovações Tecnológicas - FIT, Fiat Véhiclo e SMC - Sociedade Mineira de Cultura.	<p>Comitê de projetos para desenvolver Modelo funcional de Smart Grid no setor elétrico do setor público do Estado de Minas Gerais. Implementação do Projeto de Goiânia, com configuração de rede, implementação de Smart Grid, construção de um painel de Smart Grid visando a obtenção de melhoria para a utilização da distribuição de energia em larga escala na sede da distribuidora Eletrobrás - placa, a ser instalada em Sete Lagoas. Plataforma de análise e enunciado de protocolos AMI, com testes e conformidade de rede.</p> <p>1. Definição de arquitetura padrão para a rede elétrica incluindo e construção dos elementos que a compõem, em suporte aos cinco projetos, incluindo novos dispositivos, softwares, serviços e processos. 2. Sistema de Certificação Digital; 3. Melhorias interoperáveis. 4. Desenvolvimento de sistema de gerenciamento de uso final de energia, incluindo novo modelo de tarifação load shifting, controle de GDI, com armazenamento local de controle de carga de veículos elétricos. 5. Desenvolvimento de metodologia, dispositivos e sistema para serviços interativos comos clientes. Plataforma de gestão eficiente de iluminação pública e ; Sistema de supervisão e reconfiguração de rede em tempo real.</p>
LIGHT	Rio de Janeiro-RJ	Conjunto de cinco projetos L1 a L5		R\$ 31.241.316,26	Duração: 36 meses; Início: Setembro de 2010	AXION Soluções Tecnológicas, CAS Tecnologia SA, CPqD e Latec.	<p>Implementação do Projeto de Cidade Inteligente no município de Ilha das Búzios - RJ e avaliação dos impactos tecnoculturais, econômicos e socioculturais, incluindo custos de infraestrutura, operação e manutenção, adaptabilidade dos equipamentos e identificação de novas linhas de desenvolvimento tecnológico.</p>
AMPA	Armação dos Búzios-RJ	Estudo dos efeitos da implantação de tecnologias de redes elétricas inteligentes (smart city) – projeto CIDADE INTELIGENTE BUZIOS		R\$ 17.807.830,27 (não inclui contrapartida)	Duração: 36 meses; Início: Novembro de 2011	CPqD, Fundação Getúlio Vargas, Universidade Federal Fluminense, LANDIS-GO, PUC-RJ, Daimon Engenharia e Sistema Ltda, Lactec, COPPE/UFRJ, TST Soluções em Tecnologia Ltda. e UERJ.	<p>Desenvolvimento de Modelo Referência para Empresas de Distribuição, urbanização e operação de subestações de conjuntos de tecnologias Smart Grid, incluindo o projeto piloto na cidade de Armação dos Búzios. Socorro de tecnologia para aplicação de tecnologias de redes elétricas inteligentes e da automação de distribuição de energia, gerenciada pelo provedor da rede, com a finalidade de eficiência energética, redução de perdas e aumento da disponibilidade de energia. Avaliação de impactos tecnológicos e regulatórios.</p>
Eletrobras Amazonas Energia	Parintins-AM	Modelo Referência para Empresas de Distribuição	Proponente: Amazônas Energia; Cooperadoras: FEAL, CERON, CEPSA, Bas Vista Energia e ELETROACRE	R\$ 21.792.665,55	Duração: 24 meses; Início: Agosto de 2010	CPBEL, CPD, PUC-Rio e Universidade Estadual do Amazonas.	<p>Desenvolvimento de Modelo Referência para Empresas de Distribuição, urbanização e operação de subestações de conjuntos de tecnologias Smart Grid, incluindo o projeto piloto na cidade de Parintins-AM. Socorro de tecnologia para aplicação de tecnologias de redes elétricas inteligentes e da automação de distribuição de energia, gerenciada pelo provedor da rede, com a finalidade de eficiência energética, redução de perdas e aumento da disponibilidade de energia. Avaliação de impactos tecnológicos e regulatórios.</p>
EDP Bandeirante	Aparecida do Norte-SP	Lote Pioneiro de Módulo de Medição Eletrônica - InovCity Aparecida		R\$ 8.687.278,00	Duração: 18 meses; Início: Novembro de 2011	Esi Informática Ind. e Com. Ltda	<p>Pioneiro de sistema de medição de energia remota, composto por 15.000 medidores eletrônicos, com comunicação Zgbee, interligados a 100 coordenadores com comunicação GPRS, 15 conjuntos de medida e 160 medições de TDI que enviarão dados a central de medição composta de 2 servidores.</p>
CELEPE	Fernando de Noronha-PB	Desenvolvimento e implementações de provas de conceito de Rodos Inteligentes em localidade com elevadas restrições ambientais		R\$ 17.579.877,85	Duração: 36 meses; Início: Fevereiro de 2012	CPqD, UFPE, Universidade de Recursos Hídricos e Energéticos de Pernambuco	<p>Desenvolvimento e implementações de provas de conceito de Rodos Inteligentes em localidade com elevadas restrições ambientais.</p>

Tabela 2 – Descrição dos projetos de P&D ANEEL em Redes Elétricas Inteligentes no Brasil.

7. Status das Principais Resoluções Normativas da ANEEL, Procedimentos e Projetos de Leis em Redes Elétricas Inteligentes

A Figura 17 mostra a evolução das principais resoluções normativas (RN) da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, chamadas estratégicas de P&D e ações multi-governamental que mais influenciam direta ou indiretamente o contexto das Redes Elétricas Inteligentes no país.

Evolução e Status do Smart Grid no Brasil



Figura 17 – Evolução e status das ações multi-setoriais e resoluções normativas em REI no Brasil.

7.1 Resolução 464 – Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET

A ANEEL atualizou e alterou a Resolução nº 464/2011 que estabelece os Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET das Distribuidoras de Energia Elétrica. A essa resolução foi acrescido e aprovado nova minuta em 18 de Dezembro de 2012, que estabelece os Procedimentos Comerciais para Aplicação das Bandeiras Tarifárias. O acréscimo vem determinar às concessionárias a aplicação das tarifas verde, amarela, ou vermelha, bem como informar aos consumidores o novo modelo, solicitando imprimir nas faturas de energia no decorrer do ano 2013 a seguinte frase: “A partir de 2014 entrará em

vigor o sistema de bandeiras tarifárias. O ano de 2013, que antecede a vigência, será para realizar testes operacionais e caráter educativo para avisar aos consumidores.

Essa resolução afeta diretamente os sistemas de telemedição usando medidores inteligentes (Smart Metering).

A seguinte classificação será válida com os seguintes valores a serem cobrados:

- **Bandeira Verde** - não implicará cobrança adicional. Apresenta condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo e parte de um patamar mais baixo que a tarifa calculada pela metodologia atual;
- **Bandeiras Amarela** - quando acionada, implicarão tarifas de maior valor, devido ao maior custo de geração. As condições de geração são menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 1,50 para cada 100 quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- **Bandeira Vermelha** - quando acionadas, implicarão tarifas de maior valor, devido ao maior custo de geração. As condições são mais custosas de geração. A tarifa sobre acréscimo de R\$ 3,00 para cada 100 kWh consumidos.

O mapa da Figura 18 abaixo mostra os subsistemas de transmissão de energia elétrica e os estados os quais cada sistema pertence, referente ao novo modelo de tarifação.

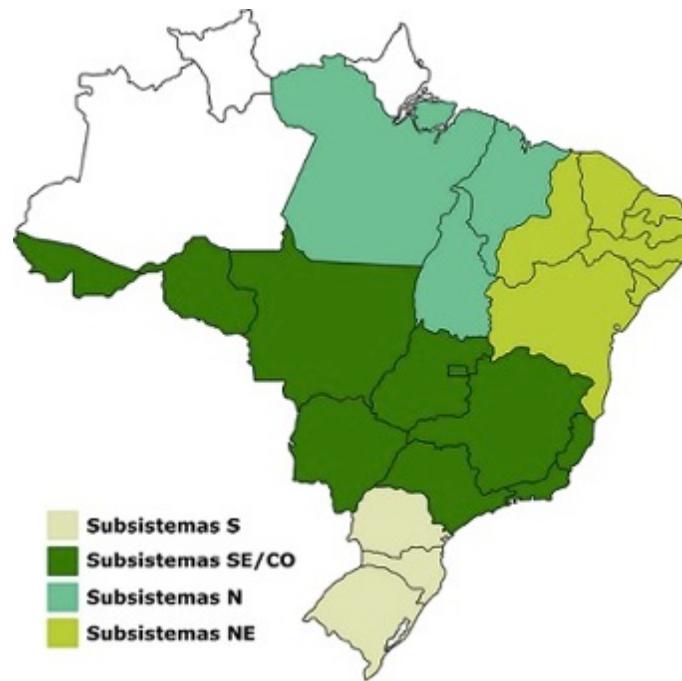


Figura 18 – Mapa SIN – Sistema Interligado Nacional.

Os estados do Amazonas, Amapá e Roraima não pertencem a nenhum subsistema do SIN – Sistema Interligado Nacional e não aderirão ao sistema de bandeiras tarifárias. O prazo para audiência pública nº 104/2012, para o aprimoramento da regulamentação referente à aplicação do sistema de Bandeiras Tarifárias, foi de 7/12/2012 a 6/1/2013, cujos objetivos foram as definições para o sistema de faturamento das referidas tarifas de energia pelas concessionárias. O resultado da audiência foi a definição de cálculos para tal faturamento o qual está disponível uma simulação no site da ANEEL no arquivo intitulado: *Simulação-Aplicação da Regra BT* (documento incluído em 20/02/2013).

A Figura 19 detalha as opções tarifárias para o grupo B, assim como um simplificado demonstrativo de cálculo do valor a ser cobrado.

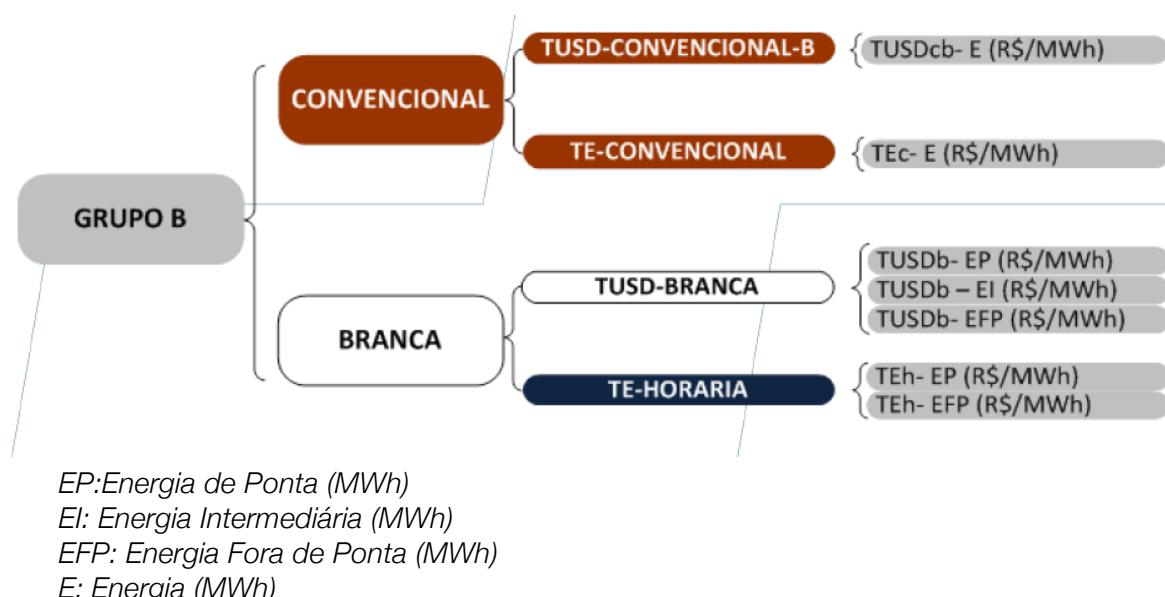


Figura 19 – Modalidades tarifárias para Grupo B (fonte: ANEEL).

7.2 Resolução 502 – Sistemas de Medição de Energia Grupo B

A Resolução nº 502/2012, uma das mais significativas para o desenvolvimento Redes Elétricas Inteligentes, pois regulamenta os Sistemas de Medição de Energia de unidades consumidoras do Grupo B, onde estabelece o sistema de medição inteligente e determina às concessionárias e as permissionárias do serviço a adoção de medidores inteligentes (troca dos medidores eletromecânicos pelos eletrônicos) na forma da resolução em até dezoito meses após a publicação, e isto será em 7 de Fevereiro de 2014.

Porém, muitas indagações por parte das concessionárias ainda não foram totalmente respondidas. A resolução facilita ao consumidor a opção de pedir a troca de seu medidor, as concessionárias preveem grande dificuldade em desenhar planos de investimento futuro, pois, não se sabe ao certo qual será a demanda de pedidos que receberão a partir de Fevereiro de 2014, quando os clientes poderão solicitar os medidores eletrônicos e serem cobrados de acordo com a tarifa horo-sazonal. E se a troca for por parte da concessionária deverá ser sem ônus para a unidade consumidora.

A ANEEL defende uma nova rodada de atividades, já inserida na agenda regulatória de 2013, para atualizações, com previsão de reuniões em cada semestre com o intuito de avaliar a implantação dos medidores inteligentes em unidades consumidoras de baixa tensão em consonância com a Resolução Normativa n.º 502/2012. Deve ser acompanhado também a tramitação do Projeto de Lei nº3.337/12 da Câmara do Deputados que será mencionado nas sessões seguintes.

Por outro lado existem muitos pilotos sendo desenvolvidos em todo país por várias concessionárias, onde a troca espontânea de medidores é realizada pelas empresas de energia e alguns casos em grande escala de instalação de novos medidores eletrônicos do grupo B.

Segundo a RN 502, os consumidores de energia elétrica poderão ser atendidos em suas solicitações pela modalidade Tarifa Branca, sendo que para tal atendimento as concessionárias deveram fazer a troca do medidor eletromecânico para o medidor eletrônico sem ônus para esse consumidor. Caso o consumidor não opte pela Tarifa Branca, não se faz necessário à concessionária a troca do medidor. O modelo de medição servirá para atender ao consumidor do Grupo B, subgrupo B1, residencial não baixa-renda, e subgrupo B3, industrial e comercial. A Tarifa Branca terá sinalização horária em três postos: ponta, intermediária e fora ponta, sendo definida abaixo:

- **Horário de Ponta** compreende o período de 3 horas consecutivas diárias que se inicia às 18 horas até as 21horas em horário brasileiro não de verão e em dias úteis, a exceção será feita aos sábados, domingos e feriados nacionais quando não será considerado o horário de ponta;
- **Horário Intermediário** é o período formado pela hora imediatamente anterior e pela hora imediatamente posterior ao período de ponta, totalizando 2 horas;
- **Horário Fora de Ponta** é o período composto pelas horas complementares aos períodos de ponta e intermediária. Aos sábados, domingos e feriados nacionais usa-se somente a tarifação para horário fora de ponta.

7.3 Resoluções 482 e 517 – Microgeração e Mini-Geração Distribuída

A Resolução nº 482/2012 que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e mini-Geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e cria o sistema de compensação de energia elétrica, foi retificada em 11 de Dezembro de 2012, em resultado da Audiência Pública nº 100/2012 no período de 21/11 a 03/12. O objetivo foi esclarecer o texto da resolução para deixar mais claros os seguintes pontos: definição da natureza jurídica do sistema de compensação de energia elétrica; possibilidade de uso dos créditos em outras unidades consumidoras sob a mesma titularidade da unidade onde esteja instalada a micro ou mini-geração distribuída; explicação da dispensa de assinatura de contratos de conexão e uso na qualidade de geração para as unidades consumidoras que aderirem ao sistema de compensação; esclarecimento quanto à definição do termo “tarifas de energia” e alterações textuais de modo a deixar mais clara à ordem de compensação dos créditos de energia ativa. A compensação ocorrerá quando a geração for maior que o consumo, o saldo positivo de energia poderá ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário ou na fatura do mês subsequente. Os créditos de energia gerados continuam válidos por 36 meses. Há ainda a possibilidade de o consumidor utilizar esses créditos em outra unidade (desde que as duas unidades consumidoras estejam na mesma área de concessão e sejam do mesmo titular).

A regulamentação da micro e mini-geração distribuída é muito complexa e envolve diversos segmentos da área em questão, portanto, vem sendo discutida pela ANEEL desde 2010, quando foi realizada a primeira consulta pública para discutir o tema. Em 2011, foi realizada outra Audiência Pública sobre a minuta da resolução e em Abril de 2012 quanto a ANEEL aprovou o texto. A partir das contribuições à audiência, foi inserido um inciso na norma esclarecendo que os créditos de energia ativa remanescentes no momento do encerramento da relação contratual entre o consumidor e a distribuidora não serão objeto de qualquer forma de compensação ao consumidor, sendo revertidos à modicidade tarifária.

Quanto ao prazo para as distribuidoras se adequarem às novas regras, a agência decidiu manter os 240 dias propostos pela norma. Esse prazo foi dado em 15 de Dezembro de 2012, quando a distribuidora deve estar preparada apenas para receber o pedido de instalação de micro ou mini-Geração distribuída, e não para a sua efetiva conexão e faturamento. O efetivo faturamento das primeiras unidades consumidoras no sistema de compensação de energia deve ocorrer somente após março de 2013, considerando os prazos desde a solicitação do consumidor até a aprovação do ponto de conexão pela distribuidora.

Quanto ao sistema de medição para micro e mini-geração, a ANEEL permite que seja feito de duas maneiras, a primeira alternativa é através de dois medidores unilaterais para consumidores de baixa tensão, sendo assim, um medidor para a energia gerada e outro para a energia ativa, como é mostrado na Figura 20. A outra opção é a medição bidirecional que pode ser implantado com o uso de um único medidor, porém, capaz de “no mínimo, diferenciar a energia elétrica ativa consumida da energia elétrica ativa injetada na rede” e desde que seja essa a opção de menor custo global, segundo a ANEEL.

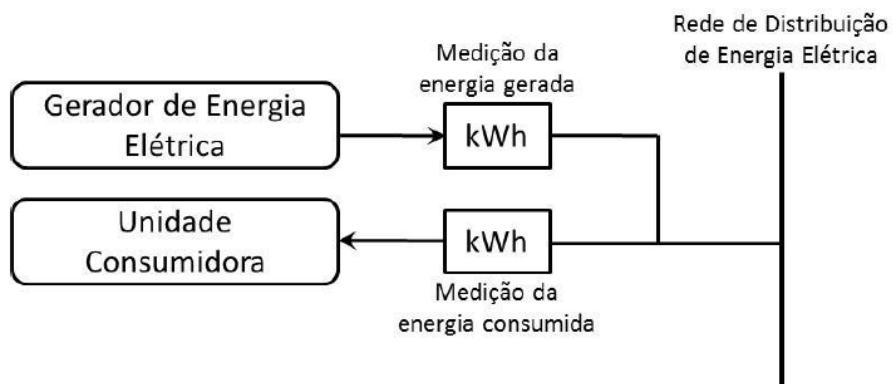


Figura 20 – Esquema exemplificativo do modelo de sistema de medição bidirecional pela utilização de dois medidores unidirecionais (fonte: ANEEL)

Recentes indagações sobre a RN 482 através dos membros do GT de P&D da ABRADEE, especialmente pela AES Eletropaulo levanta algumas questões a serem abordadas por essa resolução normativa. São elas:

- 1) Quais as maiores dificuldades que as concessionárias encontram hoje para atender aos pedidos dos clientes?

Resposta: Adequações no sistema comercial e de faturamento que permitam a aplicação da compensação da energia fornecida vs. injetada. As empresas têm envidado esforços visando a adequação dos sistemas técnicos e comerciais, participando ativamente em diversas reuniões e grupos de discussões em âmbito nacional.

2) A REN 482 atende de forma satisfatória com esclarecimentos pertinentes às concessionárias e aos clientes interessados?

Resposta: A regulamentação acerca da eliminação de barreiras ao acesso da geração distribuída, conforme estabelecida pela Resolução Normativa 482/2012, é de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável do país e coloca o Brasil no grupo de países que incentivam os uso de energia através de fontes renováveis. Por outro lado, as questões tributárias merecem especial atenção, conforme transcrita abaixo:

"Incidência de ICMS: Apesar da Nota Técnica nº 0025/2011-SRD-SRC-SRG-SCG-SEM-SRE-SPE/ANEEL ressaltar que o sistema de compensação de energia não envolve circulação de dinheiro, apenas promove a troca de energia entre consumidor com geração distribuída e a distribuidora, devendo eventuais saldos positivos serem utilizados para abatimento de faturamentos futuros, há que se considerar a incidência de ICMS sobre esta operação para a qual deverá haver regulamentação específica perante o CONFAZ, de forma a não prejudicar a distribuidora."

A tabela abaixo resume as principais contribuições das resoluções normativas da ANEEL que mais influenciam direta ou indiretamente o contexto das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil, com atualização das mesmas.

RESOLUÇÕES ANEEL	REN nº 464/2011	REN nº 502/2012	REN nº 482/2012
ASSUNTO	Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET de Distribuição de Energia [2.1]	Sistemas de Medição de Energia do Grupo B	Acesso da Microgeração e minigeração distribuída à Sistemas de Distribuição
ÚLTIMA PUBLICAÇÃO	18/12/2012	07/08/2012	11/12/2012
ÚLTIMOS ACRÉSCIMOS	Procedimentos comerciais para bandeiras tarifárias [2.3] Altera os submódulos 7.1 e 7.3 dos Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET[2.2]	-	Minuta prevê alterações na REN 482
DATA INÍCIO DA APLICAÇÃO	2013 - simulação e testes, 2014 - vigência	Fevereiro/2014	Dezembro/2012
AUDIÊNCIAS PÚBLICAS	Nº 120/2010; Nº 104/2012 [2.4]	Nº 043/2010	Nº 42/2011; Nº 100/2012
PERÍODO P/ AUDIÊNCIAS PÚBLICAS	17/12/2010 a 17/02/2011; 07/12/2012 a 06/01/2013	-	11/08 a 14/10/2011; 21/11 e 3/12/2012

Tabela 3 - Resumo de resoluções normativas vigentes pertinentes (fonte: P&D 253 ANEEL).

Em 17 de Abril de 2012 a ANEEL publicou a Resolução Normativa RN 517 que altera o inciso III do art. 2º da Resolução Normativa no 482, de 17 de abril de 2012, que passa a vigorar com a redação dos principais pontos dados a seguir:

- *III - Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda.”*
- “Art.4º Fica dispensada a assinatura de contratos de uso e conexão na qualidade de central geradora para a microgeração e minigeração distribuída que participe do sistema de compensação de energia elétrica da distribuidora, nos termos do Capítulo III, sendo suficiente a celebração de Acordo Operativo para os minigeradores ou do Relacionamento Operacional para os microgeradores.

7.4 Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST

Para a unidade consumidora interessada ao acesso à rede das Concessionárias e Permissionárias de energia é imprescindível observar os critérios técnicos e operacionais regulamentados pela ANEEL em Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, na subseção 7.3 – Acesso de Micro e Mini-Geração Distribuída, onde estão definidos também os níveis de tensão para a unidade geradora, como mostra a Tabela 4. Os principais requisitos mínimos necessários para o ponto de conexão da central geradora do consumidor é mostrado na Tabela 5.

Potência Instalada	Nível de Tensão de Conexão
< 10 kW	Baixa Tensão (monofásico)
10 a 100 kW	Baixa Tensão (trifásico)
100 a 500 kW	Baixa Tensão (trifásico) / Média Tensão
500 kW a 1 MW	Média Tensão

Tabela 4 – Níveis de tensão considerados para conexão de micro e mini-geração (fonte: ANEEL).

EQUIPAMENTO	Potência Instalada		
	< 100 kW	100 kW a 500 kW ⁽⁴⁾	500 kW a 1 MW ⁽⁴⁾
Elemento de desconexão ⁽¹⁾	Sim	Sim	Sim
Elemento de interrupção ⁽²⁾	Sim	Sim	Sim
Transformador de acoplamento	Não	Sim	Sim
Proteção de sub e sobretensão	Sim ⁽³⁾	Sim ⁽³⁾	Sim
Proteção de sub e sobrefreqüência	Sim ⁽³⁾	Sim ⁽³⁾	Sim
Proteção contra desequilíbrio de corrente	Não	Não	Sim
Proteção contra desbalanço de tensão	Não	Não	Sim
Sobrecorrente direcional	Não	Não	Sim
Sobrecorrente com restrição de tensão	Não	Não	Sim
Relé de sincronismo	Sim	Sim	Sim
Anti-Ilhamento	Sim	Sim	Sim
Estudo de curto-circuito	Não	Sim ⁽⁵⁾	Sim ⁽⁵⁾
Medição	Medidor 4 Quadrantes	Medidor 4 Quadrantes	Medidor 4 Quadrantes
Ensaios	Sim ⁽⁶⁾	Sim ⁽⁶⁾	Sim ⁽⁶⁾

Tabela 5 – Requisitos mínimos em função da potência instalada (fonte: ANEEL).

Legenda:

- (1) Chave seccionadora visível e acessível que é acessada e usada para garantir a desconexão da central geradora durante manutenção em seu sistema.
- (2) Elemento de desconexão e interrupção automático acionado por comando e/ou proteção.
- (3) Não é necessário relé de proteção específico, mas um sistema eletro-eletrônico que detecte tais anomalias e que produza uma saída capaz de operar na lógica de atuação do elemento de desconexão.
- (4) Nas conexões acima de 300 kW, se o lado da acessada do transformador de acoplamento não for aterrado, deve-se usar uma proteção de sub e de sobretensão nos secundários de um conjunto de transformador de potência em delta aberto.
- (5) Se a norma da distribuidora indicar a necessidade de realização estudo de curto-circuito caberá à acessada a responsabilidade pela sua execução.
- (6) Os ensaios devem ser os mesmos recomendados pelo fabricante e deverão ser realizados pelo acessante.

7.5 Projeto de Lei Câmara dos Deputados Nº 3337/2012

Existe o Projeto de Lei nº 3.337, de 2012, em estudo, que obrigaría as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica a providenciar a substituição dos medidores de energia eletromecânicos por medidores eletrônicos no prazo de dez anos. Determina ainda que as empresas deverão implantar um “sistema de comunicação entre os medidores e a central de gestão da rede de distribuição”. O Projeto atribui aos consumidores de baixa tensão a prerrogativa de produzir sua própria energia e vender o excedente aferido pelo medidor eletrônico para a distribuidora de energia elétrica da sua região, que será obrigada a adquiri-lo até um limite individual definido em ato do Poder Concedente e ainda, estabeleceria que a tarifa de venda do excedente seria decrescente ao longo do tempo e fixada por determinação do Poder Concedente (ANEEL). Isso alteraria a decisão facultativa do consumidor do Grupo B por optar ou não pela substituição do medidor, tal como está disposto na Resolução nº 502 da ANEEL.

Uma outra premissa levantada no Projeto de Lei seria o suprimento para as Concessionárias cumprirem as trocas mediante a reajuste tarifário ou transferência do encargo da aquisição desses equipamentos.

O Projeto esteve para parecer da Comissão Ciência e Tecnologia, onde recebeu resposta para a aprovação em dia 21 de dezembro de 2012. A última sessão plenária ocorreu em 26 de Fevereiro de 2013, o projeto tem a análise positiva da Comissão Ciência e Tecnologia, e a tramitação agora segue para análises conclusivas das comissões de Minas e Energia; e de Constituição e Justiça e de Cidadania

7.6 Projeto de Lei do Senado nº 84/2012

O Projeto de Lei do Senado Federal nº84 apresentado em Abril de 2012, está em tramitação para parecer das comissões pertinentes, e foi proposto com o intuito de estabelecer o prazo de oito anos para que as concessionárias e permissionárias de energia elétrica “transformarem seus sistemas de distribuição de energia em Redes Elétricas Inteligentes, cuja adoção permite o provimento de novos serviços aos consumidores e a melhoria dos serviços existentes, estabelece diretrizes e procedimentos para seu funcionamento permite ao consumidor gerar sua própria energia elétrica, desde que avise à concessionária ou permissionária de distribuição com antecedência mínima de seis meses, e repassar eventual excedente à rede elétrica; permite, após cinco anos da publicação da lei, que todo novo consumidor compre energia elétrica no mercado livre, direito que poderá ser estendido aos consumidores existentes, desde que a concessionária ou permissionária seja informada com antecedência de dezoito meses.

O último trâmite do Projeto foi em 30 de Maio de 2012 para a Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle para leitura e parecer. Nota-se que as questões levantadas estão abordadas resumidamente e generalizadas, e entre o período de tempo da apresentação e a tramitação atual do projeto referido, várias resoluções normativas foram criadas ou atualizadas dentro do contexto abordado da redação desse Projeto.

8. Considerações Finais: Oportunidades e Desafios

As principais conclusões desse estudo levam aos seguintes tópicos que contém oportunidades e desafios para desenvolver as Redes Elétricas Inteligentes no Brasil. Alguns apontam recomendações a seguir, outros apenas são mencionados e precisam desenvolver um estudo mais específico para maior compreensão a respeito. São eles:

- A introdução de novos processos e modelo de operação para as concessionárias e permissionárias de energia elétrica exige um novo modelo de negócio e mudanças de procedimentos operacionais internos que praticamente ainda não existe nas empresas do setor;
- Ainda existe incertezas de como as distribuidoras de eletricidade irão capturar valor ao implementar novas tecnologias de Redes Elétricas Inteligentes – necessita de estudos de custo-benefícios (ECB) para estimar ganhos técnicos, econômicos, ambientais e sociais, entre outros;
- Um novo modelo regulatório é importante;
- A elaboração de políticas públicas à nível federal para o desenvolvimento de Redes Elétricas Inteligentes é imprescindível;
- O desenvolvimento da cadeia industrial produtiva, em fase desenvolvimento pelo MDIC/ABDI à nível de governo federal, estados, municípios (ex: envolvendo SENAI, federação das indústrias e comércio, etc), é de fundamental importância para estimular o avanço tecnológico e criar condições favoráveis para que a indústria nacional possa competir nesse setor emergente da economia brasileira;
- A elaboração de planos de investimento, financiamento/subvenções econômica de projetos, empresas e P&Ds em REI, liderados pelas iniciativas do Plano de R\$3 bilhões de reais do Inova Energia (BNDES, FINEP e ANEEL) é o primeiro passo para estimular a inovação tecnológica no setor de REI no Brasil;
- Existem ainda questões fundamentais a serem respondidas tais como: Quem pagará a conta desses investimentos necessários em Redes Elétricas Inteligentes? Como os ativos serão depreciados pelas empresas?
- A adoção de infraestrutura de telecomunicações avançada e especializada pelas concessionárias de energia: proprietária vs. alugada (CAPEX vs OPEX), além das questões sobre o compartilhamento de infraestrutura, largura de banda e espectro de frequência para operar redes privadas das concessionárias são assuntos que vem sendo debatidos pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) e precisaria de um aprofundamento maior nesse assunto;
- A necessidade de incentivos fiscais, subsídios do governo, municípios e outras formas de incentivar e alavancar o uso de energias alternativas ligadas à geração distribuída (ex: incentivos a micro/minigeração à nível estadual semelhante ao que ocorre no Estado do Paraná) é

essencial para desenvolver o mercado de energias alternativas, principalmente o solar fotovoltaico de micro e mini-geração distribuída, tornando-o economicamente viável com tempo retorno do investimento (*payback*) reduzido;

- O treinamento e a capacitação de profissionais e mão-de-obra especializada em Redes Elétricas Inteligentes através do SENAI/SENAC, dentre outros – ações em desenvolvimento pelo MDIC – além de outras iniciativas de cooperação internacional dentro do Programa dos Diálogos Setoriais em REI pelo MMA/iAPTEL e o Programa “Brasil Sem Fronteiras” do MCTI, são programas importantes para o desenvolvimento do *know-how* brasileiro em REI;
- A medição (quantitativa) do impacto ambiental das emissões de GHG (*Green House Gas*)/CO₂ por cada sub-sistema e elemento das REI, com métricas bem estabelecidas e aceitas pela indústria, torna-se cada vez mais importante para o Brasil atingir as metas comprometidas com os organismos internacionais sobre as emissões e impacto ambiental;
- A ciber-segurança, a privacidade do consumidor e o controle de ativos críticos da rede (ex: subestações) são os temas mais importantes a serem abordados e desenvolvidos em programas de REI pelas concessionárias e governo;
- A mensagem principal seria que as concessionárias de energia e eletricidade e a sociedade brasileira como um todo (governo, indústrias, consumidor, etc) precisam estar preparadas para as mudanças que já estão ocorrendo e que poucos tem conhecimento a respeito e que irá impactar a maneira como consumimos, geramos e gerenciamos o uso da energia.

Referências Bibliográficas

- [1] Claudio Lima, Redes Elétricas Inteligentes s IEEE 2030, ETSI Workshop Standards: *An Architecture for Smart Grids*, France, April 2011.
- [2] Máximo Luiz Pompermayer, Redes Elétricas Inteligentes Forum 2012, São Paulo, Novembro 2012.
- [3] Claudio Lima, Relatório Diálogos Setoriais Programa Brasil-União Européia/JRC-Joint Research Center em Redes Elétricas Inteligentes, MMA-iAPTEL, Fevereiro 2013.
- [4] Programa Brasileiro de Redes Inteligentes, ABRADEE 2012.
- [5] Claudio Lima, *Brazilian Smart Grid Program (PBRI)*: An Overview, presented at Joint Research Center (JRC)/Energy Security European Union, Alkmaar-Netherlands, January 27th 2013.
- [6] P&Ds Propostas pelas Empresas de Energia Elétrica, ANEEL 2012.
- [7] Plano de Ação Conjunta Inova Energia, BNDES- Março 2013.
- [8] *Economic Impact of Recovery Act Investments in the Smart Grid* (U.S. Department of Energy).
- [9] Redes Elétricas Inteligentes: contexto nacional, MCTI/CGEE, Dezembro 2012, No 16.
- [10] ANEEL, 2011, <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2011464.pdf>.
- [11] ANEEL, 2011, Nota Técnica nº311/2011 Estrutura Tarifária para o Serviço de Distribuição de Energia, <http://www.aneel.gov.br/cedoc/nren2011464.pdf>.
- [12] ANEEL, Dez/ 2012, Minuta de resolução para Aplicação de Bandeiras Tarifárias, http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2012/094/documento/minuta_de_resolucao.pdf
- [13] ANEEL, 2013, Resultado de Audiência Pública N°104/2012, http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/dspListaDetalhe.cfm?attAnoAud=2012&attIdFasAud=709&id_are_a=246&attAnoFasAud=2013.
- [14] ANEEL, 2013, Resultados da Audiência Pública 104/2012, http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/dspListaDetalhe.cfm?attAnoAud=2012&attIdFasAud=709&id_are_a=246&attAnoFasAud=2013.
- [15] ANEEL, 2010, Estrutura Tarifária Para Serviço de Distribuição de Energia Elétrica-Otica Consumidor, http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2010/120/documento/sumario_executivo.pdf.
- [16] ANEEL,2012, Nota Técnica 129/2012, Procedimentos de Distribuição, http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Nota_Tecnica_0129_SRD.pdf.
- [17] ANEEL, 2012, FAQ, http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/FAQ_482_18-12-2012.pdf.
- [18] ANEEL, 2012 , <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012502.pdf>.
- [19] ANEEL, 2012, <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>.
- [20] Câmara dos Deputados, Projeto de Lei nº 3337/2012, <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=535991>.
- [21] ANEEL, 2012, Aceso ao Sistemas de Micro e Mini-Geração Distribuída, http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2011/042/documento/minuta_secao_3.7_modulo_3_produto.pdf.
- [22] Normas Técnicas - <http://celgd.celg.com.br/arquivos/dadosTecnicos/normasTecnicas/NTC71.pdf>.
- [23] SENADO FEDERAL, 2012, Projeto de Lei nº 84/2012, <http://www.senado.gov.br/atividade/materia/getPDF.asp?t=105231&tp=1>.
- [24] Relatório de P&D 253 ANEEL-CELG-UFG, Março 2013.

Anexo – Principais Projetos de P&D da ANEEL em Redes Elétricas Inteligentes

O anexo a seguir lista e classifica por sub-sistema/aplicação os principais 160 projetos de Redes Elétricas Inteligentes no Brasil, totalizando R\$490 milhões até 2013.

Nota: Nessa classificação não está incluído o projeto de Smart Grid da AES Eletropaulo recentemente anunciado (Abril 2013) para a implantação de 60 mil medidores inteligentes em São Paulo com investimentos de R\$ 70 milhões de reais.

Empresa	Código ANEEL	Título do Projeto P&D RI	Segmento	Custo do Projeto
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0014/2008	Metodologia de Planejamento e Análise para a Implantação de Veículos Elétricos em Atividades de Transporte	VE (D)	R\$ 731,296.00
AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	PD-0396-0002/2009	Desenvolvimento de sistema inteligente para estimativa de estado de redes de distribuição a partir de dados de medição	SM,DA (D)	R\$ 855,134.00
AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	PD-0396-0006/2009	Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes para Operação de Equipamentos Telecomandados	DA (D)	R\$ 397,810.00
Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista	PD-0068-0006/2010	Desenvolvimento de um Sistema de Gerenciamento de Comandos de Teleproteção e Proteção de LT	DT (T)	R\$ 1,179,529.80
Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A	PD-0390-0007/2009	Gateway de Comunicação Inteligente Integrado a Transformador de Distribuição - Smart Transformer	DA (D)	R\$ 1,621,265.00
Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A	PD-0390-0008/2009	Implementação de uma central de monitoramento e diagnóstico usando a plataforma com base na IEC 61850 na subtransmissão da Eletropaulo	CO (D)	R\$ 3,574,805.00
Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A	PD-0390-0010/2009	Integração de Tecnologias de Comunicação Baseadas na Norma IEC61850 para Otimização de Cabeamento de Automação e Controle em Subestações - Fase I	SA (D)	R\$ 1,786,160.00
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S/A.	PD-0404-0002/2009	Desenvolvimento de um Produto Cabeça de Série com base no Protótipo do Sistema Transmissão de Dados via Rádio para Aplicação em Medição de Energia Elétrica	SM (D)	R\$ 1,637,956.00
Empresa Amazonense de Transmissão de Energia S/A	PD-2651-0001/2009	Desenvolvimento de Sistema Digital de Medição de Correntes de Bancos de Capacitores Série e Transmissão dos Dados Adquiridos Através de Dispositivos Sem Fio	DA (D)	R\$ 1,541,600.00
Energisa Minas Gerais - Distribuidora de Energia S.A.	PD-6585-1002/2010	Desenvolvimento de dispositivo protótipo para monitoramento de perdas técnicas de transformadores instalados na rede de distribuição	DA (D)	R\$ 942,149.66
Energisa Minas Gerais - Distribuidora de Energia S.A.	PD-6585-0901/2009	Metodologia para Roadmap Tecnológico do conceito de Redes Inteligentes (Smart Grid)	SG	R\$ 1,984,076.35
Manaus Energia S/A	PD-0373-0004/2009	Sistema de Monitoramento de Falhas em Redes de Distribuição Baseado em Redes de Sensores sem Fio.	DA (D)	R\$ 541,256.60
Ampla Energia e Serviços S/A	PD-0383-0014/2009	Planejamento e Operação de Microrredes Formadas pelo Elevado Grau de Penetração da Geração Distribuída (GD); Análise Estática e Dinâmica	uG, GD (D)	R\$ 917,760.00
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0042/2009	Sistema de Inteligência para Otimização dos Investimentos em Novas Tecnologias para Redução de Perdas	SG, SoftG	R\$ 4,898,480.00
Ampla Energia e Serviços S/A	PD-0383-0019/2009	Solução de comunicação para smart-grid utilizando tecnologias de rede em malha	COM (D)	R\$ 2,391,240.00
Ampla Energia e Serviços S/A	PD-0383-0028/2009	Desenvolvimento de projeto, protótipo e cabeça de série de dispositivo para interconexão de geradores eólicos na rede pública para a faixa de 1 a 5 kW.	GD (D)	R\$ 439,450.00
Ampla Energia e Serviços S/A	PD-0383-0030/2009	Proteção para Geração Distribuída	GD (D)	R\$ 2,623,040.00

Eletrosul Centrais Elétricas S/A	PD-0402-0309/2009	Sistema de conversão estática para geração distribuída de energia eólica.	GD (G,D)	R\$ 400,320.00
Eletrosul Centrais Elétricas S/A	PD-0402-0509/2009	Desenvolvimento de uma rede de sensores passivos para medição da integridade de equipamentos em sistemas de energia com transmissão sem fio.	DA, COM (D)	R\$ 398,222.24
Ampla Energia e Serviços S/A	PD-0383-0032/2010	Cabeça-de-série do equipamento para tele-monitorização de pontos críticos de linhas de transmissão	DA, COM (D)	R\$ 1,854,594.00
Guascor do Brasil Ltda.	PD-0498-0001/2009	Avaliação tecnológica da geração híbrida solar fotovoltaico-diesel e acumuladores avançados em mini-redes do sistema isolado da região norte do Brasil	uG (D)	R\$ 1,636,155.56
Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0007/2010	Desenvolvimento de Metodologia para Análise da Instalação, Proteção e Operação de Geração Distribuída na Rede Elétrica da ELEKTRO	DG (D)	R\$ 639,240.00
Companhia Energética do Rio Grande do Norte	PD-0040-0005/2010	Aprimoramento de Protótipos de Dispositivos PLC para Telemedição e Automação da Rede de Média Tensão COSERN	SM, DA, COM (D)	R\$ 1,300,930.00
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	PD-0047-0030/2010	Sistema automatizado para rastreamento dos dados técnicos das unidades consumidoras com implementação de tecnologia PLC para identificação do transformador de distribuição associado	SM, COM (D)	R\$ 1,271,046.10
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1208/2010	MRQ-IC - Monitor Residencial de Qualidade de Energia Elétrica com Uso Compartilhado de Conexão à Internet.	HAN (C)	R\$ 512,130.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-3708/2010	Plataforma universal para desenvolvimento de aplicativos em terminais móveis inteligentes	WFM (D)	R\$ 546,800.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-0808/2010	Sistema inteligente adaptativo para estudos de proteção em sistemas de distribuição de energia elétrica	DA (D)	R\$ 686,910.00
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0037/2010	Sistema sem fio de controle de iluminação	DA (D)	R\$ 413,000.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-0408/2010	Desenvolvimento de Sistema Integrado de Monitoração Online de Falhas em Transformadores de Potência	DA (D)	R\$ 787,540.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1708/2010	Otimização da seletividade do sistema de distribuição através do uso de PLC	DA, COM (D)	R\$ 599,880.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-9208/2010	Estudo da Gestão da Medição para Redes Elétricas Inteligentes: Tendências, Impactos e Primeiros Passos	SM (D)	R\$ 303,800.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-7008/2010	LRE-X10 - Sistema de Leitura Remota de Energia Elétrica com Tecnologia PLC X-10	SM, COM (D)	R\$ 556,440.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1808/2010	Sistema de medição remota de energia elétrica de consumidores da classe A rural	SM (D)	R\$ 803,580.00
AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	PD-0396-0022/2010	Emprego de Redes Inteligentes para Controle de Tensão em Sistemas de Distribuição	DA (D)	R\$ 478,070.00
Companhia Energética do Ceará	PD-0039-0016/2010	Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento para Implantação de um Piloto de Redes Inteligentes (SmartGrid) para Automação do Sistema Elétrico	DA (D)	R\$ 1,662,613.98
Celg Distribuição S.A.	PD-6072-0253/2010	Aplicação da rede inteligente (smartgrid) na supervisão do fornecimento de energia elétrica em média e baixa tensão utilizando diferentes tecnologias de comunicação	SM, DA, COM (D)	R\$ 1,232,046.00

Bandeirante Energia S/A.	PD-0391-0003/2010	Linha de produtos para otimização e controle do uso de energia residencial no conceito Smart Grid	SM (D)	R\$ 213,578.99
Bandeirante Energia S/A.	PD-0391-0004/2010	Desenvolvimento de um Medidor Eletrônico Inteligente com funcionalidades de QEE aderentes ao Módulo 8 do Prodist	SM (D)	R\$ 598,121.00
Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista	PD-0068-0009/2010	Sistema Inteligente para apoio ao Operador de Sistema Elétrico em Tempo Real para minorar os riscos de ocorrência de blackouts	TA (T)	R\$ 6,676,070.40
Eletropaulo Metropolitana Eletrocidade de São Paulo S/A	PD-0390-1024/2010	Estudo da infra-estrutura híbrida de telecomunicação para suportar a modernização da rede elétrica de distribuição - Desenvolvimento de Plataforma/Infra-Estrutura Integrada para Telemedição	SM, COM (D)	R\$ 3,199,572.00
Manaus Energia S/A	PD-0373-0010/2010	Desenvolvimento de Modelo Referência para Empresas de Distribuição, fundamentado na experimentação de aplicações de conjunto de tecnologia SmartGrid, projeto piloto a ser implantado em Parintins-AM	SG	R\$ 21,792,669.55
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0302/2010	D302 - PA - DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE SISTEMÁTICA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	GD (D)	R\$ 2,495,106.00
Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0015/2010	Medidores Eletrônicos de Energia	SM (D)	R\$ 701,089.68
Central Geradora Termelétrica Fortaleza S/A	PD-2934-0002/2010	Desenvolvimento de IED de comunicação padrão IEC61850 nacional para ambiente de subestações	SA (D)	R\$ 2,161,456.85
Companhia Energética do Maranhão	PD-0037-0012/2010	Cabeça de Série de Sistema de Telemedição de Clientes Rurais da rede Cemar	SM (D)	R\$ 478,926.76
Companhia Energética de Alagoas	PD-0044-0010/2010	Desenvolvimento de tecnologias inovadoras de software para o Smart Grid.	SoftG	R\$ 915,600.00
Central Geradora Termelétrica Fortaleza S/A	PD-2934-0003/2010	Sistema de simulação para automação e controle de parques eólicos, automação da nacelle e interconexão de aerogeradores a redes elétricas em atendimento à norma IEC 61400-25	TA, GD (T)	R\$ 8,618,301.36
Central Geradora Termelétrica Fortaleza S/A	PD-2934-0004/2010	Desenvolvimento de uma Arquitetura Tecnológica para Unidade de Aquisição e Controle de Usinas de Geração de Energia Elétrica com Comunicação IEC 61850	DA, COM (D)	R\$ 4,920,320.00
Ampla Energia e Serviços S/A	PD-0383-0044/2010	Avaliação dos impactos operacionais gerados pela implementação da medição eletrônica e de redes inteligentes em distribuidoras de energia	SM (D)	R\$ 947,000.00
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0308/2012	DE - D308 - Desenvolvimento de sistema integrado de geração fotovoltaica distribuída com armazenamento de energia interligados à rede elétrica de distribuição.	GD (D)	R\$ 6,490,219.04
Usina Termelétrica Norte Fluminense S/A	PD-0678-0111/2011	Desenvolvimento de Metodologia para Inserção da Geração Distribuída no Setor Elétrico Brasileiro	GD (D)	R\$ 664,006.55
Companhia Energética do Maranhão	PD-0037-0011/2010	Desenvolvimento de um sistema inteligente de automação de operação de equipe de campo	DA (D)	R\$ 1,011,849.02
Bandeirante Energia S/A.	PD-0391-0007/2010	Desenvolvimento de Novas Tecnologias Voltadas a Redes Inteligentes para enfrentar os novos Desafios Climáticos	SG	R\$ 1,974,812.80
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco	PD-0048-0008/2010	Sistema de comunicação TCP/IP entre SE's para proteção	DA, COM (D)	R\$ 1,446,595.78
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0057/2010	L1-Desenvolvimento de plataforma de rede inteligente interoperável, integrando sistemas de medição e automação da distribuição e utilizando certificação digital para suportar o programa de Smart Grid	SM, DA (D)	R\$ 13,113,984.00

Companhia Hidro Elétrica do São Francisco	PD-0048-0013/2010	Integração Física e Lógica de Sistemas de Proteção, Supervisão e Controle de Subestações Baseadas na Norma IEC61850	SA (T)	R\$ 2,166,139.00
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0058/2010	L2-Desenvolvimento de sistema de gestão em tempo real de rede de distribuição subterrânea,através de monitoramento,diagnósticos e reconfiguração,dentro da plataforma e conceitos do programa Smart Grid	DA (D)	R\$ 4,955,696.00
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0059/2010	L3: Sistema de Gestão de Redes Aéreas, Considerando Gerenciamento de Falta e Restabelecimento, Inserção de GDs e Operação em Modo Ilhado integrados à plataforma e conceitos do Programa de Smart Grid	GD (D)	R\$ 4,979,689.30
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0060/2010	L4-Desenvolvimento de sistema para gestão energética pelo lado da demanda associado a outros serviços, com foco no consumo eficiente por canais multimídia interativos integrados ao Programa Smart Grid	EMS (C)	R\$ 5,059,545.00
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0061/2010	L5: Desenvolvimento de um sistema inteligente de gestão de fontes renováveis, armazenamento distribuído e veículos elétricos recarregáveis integrados ao conceito e plataforma Smart Grid	GD, VE (D)	R\$ 3,132,401.96
Ampla Energia e Serviços S/A	PD-0383-0046/2011	Medição do consumo de iluminação pública via rede mesh em ambiente de smart grid	DA, COM (D)	R\$ 1,916,280.00
CEMIG Geração e Transmissão S/A	PD-4951-0341/2010	GT341- PA - Uso da tecnologia Wireless "ZigBee" na construção de sensores e sistemas embarcados para monitoramento de equipamentos de subestação e linha de transmissão	SA, COM (D)	R\$ 1,672,136.40
Tractebel Energia S/A	PD-0403-0017/2011	Desenvolvimento e Implantação de Micro Redes Inteligentes - Estratégias de Controle para Integração de Sistemas e Gerenciamento de Energia	uG, DA (D)	R\$ 2,319,190.00
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	PD-5707-0014/2012	Pesquisa e desenvolvimento de uma usina modular de biogás de 660kVA com gerenciamento remoto atendendo os conceitos de smart grid	DG (D)	R\$ 3,591,060.00
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	PD-5707-0918/2010	Implantação de Lote Pioneiro de um Sistema de monitoramento de consumo, parametrização e diagnóstico da rede elétrica de distribuição em BT utilizando tecnologia PLC (Power Line Communication)	DA, COM (D)	R\$ 1,042,256.02
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	PD-5707-0940/2010	Uso eficiente do potencial inovador das redes inteligentes de energia (Smart Grid) na melhoria do gerenciamento da qualidade da energia elétrica em sistemas de distribuição	DA (D)	R\$ 576,553.90
Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A	PD-0390-1055/2010	Geração distribuída a partir de fontes renováveis de energia elétrica - uma inserção comercial e de sustentabilidade	GD (D)	R\$ 1,206,146.68
Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0025/2010	Relé Inteligente para Iluminação Pública com Interface de Rede para Smart Grid ELEKTRO	DA (D)	R\$ 877,960.00
Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0026/2010	Desenvolvimento de um sistema de propulsão para veículos elétricos de transporte de passageiros sem uso de rede aérea para recarga	VE (D)	R\$ 1,617,467.08
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0330/2010	D330 - DE- GESTOR DE CYBER SEGURANÇA OPERATIVA / Aplicativo Supervisor de Perímetro Eletrônico de Segurança	CYB	R\$ 1,902,026.00
Centrais Elétricas do Pará S/A.	PD-0371-0003/2011	Avaliação de Tecnologias de Comunicação para a Implantação de Monitoramento e Supervisão nos Sistemas de Geração e Distribuição das Centrais Elétricas do Pará	GD, COM (G)	R\$ 861,773.00
Centrais Elétricas do Pará S/A.	PD-0371-0005/2011	Ferramenta Computacional de Alocação Ótima Simultânea de Dispositivos de Proteção e Manobra em Redes de Distribuição de Energia Elétrica Considerando a Geração Distribuída	DA, GD (D)	R\$ 883,820.00
Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0031/2011	Seguidores solares para sistemas fotovoltaicos conectados à rede: Sistemas com e sem concentração	GD (D)	R\$ 2,557,608.02
Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica	PD-5785-0954/2010	Gerenciamento eficiente da geração distribuída de energia elétrica a partir de resíduos sólidos urbanos utilizando o potencial inovador das redes inteligentes de energia (Smart Grid)	GD (D)	R\$ 415,445.18

Central Geradora Termelétrica Fortaleza S/A	PD-2934-0006/2011	Desenvolvimento de uma Arquitetura Tecnológica para Unidade de Aquisição e Controle de Usinas de Geração de Energia Elétrica com Comunicação IEC 61850	DA, COM (G)	R\$ 4,920,320.00
Energisa Minas Gerais - Distribuidora de Energia S.A.	PD-6585-1102/2011	Desenvolvimento de metodologia para padronização de subestações aderente aos conceitos Smart Grid, considerando o uso do protocolo de comunicação IEC61850	DA, COM (D)	R\$ 4,224,549.60
Companhia Paulista de Força e Luz	PD-0063-0026/2011	PB0026 - ESTUDO DOS IMPACTOS DA INSERÇÃO DE MICRORREDES E MICROGERAÇÃO EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO	uG, DA (D)	R\$ 324,321.40
Companhia Paulista de Força e Luz	PD-0063-0027/2011	DE0027 - SMART SUBSTATION	SA (D)	R\$ 4,965,714.00
Centrais Elétricas de Rondônia S/A.	PD-0369-0004/2011	Segurança Cibernética em Smart Metering	CYB	R\$ 1,432,764.24
Eletrosul Centrais Elétricas S/A	PD-0402-0810/2011	Desenvolvimento de uma célula a combustível microbiana para geração de energia elétrica distribuída	GD (D)	R\$ 1,452,687.00
CEMIG Geração e Transmissão S/A	PD-4951-0354/2010	DE - Desenvolvimento de Protótipo de Sistema de Medição Fasorial Sincronizada	SYNPH	R\$ 4,151,434.20
Companhia Energética de Pernambuco	PD-0043-0211/2011	Sistema de Comunicação Inteligente entre os Centros de Operações/Medidas e as Chaves de Distribuição e Telemedida com Aplicação Piloto	SM, DA, COM (D)	R\$ 1,881,973.11
Eletrosul Centrais Elétricas S/A	PD-0402-0909/2009	Processador Trifásico de Energia Solar Fotovoltaica Aplicado na Geração Distribuída de Energia Elétrica Com Baixa Distorção Harmônica da Corrente.	GD (T)	R\$ 740,506.00
Eletrosul Centrais Elétricas S/A	PD-0402-1109/2009	Desenvolvimento e Aplicação de Técnicas de Medição Fasorial Sincronizada Visando a Melhoria da Segurança Operacional de Sistemas Elétricos.	SYNPH	R\$ 1,451,040.00
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	PD-0047-0044/2011	Determinação do Impacto da Implantação de Medidores Eletrônicos em Unidades Consumidoras do Grupo B nas Perdas Comerciais	SM (D)	R\$ 723,620.00
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	PD-0047-0051/2011	Sistema Integrado de Avaliação On-line do Estado Operativo para Redes Inteligentes - SIASG	SG	R\$ 3,482,780.00
Ampla Energia e Serviços S/A	PD-0383-0055/2011	Estudo dos efeitos da implementação de tecnologias de Redes Elétricas Inteligentes (smart city)– projeto CIDADE INTELIGENTE BÚZIOS	SG	R\$ 17,807,830.27
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	PD-5707-0956/2010	Uso eficiente do potencial inovador das redes inteligentes de energia (Smart Grid) na melhoria do gerenciamento da qualidade da energia elétrica em sistemas de distribuição	SG	R\$ 576,553.90
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0373/2012	D373 - LP-Infraestrutura de uma Rede Inteligente (Smart-Grid) a Baixo Custo	SG	R\$ 5,247,607.56
Centrais Elétricas Matogrossenses S/A.	PD-0405-0006/2011	Sistema Integrado de Monitoração On-Line de Transformadores de Distribuição Aérea - TODA	DA (D)	R\$ 970,200.00
Companhia Energética do Ceará	PD-0039-0049/2011	SIM - Sistema robusto para aquisição da memória de massa de registradores de níveis de tensão utilizando protocolo próprio, coleta local via wireless e transmissão de dados à concessionária via GPRS.	DA, COM (D)	R\$ 957,176.24
Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0044/2011	Sistema Radio Comunicador de Alcance Médio usando Tecnologia Mesh para Gestão de Ativos e do Sistema de Energia Elétrica com Interface de Rede para Smart Grid ELEKTRO	DA, COM (D)	R\$ 877,960.00
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	PD-0047-0058/2011	Identificação e análise de irregularidades detectadas internamente em medidores eletrônicos, com e sem memória de massa, e estruturação e construção de banco de dados	SM (D)	R\$ 558,440.00

Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1510/2011	Aplicação de Modelos de Eficiência Energética Gerados por um Sistema Especialista sobre o Cenário de Medidores Inteligentes	SM (D)	R\$ 1,117,593.80
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1710/2011	Implantação de Micro Geração Eólica usando Gerenciamento de Cargas Não-criticas pelo Lado da Demanda no Sapiens Parque	GD (D)	R\$ 924,620.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1810/2011	SYNC - Desenvolvimento de Metodologia baseada em Sincrofatores e Algoritmos de Descoberta de Padrões para Melhoria na Regulação de Tensão em Redes de Distribuição de Média Tensão	SYNPH	R\$ 663,260.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-2610/2011	Metodologia para Estimação Robusta de Estados com Tratamento Fuzzy de Incertezas de Sistemas Trifásicos Desequilibrados em Ambientes com Redes de Distribuição Ativas e Inteligentes (smart-grid)	DA (D)	R\$ 968,766.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-2910/2011	Desenvolvimento de um Sistema para Monitoramento Remoto da Qualidade da Energia Utilizando Tecnologia Wi-Fi em Alimentadores	DA, COM (D)	R\$ 1,100,456.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-2010/2011	Estudo da Viabilidade de Gerenciamento de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Associando PLC e SNMP	DA, COM (D)	R\$ 866,742.87
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-3010/2011	Desenvolvimento de uma Plataforma de Comunicação Crítica para Automação Remota de Religadores e Transformadores	DA, COM (D)	R\$ 1,631,042.80
Companhia Energética de Alagoas	PD-0044-0019/2011	Desenvolvimento experimental de protótipo de equipamento para monitoramento simultâneo e distribuído de parâmetros elétricos em redes secundárias e consumidores finais empregando comunicação sem fio	SM (D)	R\$ 558,174.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-4210/2011	Usina Distrital de Geração Distribuída de Energia Renovável	GD (D)	R\$ 1,399,545.76
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-4410/2011	Utilização da Energia Solar em Sistemas Fotovoltaicos Multifuncionais Operando em Redes Inteligentes	SG	R\$ 3,953,560.00
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0390/2011	D390 - DE - Desenvolvimento de Funções Avançadas de EMS (Energy Management System) - Fase II	EMS (C)	R\$ 7,555,536.00
Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas	PD-0051-0200/2011	Monitoramento remoto de transformadores de Rede de Distribuição Subterrânea através de tecnologia de fibra óptica	DA, COM (D)	R\$ 1,007,810.00
Companhia Energética de Pernambuco	PD-0043-1211/2011	Desenvolvimento e implementações de provas de conceito de Redes Inteligentes (RI) em localidade piloto com elevadas restrições ambientais - Caso Ilha de Fernando de Noronha (IFN)	SG	R\$ 17,579,877.85
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0392/2011	Desenvolvimento de supercapacitor para utilização como buffer de bateria em carros elétricos	VE (D)	R\$ 617,343.49
Centrais Elétricas de Rondônia S/A.	PD-0369-0006/2011	Planejamento da Expansão de Sistemas de Distribuição Considerando Novos Elementos de Redes Inteligentes e Análise Regulatória Integrados em Ambiente Procedimental	SG	R\$ 1,065,236.95
Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista	PD-0068-0029/2011	Desenvolvimento de competências e avaliação de arranjos técnicos e comerciais em geração distribuída com sistemas fotovoltaicos conectados à rede	GD (D)	R\$ 10,003,664.00
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0420/2011	Desenvolvimento de Modem PLC para Aplicações de Telecomunicações e Smart Grids em Redes de Baixa tensão	DA, COM (D)	R\$ 4,121,602.08
AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	PD-0396-0030/2011	Reconfiguração Dinâmica de Redes de Distribuição por meio do Uso de Equipamentos Automatizados	DA (D)	R\$ 1,295,200.00
Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0046/2011	Painel de Consumidores Residenciais para monitoração contínua das formas e atitudes gerais de consumo de energia elétrica	EMS (C)	R\$ 1,156,725.90

Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0046/2011	Painel de Consumidores Residenciais para monitoração contínua das formas e atitudes gerais de consumo de energia elétrica	EMS (C)	R\$ 1,156,725.90
Bandeirante Energia S/A.	PD-0391-0011/2011	Lote Pioneiro Módulo de Medição Eletrônico - InovCity Aparecida	SM (D)	R\$ 8,687,278.00
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	PD-5707-1351/2011	Validação Operativa do Transformador a Seco Submersível integrado ao Smart Grid	DA (D)	R\$ 1,296,617.34
Eletrosul Centrais Elétricas S/A	PD-0402-1310/2011	Desenvolvimento de uma Rede de Sensores Passivos para Medição de Integridade de Equipamentos em Sistemas de Energia com Transmissão sem Fio	TA, COM (T)	R\$ 2,552,014.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1010/2011	SMARTFIX - Metodologia de Recomposição Automática de Redes de Distribuição Utilizando Fontes Mistas de Informação Para Detecção e Localização de Faltas em Ambientes Smart Grid	DA (D)	R\$ 1,516,231.00
Usina Hidro Elétrica Nova Palma Ltda.	PD-0400-0002/2011	Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes para Reconfiguração de Redes de Distribuição em Situações de Contingências considerando Operação Ilhada de PCH	TA, GD (T)	R\$ 204,800.00
Energest S/A	PD-2331-0021/2011	Minirredes com fontes intermitentes para atendimento de áreas isoladas e estudo por tipo de fonte supridora	uG (D)	R\$ 4,086,700.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-4411/2011	Utilização da Energia Solar em Sistemas Fotovoltaicos Multifuncionais Operando em Redes Inteligentes	uG (D)	R\$ 3,953,560.00
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0080/2011	Desenvolvimento tecnológico e inovação na utilização de tecnologia fotovoltaica e sua integração inteligente com a rede de distribuição: uma ação voltada a Grandes Clientes da Light	GD (D)	R\$ 2,129,352.90
Light Serviços de Eletricidade S/A.	PD-0382-0079/2012	Avaliação e Definição de Requisitos de Plantas de Geração Distribuída Interligadas à Rede Elétrica Através de Inversores de Tensão	GD (D)	R\$ 1,116,580.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1712/2012	Estudo de tecnologias alternativas de comunicação para medição remota dos grandes consumidores de energia elétrica	SM, COM (D)	R\$ 1,618,688.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1912/2012	Técnicas, equipamentos e sistema para combate às perdas não técnicas utilizando conceito de smart metering	SM (D)	R\$ 1,410,413.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-2812/2012	Estudo de Tecnologias de Comunicação para Medições Remotas dos Grandes Consumidores que não possuem Cobertura Celular (GSM)	SM, COM (D)	R\$ 392,840.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-2912/2012	Sistema Integrado, Remoto e Anti-Furto de Medição e Gerenciamento de Distribuição de Energia Elétrica com Acesso à Internet	SM (D)	R\$ 2,607,880.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-3012/2012	Quantificação de perdas em baixa tensão para a nova realidade das Smart Grids	SM (D)	R\$ 589,090.00
Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0050/2012	Avaliação de Segurança para medidores eletrônicos e de smart metering	SM, CYB	R\$ 3,714,032.93
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0423/2010	D423 - DE - Desenv. de Modelo Funcional Smart Grid através de integração sistêmicas de soluções intelig., para automação da rede de distribuição, infraestr. avançada de medição e participação do consumidor	SM, DA (D)	R\$ 25,318,843.39
Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	PD-0385-0053/2012	Geração distribuída com fontes alternativas e renováveis de energia em ambiente de Micro-redes, Smart-Grid: Metodologias de medição, Segurança operacional e impactos na Qualidade de Energia	UG, GD (D)	R\$ 1,875,100.00
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0424/2010	D424 - DE - Desenv. de uma Plataforma de Testes de Conformidade e Interoperabilidade de Dispositivos Smart Metering e Desenv. de uma Solução Segura de Comunicação Híbrida WMAN-WiMAX para Automação de Rede	SM, DA, COM (D)	R\$ 7,455,944.92

CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0425/2012	D425 - PA - DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE DOS IMPACTOS DA INTEGRAÇÃO DE VEÍCULO ELÉTRICOS À REDE DE DISTRIBUIÇÃO	VE (D)	R\$ 4,452,443.76
Companhia Energética do Ceará	PD-0039-0066/2012	Modelo experimental de transmissão de dados através de redes WiMAX, WiFi e Mesh utilizando como pontos de acesso móveis instalados na frota da Coelce	WFM, COM (D)	R\$ 1,638,854.40
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1110/2012	Desenvolvimento de nova metodologia para reconfiguração automática de sistemas elétricos baseado em rede mesh de alta velocidade	DA, COM (D)	R\$ 1,803,950.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-1310/2012	Estudo e desenvolvimento de plataforma híbrida de telecomunicação para automação da rede elétrica de distribuição	DA, COM (D)	R\$ 2,027,300.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-3712/2012	Geração Eficiente de Energia Elétrica partir de Fontes Renováveis através de conceitos de SmartGrid	SG	R\$ 2,793,190.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-5712/2012	Cabeça de Série - Sistema de comunicação sem fio para dispositivos elétricos situados nas Redes Elétricas de Distribuição	DA, COM (D)	R\$ 2,517,060.00
Celesc Distribuição S.A.	PD-5697-5812/2012	Desenvolvimento de um protótipo de rede Smart Grid para micro-aproveitamento de energias renováveis	SG	R\$ 2,429,620.00
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0431/2012	D431 - DE - Sistema de alocação de equipamentos de secionamento automáticos em redes auto-reconfiguráveis (self-healing) com foco na minimização de indicadores de continuidade	DA (D)	R\$ 1,343,542.48
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	PD-0047-0068/2012	Planejamento integrado da distribuição no âmbito das redes elétricas inteligentes com controle de qualidade de energia elétrica	SG	R\$ 1,384,440.00
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	PD-0047-0076/2012	Sistema Inteligente para Suporte a Decisões do Centro de Operação da Distribuição por meio de Plataforma de Interoperabilidade Smartgrid	CO (D)	R\$ 2,012,917.37
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	PD-5707-2310/2012	Processo e protótipo: Identificação de perdas comerciais na nova realidade da medição eletrônica, automação da distribuição e microgeração distribuída	SM, DA, GD (D)	R\$ 676,060.00
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	PD-5707-2314/2012	Desenvolvimento e implantação de um Lote Pioneiro de um Sistema de Monitoramento e Supervisão de Unidades Transformadoras e Subestações	SA (D)	R\$ 3,230,300.00
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	PD-5707-2321/2012	Desenvolvimento de um circuito integrado para comunicação sem fio, de acordo com o padrão IEEE 802.15.4g, com protocolo SIBMA embarcado para utilização em medidores inteligentes (Smart Meters)	SM, COM (D)	R\$ 8,291,800.00
CEB Distribuição S/A	PD-5160-1207/2012	Eletroponto Solar - Microgeração fotovoltaica distribuída integrada à arquitetura predial e sua aplicação para carregamento de veículos elétricos	GD, VE (D)	R\$ 1,247,554.88
CEB Distribuição S/A	PD-5160-1210/2012	Desenvolvimento, implantação e testes em parque da CEB de sistemas físicos de geração distribuída que contemplam sistemas, que utilizam conceito de equipamentos inteligentes para iluminação pública	GD, DA (D)	R\$ 1,089,265.88
CEB Distribuição S/A	PD-5160-1209/2012	Metodologia, projeto demonstrativo e ferramenta computacional para a avaliação e gestão operacional de arranjos técnicos e comerciais de inserção de veículo elétrico no sistema de distribuição da CEB	VE (D)	R\$ 1,586,717.46
CEB Distribuição S/A	PD-5160-1215/2012	Definição de método para que a Concessionária de Distribuição possa determinar o limite de penetração da geração distribuída fotovoltaica em redes radiais de distribuição	GD (D)	R\$ 343,864.44
CEB Distribuição S/A	PD-5160-1203/2012	SISGRID-Sistema inteligente baseado no conceito smart grid para medição e estimativa de perdas térmicas e comerciais em circuitos reticulados de distribuição tipo spot network com viabilidade econômica	SM (D)	R\$ 1,738,048.27
Eletrosul Centrais Elétricas S/A	PD-0402-1911/2012	Sistema de Monitoramento "On-line" para Bancos de Capacitores	DA (D)	R\$ 2,387,929.33

CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0470/2011	DE - Usina Experimental de Geração Solar Fotovoltaica de 3 MW - desenvolvimento tecnológico e mercadológico no contexto brasileiro em sistemas conectados à rede de distribuição	DG (D)	R\$ 40,619,841.65
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0518/2012	D518 - PA - Sistema para Gestão Estratégica de Ativos do Sistema Elétrico da CEMIG D	SoftG	R\$ 3,618,884.27
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0519/2012	D519 - DE - Modelo integrado da automação da operação e manutenção de sistemas elétricos de potência em baixa e média tensão	DA (D)	R\$ 1,787,660.30
CEMIG Distribuição S/A	PD-4950-0523/2012	D523 - DE - Desenvolvimento de Uma Plataforma de Apoio ao Programa de Segurança Cibernética da CEMIG em Ambientes do Sistema Elétrico	CYB	R\$ 2,768,469.91
CEMIG Geração e Transmissão S/A	PD-4951-0490/2012	GT490 - PA - Sistema Inteligente Integrado com Tecnologia Web e Móvel para Gestão de Emergências	WFM (D)	R\$ 1,762,976.25
Copel Geração e Transmissão S.A.	PD-6491-0287/2012	ARRANJO TECNICO E COMERCIAL DE GERACAO DISTRIBUIDA DE ENERGIA ELETTRICA A PARTIR DO BIOGAS DE BIOMASSA RESIDUAL DA SUINOCULTURA EM PROPRIEDADES RURAIS NO MUNICIPIO DE ENTRE RIOS DO OESTE DO PARANA	DG (G)	R\$ 17,662,430.00
Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A	PD-0390-1069/2012	Sistema de Gestão Para Uso Eficiente de Energia Através da Percepção de Consumo do Cliente	EMS (C)	R\$ 1,812,000.00
Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A	PD-0390-1070/2012	Projeto Estruturante de Redes Inteligentes em Regiões Metropolitanas visando Desenvolvimento e Demonstração de soluções Inovadoras utilizando o conceito de living Labs	SG	R\$ 32,270,359.00
Campos Novos Transmissora de Energia S.A.	PD-6240-0001/2012	Desenvolvimento de Planta Geradora de 10 kW conectada à rede, utilizando Energia Solar Fotovoltaica com Tecnologia de Alta Concentração (HCPV - High Concentration Photovoltaic	GD (D)	R\$ 1,136,000.00

Nomeclatura	Definição
SM-Smart Metering	<i>Medição Inteligente</i>
DA-Distribution Automation	<i>Automação na Distribuição</i>
TA-Transmission Automation	<i>Automação na Transmissão</i>
SA-Substation Automation	<i>Automação na Subestação</i>
GD-Distributed Generation	<i>Geração Distribuída</i>
VE-Electrical Vehicle	<i>Veículo Elétrico</i>
uG-Micro Grid	<i>Micro Rede</i>
WFM-Work Force Mobile	<i>Mobilidade/Despacho</i>
CO-Control Operation	<i>Centro de Operação</i>
EMS-Energy Management System	<i>Gestão de Energia</i>
SYNCH-Synchrophasor	<i>Sincrofase</i>
COM-Communications	<i>Comunicações/Telecom</i>
CYB-Cybersecurity	<i>Segurança Cibernética</i>
SoftG-Smart Grid Software	<i>Software em Smart Grid</i>
SG-Smart Grid Generic	<i>Smart Grid (genérico)</i>