



Redes Eléctricas Inteligentes

Diálogo Setorial Brasil-União Europeia (2014)

PROJETO APOIO AOS DIÁLOGOS SETORIAIS UNIÃO EUROPEIA - BRASIL



Brasil, novembro de 2014

Instituições responsáveis:

Brasil:

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

Esplanada dos Ministérios, Bloco E

CEP: 70067-900 - Brasília/DF

Responsável da Ação

Alvaro Toubes Prata

e-mail: prata@mcti.gov.br

Telefone: +55 {61} 2033.7800

Responsável Operacional

Eduardo Soriano Lousada

e-mail: esoriano@mcti.gov.br

Telefone: +55 {61} 2033.7867

Europa:

Joint Research Centre (JRC)

Responsável Externo

Marcelo Masera

E-mail: marcelo.masera@ec.europa.eu

Telefone: +31 224 56 5403



Direção Nacional do Projeto Diálogos Setoriais
Secretaria de Gestão Pública
Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
+ 55 61 2020.8527/1704/1823
dialogos.setoriais@planejamento.gov.br
www.dialogossetoriais.org

Consultores contratados pelo Projeto e autores dos estudos publicados neste documento:

1) Perito Sênior Local

Marcelo Aparecido Pelegrini

marcelo.pelegrini@sinapsisenergia.com

Conteúdo dos itens: 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27 e 28.

2) Perita Sênior Externa

Zita A. Vale

zav@isep.ipp.pt / email.zitavale@gmail.com

www.linkedin.com/in/zitavale

Conteúdo dos itens: 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24, 29, 30, 31 e 32.

Equipe técnica do MCTI responsável pela colaboração na revisão do documento:

Eng. Dante Hollanda, M.Sc., Tecnologista em Ciência e Tecnologia – MCTI

Eng. Jairo Coura, Analista em Ciência e Tecnologia – MCTI





NOTA INTRODUTÓRIA

O presente documento reflete a exposição dos produtos elaborados pelos consultores contratados (Marcelo Pelegrini e Zita Vale) pelo Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais, em sua 7ª Convocatória, no ano de 2014.

Aborda-se no presente estudo a concatenação de oito produtos que contemplam os seguintes tópicos: i) Identificação de projetos relevantes no Brasil e na Europa na área de Redes Elétricas Inteligentes (REI); ii) Informação sobre os fabricantes/fornecedores dos equipamentos que compõem a infraestrutura de REI no Brasil e na Europa, tais como: medidores (*smart meters*), chaves, transformadores, disjuntores, religadores, etc.; iii) Identificação de instituições públicas e privadas no Brasil e na Europa, tais como: centros de pesquisa, universidades e institutos que atuaram, estão atuando ou pretendem atuar em projetos relacionados ao tema de REI e; iv) Análise das políticas industriais e de ciência e tecnologia no Brasil e na Europa.

O texto informa sobre questões importantes relativas ao tema de REI no País e no exterior e busca servir de subsídio para a elaboração de Políticas Públicas em Ciência, Tecnologia e Inovação, bem como Industriais.

Espera-se que este Relatório Final do Diálogo Setorial em REI, coordenado pelo MCTI, possa mobilizar ações de outros atores governamentais, bem como empresariais e acadêmicos.

Com esta publicação o MCTI contribui no desenvolvimento das REI no País e antevê a aceleração das políticas públicas nessa área.

SUMÁRIO

1. METODOLOGIA DA ELABORAÇÃO DO ESTUDO ACERCA DOS PROJETOS BRASILEIROS	15
2. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO SOBRE OS PROJETOS BRASILEIROS.....	17
2.1 REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES	17
2.2 PROGRAMA DE PESQUISA & DESENVOLVIMENTO ANEEL	20
3. RESULTADOS - projetos de REI no Brasil	23
3.1 CONCESSIONÁRIAS BRASILEIRAS DE DISTRIBUIÇÃO	24
3.1.1 COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG DISTRIBUIÇÃO	24
3.1.2 LIGHT SERVIÇOS DE ELETRICIDADE	26
3.1.3 ELETROBRAS AMAZONAS ENERGIA	29
3.1.4 AMPLA ENERGIA E SERVIÇOS S. A	30
3.1.5 COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO – CELPE.....	32
3.1.6 EDP BANDEIRANTE	33
3.1.7 COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ – CPFL	35
3.1.8 COMPANHIA ENERGÉTICA DO CEARÁ – COELCE	37
3.1.9 COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL	38
3.1.10 ELEKTRO	39
3.1.11 AES ELETROPAULO	40
3.2 CONCESSIONÁRIAS BRASILEIRAS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO	43
3.2.1 FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS	44
3.2.2 COPEL GT.....	45
3.2.3 PETROBRAS	45
3.2.4 COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO – CHESF.....	46
3.2.5 COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CEEE-GT	47
3.2.6 ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS	48
3.2.7 CENTRAL GERADORA TERMELÉTRICA FORTALEZA – CGTF – ENDESA FORTALEZ.....	48
3.2.8 COMPANHIA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PAULISTA – CTEEP.....	49
3.2.9 AES TIETÊ	49
3.2.10 CEMIG GT	49

4. CONCLUSÕES ACERCA DOS PROJETOS BRASILEIROS	51
5. POLÍTICAS ENERGÉTICAS E REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES NA EUROPA.....	54
6. METODOLOGIA PARA O ESTUDO SOBRE OS PROJETOS EUROPEUS	58
7. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS DO ESTUDO SOBRE OS PROJETOS EUROPEUS	59
7.1 REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES: NOÇÕES E CONCEITOS DE BASE.....	59
7.2 SMART METERING NA EUROPA.....	62
7.2.1 PROJETO METER-ON	72
7.3 PROJETOS DE REI NA EUROPA	76
7.3.1 INVENTÁRIO DO JOINT RESEARCH CENTRE	76
7.3.1.1 INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES NOS PROJETOS DE REI INVENTARIADOS PELO JOINT RESEARCH CENTRE (JRC) .	79
7.3.1.2 PROJETOS INICIADOS EM 2013-2014	89
7.3.2 OUTROS PROJETOS REI NA EUROPA.....	89
8. ANÁLISE CRÍTICA SOBRE OS RESULTADOS DO ESTUDO ACERCA DOS PROJETOS EUROPEUS	93
8.1 ANÁLISE DE RESULTADOS DE PROJETOS DE REI PELA EEGI.....	96
9. CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO ACERCA DOS PROJETOS EUROPEUS	101
10. METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL	102
11. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL.....	103
11.1 PRODUTOS DE REI	103
11.2 FORNECIMENTO DE PRODUTOS NOS PROJETOS DE REI NO BRASIL.....	105
12. RESULTADOS SOBRE O ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL.....	110
12.1 ESTRUTURA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL	110
12.2 CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL	113
13. CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL.....	114
14. REQUISITOS PARA UMA INFRAESTRUTURA DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES (ESTUDO EUROPEU)	116
15. METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS FABRICANTES E FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS DOS PROJETOS DE REI NA EUROPA.....	120
16. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DOS FABRICANTES E FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS DOS PROJETOS DE REI NA EUROPA.....	121

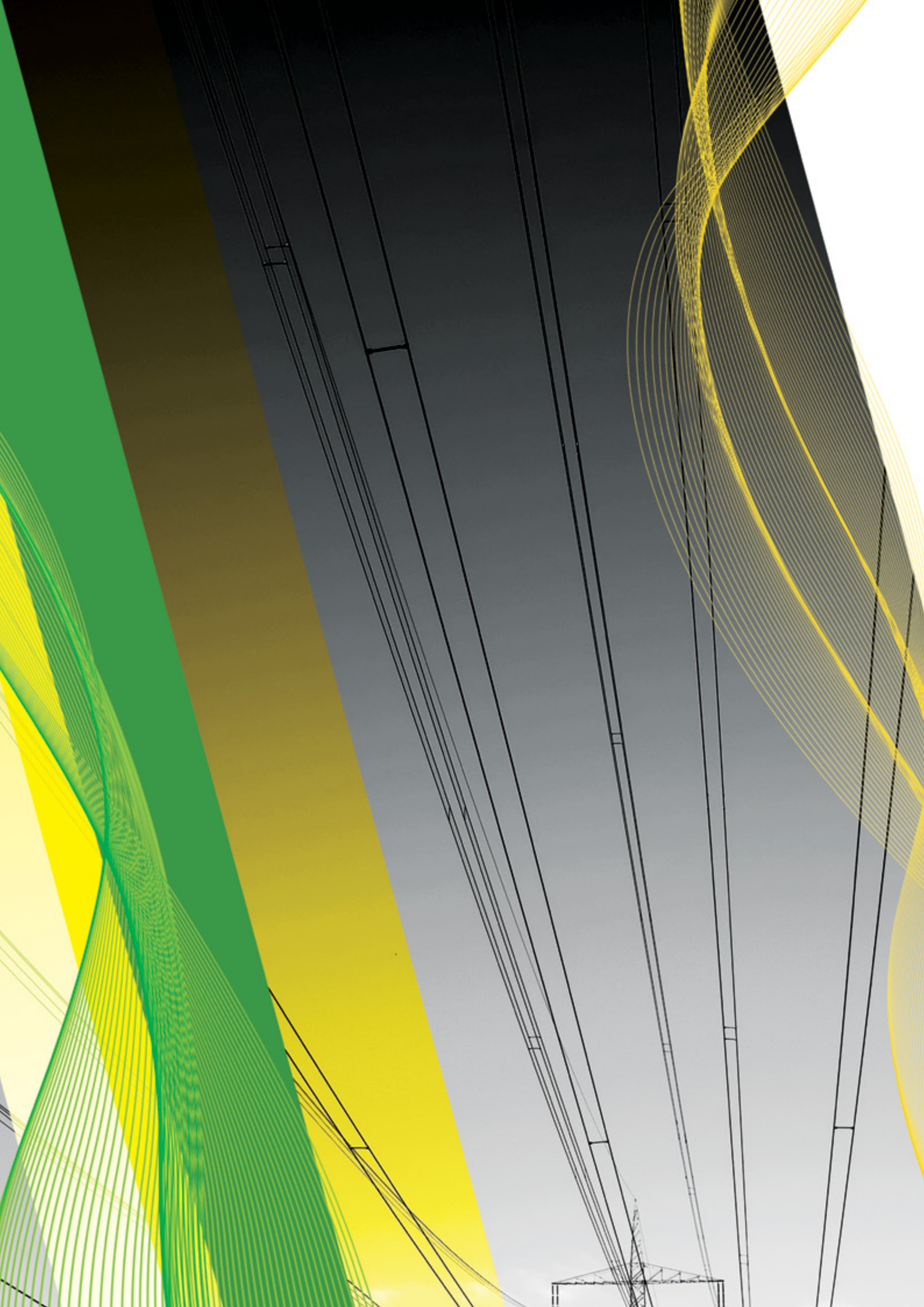
16.1 EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS À INFRAESTRUTURA DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES.....	121
16.2 FORNECEDORES DOS EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS À INFRAESTRUTURA DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES	122
16.2.1 INTRODUÇÃO.....	122
16.2.2 PRINCIPAIS FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS DE REI	123
16.2.3 SMART METERS DOS PROJETOS REPORTADOS PELO PROJETO METER-ON.....	125
17. CONCLUSÕES SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DOS FABRICANTES E FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS DOS PROJETOS DE REI NA EUROPA	127
18. METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE CENTROS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO EM REI NO BRASIL.....	128
19. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO DE CENTROS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO EM REI NO BRASIL.....	129
19.1 MAPEAMENTO DOS CPD&IS.....	129
20. RESULTADOS SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NO BRASIL.....	135
20.1 CPD&I NOS PROJETOS DE REI NO BRASIL	135
20.2 RELACIONAMENTO DOS CPD&I COM AS EMPRESAS DE ENERGIA	137
20.3 RELACIONAMENTO DOS CPD&I COM FORNECEDORES DE REI	141
21. CONCLUSÕES SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NO BRASIL.....	143
22. METODOLOGIA PARA SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NA EUROPA.....	144
23. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NA EUROPA	145
23.1 PROJETOS DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES NA EUROPA: PESQUISA	145
23.2 PROJETOS DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES NA EUROPA: INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES	147
23.2.1 INFORMAÇÃO RESULTANTE DO INVENTÁRIO DO JRC	147
23.2.2 INFORMAÇÃO DE ACESSO PÚBLICO E SUAS LIMITAÇÕES	150
23.2.3 INSTITUIÇÕES DE INVESTIGAÇÃO PARTICIPANTES EM PROJETOS DE REI NA EUROPA	151
24. ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NA EUROPA.....	157
25. METODOLOGIA PARA ESTUDO SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NO BRASIL	160
26. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NO BRASIL	160
26.1 POLÍTICAS PÚBLICAS	160
26.2 TIPOLOGIA DE POLÍTICAS PÚBLICAS.....	161
26.3 INSTRUMENTOS DE APOIO E A ATUAL POLÍTICA INDUSTRIAL DO BRASIL	162

27. RESULTADOS SOBRE O ESTUDO DE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NO BRASIL	166
27.1 DIAGNÓSTICO DE BARREIRAS	166
27.2 UM NOVO ARRANJO	170
28. CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO DE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NO BRASIL	176
29. METODOLOGIA PARA ESTUDO SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NA EUROPA.....	178
30. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS SOBRE O ESTUDO ACERCA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NA EUROPA.....	179
30.1 HORIZON 2020	179
30.1.1 OS TRÊS PILARES FUNDAMENTAIS DO H2020.....	180
30.1.2 REGRAS BÁSICAS PARA PARTICIPAÇÃO NO H2020	182
30.1.3 A ÁREA DA ENERGIA E DAS REI NO ÂMBITO DO H2020	185
30.2 A REDE EUREKA.....	186
30.2.1 ITEA 3	187
30.2.2 EUROGIA2020	188
30.3 FINANCIAMENTO DE PROJETOS DE REI NA EUROPA.....	189
31. ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS SOBRE O ESTUDO ACERCA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NA EUROPA	195
32. CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO ACERCA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NA EUROPA	196
33. REFERÊNCIAS	196

LISTA DE FIGURAS

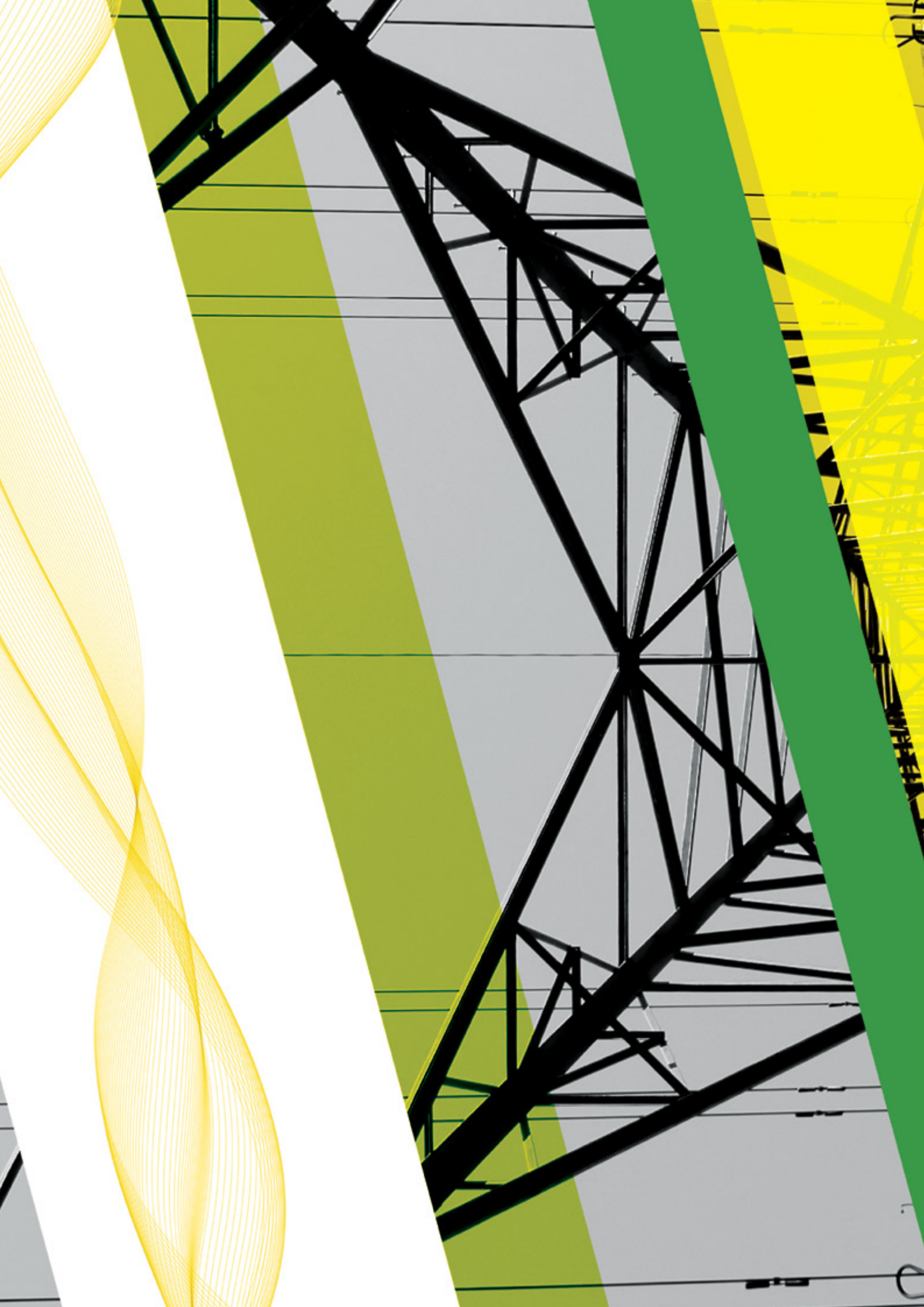
Figura 1: Principais Projetos de REI no Brasil	23
Figura 2: Região de Sete Lagoas, MG. Área piloto do projeto Cidades do Futuro	25
Figura 3: Instalação de Medidores Inteligentes projeto Cidade Inteligente Búzios	31
Figura 4: Instalação de medidores inteligentes na cidade de Aparecida do Norte, no projeto InovCity	34
Figura 5: Cidade de Aquiraz, local do projeto de REI da Coelce	37
Figura 6: Local do Piloto Paraná Smart Grid	38
Figura 7: Percentual de Projetos de P&D em REI por tema nos segmentos GT	43
Figura 8: Níveis de maturidade das concessionárias de distribuição em REI.....	53
Figura 9: Visão global dos resultados das análises Custo Benefício para o <i>rollout</i> de âmbito nacional até 2020, com base nos dados disponíveis em julho de 2013.....	64
Figura 10: Estado e <i>timeline</i> dos planos de <i>rollout</i> correspondentes aos 16 Estados- Membros que tomaram ou deverão tomar decisão positiva sobre esse mesmo <i>rollout</i> até 2020 para pelo menos 80% dos respectivos consumidores, com base nos dados disponíveis de julho de 2013	65
Figura 11: Esquema geral de funcionamento do projeto Meter-ON.....	73
Figura 12: <i>Timeline</i> dos projetos cuja informação foi obtida na primeira fase do Meter-ON.....	75
Figura 13: <i>Timeline</i> dos projetos cuja informação foi recolhida na primeira fase do Meter-ON	75
Figura 14: Informação resumida sobre os projetos de REI na Europa catalogados no inventário de 2014	77
Figura 15: Investimento em projetos de REI, por tipo de instituição. O gráfico da esquerda refere-se a valores de investimento total e o gráfico da direita a valores de investimento privado.....	80
Figura 16: Valores percentuais respeitantes ao estado de desenvolvimento dos projetos e ao investimento por tipo de instituição	82
Figura 17: Valores absolutos e percentuais relativos a projetos de desenvolvimento e demonstração e de pesquisa e desenvolvimento para os anos entre 2004 e 2013.....	83
Figura 18: Distribuição geográfica das instituições envolvidas em projetos de REI.....	83
Figura 19: Distribuição geográfica das instituições envolvidas	84
Figura 20: Número de instituições participantes por país, divididas pelos diversos tipos de instituição considerados em projetos de REI, considerando o orçamento total.....	85
Figura 21: Distribuição do investimento por tipo de instituição e por país	86
Figura 22: Distribuição do investimento por tipo de instituição e por área de aplicações dos projetos.....	87
Figura 23: Distribuição do investimento por tipo de aplicação e por país	88

Figura 24: Projetos funcionais (D1 a D12) considerados pelo EEGI.....	97
Figura 25: Projetos de REI na Europa divididos nos projetos funcionais considerados pelo EEGI <i>functional projects</i> ; Nota: Cores mais escuras indicam um maior número de projetos em curso no ano em causa.....	98
Figura 26: Progresso dos projetos funcionais D1-D12 (análise de lacunas)	99
Figura 27: Estrutura da Cadeia de Fornecimento de REI.....	112
Figura 28: Cadeia de Fornecimento de REI no Brasil (Consideradas na avaliação as empresas que permitiram a disponibilização de seus nomes nos resultados do levantamento realizado pela ABDI)	113
Figura 29: Mapa de relacionamento dos CPD&Is com as concessionárias de energia do Brasil.....	137
Figura 30: Aspecto da página http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html para pesquisa de projetos.....	146
Figura 31: Aspecto da informação fornecida para os participantes em projetos na página.....	146
Figura 32: Distribuição geográfica das organizações envolvidas em projetos de REI http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html	148
Figura 33: Distribuição geográfica das organizações envolvidas em projetos de REI, considerando o orçamento total.....	148
Figura 34: Número de organizações participantes por país, divididas em diversos tipos de organização considerados.....	149
Figura 35: Base de Medidores Inteligentes residenciais no Brasil.....	171
Figura 36: Cenário atual de ações de REI no Brasil	172
Figura 37: Arranjo proposto para REI no Brasil.....	173
Figura 38: Esquema do arranjo proposto para REI.....	177



LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Percentual da ROL aplicado em P&D no Setor Elétrico.....	20
Tabela 2. Áreas de atuação das empresas de Distribuição em REI [25]	52
Tabela 3. Resumo estatístico dos parâmetros chave relativos ao <i>rollout</i>	65
Tabela 4. Cenários utilizados para a análise custo benefício pelos Estados-Membros que já completaram o <i>rollout</i>	66
Tabela 5. Cenários utilizados para a análise custo benefício pelos Estados-Membros que completarão o <i>rollout</i> até 2020.....	67
Tabela 6. Cenários utilizados para a análise custo benefício pelos Estados-Membros que não completarão o <i>rollout</i> de âmbito nacional até 2020.....	68
Tabela 7. Custos e benefícios considerados pelos Estados-Membros para as análises custo benefício.....	69
Tabela 8. Resumo dos principais aspectos relativos à forma como é feito o <i>rollout</i> dos smart meters para os Estados-Membros que decidiram fazer o respectivo <i>rollout</i> para pelo menos 80% dos pontos de medição.....	70
Tabela 9. Resumo dos aspectos principais relativos de desenvolvimento dos <i>smart meters</i> para os Estados-Membros que decidiram não fazer o respectivo <i>rollout</i> em larga escala (para pelo menos 80% dos pontos de medição).....	71
Tabela 10. Informação sobre os projetos de <i>smart metering</i> Europeus reportados pelo Meter-ON [http://www.meter-on.eu].....	74
Tabela 11. Alguns dos projetos de maior dimensão iniciados em 2013	89
Tabela 12. Lista de projetos que já obtiveram o <i>label</i> EEGI até à data de publicação do presente documento	90
Tabela 13. Alguns projetos da área de REI que não estão incluídos no catálogo produzido pelo JRC	91
Tabela 14. Fornecimento de Produtos nos Projetos de REI do Brasil.....	106
Tabela 15. Fornecedores importantes na área das REI	124
Tabela 16. Informação sobre os fornecedores de <i>smart meters</i> instalados em alguns dos projetos reportados pelo Meter-ON.....	126
Tabela 17. Áreas de atuação das CPD&Is nas linhas de pesquisa em REI.....	130
Tabela 18. Áreas de atuação dos CPD&Is.....	131
Tabela 19. CPD&Is participantes dos projetos demonstrativos de REI no Brasil	136
Tabela 20. CPD&Is participantes do Inova Energia	139
Tabela 21. CPD&Is participantes da chamada pública CNPq / MCTI	140
Tabela 22. Mapeamento dos CPD&Is mais atuantes com empresas fornecedoras de REI	141
Tabela 23. Países e respectivo número de instituições listadas no Anexo 5	153
Tabela 24. Países e respectivo número de instituições listadas no Anexo 6.....	154
Tabela 25. Informação relativa às instituições listadas no Anexo 6	155
Tabela 26. Metas do Plano Brasil Maior	162
Tabela 27. Lista de projetos ITEA cujo foco é a área da energia	188
Tabela 28. Lista dos programas que proporcionaram financiamento aos projetos considerados.....	190



1. METODOLOGIA DA ELABORAÇÃO DO ESTUDO ACERCA DOS PROJETOS BRASILEIROS

Pela própria natureza do objetivo proposto, a Metodologia utilizada neste trabalho é fortemente baseada na investigação do estado atual dos projetos relacionados ao tema Redes Elétricas Inteligentes (REI) no Brasil nos segmentos de Distribuição, Transmissão e Geração, em especial, por meio de documentos recentes que permitiram a identificação precisa de informações sobre esses projetos. Em seguida, os projetos considerados de maior relevância são descritos de forma detalhada considerando cada uma das áreas que norteiam o conceito de REI.

Os projetos a serem descritos foram selecionados com base na existência de integração entre as diferentes áreas de atuação das REI para experimentação em uma mesma área, representada pela região piloto.

Por fim, as iniciativas de cada uma das concessionárias de distribuição, as maiores impactadas pelas REI, são classificadas conforme um determinado nível de maturidade que demonstra, não só o estágio atual da atuação em REI da empresa, como a tendência futura para as suas iniciativas nessa área.





2. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO SOBRE OS PROJETOS BRASILEIROS

2.1 REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES

Os Sistemas Elétricos de Potência (SEP) têm por função fornecer energia elétrica aos usuários com a qualidade adequada, no instante em que for solicitada. Os SEP, do modo como estão estabelecidos atualmente no Brasil, baseiam-se em grandes usinas de geração que transformam energia, predominantemente hidráulica, em energia elétrica. Sendo essa produção afastada dos grandes centros de consumo, é imprescindível a existência de um elemento de interligação que permita a transmissão de energia por longas distâncias, o que é feito através de Sistemas de Transmissão de Alta Tensão. Em seguida, a energia é distribuída para os centros de consumo através dos Sistemas de Distribuição de média tensão (MT) e baixa tensão (BT). Embora os sistemas de geração e transmissão tenham um grau de monitoramento e controle razoavelmente avançado, a maior parte do Sistema de Distribuição não possui ainda funções de monitoramento e controle nem redes de comunicação associadas (ou possui somente redes incipientes). Normalmente, a automação e o controle estão limitados a operações locais onde praticamente não existe monitoramento em tempo real de importantes variáveis do sistema como a tensão fornecida às cargas ou os valores das correntes que circulam pela rede.

Nesse cenário, as pressões criadas pelos fatores globais presentes no macroambiente em que as distribuidoras de energia estão inseridas com o aumento da demanda e da complexidade de atendimento dos consumidores, a escassez de recursos e o impacto da geração de energia no ambiente, a oportunidade de integração de recursos de energia distribuídos e veículos elétricos, a evolução tecnológica que barateiam equipamentos e agregam funções aos existentes, justificam a ênfase da modernização do Sistema de Distribuição por meio da presente revolução impulsionada pelo avanço das tecnologias de comunicação e da informação que permitem o emprego de técnicas avançadas de monitoramento e controle. Com isso, permite-se também a oportunidade de desenvolvimento de ofertas de novos serviços ao consumidor para melhor aproveitamento da infraestrutura necessária a implantação das REI, tornando-o um participante mais ativo do sistema elétrico.

As REI representam a evolução das redes elétricas atuais, no sentido de aumento da eficiência e da qualidade de fornecimento, da diminuição dos custos, bem como do respeito ao meio ambiente e da integração de recursos distribuídos.

Pela sua própria natureza, as REI podem ser compreendidas como a rede elétrica onde são empregadas tecnologias digitais para monitorar e controlar o transporte de eletricidade em tempo real, havendo fluxo bidirecional de energia e de informações entre a concessionária e o cliente final. Essas tecnologias são representadas por sistemas de medição, de automação e interação, com clientes, que de um lado oferecem funcionalidades que atendem os objetivos especificados e por outro, requerem infraestrutura adequada de telecomunicação e de Tecnologia da Informação. A implementação da rede inteligente possibilita a

adoção de uma gama de novos serviços, abrindo a possibilidade de novos mercados e fortalecimento do relacionamento das distribuidoras de energia com seus clientes. Isso posto, as implementações de REI têm se destacado como a principal iniciativa mundial de inovação no setor elétrico. Sua implementação vem sendo realizada nos países desenvolvidos com destaque para os Estados Unidos, onde já são compartilhados resultados de até cinco anos de implementação, principalmente no que tange ao relacionamento com os consumidores de energia.

Em todo o mundo, partes interessadas no setor elétrico têm enfrentado mercados em rápida evolução e um ambiente que tem passado continuamente por grandes mudanças. No Brasil, onde o ambiente é fortemente regulado, as empresas devem conviver com incertezas regulatórias e preparar estratégias para mitigar riscos inclusive na implantação de novas tecnologias. Nesse ambiente, a preocupação com as mudanças climáticas, aumentos no preço de energia e melhoria da qualidade de energia tem cada vez mais motivado a implantação de tecnologias disruptivas como as que constituem as REI [1].

Particularmente no Brasil, os motivadores do avanço das REI refletem a realidade na qual as concessionárias estão inseridas, sendo esses fatores moldados com base em características intrínsecas às empresas como sua condição atual, sua cultura empresarial, sua maturidade tecnológica e de processos, e a influência de características externas à empresa, representadas pelo cenário socioeconômico e ambiental da sua área de concessão.

Dentre os motivadores, destaca-se a possibilidade de redução de custos da operação do sistema

a partir de uma maior eficiência operacional resultante da automação de processos internos e evolução da gerência do sistema proporcionada por um maior monitoramento e controle de todos os agentes envolvidos na operação. A importância desse motivador tem origem no arcabouço regulatório estabelecido atualmente que privilegia investimentos na expansão do sistema para atendimento do mercado e incentiva o aumento de eficiência da concessionária, esperando que o resultado dessa alocação de recursos reflita na redução de custos operacionais.

O segundo motivador é representado pela expectativa de uma melhor gestão dos ativos da empresa, proveniente da definição de melhores políticas de manutenção e substituição desses ativos baseada no uso de ferramentas que possibilitam planejamento das manutenções baseadas na condição real dos equipamentos. Uma evolução nesse aspecto é de grande relevância para as empresas diante do atual cenário em que o negócio do setor é baseado na gestão da infraestrutura necessária à distribuição de energia para garantir qualidade do produto e continuidade do serviço. Ainda, justamente a política de remuneração desses ativos possui grande influência na sobrevivência das empresas do setor.

O terceiro motivador é consequência das exigências advindas da sociedade por maior qualidade do fornecimento de energia, sendo esse um dos aspectos mais importantes do segmento, já que as interrupções no fornecimento de energia geram grandes impactos na sociedade, destacando-se aqueles relacionados à energia não distribuída. A relevância desse motivador é imprescindível, tanto que as empresas de energia no Brasil têm o seu desempenho avaliado pelo regulador através de metas baseadas em indicadores de qualidade de

fornecimento, representados pelos índices DEC e FEC que dispõem sobre a duração e a frequência das interrupções no fornecimento de energia respectivamente.

O quarto fator é motivado pela oportunidade de proteção à receita e combate às perdas, em especial, as comerciais ou não-técnicas que apresentam altos índices no país, principalmente quando comparados com os índices nos países desenvolvidos. Com o advento de tecnologias que permitem um melhor monitoramento da energia injetada e consumida, espera-se uma maior facilidade na localização de pontos da rede onde essas perdas podem ser encontradas, bem como novas estratégias para sua mitigação.

No Brasil, o principal mecanismo de financiamento de projetos de REI vem sendo o Programa de Pesquisa & Desenvolvimento da Aneel. Desde 2008, diversos projetos têm sido envolvidos dentro de linhas temáticas de REI. Já em meados de 2011, surgiram as primeiras iniciativas de projetos pilotos que visam explorar o conceito de REI em sua plenitude. Esses projetos têm representado agentes importantes de inovação para a modernização do setor elétrico, tendo em vista sua capacidade de captação de lições aprendidas de implementações em larga escala no mercado regulado do Brasil.

Mais recentemente, foi idealizado o programa Inova Energia, que visa facilitar a análise e aprovação de projetos ligados ao tema REI, entre outros, integrando fontes de financiamento sob responsabilidade da Aneel, Finep e BNDES. Dentro desse programa foi realizada uma chamada pública e os projetos selecionados estão em fase de contratação.

2.2 Programa de pesquisa & desenvolvimento Aneel

O Programa de Pesquisa & Desenvolvimento da Aneel visa incentivar a busca constante por inovações e fazer frente aos desafios tecnológicos do setor elétrico. O programa demanda das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas de distribuição, transmissão e geração, a aplicação anual de uma fatia percentual mínima de sua receita operacional líquida em projetos de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D). Essa é uma aplicação obrigatória, prevista por lei e pelos contratos de concessão.

A fatia percentual de recursos a serem dispendidos em P&D Aneel, conforme legislação em vigor, é apresentada na Tabela 1. Os gastos compulsórios com P&D das concessionárias são calculados em relação a sua Receita Operacional Líquida (ROL), da ordem de 0,2% para o segmento de Distribuição e 0,4% para os segmentos de Geração e Transmissão.

Tabela 1. Percentual da ROL aplicado em P&D no Setor Elétrico.

SEGMENTO	Lei 12.212/2010 (alterou incisos I e III do art. 1º da 9.991/2000)							
	Vigência: 21/01/10 a 31/12/15				A partir de 01/01/16			
	P&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
Distribuição	0,20	0,50	0,20	0,10	0,30	0,25	0,30	0,15
Geração	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20
Transmissão	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20

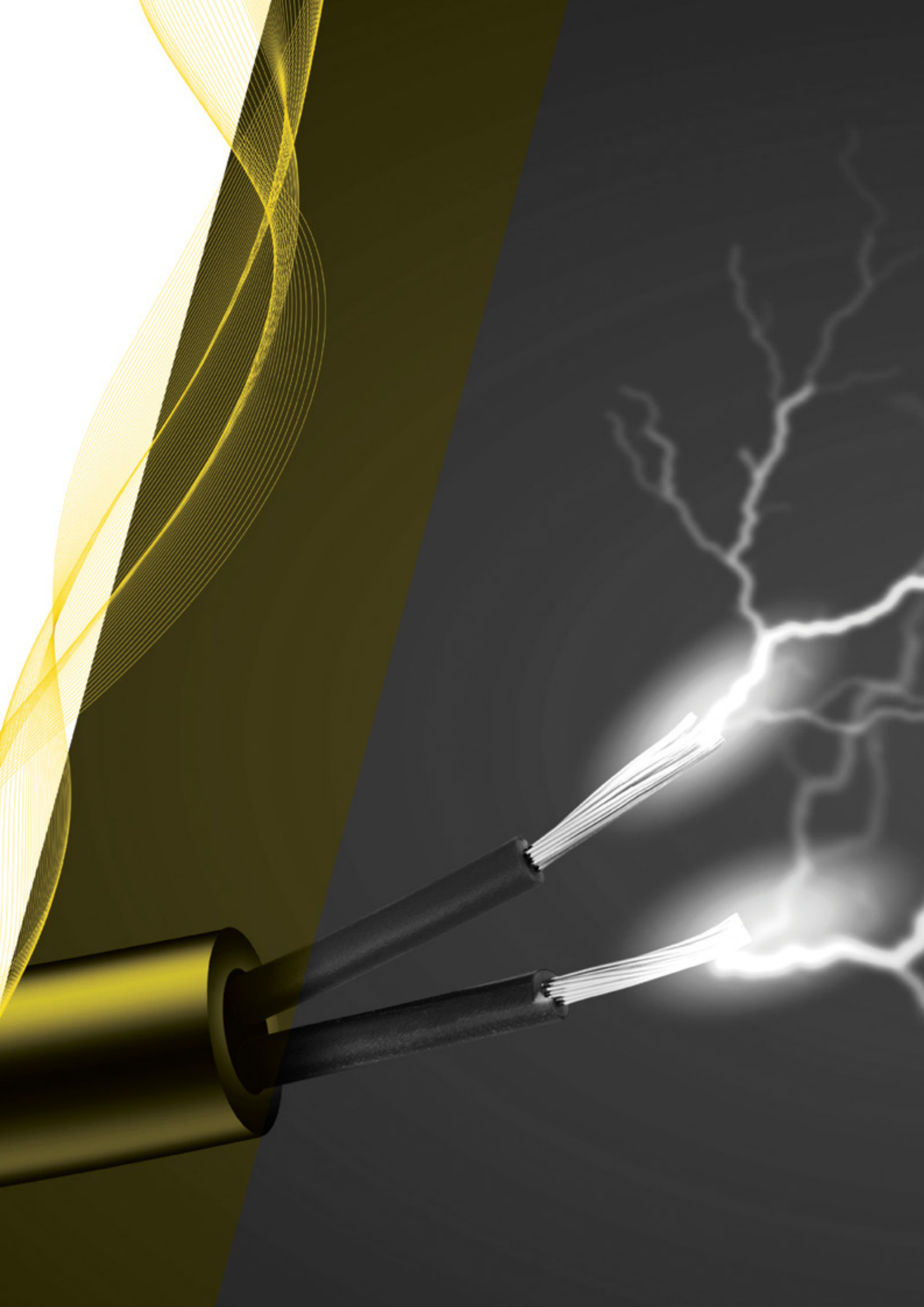
Fonte: Aneel [2]

Conforme dados divulgados pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em parceria com o Instituto da Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações (iAptel), existem mais de 200 projetos em andamento sobre o tema REI. Essas iniciativas envolvem cerca de 450 instituições, contemplando mais de 300 fornecedores, 126 centros de pesquisa e 60 concessionárias do setor elétrico, além de ministérios, agências reguladoras e universidades. Estima-se que o montante de investimentos desse tipo de projeto chegue a R\$ 1,6 bilhões, considerando iniciativas nos segmentos de Geração, Transmissão e Distribuição.

Os projetos de P&D sobre o tema REI podem ser divididos nos seguintes subtemas:

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE
- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO
- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA
- SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO
- VEÍCULOS ELÉTRICOS
- TELECOMUNICAÇÕES
- TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
- PRÉDIOS E RESIDÊNCIAS INTELIGENTES
- NOVOS SERVIÇOS
- OUTROS (RELACIONAMENTO COM OS CLIENTES, IP, SEGURANÇA CIBERNÉTICA, GESTÃO DE ATIVOS, ENTRE OUTROS).





3. RESULTADOS - projetos de REI no Brasil

A aplicação de recursos de P&D em projetos demonstrativos ou pilotos, ou seja, em projetos que avaliam o conceito de REI no todo, tem se dado no segmento de Distribuição, tendo em vista que é o segmento mais afetado pelas mudanças advindas da implementação das REI.

Entre esses projetos, conforme dados do primeiro semestre de 2013, mais da metade dos investimentos realizados e previstos nos projetos faziam parte da Fase da Cadeia de Inovação: Desenvolvimento Experimental, demonstrando a importância dada pelas concessionárias a experimentações reais do conceito de REI [3].

A Figura 1 apresenta oito dos principais projetos demonstrativos ou pilotos de REI no Brasil. Esses projetos compõem um investimento realizado/previsto de mais de R\$ 200 milhões, conforme dados de 2013.

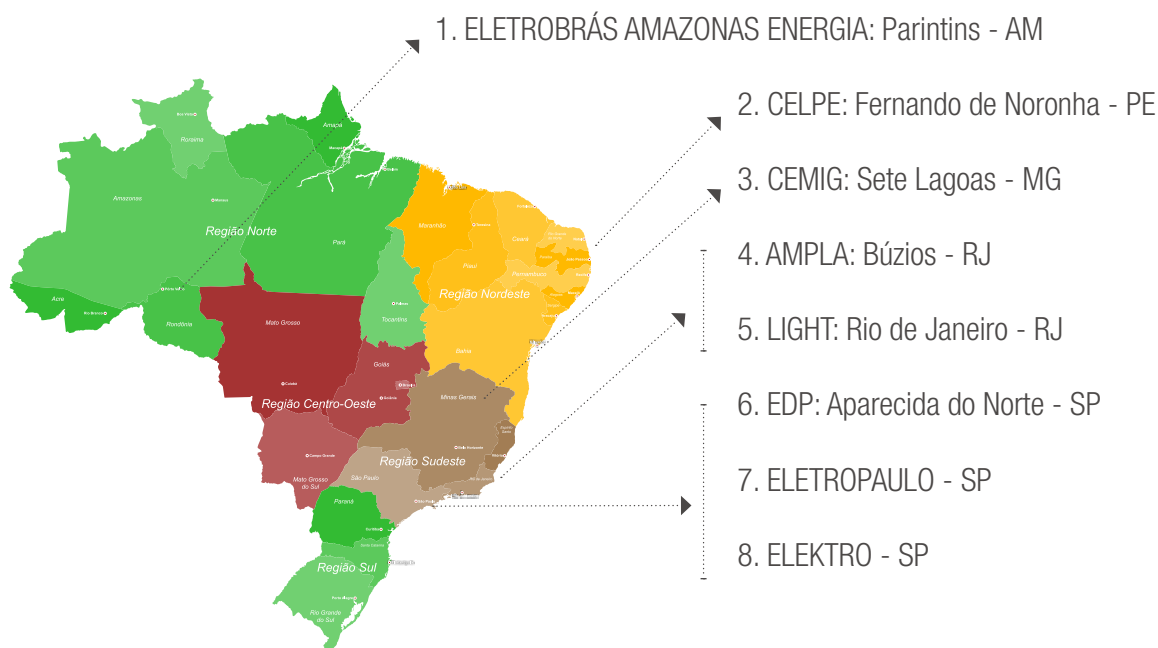


Figura 1: Principais Projetos de REI no Brasil. Fonte: Aneel, Máximo Pompermayer [3].

Entre os projetos apresentados destaca-se o piloto da AES Eletropaulo com investimento de R\$ 70 milhões. O projeto prevê implantação de medidores inteligentes para 60 mil clientes na cidade de Barueri e região de metropolitana de São Paulo até 2016.

Recentemente, no início de 2014, a Light anunciou a aquisição de cerca de um milhão de medidores, demonstrando que as implantações de REI iniciaram um movimento inicial de projetos fora do ambiente de

P&D. Outro mecanismo importante para o desenvolvimento de REI é o Programa Inova Energia que pode funcionar como agente impulsionador do conceito no Brasil. No primeiro resultado apresentado pelo programa, pelo menos dez concessionárias de distribuição foram selecionadas como participantes.

Conforme disposto na descrição deste documento, seu objetivo é apresentar o status dos projetos relacionados ao tema REI no Brasil. Dada a existência de mais de 200 projetos relacionados ao tema, de acordo com o levantamento feito pela ABDI e iAptel, há uma elevada complexidade na apresentação detalhada do estado atual de cada uma dessas iniciativas. Dessa forma, neste trabalho serão avaliadas as onze principais iniciativas de REI do Brasil: Cemig, Light, Ampla, Eletrobras Amazonas Energia, Celpe, EDP, AES Eletropaulo, Elektro, CPFL, COPEL e Coelce. Cada um desses projetos é apresentado a seguir.

Os demais projetos nacionais relacionados ao tema REI e correlatos são apresentados no Anexo 1 deste documento.

3.1 CONCESSIONÁRIAS BRASILEIRAS DE DISTRIBUIÇÃO

3.1.1 COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG DISTRIBUIÇÃO

A Cemig D possui uma área de concessão que abrange 567.740 km², aproximadamente 96% do Estado de Minas Gerais. São 774 municípios e 5.415 localidades - um atendimento a 18,2 milhões de habitantes, de acordo com a Contagem da

População 2007 – IBGE. A extensão de sua rede, conta com 453.935 km de redes de distribuição (91.465 km de rede urbana e 362.470 km de rede rural) e 16.835 km de linhas de distribuição.

O projeto piloto de REI da Cemig Distribuição, denominado Cidades do Futuro, é um dos mais abrangentes programas brasileiros de implantação de arquitetura Smart Grid, quer pela diversidade e abrangência da área geográfica e classes de consumidores, quer pelas infraestruturas implantadas e suas integrações sistêmicas. O objetivo principal é estabelecer um modelo funcional de referência para subsidiar futuras decisões de implantação em larga escala. Desse modo, os aspectos técnicos, regulatórios, socioeconômico, financeiros e de percepção dos clientes são igualmente avaliados, com ênfase em experimentação de uma gama ampliada de várias tecnologias possíveis. Metodologicamente, o projeto avalia ainda os impactos nos processos de negócio da CEMIG, na cadeia de valor do smart grid e na capacitação necessária aos profissionais que lidarão com as novas tecnologias.

O projeto se iniciou em 2010 prevendo um aporte de R\$ 25,3 milhões (recursos P&D ANEEL) e duração prevista inicialmente de 36 meses. O piloto encontra-se em desenvolvimento atualmente, sendo realizado na região metropolitana de Sete Lagoas/MG, apresentado na Figura 2. A iniciativa concentra seus esforços na experimentação de automação de subestações e redes de distribuição, medição inteligente, redes de comunicação operacionais, sistemas de computacionais para operação do sistema elétrico, sistemas de iluminação LED, gerenciamento e integração de geração distribuída e relacionamento com o consumidor.

de distribuição para a otimização dos níveis de tensão.

- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA:

O projeto abrange duas iniciativas: implantação de microgeração distribuída solar em unidades consumidoras de baixa tensão na cidade de Sete Lagoas e integração ao Projeto de planta solar fotovoltaica de 3 MW.

- SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO

Integração com outros projetos para aplicação de planta solar fotovoltaica de 50 kW com solução de armazenagem de energia de 100 kW.

- VEÍCULOS ELÉTRICOS

Estudo de impacto de veículos elétrico na rede elétrica por meio de integração de outro projeto de P&D.

- TELECOMUNICAÇÕES

Implantação de uma rede de comunicações multi-serviços para suporte às aplicações de automação da distribuição e medição inteligente. Utilização de diversidade de tecnologias para o segmento *back-haul*: rádio, fibra óptica, satélite e GPRS.

- TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

No âmbito de TI o projeto desenvolveu uma topologia computacional integrada ao Sistema de Gerenciamento dos Dados de Medição (MDM – Meter Data Management), interfaces com os sistemas legados que suportam os processos de operação e a implantação de ferramentas para a interação com os clientes.

- PRÉDIOS E RESIDÊNCIAS INTELIGENTES E NOVOS SERVIÇOS

Dentro do projeto Cidades do Futuro não foram consideradas iniciativas nesses subtema.

- OUTROS:

- ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Instalação de sistemas de iluminação LED. Relacionamento com o Cliente: desenvolvimento de ferramentas para a interação com cliente como Portais e aplicativos e estratégias de comunicação de acordo com perfil dos clientes com base na aplicação de pesquisas de marketing.

Demais iniciativas do projeto englobam estudos de viabilidade, melhorias de processos, automação residencial, segurança cibernética, privacidade dos dados e planejamento de REI.

3.1.2 LIGHT SERVIÇOS DE ELETRICIDADE

A Light Serviços de Eletricidade fornece energia para 4 milhões de clientes, em 31 municípios do Estado do Rio de Janeiro.

O Programa Smart Grid Light é um conjunto de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de REI com novas tecnologias de automação e medição aplicadas desde as redes de distribuição até a residência dos clientes. Dentre outros produtos desenvolvidos, há medidores inteligentes com certificação digital e mais serviços e canais de interação com o consumidor, como portal *Web*, aplicativos mobile, e-mail e aplicativo para TV digital.

O projeto demonstrativo do Programa Smart Grid Light já foi finalizado obtendo como resultado uma série de novos produtos e serviços. Esses produtos estão em desenvolvimento para ampliação do conceito de REI na área de concessão da empresa. A iniciativa da Light abrange a implantação de medidores inteligentes com função corte e religa em aproximadamente 400 mil unidades consumidoras, a automatização de 1.700 câmaras subterrâneas e 1.200 chaves religadoras, a implantação de uma rede de comunicação e sistemas computacionais de suporte às aplicações [10].

O Programa Smart Grid Light, que teve início em setembro de 2010 e com duração prevista de três anos, é composto de cinco projetos relacionados (L1, L2, L3, L4 e L5) e aborda os temas de medição inteligente de energia, certificação digital, novas tarifas, produtos e serviços (inclusive pré-pagamento), automações residenciais (ex.: tomadas inteligentes), inserção de geração distribuída, operação em modo ilhado, sistemas de recarga para veículos elétricos e híbridos recarregáveis, automação de rede de distribuição, soluções de eficiência energética, gestão pelo lado da carga e novos canais de interação com o consumidor [11].

O projeto L1 visou o desenvolvimento da infraestrutura tecnológica e de telecomunicações necessária para suportar todo o programa, além de novos medidores inteligentes.

Já o projeto L2 foi desenvolvido em conjunto com o projeto L3, contemplando a automação de redes de distribuição aéreas e subterrâneas, tornando possível o gerenciamento de faltas de energia de maneira automática, garantindo a restauração do fornecimento de forma mais rápida e eficiente.

O projeto L4 desenvolve as iniciativas de relacionamento com o consumidor, através do estudo de

conceitos de Gerenciamento pelo Lado da Demanda e desenvolvimento de múltiplos canais de relacionamento oferecendo informações detalhadas. Esse projeto também tratou dos temas automação residencial, multi-*utility* e automação e medição de Iluminação Pública.

Finalmente, o projeto L5 desenvolveu terminais de recarga para veículos elétricos e híbridos recarregáveis, como automóveis e barcos.

A iniciativa do Programa Smart Grid Light contempla os seguintes subtemas/funcionalidades de REI implantados ou em desenvolvimento [8]:

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE

O projeto concluiu o desenvolvimento de dois tipos de equipamento de medição: medidor com leitor embutido para instalação na residência e medidor com leitor remoto para instalação do equipamento em postes.

Os equipamentos possuem as funcionalidades regulamentadas pela ANEEL, permitem o acompanhamento de consumo em tempo real, envio de alertas sobre eficiência energética e agendamento de eventos na rede elétrica. Ainda, possuem dois conjuntos de LEDs nas cores vermelho, amarelo e verde para indicação de alto consumo e valor de tarifas diferenciadas respectivamente.

A interface de comunicação adotada para os medidores inteligentes do projeto é o padrão aberto ZigbeePRO.

A Light já possui 400 mil medidores instalados em unidades consumidoras e tem a previsão de instalação de cerca de 2.000 mil medidores até 2023.

- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

No contexto de automação, o projeto visou desenvolver sistemas computacionais para diagnóstico das redes em tempo real com funções de autorreconfiguração automática que utilizam protocolos proprietários, para a automação de 1.200 religadoras automáticas e 1.700 câmaras de transformação subterrâneas.

- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

É prevista a instalação de painéis fotovoltaicos e sistemas de armazenamento de energia em dez unidades consumidoras [9].

- SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO

Sistema de armazenamento de energia integrado aos painéis fotovoltaicos.

- VEÍCULOS ELÉTRICOS

Para veículos elétricos, foram desenvolvidos no projeto terminais de recarga inteligentes para veículos elétricos e híbridos recarregáveis que utilizam medidores inteligentes desenvolvidos no projeto.

- TELECOMUNICAÇÕES

O projeto adotou, para a sua rede de comunicação, padrões com redundância nos concentradores, protocolos de transporte baseados em TCP/IP e tecnologias de comunicação tradicionais que devem ser aplicadas conforme especificidades de cada região. Entre as opções consideradas estão Wi-Fi Mesh, GSM/GPRS e Satélite.

- TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Arquitetura técnica inteligente, interoperável e

integrada: o programa visou desenvolver sistemas de telecomunicações e computacionais que permitirão que os diversos produtos supracitados interajam de forma eficiente e a custo reduzido, produzindo ganhos sinérgicos para a sociedade e para o sistema elétrico. Isto é obtido através dos padrões de interoperabilidade desenvolvidos no programa que permitem que sinergias entre diversos elementos da rede de distribuição sejam exploradas gerando benefícios adicionais.

- PRÉDIOS E RESIDÊNCIAS INTELIGENTES

Desenvolvimento de tomadas inteligentes que podem ser telecomandadas através das ferramentas de interação com clientes.

- NOVOS SERVIÇOS

Como novos serviços o projeto propõe a disponibilização de canais de interação inovadores. Além dos mostradores remotos dos medidores inteligentes de energia elétrica, alguns consumidores poderão acompanhar o consumo através de outras mídias de comunicação tais como: telefone celular, TV e via *Widget*. Além disto, foi disponibilizado aos consumidores um *web site*, para acompanhamento do consumo de energia a partir de qualquer lugar, desde que conectado à internet, por meio de interfaces ainda mais amigáveis e dinâmicas tais como gráficos analíticos e relatórios avançados.

3.1.3 ELETROBRAS AMAZONAS ENERGIA

A Amazonas Distribuidora de Energia S.A, controlada da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobras, é uma concessionária de serviços públicos que tem por objeto explorar os serviços de energia elétrica, conforme o respectivo contrato de concessão, realizando, para tanto, estudos, projetos, construção e operação de usinas produtoras, subestações, linhas de transmissão e redes de distribuição de energia elétrica e a prática dos atos de comércio necessários ao desempenho dessas atividades, resultando entre seus principais produtos a geração, transmissão e a distribuição de energia elétrica.

Além da capital, sua área de atuação compreende as sedes dos 61 municípios e mais 45 localidades do interior do Estado do Amazonas, abrangendo uma área de aproximadamente 1,5 milhões de quilômetros quadrados.

O projeto de REI da Eletrobras, denominado Projeto Parintins, está em desenvolvimento na cidade de Parintins, um município brasileiro no interior do estado do Amazonas, próximo à divisa com o estado do Pará, Região Norte do país. Segundo dados do IBGE, Parintins possui mais de 100 mil habitantes em uma área de aproximadamente 6.000 km².

O Projeto Parintins tem por objetivo o desenvolvimento de um Modelo de Referência, para as Empresas de Distribuição de Energia, fundamentado na experimentação de tecnologias de REI. A iniciativa planejou substituir todos os medidores de energia elétrica dos consumidores do grupo B da região do piloto, de modo a oferecer tarifas dife-

renciadas ao longo do dia, estimulando o consumo fora dos horários de pico de demanda. Visa também avaliar aplicações de automação da distribuição e na medição e monitoramento de transformadores.

A iniciativa do Projeto Parintins contempla os seguintes os subtemas/funcionalidades de REI implantados ou em desenvolvimento [12]:

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE

A implantação de Medição Inteligente do projeto prevê a implantação de 14.500 medidores inteligentes. Para isso, a cidade foi dividida em quatro grandes áreas para receber diferentes tecnologias, permitindo assim que o projeto possa avaliar quais dessas tecnologias seriam promissoras para a disseminação do sistema nas concessionárias do grupo Eletrobras.

O estado atual da implantação dos medidores em Parintins indica que já foram instalados cerca de 3.500 medidores com as funções de medição de variáveis elétricas (V, A, kW, KVAR, KVARh), memória de massa, corte e religa remotos e comunicação.

Para testar a rede de comunicação de última milha foi proposta a divisão da área do piloto em quatro áreas para teste de tecnologias de comunicação. Inicialmente, cada área receberia uma tecnologia diferente sendo a proposta inicial: Rádio Ponto-Multiponto 450 MHz, Zigbee 2.4Ghz, Rádio MESH 900 MHz e PLC. Com o andamento do projeto, as soluções de comunicação das duas primeiras áreas foram alteradas para MESH 900 MHz. Enquanto, a última aguarda a avaliação sobre a utilização de PLC ou Radiofrequência. A frequência de 450 MHz foi descartada devido às altas taxas cobradas pela Anatel para sua utilização. Já

a frequência de 2.4 GHz foi descartada devido à necessidade de emprego de muitos concentradores que inviabiliza a aplicação da solução.

O projeto também prevê a instalação de sistemas de medição em transformadores de distribuição objetivando o balanço de energia, a identificação de faltas e o cálculo de indicadores de qualidade. Esse sistema deve ser instalado em cerca de 300 transformadores, sendo 77 transformadores com comunicação DigMesh já instalados e 215 com comunicação Zigbee ou Satélite.

- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

No âmbito da automação de alimentadores, o projeto consiste na instalação de 16 religadoras automáticas.

- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

No contexto da geração distribuída, o projeto prevê a instalação de sistema fotovoltaico de 120 kWp, equivalente a quarenta consumidores, com controle de conexão e desconexão remotos, para monitoramento dos impactos da geração distribuída na rede.

- SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO, VEÍCULOS ELÉTRICOS E NOVOS SERVIÇOS

Dentro desse projeto não foram consideradas iniciativas nestes subtemas.

- TELECOMUNICAÇÕES

Inicialmente, os dados coletados pela rede de última milha e de automação são transportados pela Web, enquanto a rede *Backhaul* de radiocomunicação está em processo de instalação. Para o transporte de dados ao Centro de Medição na cap-

ital do Estado é empregado um enlace de satélite.

- TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Desenvolvimento de um Centro de Medição com a implantação de Sistema de Coleta de Dados de Medição (MDC) e de um MDM.

- PRÉDIOS E RESIDÊNCIAS INTELIGENTES

No projeto, era prevista a instalação de sistema de gestão de consumo. Em especial, para controle de carga de equipamentos de ar condicionado. Esta iniciativa foi abandonada devido à incompatibilidade dos equipamentos instalados nos clientes com as novas tecnologias inteligentes.

- OUTROS

Iluminação Pública: instalação de tecnologia LED para avaliação de sua aplicação na substituição de iluminação convencional.

Relacionamento com o Cliente: desenvolvimento de Portal e aplicativo móvel para o monitoramento da conta de energia.

3.1.4 AMPLA ENERGIA E SERVIÇOS S. A.

Concessionária de distribuição de energia elétrica, a Ampla Energia e Serviços S.A atende cerca de 2,5 milhões de clientes residenciais, comerciais e industriais em 66 municípios do Rio de Janeiro, que representam 73% do território do Estado, com a cobertura de uma área de 32.188 km². A Região Metropolitana de Niterói e São Gonçalo e os municípios de Itaboraí e Magé concentram a maior parte dos clientes da distribuidora, que são, ao todo, sete milhões de pessoas.

O projeto demonstrativo de REI da Ampla, denominado Cidade Inteligente Búzios, com duração de 36 meses, está em desenvolvimento com previsão de conclusão em novembro de 2014. O local escolhido para a realização do projeto foi Armação de Búzios no Estado do Rio de Janeiro. Cidade que abrange uma área 70 mil km² com 27 mil habitantes. Já do ponto de vista geoeletrico a região apresenta uma subestação com quatro alimentadores que atendem a dez mil unidades consumidoras.

O objetivo do projeto é ser um Estudo de caso de REI a partir da implementação de uma Cidade Inteligente objetivando aprendizados relativos à operação, infraestrutura, custos, além da avaliação de impactos econômicos, socioambientais e de qualidade do serviço, prevendo iniciativas nas áreas de medição inteligente, automação de distribuição, geração renovável, mobilidade elétrica, iluminação pública, armazenagem de energia, prédios inteligentes e conscientização de cidadãos.

A iniciativa do Projeto Cidade Inteligente Búzios contempla os seguintes os subtemas/funcionalidades de REI implantados ou em desenvolvimento [13]:

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE

Previsão de instalação de 10.000 medidores inteligentes, sendo que 3.000 já foram implantados até dezembro de 2013. As alternativas tecnológicas para a comunicação de dados de última milha selecionadas foram GPRS e última milha, PLC e RF MESH. A Figura 3 apresenta a área onde estão sendo instalados os medidores na cidade de Armação de Búzios.

FIGURA 3: INSTALAÇÃO DE MEDIDORES INTELIGENTES PROJETO CIDADE INTELIGENTE BÚZIOS.



Fonte: Ampla, Weules Correia.

- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

As funcionalidades de automação de distribuição consideradas se resumem à automação de 17 chaves motorizadas distribuídas nos quatro alimentadores da região. Dos 17 pontos previstos, seis foram automatizados até dezembro de 2013.

- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Previsão de instalação de nove painéis solares de 5 kWp, já implantados oito painéis até dezembro de 2013. Previsão de instalação de quatro aerogeradores com eixo vertical de 2 kW e um aerogerador com eixo horizontal de 1 kW.

- SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO

Proposta de instalação de Sistema de Armazenamento de 200 kW para teste em duas fases: em uma rede interna controlada e na rede da Ampla.

- VEÍCULOS ELÉTRICOS

Disponibilização de uma frota de veículos elétricos constituída de quatro carros elétricos, 40 bicicletas elétricas e um aquatáxi (barco de pequeno porte) elétrico.

- TELECOMUNICAÇÕES

No transporte de dados das redes de última milha é empregado um link de fibra óptica operado pela empresa West Internet. Já para o transporte dos dados de automação é utilizado um conjunto formado por rede de radiocomunicação ponto-multi-ponto até a subestação e *link* de fibra óptica até o Centro de Operação.

- TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Implantação de sistema de automação e telecontrole de rede de Média Tensão.

- PRÉDIOS E RESIDÊNCIAS INTELIGENTES

Piloto de prédio inteligente com a disponibilização de plataforma de controle de potência e energia para 20 consumidores.

- NOVOS SERVIÇOS

Experimentação de tarifa horária para baixa tensão.

- OUTROS

Iluminação Pública: instalação de 130 luminárias LED, sendo que 40 possuem controle de potência.

3.1.5 COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO - CELPE

A Companhia Energética de Pernambuco (Celpe) atende a 184 municípios, ao distrito de Fernando de Noronha e à cidade de Pedras do Fogo, na Paraíba, com mais de 3,2 milhões de clientes.

O projeto de REI da Celpe, denominado Arquipélago Fernando de Noronha, se iniciou em fevereiro de 2012 com duração prevista de 36 meses. A abrangência de aplicação do piloto é a Ilha de Fernando de Noronha, localizada a 545 km da capital do Estado de Pernambuco. Uma região com severas restrições ambientais por se tratar de uma reserva ecológica.

O objetivo do projeto é desenvolver e implementar provas de conceito de REI na ilha de Fernando de Noronha, contemplando recursos tecnológicos de automação de redes, de telecomunicação, de medição e de microgeração distribuída, bem como a avaliação da viabilidade de sua aplicação sob o aspecto da sustentabilidade, da qualidade da energia elétrica, do suprimento a veículos elétricos, do estudo de aplicação de tarifas diferenciadas e da segurança do trabalho.

A iniciativa do Arquipélago Fernando de Noronha contempla os seguintes subtemas/funcionalidades de REI implantados ou em desenvolvimento [14-15]:

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE

Piloto de implantação de medição inteligente em 831 unidades consumidoras do grupo B em desenvolvimento. As principais características da solução escolhida são a utilização de protocolo

aberto de comunicação, sistema de medição com interoperabilidade com multifornecedores, comunicação na última milha por tecnologia PLC e as funcionalidades: medição em quatro quadrantes, corte e religamento remotos, balanço energético, levantamento de curva de carga e identificação de falta de energia.

- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

Implantação de solução de automação descentralizada em três alimentadores através de instalação de religadoras e sinalizadores de falta.

- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Instalação de geração distribuída solar e eólica.

- SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO

Microgeração com armazenamento.

- VEÍCULOS ELÉTRICOS

Avaliação de do potencial de uso de veículos elétricos e modelo de serviço de abastecimento. Implantação de eletroposto desconectado da rede, abastecido com energia renovável e teste de veículo utilitário.

- TELECOMUNICAÇÕES

Rede híbrida que utiliza fibra óptica e radiocomunicação para atendimento de automação e medição inteligente. Uso de tecnologias WiMAX e RF MESH em frequências não licenciadas.

• Tecnologia da Informação, Prédios e Residências Inteligentes e Novos Serviços

Dentro do projeto Arquipélago de Fernando de Noronha não foram consideradas iniciativas nestes subtemas.

- OUTROS

Iluminação Pública: sistema de controle e gerenciamento remoto, uso de lâmpada de indução e LED.

Submedição: avaliação de tecnologia de submedição e verificação de resposta do consumidor ao sistema.

3.1.6 EDP BANDEIRANTE

A EDP Bandeirante, Companhia de capital aberto, tem por objetivo a prestação de serviços públicos de energia elétrica. A Companhia atua em 28 municípios do Estado de São Paulo, especificamente nas regiões do Alto do Tietê e Vale do Paraíba, atendendo aproximadamente 1,4 milhões de clientes e distribuindo 13.268 GWh ao ano. A partir de abril de 2005, a Companhia passou a ser subsidiária integral da EDP no Brasil.

Após a experiência de desenvolvimento do projeto-piloto de uma cidade inteligente na região portuguesa de Évora, o Grupo EDP, conforme a estratégia mundial de investimento em inovação da empresa, através da EDP Bandeirante, tem implementado um projeto-piloto de cidade inteligente no Estado de São Paulo.

O projeto de REI da EDP Bandeirante, denominado Projeto InovCity, visa implantação no município de Aparecida do Norte, localizada a 172 km da capital paulistana, com o intuito de testar e analisar a viabilidade de um conjunto de tecnologias que

permitirá uma maior eficiência e qualidade na prestação de serviços ao cliente daquela cidade. O piloto está em desenvolvimento e tem previsão de conclusão para Dezembro de 2015.

A intenção é transformar a cidade de Aparecida em um laboratório em escala natural para os testes das funcionalidades de medição inteligente e de REI tais como a integração de outros vetores como carregamento de veículos elétricos, microgeração, eficiência energética, automação de rede, telecomunicações e medir a reação dos clientes frente às novas tecnologias e regulações tais com, Tarifa Branca, Bandeiras Tarifárias, Pré-pagamento, micro e minigeração, **automação residencial, etc.**

Estão iniciando o projeto InovCity II, com a quantidade de aproximadamente 6.000 medidores na Escelsa no Espírito Santo, que também é distribuidora do Grupo EDP.

A iniciativa contempla os seguintes os subtemas/funcionalidades de REI implantados ou em desenvolvimento [16]:

· SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE

No projeto era prevista a instalação de cerca de 15.300 medidores eletrônicos inteligentes em baixa tensão, sendo 2.000 monofásicos, 12.000 bifásicos e 1.300 trifásicos. Aproximadamente 120 concentradores dotados com a tecnologia ZigBee deverão centralizar as medições dos clientes. Relativamente à medição inteligente, trata-se do lote pioneiro de equipamentos de medição desenvolvidos pela EDP Bandeirante em parceria com a Ecil.

O InovCity está previsto para ser implantado em cinco anos, em três fases. A Fase 1, proposta com

uma duração de dois anos, está relacionada com as implantações iniciais de todas as áreas. A Fase 2, de dois até cinco anos, está relacionada com as expansões das áreas implantadas inicialmente, assim como com a integração da portal web e das novas opções tarifárias. E a Fase 3, prevista para além dos cinco anos, contemplará as ações relacionadas com o armazenamento de energia e com o gerenciamento de energia.

Em maio de 2014, o projeto contava com 11 medidores de fronteira e todos os 13.756 medidores de unidades consumidoras instalados. Dentre esses medidores, 26% já estão conectados à rede de comunicação de dados. A instalação de demais equipamentos continua em andamento como os concentradores de medição e os medidores de transformadores [17].

A Figura 4 apresenta a instalação de medidores inteligentes no piloto InovCity.



Figura 4: Instalação de medidores inteligentes na cidade de Aparecida do Norte, no projeto InovCity.

Fonte: EDP Bandeirante, Jefferson Marcondes [17].

- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

Piloto de automação de rede com religadoras telecomandadas.

- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

revisão de desenvolvimento de ensaios de geração distribuída renovável, com foco no desenvolvimento de soluções que permitam aos utilizadores de produtos de microgeração ampliar os seus benefícios.

- SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO, PRÉDIOS E RESIDÊNCIAS INTELIGENTES E NOVOS SERVIÇOS

Dentro desse projeto não foram consideradas iniciativas nestes subtemas.

- VEÍCULOS ELÉTRICOS

Previsão de promoção e incentivo ao uso de veículos elétricos, instalando postos em Aparecida, onde será possível recarregar as respectivas baterias.

- TELECOMUNICAÇÕES

A topologia proposta inicialmente para o sistema considerava tecnologia GPRS para transporte dos dados coletados. A nova proposta sendo implantada emprega, além do GPRS, alternativa através de rede WiMAX.

- TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

SMM – Sistema de Gestão do InovCity responsável pela coleta da telemetria, e gestor das soluções, apresentando status dos componentes instalados na Cidade de Aparecida.

- OUTROS

Iluminação Pública: previsão de uso de LEDs e sistemas de gestão de energia.

Interação com Consumidor: interface com outros projetos de P&D que visa avaliar as reações do consumidor às novas tecnologias como sistemas de gestão de energia.

Tarifas diferenciadas: Teste e pesquisa com consumidores sobre diferentes tarifas incluindo pré-pagamento, tarifa branca e bandeiras tarifárias.

3.1.7 COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ - CPFL

Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL Paulista: A Companhia Paulista de Força e Luz (“CPFL Paulista”) é uma sociedade por ações de capital aberto, concessionária do serviço público de energia elétrica, que atua principalmente na distribuição de energia para 234 municípios do interior do Estado de São Paulo, atendendo a aproximadamente 3,8 milhões de consumidores. Entre os principais municípios estão Campinas, Ribeirão Preto, Bauru e São José do Rio Preto.

O Grupo CPFL está desenvolvendo, em suas distribuidoras, projetos de automação de subestações e também de dispositivos de chaveamentos telecomandados, associados ao conceito de REI.

O objetivo desses projetos é permitir a realização de operações remotas nos sistemas de distribuição da companhia, que possibilitem, por exemplo, reconfigurações automáticas do fornecimento sem implicar no deslocamento de equipes, promovendo

do assim um atendimento mais rápido no restabelecimento da energia.

A iniciativa contempla os seguintes subtemas/funcionalidades de REI implantados ou em desenvolvimento [18]:

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE

Na frente Medição Inteligente, com a adoção de sistemas que permitem a coleta remota de informações relacionadas ao consumo de energia dos clientes da distribuição. A CPFL Energia iniciou a implantação de medidores inteligentes em clientes do chamado Grupo A (grandes clientes que recebem energia em alta tensão como *Shopping Centers* e Indústrias, por exemplo), assim como finalizou a construção de uma rede de telecomunicações por radiofrequência chamada RF Mesh composta por concentradores de dados (Pontos de Acesso ou Access Points), repetidores de RF (Relays) e cartões de interface de rede (Network Interface Card –NIC) instalados nos medidores e tem planos para que no futuro, todos os seus clientes possam usufruir dessa praticidade no consumo de energia.

Fase de Prova de Conceito para aplicação de medidores do grupo B com cem medidores já instalados.

Instalação de 25 mil medidores inteligentes do Grupo A.

- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

No contexto da Automação da Distribuição, o Grupo CPFL está desenvolvendo projetos visando à padronização de sistemas adotados pelas suas distribuidoras que permitem a automação de

serviços, como o desligamento e religamento da energia elétrica. Esses sistemas irão operar em sintonia com os sistemas de mobilidade, ampliando efetivamente a eficiência do atendimento a ocorrências pela companhia, bem como permitindo manobras mais rápidas e eficazes visando o restabelecimento do fornecimento. O Grupo CPFL prevê a instalação de 5.000 chaves telecomandadas permitindo a divisão da rede em 250.000 microrredes com reconfiguração automática.

- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Usina solar com capacidade de geração de 1,6 GWh/ano implantada através de outro P&D ANEEL.

•Sistemas de Armazenamento, Prédios e Residências Inteligentes e Novos Serviços

Dentro do projeto CPFL Smart Grid não foram consideradas iniciativas nestes subtemas.

- VEÍCULOS ELÉTRICOS

Diversas iniciativas diferentes para testes de veículos elétricos. Em 2013, início de P&D para inserção de veículos elétricos na frota empresarial de Campinas.

- TELECOMUNICAÇÕES

Rede de comunicação híbrida com rede própria RF MESH e rede pública através de GPRS.

- TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Implantação de sistemas MDC, MDM e Gerenciamento da Força de Trabalho.

- OUTROS

Gerenciamento da Força de Trabalho: Na frente da mobilidade, o grupo está introduzindo sistema de gerenciamento da força de trabalho que permite que as ordens de serviços sejam emitidas por meio eletrônico, de forma a encontrar as equipes melhor posicionadas para a realização de serviços na rede.

3.1.8 COMPANHIA ENERGÉTICA DO CEARÁ - COELCE

A área de concessão da Coelce abrange os 184 municípios do Estado, que possuem uma população de mais de 8,4 milhões de habitantes em um território de 149 mil quilômetros quadrados. A sede da distribuidora está localizada na capital, Fortaleza, com unidades principais, entre centros de serviços e de manutenção, e 201 pontos de atendimento presenciais, sendo 199 lojas de atendimento e duas unidades móveis, em todo o Estado.

O projeto demonstrativo da Coelce, denominada Cidade Inteligente Aquiraz localizada a 30 km da capital do Estado do Ceará, está em desenvolvimento na Cidade de Aquiraz que possui uma população de 76 mil habitantes em uma área territorial com 482 km². A Figura 5 apresenta a localização da cidade Aquiraz, onde é realizado o projeto.



Fonte: Coelce [19].

Figura 5: Cidade de Aquiraz, local do projeto de REI da Coelce.

Em caráter experimental, a Coelce implanta um projeto-piloto de REI para a automação do sistema elétrico local. Os níveis de consumo energético do local, a subestação automatizada já existente e a estrutura da rede daquele município são apontadas como fatores de escolha do local para a implantação da cidade inteligente Coelce.

Já no contexto de medição inteligente, um projeto-piloto foi lançado em Fortaleza com a instalação de 100 medidores inteligentes do modelo desenvolvido pela Enel Distribuzione, além da instalação de concentradores de dados nos postos de transformadores que trocam informações com os medidores.

A iniciativa contempla os seguintes subtemas/funcionalidades de REI implantados ou em desenvolvimento:

- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

Todos os religadores instalados em região atendida por sete religadores.

- TELECOMUNICAÇÕES

Rede de radiocomunicação implantada e testada.

- TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Concluído o desenvolvimento do sistema de recomposição automática e de ajustes automático da proteção. Implantação de sistema de supervisão e controle em andamento.

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE, GERAÇÃO

DISTRIBUÍDA, SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO, VEÍCULOS ELÉTRICOS, PRÉDIOS E RESIDÊNCIAS INTELIGENTES, NOVOS SERVIÇOS E OUTROS

Dentro desse projeto não foram consideradas iniciativas nestes subtemas.

3.1.9 COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL

Companhia Paranaense de Energia é a maior empresa do Estado do Paraná com mais de quatro milhões de consumidores de energia atendidos por 185 mil km de rede, 400 subestações e 360 mil transformadores MT-BT. A empresa atua nas áreas de Distribuição, Transmissão, Geração e Telecomunicações.

A Copel possui pilotos de REI vinculados ao programa Smart Energy Paraná, definido no Decreto Estadual n. 8842/2013. Contempla também medição compartilhada com Compagas e Sanepar.

Os pilotos estão sendo desenvolvidos em Curitiba e em Fazenda Rio Grande. O Projeto é uma iniciativa do Governo do Estado e da Copel e se propõe a realizar aplicações de elementos de REI na Distribuição de Energia, com o estabelecimento

de um Piloto em área de alta densidade de carga e visibilidade, através de demonstração dos sistemas atualmente em implantação e de testes de conceitos para antecipação de aplicações futuras.

Figura 6: Local do Piloto Paraná Smart Grid.



Fonte: Copel Distribuição [20].

A Figura 6 apresenta a localização da área onde está sendo implantado o piloto da Copel.

A iniciativa contempla os seguintes subtemas/funcionalidades de REI implantados ou em desenvolvimento [20]:

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE

Iniciativa em desenvolvimento no piloto Paraná Smart Grid,

integrada com medição de água e gás. Previsão de instalação de medidores inteligentes em duas fases. Fase 1: aproximadamente dois mil medidores incluindo 487 medidores de gás e 64 medidores de água. Fase 2: conclusão de instalação de aproximadamente dez mil medidores.

- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

Iniciativa em desenvolvimento no piloto Paraná Smart Grid para implantação de reconfiguração automática. Todas as chaves já foram instaladas e telecomandadas.

Já o Piloto Fazenda Rio Grande, possui uma série de iniciativas em andamento sobre o subtema automação da distribuição incluindo sensoramento de faltas, aplicação de DNP3, controle Volt-VAR e reconfiguração de rede. Há possui um sistema de “self healing” da S&C instalado em 4 chaves e dois religadores. Está em desenvolvimento interno sistema semi-centralizado.

- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Instalação de painéis solares na subestação Fazenda Rio Grande para demonstração com capacidade de 1,4 kW.

- SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO

Teste de um sistema de armazenamento em conjunto com um painel solar.

- VEÍCULOS ELÉTRICOS

Em 2013, em caráter experimental, começou a circular em Curitiba o primeiro táxi elétrico. Para abastecê-lo, a Copel (Companhia Paranaense de Energia) instalou no aeroporto Afonso Pena, em São José dos Pinhais, seu primeiro Eletroposto - ponto para recarga de veículos.

O veículo que será utilizado como táxi foi montado há dois anos, como parte de um trabalho de pesquisa envolvendo a Copel, Itaipu Binacional e Lactec (Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento), a Fiat e outras empresas privadas.

O Eletroposto, totem para recarga das baterias, será também utilizado dentro do projeto como local de estudos sobre o desempenho do veículo e o impacto de seu uso sobre o sistema elétrico.

- TELECOMUNICAÇÕES

No âmbito da rede de telecomunicações, a Copel usa fibra óptica para a comunicação entre a sede da empresa, chaves em campo e concentradores de medição. Já para medição até o concentrador, a empresa emprega a tecnologia GPRS para leitura do Grupo A e pretende testar tecnologias RF ponto-multiponto e MESH para leitura do grupo B.

- TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Implantação de sistema de recomposição de rede e estudos de segurança cibernética para automação.

- PRÉDIOS E RESIDÊNCIAS INTELIGENTES

Teste da Casa do Futuro incluindo microgeração, armazenagem de energia, mobilidade elétrica e automação residencial.

- NOVOS SERVIÇOS

Dentro dos projetos pilotos da Copel não foram consideradas iniciativas neste subtema.

3.1.10 ELEKTRO

A Elektro atende 2,2 milhões de clientes de 223 cidades do Estado de São Paulo e cinco do Mato Grosso do Sul – uma área de mais de 120 mil quilômetros quadrados. A Empresa responde por 11,5% da energia elétrica distribuída no Estado de São Paulo.

O projeto piloto de REI da Elektro está sendo desenvolvido em São Luiz do Paraitinga, um município turístico do Estado de São Paulo, localizado a 171

km da capital do Estado com uma população de mais de 10 mil habitantes em 617 km².

O objetivo do piloto é implantar e testar tecnologias de REI na cidade de São Luiz do Paraitinga, com a finalidade de avaliar os principais impactos nos processos técnico-operacionais e nas mudanças de hábito do consumo de energia pelos consumidores. Por meio da participação e conscientização da comunidade em relação ao projeto, espera-se alcançar níveis melhores do uso racional da energia, eficiência energética, buscando atingir o conceito de *Smart City* [21].

Além do piloto demonstrativo, a Elektro possui diversas iniciativas em projetos de P&D relacionados ao tema REI nas áreas: automação de distribuição, geração distribuída, veículos elétricos e interação com clientes.

3.1.11 AES ELETROPAULO

A AES Eletropaulo é a maior distribuidora de energia elétrica em consumo e faturamento da América Latina. Atende 6,6 milhões de unidades consumidoras, uma soma que representa 17 milhões de pessoas atendidas. Sua área de concessão abrange 24 municípios da região metropolitana de São Paulo, inclusive a capital, onde se localiza a sede administrativa.

No âmbito de experimentação de REI, a AES Eletropaulo já implementou solução na área de medição inteligente no Bairro do Ipiranga, em São Paulo. O objetivo do projeto era implementar soluções de medição remota integradas a outras soluções de automação. Com esse projeto a AES Eletropaulo implantou soluções de medição com função de corte e religamentos remoto em 2.000 clientes, além de tecnologias de balanço energético.

Atualmente, a principal iniciativa da empresa no contexto de REI é o Projeto Eletropaulo Digital. O projeto inicia com a regularização e instalação de medidores inteligentes para 2.100 famílias. A AES Eletropaulo pretende transformar Barueri no primeiro município em região metropolitana do Brasil a ter rede inteligente de distribuição de energia até 2015. A concessionária está investindo mais de R\$ 70 milhões no maior projeto de REI do país, que contemplará 60 mil clientes, beneficiando cerca de 250 mil habitantes. A distribuidora também instalará soluções de configuração automática da rede elétrica na cidade de Vargem Grande Paulista.

Barueri representa uma metrópole e está em franca expansão. O consumo anual de energia da cidade passou de 1.092 GWh em 2008 para 1.316 GWh em 2012. A região também possui clientes com diferentes perfis: residências, comércio e indústrias. Essas características compõem uma amostra consistente da área atendida pela AES Eletropaulo.

O Projeto de Smart Grid da AES Eletropaulo, denominado Eletropaulo Digital, é um projeto estruturante – D&D (Demonstration & Deployment). A principal característica é a utilização do conceito “living lab”, (criação de um ambiente de inovação contínua), em um ambiente com alta densidade de carga e complexidade urbana característica das grandes metrópoles. Irão integrar sistemicamente várias soluções tecnológicas inovadoras, nas áreas de medição, automação e de telecomunicação e avaliar os seus resultados através de métricas específicas que nortearão a sua expansão para o restante da área de concessão.

O objetivo básico é implementar infraestruturas tecnológicas, aplicações e funcionalidades de REI adequadas à rede elétrica, ao mercado e aos de-

safios estratégicos e operacionais prioritários da AES Eletropaulo. O resultado esperado é criar um modelo de implantação replicável em toda a área de concessão da AES Eletropaulo – Road Map Tecnológico e Estratégico.

Recentemente, em Janeiro de 2014, a empresa iniciou uma iniciativa integrada ao projeto demonstrativo Eletropaulo Digital que visa o desenvolvimento dos equipamentos de medição e balanço energético a serem instalados na região de Barueri. O projeto, de aproximadamente R\$ 44 milhões, aproveita o arcabouço técnico desenvolvido no projeto Eletropaulo Digital para o desenvolvimento das fases da cadeia de inovação Cabeça de Série e Lote Pioneiro dos sistemas de medição e balanço energético.

A iniciativa contempla os seguintes subtemas/funcionalidades de REI implantados ou em desenvolvimento [22]:

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE

Implantação de solução de medição inteligente em 60 mil clientes na cidade de Barueri.

Desenvolvimento de módulo de comunicação para última milha através de placa de comunicação a ser inserida nos cabeça de série e lote pioneiro dos sistemas de medição. Esse módulo visa permitir a comunicação pelas tecnologias PLC e radiofrequência que operam de forma redundante, alternativa ou cooperada, em uma topologia de rede *mesh*. O desenvolvimento dos medidores inteligentes e roteadores é feito em conjunto com os fabricantes selecionados.

Regularização de 2.100 famílias em andamento com a instalação de medidores externos ao imóvel

e leitores internos na residência.

Desenvolvimento de Cabeça de Série e Lote Pioneiro de solução de balanço energético para implantação em Barueri.

- AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

O projeto demonstrativo prevê a instalação de solução de detecção de falta em redes aéreas de distribuição, que deverá indicar localmente a passagem de corrente de falta nos condutores onde estiver instalada, além de enviar informações sobre o evento ao centro de operação e a outros sistemas pertinentes.

Também são previstas a implantação de soluções de autorreconfiguração de rede (*self healing*), que irão localizar e isolar um defeito na rede, além de restabelecer o serviço a seções não danificadas pela falta, através da atuação coordenada de equipamentos de campo.

Outras iniciativas são: a implantação de soluções de controle Volt-VAr em subestações e alimentadores e o desenvolvimento de um portal e aplicativos móveis ligados ao sistema SCADA para visualização de informações operativas em tempo real.

- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Dentro do projeto Eletropaulo Digital a empresa realiza estudo teórico sobre o impacto global da geração distribuída na rede de distribuição da empresa.

- SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO

Dentro dos projetos pilotos da AES Eletropaulo não foram consideradas iniciativas neste subtema.

• VEÍCULOS ELÉTRICOS

Com o projeto Eletropaulo Digital, a rede também está sendo preparada para o recebimento de inovações como os Veículos Elétricos. A empresa também possui uma iniciativa com taxis elétricos integrada ao projeto demonstrativo.

• TELECOMUNICAÇÕES

No contexto de telecomunicações, o projeto prevê a implantação de uma rede WiMAX para atendimento dos equipamentos de automação da distribuição e integração com a última milha da medição.

• TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A distribuidora está implantando os softwares DMS (Distribution Management System), OMS (Outage Management System) e MWM (Mobile Workforce Management). Juntas, essas soluções analisam as informações recebidas via *call center*, identificam o local da ocorrência, enviam equipe mais próxima e acompanham todo o processo até a finalização do atendimento.

No contexto de medição, a empresa também se prepara para a chegada da medição inteligente através da implantação de sistemas de coleta e gerenciamento de dados de medição (MDC e MDM). São realizadas também atualizações nos sistemas de *billing* e incorporação de soluções de *hardware* e *software* que permitirão aplicações analíticas de Big Data.

• PRÉDIOS E RESIDÊNCIAS INTELIGENTES

O projeto contempla a criação de uma *Smart Home* considerando o conceito de Gestão Energética in-

tegrada ao conceito automação residencial, ambos diretamente associados ao conceito de REI e Infraestrutura Avançada de Medição (AMI) objetivando tornar-se um instrumento de demonstração de soluções (*Showroom*), engajamento do consumidor e de disseminação de conhecimento sobre as funcionalidades de REI como, por exemplo, resposta à demanda, microgeração e veículos elétricos integradas com dispositivos inteligentes na residência dos consumidores que permitem maior relacionamento e interação entre empresa e consumidor levando em conta a possibilidade de fluxos bidirecionais de energia elétrica e de informações viabilizado pela implantação da nova infraestrutura de REI do projeto.

• NOVOS SERVIÇOS

O Projeto prevê estudo de novos serviços associados às REI que possam ser prestados ao consumidor final de energia por meio da aplicação de pesquisas, além de estudos de novos negócios associados à integração com outros serviços públicos.

• OUTROS

Interação com cliente: desenvolvimento de solução de ferramentas para interação com clientes, como Portal e Aplicativos centrados nos usuários, com base na percepção avaliada por meio da aplicação de pesquisas. Desenvolvimento de projeto de comunicação para a implantação do conceito de REI.

Multi-*utility*: estudo de integração de REI com outros serviços públicos.

Capacitação: desenvolvimento de iniciativas de capacitação de técnicos sobre as tecnologias e o conceito de REI.

Roadmap: desenvolvimento de métricas para avaliação de benefícios advindos da aplicação das REI e elaboração de um *roadmap* para o planejamento da aplicação de REI em toda área de concessão da empresa.

3.2 CONCESSIONÁRIAS BRASILEIRAS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO

A aplicação do conceito de REI possui diferentes impactos nos setores de Distribuição, Transmissão e Geração; **enquanto na Distribuição** traz grandes mudanças no modelo de negócio vigente, nos segmentos de Geração e Transmissão (GT) permite pequenos ajustes no modo como as empresas operam.

No contexto da Transmissão, o impacto das REI inclui a flexibilização nos limites operacionais por meio da automação de subestações e da nova dinâmica na coordenação de relés e sensores associados, a partir da evolução do emprego da Tecnologia da Informação e Comunicação. Nesse cenário, a maior fatia de recursos empregados em projetos de REI na Transmissão é destinada a evolução de aplicações para a automação da rede de Transmissão e nas soluções de TI e Telecomunicações que suportam essas aplicações.

No segmento de Geração, já são encontrados nas usinas sofisticados sistemas de automação das plantas, qualificando a produção e fornecendo indicações precisas sobre investimentos e ações operativas. Dada a matriz energética brasileira composta predominantemente de fontes renováveis, a inserção de geração solar e eólica surge como uma iniciativa menos prioritária para o setor de Geração

em comparação com continentes como América do Norte e Europa. Entretanto, dado o potencial de aplicação dessas fontes no Brasil, as empresas do segmento Geração voltaram os investimentos em projeto de REI para avaliação de tecnologias de Geração Distribuída e Armazenagem de Energia. Precisamente, onde o conceito de REI tange o negócio do setor de Geração de Energia.

O cenário é ilustrado pela análise do levantamento de projetos de P&D sobre REI realizado pela ABDI [25], sendo possível verificar que aproximadamente 59% dos projetos realizados pelos segmentos de Geração e Transmissão tem foco na área de Geração Distribuída, 18% em Armazenagem de Energia, 7% em Automação, 7% em Telecomunicações, 5% em TI e outros 4% em demais temas, incluindo Veículos Elétricos. A Figura 7 apresenta o percentual de projetos de P&D dispendido em cada um dos temas de REI no segmento GT.

PERCENTUAL DE PROJETOS DE P&D EM REI POR TEMA NOS SEGMENTO GT

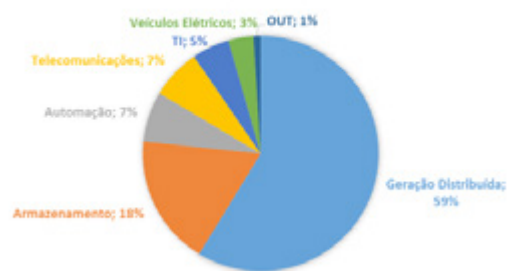


Figura 7: Percentual de Projetos de P&D em REI por tema nos segmentos GT.

Fonte: Baseado em dados da ABDI [25].

Os projetos de GT usualmente tratam de temas específicos, não transcendendo mais de uma frente no âmbito das REI. Assim, não se configura uma prática nesses segmentos o desenvolvimento de

Projetos Demonstrativos acerca do tema.

Desde 2008, foram concluídos ou estão em desenvolvimento aproximadamente 58 projetos relacionados a REI nos segmentos de GT. A seguir são listados os principais projetos de GT realizados pelas dez concessionárias que empregaram a maior quantidade de recursos de P&D em REI, representando aproximadamente 70% dos projetos realizados. Demais projetos estão listados no Anexo 1.

3.2.1 FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS

A sede de Furnas está localizada no bairro Botafogo, zona Sul da cidade do Rio de Janeiro. A empresa possui empreendimentos no Distrito Federal e nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Espírito Santo, Tocantins, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rondônia, São Paulo, Rio Grande do Norte e, mais recentemente, no Ceará.

Mais de 40% da energia consumida no Brasil passa pelo sistema de Furnas, que utiliza a força da água para gerar 95% de sua energia por meio de hidrelétricas. São 16 usinas hidrelétricas e duas termelétricas, responsáveis por cerca de 10% da geração do Brasil, além de, aproximadamente 23 mil quilômetros de linhas de transmissão e 62 subestações, empreendimentos construídos com recursos próprios e em parceria com outras empresas.

PROJETOS:

- Implantação de Conversor *Offshore* para Geração de Eletricidade pelas Ondas do Mar;

O projeto consiste na instalação e operação de um protótipo de conversor do tipo offshore para

geração de eletricidade pelas ondas do mar, em escala real, no litoral do Rio de Janeiro. As executoras são a Coope, ligada à Universidade Federal do Rio de Janeiro, e a start-up Seahorse. O projeto deverá ser concluído em 2015 [26].

- Aplicabilidade de nova tecnologia de extração de energia do vento para turbina eólica vertical, utilizando pás dobráveis e articuladas;

Desenvolvimento, construção, testes e melhorias num aerogerador de eixo vertical e pás articuladas [27].

- Tecnologias de Aquecimento Solar Inteligente para Redução do Consumo de Energia Elétrica;
- Aplicação de célula a combustível a hidrogênio na alimentação de Estações de Telecomunicações;

Sistema de *backup* autônomo híbrido de geração de energia elétrica, baseado em painéis fotovoltaicos e células a combustível, para estações de telecomunicações que operam em regiões isoladas e de difícil acesso para as equipes técnicas, monitorado por um *software* de controle e supervisão [28].

- Geração de hidrogênio a partir de energia solar e sua armazenagem em tanque sólido à base de hidretos metálicos;
- Desenvolvimento de protótipo de célula a combustível a base de eletrólito polimérico - PEMFC, a partir da síntese e caracterização de nova membrana polimérica;
- Desenvolvimento e Testes de Embarcação com Tração Elétrica.

Desenvolvimento e Testes de Ônibus Urbanos com Tração Elétrica: O projeto consiste no desenvolvimento tecnológico e teste de aceitabilidade de protótipo de ônibus 100% elétrico e ônibus elétrico híbrido, todos para uso urbano, bem como da estrutura de operacionalização e manutenção necessárias para a demonstração com público na cidade do Rio de Janeiro. As executoras são a Coope, ligada à Universidade Federal do Rio de Janeiro, e a start-up Tracel [26].

3.2.2 COPEL GT

A Copel opera um parque gerador de 21 usinas próprias, das quais 19 são hidrelétricas, uma termelétrica e uma eólica. A capacidade instalada total dessas usinas **é de 4.756,1 megawatts. Em 2013, esses ativos geraram 24.420,4 GWh**, 99,7% desse total de fonte hidrelétrica e eólica. A geração de energia elétrica em nossas usinas é supervisionada e coordenada por nosso Centro de Operação de Geração e Transmissão, em Curitiba.

A rede de transmissão de energia da Copel é formada atualmente por 2.173,5 quilômetros de linhas e 32 subestações, que somam 11.502 MVA de potência de transformação.

PROJETOS:

- Comparação da geração de energia elétrica por fonte solar fotovoltaica e sua disponibilização na rede de distribuição sem e com acumulação em banco de bateria vanádio de ciclo ilimitado.

3.2.3 PETROBRAS

Desde 2000, a Petrobras constrói termelétricas

e amplia a participação no setor elétrico. Possui um parque gerador de 15 unidades – próprias, de subsidiárias ou de empresas que tem participação acionária. A capacidade total de geração elétrica das usinas é superior a 5 GW.

Possui, desde 2004, uma unidade-piloto em Macau (RN), com potência instalada de 1,8 MW. A Petrobrás tinha a meta de atingir, em 2010, 169 MW de produção de energia elétrica por fonte renovável. Em 2013, a empresa já conta com uma produção de energia renovável que totaliza cerca de 1,4 GWh, formada por fontes eólicas (*onshore*) e pequenas centrais hidrelétricas.

A subsidiária Petrobras Distribuidora também participa do setor elétrico oferecendo serviços como eficiência energética, cogeração, geração com biomassa, comercialização de energia e geração na ponta.

Os investimentos na área de energia elétrica atingiram R\$ 1,4 bilhão em 2009, o dobro do ano anterior. A Petrobras gerou 525 MW médios para o Sistema Interligado Nacional (SIN) por meio das 17 usinas termelétricas (UTE) próprias e alugadas que compõem seu parque gerador termelétrico, com capacidade instalada de 5.476 MW.

Projetos:

- Sistemas de Cogeração e Geração Distribuída;
- Compensador Dinâmico de Reativos Aplicado à Geração Eólica (STATCOM-BR);

O objetivo fundamental desta linha de pesquisa é desenvolver um compensador dinâmico de reativos, envolvendo:

- seus circuitos de potência,
- circuitos de instrumentação condicionamento de sinais, e
- controladores, implementados na forma de software embarcado em um processador digital. Como resultado, é esperado um protótipo construído de forma apropriada para instalação no parque eólico da PETROBRAS em Macau/RN [29].
- Energia fotovoltaica concentrada;

Tem o objetivo de disponibilizar novos sistemas de geração centralizada de energia fotovoltaica concentrada de forma a subsidiar decisões com relação à participação em negócios futuros de geração de energia elétrica [30].

- Estudo da Geração Fotovoltaica Centralizada e seu Impacto no Sistema Elétrico;

Avaliar o impacto de uma central fotovoltaica na rede elétrica e levantar o custo real da energia gerada [31].

- Avaliação da geração elétrica a partir de energia solar térmica utilizando tecnologia de torre central;

Avaliar o impacto de uma central solar térmica na rede elétrica e levantar o custo real da energia gerada [32].

- Aprimoramento de aerogerador de 2MW para Adequação às Condições Eólicas Brasileiras;

- Sistema de abastecimento de veículos com hidrogênio gerado a partir de eletricidade.

3.2.4 COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF

A Chesf é a maior geradora de energia elétrica do Brasil (dados de 2007), com aproximadamente 10,7 GW. Opera dez usinas hidrelétricas e uma usina termelétrica. A maior usina hidrelétrica construída do sistema Chesf é Xingó, com 3,162 GW de potência. Capacidade de geração instalada/projetada de 16,931 GW.

PROJETOS:

- Estudo e Modelamento de Sistemas para Auxiliar a Recomposição de Instalações;

O objetivo geral desse projeto é conceber e integrar ao sistema de supervisão e controle existente uma metodologia para a recomposição automática de subestações. Tal metodologia viria a colaborar para a minimização dos erros e tempos de manobras através da automatização de rotinas de comando e assistência ao operador no processo de retomada. Ações incorretas tomadas pelo operador são inibidas através do bloqueamento de comandos, sugerindo-se procedimentos baseados no contexto (estado do sistema-subestação) e critérios de desempenho estabelecidos. Métodos de detecção e diagnóstico de falhas são igualmente previstos de forma a suportar a tomada de decisões no processo de recomposição [33].

- Plataforma Solar de Petrolina;

A Plataforma Solar de Petrolina é um projeto de instalação para produção de energia solar situada na cidade de Petrolina que permitirá o estudo de diferentes configurações e tipos de

geradores, a análise do desempenho e vida útil dos equipamentos e o desempenho das **várias tecnologias de materiais que serão utilizados para a conversão da energia solar em eletricidade. Uma estrutura laboratorial a ser montada, possibilitará a realização de ensaios em equipamentos, calibração de instrumentos e todo o suporte para os outros projetos que irão compor a Plataforma Solar.**

O projeto está instalado em um terreno de 45 ha e conta com a parceria das seguintes instituições: Chesf; Governo de Pernambuco; Codevasf; Cepel; MCTI/Finep; Aneel; UFPE; UPE; Fitec. Serão instaladas dois sítios de geração de energia solar utilizando dois tipos de tecnologias distintas: fotovoltaica e solar térmica (Concentrating Solar Power – CSP).

A planta fotovoltaica é de 2,5 + 0,5 MWp, com previsão de investimento de aproximadamente R\$ 45 milhões e será fornecida pela empresa Solyes Geradora de Energia [34].

Já a central heliotérmica experimental terá capacidade de 1 MWe, com previsão de investimento de 25,7 milhões, e conta com apoio técnico do Banco Alemão de Desenvolvimento (KfW) e a Agência Alemã de Cooperação Técnica (GIZ)

- Estudo de células fotovoltaicas de multijunção com concentrador para geração de energia elétrica;
- Medição e Mapeamento da Irradiação Solar Direta no Semi-Árido do Nordeste Brasileiro – Estudo de Localização Para Grandes Centrais Solares Para Geração de Eletricidade;
- Sistema de comunicação TCP/IP entre Sub-

estações, para proteção;

- Implantação de Projeto Piloto SIRCAM em ambiente de automação Chesf.

3.2.5 COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CEEE-GT

A Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica – CEEE-GT é uma empresa de economia mista pertencente ao Grupo CEEE, concessionária de serviços de geração e transmissão de energia elétrica no Estado do Rio Grande do Sul.

PROJETOS:

- 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);

Metodologia multicritério para seleção de sistemas de geração de energia elétrica baseados no biogás proveniente do tratamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) e metodologia visando o aproveitamento do potencial das REI para o gerenciamento dessas fontes [35].

- Inserção da Geração Solar Fotovoltaica Urbana Conectada à Rede em Porto Alegre;

Esse projeto prevê a construção de uma usina fotovoltaica de 550 kWp, cujo aperfeiçoamento resultará das pesquisas a serem desenvolvidas e que integram o projeto. O complexo será instalado em ambiente urbano. O projeto contempla ainda a implantação de uma central ex-

perimental de geração solar fotovoltaica de 50 kWp (parte da usina) e também uma estação solarimétrica com sistema de aquisição, monitoração e análise de dados capaz de armazenar informações indispensáveis à avaliação do desempenho técnico-econômico do empreendimento [36].

- Maximização da Potência e Rendimento de Centrais Fotovoltaicas Conectadas à Rede Usando Rastreio Solar, Concentradores Planos e Condicionamento Geotérmico;
- Uso integrado de células a combustível e eletrolisadores para geração de eletricidade, hidrogênio e calor para redução de picos de demanda.

3.2.6 ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS

A Eletrosul Centrais Elétricas S.A. é uma empresa subsidiária da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Eletrobras e vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Foi constituída em 23/12/1968 e autorizada a funcionar pelo Decreto nº. 64.395, de 23/04/1969. É uma sociedade de economia mista de capital fechado, e atua nas áreas de geração e transmissão de energia elétrica.

A área de atuação preponderante da Eletrosul compreende os três estados da Região Sul e Mato Grosso do Sul e Rondônia. Segundo Contas Regionais do Brasil 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), essa área responde por aproximadamente 17,7% do PIB nacional e 17,9% do mercado total de energia elétrica brasileira. As regiões, juntas, abrigam uma população da ordem de 30,5 milhões de habitantes,

o que representa 15,6% da população brasileira. Também responde por 28,9% da produção agropecuária, 21,8% da indústria e 20,8% do comércio nacional.

PROJETOS:

- Sistema de Monitoramento “Online” para Bancos de Capacitores;
- Implementação de um complexo fotovoltaico na sede da Eletrosul buscando arranjo tecnológico, comercial e normativo viável;
- Desenvolvimento de Processos Industriais para Fabricação de Células Solares com Pasta de Alumínio e Passivação;
- Desenvolvimento de uma célula a combustível microbiana para geração de energia elétrica distribuída;
- Desenvolvimento de um protótipo de célula a combustível de óxido sólido (CCOS) para geração de energia elétrica.

3.2.7 CENTRAL GERADORA TÉRMELÉTRICA FORTALEZA – CGTF – ENDESA FORTALEZA

A Endesa Fortaleza – Central Geradora Termelétrica Fortaleza S.A. (CGTF) faz parte da infraestrutura do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, no município de Caucaia, a cerca de 50 quilômetros de Fortaleza (CE). A potência instalada é de 346,6 MW, com 318,5 MW de energia assegurada, produzida a partir de um ciclo térmico combinado de gás natural e vapor.

PROJETOS:

- Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos através de gestão integrada em Armação dos Búzios – RJ;
- Avaliação do impacto de distintos tipos de baterias do íon-Li conectadas à rede de distribuição e a parques de geração solar e eólica em uma rede inteligente;
- Desenvolvimento de IED de comunicação padrão IEC61850 nacional para ambiente de subestações.

3.2.8 COMPANHIA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PAULISTA – CTEEP

Através de sua rede – formada por 13.516 km de linhas, 18.892 km de circuitos, 2.280 km de cabos de fibra ótica própria e 107 subestações com tensão de até 550 kV – trafegam cerca de 30% da energia elétrica produzida no Brasil e aproximadamente 60% da energia consumida na região Sudeste. Seus principais clientes são outras concessionárias de serviço público de energia.

Com capacidade instalada de 45.587 MVA, a CTEEP está sediada em São Paulo e marca presença, com ativos próprios e por meio de subsidiárias e participações, em 16 estados brasileiros: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí, Paraíba, Pernambuco e Alagoas.

PROJETOS:

- Sistema Piloto para Avaliação Automática de Se-

gurança Dinâmica baseado em Regiões de Segurança e Medição Fasorial Sincronizada;

- Perfil do CIM para Transmissão Brasileira com Aplicação em Sistemas Legados.

Tem como objetivo estabelecer um modelo para integrar os sistemas, atuais e futuros, de gestão da operação da transmissão de energia elétrica no Brasil [36].

3.2.9 AES TIETÊ

A AES Tietê possui um parque gerador formado por nove usinas hidrelétricas e três pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), a AES Tietê atua no Brasil desde 1999 com a geração e a comercialização de energia elétrica. Suas usinas hidrelétricas e PCHs estão localizadas no Estado de São Paulo.

Terceira maior companhia privada brasileira de geração de energia, a AES Tietê tem capacidade instalada de 2.658 MW, o que corresponde a 50% da energia necessária para o abastecimento de uma cidade como São Paulo por um ano.

PROJETOS:

- Desenvolvimento de sistema de geração com a aplicação de técnicas inovadoras para geração de energia elétrica;
- Unidade auxiliar de geração de eletricidade com célula a combustível alimentada com hidrogênio obtido de etanol.

3.2.10 CEMIG GT

A Cemig GT possui em operação 63 usinas, sendo

58 hidrelétricas, duas termelétricas e três eólicas, com 6.746 MW de capacidade instalada.

Na área de transmissão, a Cemig, por intermédio de suas controladas e coligadas de transmissão de energia elétrica, opera uma rede de 7.506 km.

PROJETOS:

- DE - Desenvolvimento de Protótipo de Sistema de Medição Fasorial Sincronizada;

Esse projeto consiste no desenvolvimento de um protótipo de um sistema de medição fasorial sincronizada. Esse sistema será composto por instrumentos de medição de fasores, as PMUs (Phase Measurement Units); por um sistema que concentrará os dados coletados por esses instrumentos, o PDC (Phasor Data Concentrator); por uma camada de telecomunicações entre as PMUs e o PDC; por aplicações de engenharia baseadas nos dados coletados; e, finalmente, por uma interface gráfica através da qual os usuários finais poderão interagir com o sistema [37].

- GT341- PA - Uso da tecnologia Wireless “Zig-Bee” na construção de sensores e sistemas embarcados para monitoramento de equipamentos de subestação e linha de transmissão.

Tem como objetivo desenvolver estrutura de comunicação para realização de medições em subestações [38].

4. CONCLUSÕES ACERCA DOS PROJETOS BRASILEIROS

Com base no levantamento dos projetos relevantes no Brasil na área de REI é possível observar que há um movimento intenso de experimentação do conceito integrado de todas as áreas envolvidas no tema no segmento de Distribuição, tendo em vista que o mesmo possui o seu negócio influenciado fortemente pelas mudanças advinda das REI.

Em contrapartida, nos segmentos de Geração e Transmissão são realizadas iniciativas pontuais em determinadas áreas que atingem o negócio do setor.

Quanto ao futuro, as próximas iniciativas e projetos a serem iniciadas em 2014 e 2015 demonstram que a tendência de liderança e pioneirismo em REI continua sendo do segmento de Distribuição. Impulsionadas pelas parcerias no Programa Inova Energia, as concessionárias irão aumentar a penetração das REI em suas áreas de concessão, ampliar seus Projetos Demonstrativos e iniciar seus primeiros projetos que integram todos os temas envolvidos em REI.

A Tabela 2 apresenta as áreas de atuação das empresas de Distribuição em REI, incluindo a existência de Projetos Demonstrativos e a participação no Programa Inova Energia.

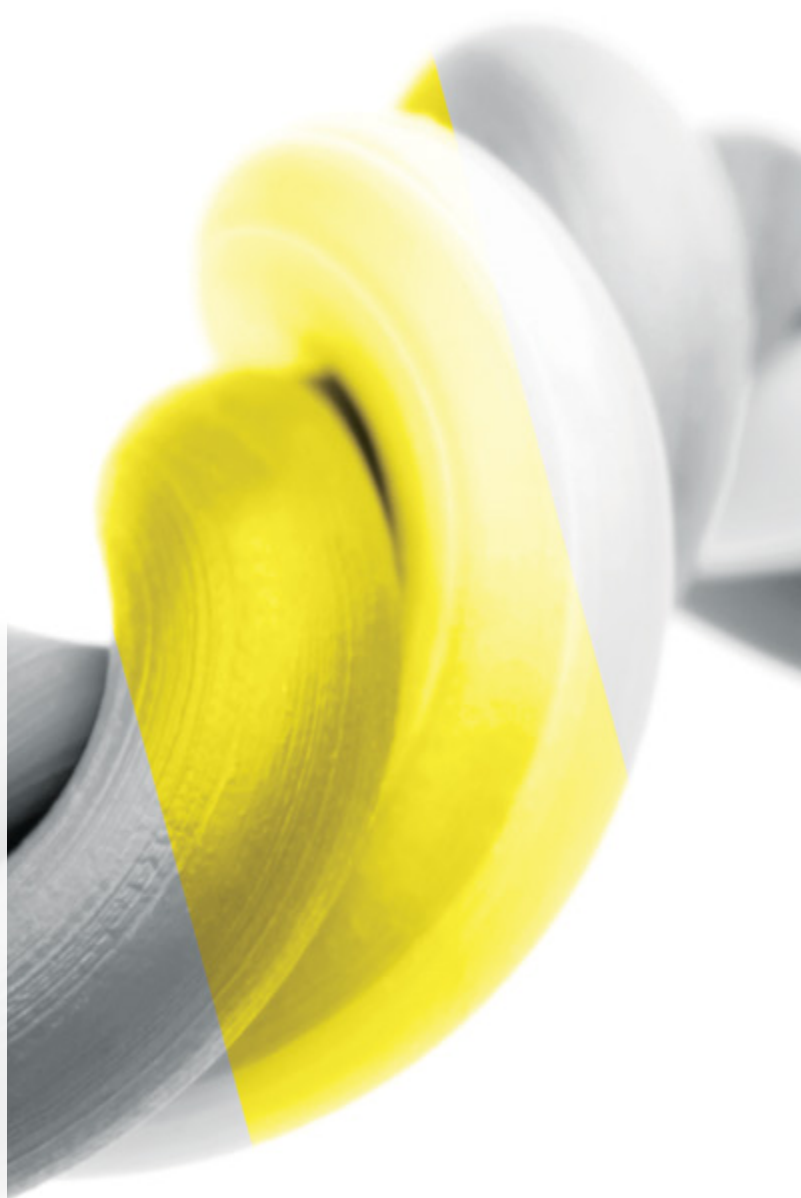


TABELA 2. ÁREAS DE ATUAÇÃO DAS EMPRESAS DE DISTRIBUIÇÃO EM REI [25].

Concessionária	Medição Inteligente	Automação de distribuição	Geração Distribuída	Armazenamento de Energia	Veículos Elétricos	Telecom	Tecnologia de Informação	Edifícios Inteligentes	Novos Serviços	Outros	Projeto Demonstrativo	Inova Energia
CEMIG - D	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	N
CELESC - DIS	X	X	X				X	X				S
AES ELETROPAULO	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	N
AMPLA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S
LIGHT	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	S
COELCE	X	X				X	X				X	N
COELBA	X	X	X			x	x			x		N
ELEKTRO	X	X	X		X				x	x	x	S
BANDEIRANTE	X	X	X		X	x	x			x	x	S
CPFL-PAULISTA	X	X	X		X	x	x	x	x	x	x	S
CEEE-D		X	X	X		x		x				S
AES-SUL		X	X			x	x					S
CEB-DIS			X									N
CELPA	X		X				x	x				N
CELPE	X	X	X	X	X	x	x			x	x	N
EMG		X					x			x		N
ESCELSA		X							x	x	x	S
CEAL	X						x					N
CEMAR		X	X				x					N
COPEL-DIS	X	X	X	X	X	x	x	x			x	N
MANAUS ENERGIA	X	X	X			x	x			x	x	N
CELG-D			X							x		N
CERON	X						x					N
CEPISA	X											N
COSERN						x						N
DEMEI						x						S
DMEPC						x						N
ELEJOR			X									N
ELETROACRE			X									N
ELETROCAR		X										N
ENERSUL	X											N
SULGIPE							X					N

Com base na Tabela 2, é possível observar que as concessionárias de Distribuição encontram-se em diferentes níveis quanto a atuação em REI, indicando a estratégia adotada para cada uma dessas empresas até o atual momento.

Desse modo, podemos classificar as concessionárias em quatro grupos quanto a seu nível de maturidade em REI, os quais:

- Iniciante – concessionárias que estão iniciando atividades em REI. Possuem atuação em até três áreas de atuação relacionadas a REI.
- Investigadora – concessionárias que possuem projetos que atuam em mais de três áreas de REI, mas não possuem projetos demonstrativos.
- Demonstrativa – concessionárias que possuem projetos demonstrativos em andamento que integram a maior parte das áreas de atuação em REI.
- Pioneira – concessionárias que possuem projetos demonstrativos em andamento ou em fase de conclusão e já demonstram ter um planejamento para a continuidade das iniciativas em REI incluindo Roadmaps e novas áreas previstas para implantação e/ou novos P&Ds.

Partindo-se dessa classificação a **Figura 8** apresenta o nível de maturidade das concessionárias do Brasil em termos de atuação em REI.

Em relação ao nível de maturidade observado, pode-se perceber que há um movimento natural

para as mudanças de níveis na pirâmide da Figura 8. Concessionárias iniciantes tendem a se tornarem Investigadoras a partir do crescimento de projetos que envolvam os temas REI. Já as Investigadoras devem se tornar Demonstrativas, assim que integrarem as suas iniciativas em REI na forma de um programa na qual os diversos projetos interagem, implementando o conceito completo de REI. As Demonstrativas se tornam Pioneiras quando a conclusão dos seus Projetos Demonstrativos se torna a base para um planejamento de implantação de REI em larga escala na sua área de concessão. Por fim, as Pioneiras continuam a implementar o conceito de REI até que isso se torne um movimento natural, passando a integrar parte da estratégia de negócio da empresa. Mecanismos como o Programa Inova Energia se tornam imprescindíveis para acelerar essa tendência e podem, inclusive, permitir que as concessionárias evoluam rapidamente seu nível de maturidade em relação a REI. Com isso, não só o setor elétrico, mas toda Sociedade deve ser beneficiada com a chegada das REI.

Nos próximos produtos serão analisados em maior detalhe as áreas de REI mais prioritárias para as distribuidoras, a cadeia de fornecimento de produtos e serviços, as instituições de pesquisa mais atuantes e a política industrial de fomento.

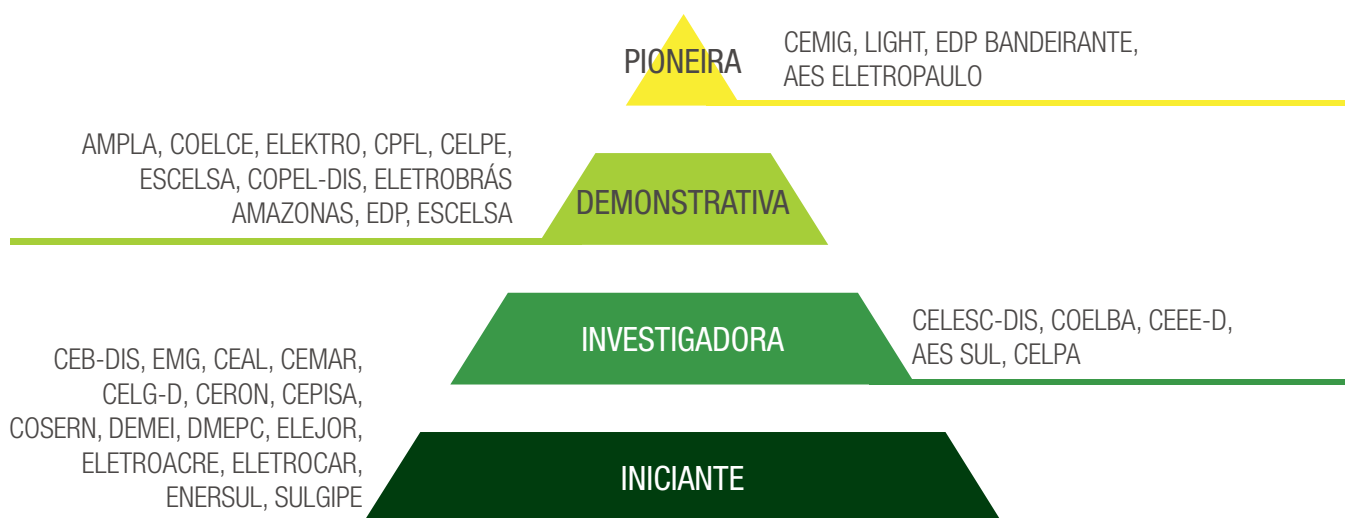


Figura 8: Níveis de maturidade das concessionárias de distribuição em REI.

5. POLÍTICAS ENERGÉTICAS E REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES NA EUROPA

A energia em geral e a energia elétrica, em particular, são indispensáveis às sociedades atuais e ao respectivo desenvolvimento, estando previstos aumentos consideráveis nos consumos de energia elétrica durante os próximos anos. Embora na União Europeia (UE) existam esforços no sentido da diminuição do consumo de energia por intermédio de diretivas comunitárias (2009/28/CE) emanadas da Comissão Europeia (CE) e seja real o abrandamento económico da região, estima-se um crescimento médio do consumo de energia em cerca de 2% ao ano até 2020 [39]. Calcula-se que os aumentos nos consumos energéticos são mais relevantes nos países em desenvolvimento, contudo os aumentos a que os países desenvolvidos terão que fazer face correspondem a volumes de energia elevados e a uma necessidade que condiciona, por um lado, o seu desenvolvimento económico e competitividade e, por outro lado, os níveis de conforto das respectivas populações.

Em termos globais, a necessidade de aumento significativo da energia elétrica produzida cria sérias preocupações nos países desenvolvidos. Essas preocupações abrangem um amplo espectro de fatores e os seguintes são especialmente relevantes:

- A indústria de produção de energia elétrica é

altamente poluente contribuindo de forma significativa para a emissão de gases com efeito de estufa e para os impactos ambientais das atividades humanas;

- Os países que não detêm recursos endógenos, ou seja, que não dispõem de recursos próprios que permitam a produção de energia elétrica em quantidade suficiente para o respectivo consumo têm-se defrontado com situações de dependência energética que tornam a suas vidas e os seus desenvolvimentos dependentes de terceiros. Essa dependência é penalizante em termos económicos e tem permitido, em várias situações ao longo do tempo, que os países detentores dos recursos necessários pressionem os países energeticamente dependentes de diversas formas.

Adicionalmente, os custos elevados da energia em geral e da energia elétrica em particular são um fator agravante para a competitividade dos países, pois aumentam os custos das empresas diminuindo a sua competitividade internacional. No que diz respeito ao indicador de preço médio por kWh pago pelos consumidores industriais de energia elétrica no ano de 2012 na zona do euro o preço da eletricidade aproxima-se de 0.0943 €/kWh, sendo relevante a comparação com os preços na França (0.0771 €/kWh) e na Finlândia (0.0679 €/kWh) [46].

Os dois fatores supramencionados têm envolvido as políticas energéticas de grande parte dos países desenvolvidos, com particular relevância para as políticas energéticas da União Europeia (UE), concretizadas através das respectivas diretivas nessa área.

A preocupação relativa ao impacto ambiental do

setor energético incentivou a produção de energia elétrica com base em Fontes de Energia Renováveis (FER). Isso se traduziu num aumento significativo da energia elétrica produzida especificamente com base no vento e no sol.

O incremento da utilização de instalações eólicas, fotovoltaicas e de cogeração para produção de energia elétrica foi, em grande parte, alcançado por intermédio de instalações de pequeno e médio porte. Assim, a penetração de produção distribuída (em oposição à abordagem tradicional de produção de grandes quantidades de energia elétrica em centrais de grande porte) nas redes elétricas tem aumentado significativamente nos últimos anos. A evolução futura contempla uma intensificação dessa penetração e a consequente necessidade de resolver adequadamente todos os desafios que daí advêm, tanto em termos técnicos do planeamento e operação das redes quanto em termos económicos e financeiros. Uma parte do aumento previsto para a produção distribuída advirá de microprodução, especificamente aquela que, cada vez mais, será instalada em edifícios de diversos tipos e mesmo em habitações familiares.

Na União Europeia, o aumento significativo da produção de energia elétrica tendo por base FER, bem como o aumento da percentagem do consumo que é assegurado por essa via, são resultados de sucesso inegável das políticas energéticas que têm sido prosseguidas com determinação assinalável do aumento da maturidade das tecnologias.

Embora se verifique um sucesso inegável na vertente das FER, há aspectos que requerem uma grande atenção:

- O investimento realizado teve e continua a ter

uma forte componente de fundos públicos, no que diz respeito à comparticipação em diversos tipos de equipamentos e também a programas diversos de incentivos ativos nessa área. O retorno de tais investimentos não está ainda devidamente assegurado;

- Os novos recursos instalados não têm trazido benefícios imediatos diretos para os consumidores. Efetivamente, os consumidores têm visto as suas despesas agravadas como consumidores de energia, uma vez que os investimentos públicos realizados têm determinado o pagamento de tarifas mais elevadas e, em diversos casos, sobrecarregadas com taxas diversas. Por outro lado, não têm sido oferecidas aos consumidores em geral, nem aos microprodutores, oportunidades de obter benefícios diretos da sua contribuição para uma gestão mais eficiente do sistema.

Diante de tal enquadramento, o desenvolvimento do conceito de REI tornou-se uma prioridade para a UE. Uma smart grid deve ser capaz de integrar de forma inteligente o comportamento e ações de todos os usuários a ela ligados – produtores, consumidores e os que assumem ambas as funções – de forma a disponibilizar eficientemente energia elétrica de forma sustentável, económica e segura. Assim, pretende-se que a implementação prática de REI na Europa permita integrar, de forma segura, económica e eficiente, todos os recursos energéticos existentes, com ênfase na utilização intensa de produção distribuída, especificamente a que é obtida com base no vento e no sol.

A utilização eficiente dos recursos disponíveis permitirá aumentar a eficiência do setor e reduzir os custos pagos pelos consumidores de energia elétrica, aumentando a competitividade das em-

presas. Por outro lado, pretende-se também obter um maior envolvimento dos consumidores, atribuindo-lhes um papel ativo na gestão dos recursos.

Os modelos de negócio aplicados na Europa aos fluxos de energia elétrica continuam a ser, em geral, bastante rígidos, oferecendo poucas oportunidades de flexibilização e de redução de custos aos consumidores e aos microprodutores. Começam, contudo, atualmente a surgir modelos mais flexíveis e que enquadram a participação de novas entidades no âmbito das transações de energia elétrica, ainda que de forma pontual e dispersa.

A utilização de Demand Response (DR), que poderemos denominar por resposta ativa das cargas, já se verifica nos Estados Unidos da América (EUA) de forma efetiva e regular por intermédio de uma grande multiplicidade de programas, embora ainda com um âmbito de utilização relativamente restrito. Na UE a aplicação prática do conceito de DR é ainda embrionária.

Atualmente a UE continua a adotar modelos rígidos, centralizadores, no que diz respeito à gestão do sistema elétrico de energia no seu todo, desde a grande produção, até à produção distribuída e à microprodução, deixando pouca ou nenhuma margem de manobra a agentes distintos dos tradicionais, ou seja, os grandes produtores, os operadores das redes de transmissão e distribuição de energia elétrica e comercializadores. Por outro lado, no que diz respeito aos consumidores, apesar de alguns projetos piloto colocados no terreno e liderados em geral pelos operadores de rede, os modelos adotados não permitem uma participação ativa dos consumidores nem que os mesmos tenham benefícios diretos da sua contribuição para a melhoria da eficiência do sistema. Desse modo, perde-se a oportunidade de utilização de um re-

curso de grande valor para o aumento da eficiência do sistema. Efetivamente, a participação ativa dos consumidores, por intermédio de programas adequados de DR, é comprovadamente uma das formas mais baratas de conseguir aumentar a eficiência do sistema e a respectiva qualidade de serviço, além de ser uma ferramenta eficaz na contenção dos preços da energia elétrica [47,52].

A participação ativa dos consumidores deve ser considerada em diferentes vertentes de que se destacam os seguintes:

- Participação em programas de DR estabelecidos pelos operadores de sistema, com modelos de negócio adequados, que permitem os consumidores obter remunerações diretas e justas pela sua participação. Tais programas são normalmente geridos pelos operadores de sistema no que diz respeito aos grandes consumidores. Para os pequenos consumidores, a gestão é delegada a outras entidades (normalmente denominadas Curtailment Service Providers – CSP) que agregam os recursos de DR de pequena dimensão. No caso dos consumidores de porte intermediário, a gestão da sua participação nos programas de DR é definida de forma mais específica por cada operador de sistema. Note-se que o impacto dos referidos programas é verificado no nível mais elevado do sistema, incluindo o sistema de transmissão de energia e todo o sistema eletro produtor e, portanto, tem relevância para o sistema elétrico de energia como um todo e para o mercado grossista (wholesale market);
- Participação em programas de DR promovidos por entidades de menor dimensão, normalmente do tipo agregador de recursos. Tais programas devem atuar em níveis mais “baixos”

do sistema, especificamente na distribuição de energia elétrica, no âmbito da média e da baixa tensão. Embora tenham um âmbito mais restrito, tais programas podem ser flexíveis e adaptar-se favoravelmente aos diversos tipos de consumidores, considerando não só as suas características individuais, mas também as respectivas características dos grupos/agregações de consumidores em questão;

- Gestão individualizada de consumos, sem preocupação de responder a necessidades ou pedidos de outras entidades e, portanto, excluída do âmbito da DR, mas incluída na participação ativa dos consumidores na respectiva gestão de consumos. Não pretendendo dar resposta a quaisquer necessidades ou pedidos externos, tal gestão é feita exclusivamente de acordo com os objetivos e com os critérios dos consumidores que a realizam e pretende, normalmente, obter benefícios individuais. Visando-se objetivos individuais, o resultado de tais ações pode ser prejudicial para o sistema como um todo e resultar em perdas de eficiência e/ou de qualidade de serviço do sistema global.

No contexto atual da UE, em que já foi percorrido um caminho relevante no que diz respeito ao incremento da produção de energia elétrica com base em FER, importa definir claramente quais os objetivos que devem ser estabelecidos:

- Limitação dos custos inerentes aos consumos de energia elétrica necessária para a operação dos meios produtivos e para a qualidade de vida dos seus cidadãos;
- Aumento da eficiência global do sistema elétrico de energia, por intermédio da utilização eficiente de todos os recursos existentes;

- Garantia do cumprimento das metas estabelecidas, especificamente no âmbito da UE, particularmente no que diz respeito ao peso das FER utilizadas como fonte primária de energia para produção de energia elétrica nessa produção e no consumo, bem como no que diz respeito aos níveis de emissões de gases com efeito de estufa.

A UE tem incentivado o investimento em projetos que permitam avanços significativos nas REI, considerando todos os objetivos referidos. Os investimentos realizados em projetos de pesquisa, desenvolvimento, demonstração e pilotos são elevados, com um grande número de projetos já concluídos e em curso.

As soluções de *smart metering*, vistas como base das REI, têm sido amplamente investigadas estando já instalado um grande número de *smart meters* e prevendo-se o *rollout*, ou seja, a disseminação da solução a grandes conjuntos de consumidores, com soluções correspondentes a quase 200 milhões de consumidores até 2020.

O presente documento fornece uma visão sobre os projetos de REI na Europa, fazendo o respectivo enquadramento no contexto atual e destacando dados especialmente relevantes.



6. METODOLOGIA PARA O ESTUDO SOBRE OS PROJETOS EUROPEUS

A metodologia que permitiu a elaboração do presente documento baseou-se essencialmente em obtenção de informação relativa a projetos de REI na Europa e no acervo pessoal de conhecimento nessa área, fruto do envolvimento da autora no tema e em diversos projetos concluídos e em curso.

O presente documento utiliza fontes diversas de informação, com destaque para organismos e serviços da UE, os quais são devidamente referenciados, incluindo, sempre que relevante, os respectivos sítios na internet. A inclusão dessa informação permitirá assim, aos leitores, a exploração de informação e de materiais adicionais sobre os temas tratados.

7. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS DO ESTUDO SOBRE OS PROJETOS EUROPEUS

7.1 REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES: NOÇÕES E CONCEITOS DE BASE

O site <http://www.smartgrids.eu/> permite obter e acompanhar informações relevantes relativas às atividades que dizem respeito a REI na EU.

O site indicado diz respeito à plataforma tecnológica Europeia para as redes elétricas do futuro – *Smart Grids European Technology Platform (ETP SmartGrids)*, que é caracterizada da forma seguinte: “*The European Technology Platform for Electricity Networks of the Future, also called ETP SmartGrids, is the key European forum for the crystallisation of policy and technology research and development pathways for the smart grids sector, as well as the link between EU-level related initiatives.*”

O conceito de REI foi desenvolvido em 2006 pela ETP SmartGrids sendo a definição utilizada a seguinte:

“*Smart grids: electricity networks that can intelligently integrate the behaviour and actions of all users connected to it – generators, consumers and those that do both – in order to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supplies.*”

Assim sendo, as REI são capazes de integrar de forma inteligente o comportamento e ações de todos os usuários a elas ligados – produtores, consumidores e os que assumem ambas as funções – de forma a disponibilizar eficientemente energia elétrica de forma sustentável, econômica e segura.

A ETP SmartGrids considera ainda que uma REI utiliza produtos e serviços inovadores, em conjunto com monitorização, controle, comunicações e tecnologias de autorregeneração inteligentes, de forma a:

- Facilitar a ligação e operação de geradores de qualquer dimensão e tecnologia;
- Permitir aos consumidores assumir uma posição na otimização da operação do sistema;
- Disponibilizar aos consumidores mais informação e mais opções para escolha do fornecimento;
- Reduzir significativamente o impacto ambiental do sistema global de fornecimento de energia elétrica;
- Manter ou até melhorar os níveis existentes de confiabilidade, qualidade e segurança de fornecimento do sistema;
- Manter e melhorar os serviços existentes de forma eficiente;
- Encorajar a integração dos mercados com vista a um mercado Europeu de eletricidade integrado.

Como as funcionalidades de REI são importantes, consideremos as funções básicas que as mesmas devem ter, de acordo com o *Energy Independence*

and Security Act dos Estados Unidos da América de 2007 [53]:

- Autorregeneração (*self-healing*) – capacidade de recuperar de situações de defeito e repor as funcionalidades;
- Tolerância a defeitos – resistência a ataques;
- Permitir integrar todos os tipos de produção e armazenamento, incluindo veículos *plug-in*;
- Permitir a otimização dinâmica dos recursos e da operação de rede e garantir cyber-segurança;
- Permitir a incorporação de *demand response*, de recursos dos consumidores e de recursos energéticos eficientes;
- Permitir um papel ativo dos clientes na operação da rede, fornecendo informação em tempo adequado, com opções de controle;
- Aumentar a confiabilidade, qualidade de serviço, segurança e eficiência da infraestrutura elétrica.

De modo a facilitar a leitura e uma visão clara do presente documento convém esclarecer alguns aspectos relativamente às REI:

- As REI dizem respeito às redes de transmissão e às redes de distribuição de energia elétrica. O conceito de *smart grid* diz respeito apenas às redes elétricas (e não às redes de gás);
- Não se pretende que as REI sejam “*super grids*”. Em termos de aparência podem não ser diferentes das redes atuais, contudo deverão permitir maior eficiência e eficácia;
- Embora os conceitos se confundam, o con-

ceito de REI é distinto do conceito de *smart metering*. O conceito de REI é mais abrangente, incluindo um amplo leque de tecnologias e soluções. Em última análise, pode haver REI sem *smart metering* e a existência de *smart metering* não concretiza a existência de uma REI;

- Uma REI acomoda todos os recursos energéticos centralizados e distribuídos (*Distributed Energy Resources* - DER), especificamente o uso intenso de:

- Produção distribuída e baseada em fontes renováveis
- Armazenamento
- Veículos elétricos (V2G)
- *Demand response*

A *smart grid* incorpora os meios necessários para gerir todos os recursos referidos de forma eficiente;

- Uma REI tem que respeitar:
 - Restrições técnicas e requisitos de segurança;
 - Restrições de mercado, resultados de negociação e contratos;
 - Funções e propriedade de cada *player* (por ex. propriedade dos dados);
 - Contratos entre *players*, incluindo contratos definidos a priori e contratos dinâmicos, sempre que possível.

A concretização prática de uma REI requer a utilização de equipamento e componentes adequados, incluindo:

- Sistemas de informação em tempo real;
- Sensores;
- Smart *metering*.

Requer ainda aplicações informáticas adequadas à concretização das respectivas funcionalidades e ao fornecimento dos serviços pretendidos. Para tal, terão que ser considerados:

- Sistemas inteligentes;
- Modelos Cyber-físicos;
- Percepção do contexto;
- Comportamento dinâmico;
- Aprendizagem automática.

A infraestrutura de suporte à operação das REI terá que suportar o equipamento e as aplicações informáticas necessárias bem como ser capaz de incluir modelos de negócio adequados, numa perspectiva de ambiente altamente dinâmico e competitivo que agrega um elevado número de *players* com características e funções diversas.

Embora tal não seja ainda uma realidade, nem sequer um objetivo importante de dos projetos em curso, a concretização prática do conceito de REI só poderá beneficiar do enorme potencial de aumento de eficiência que envolve assumindo o objetivo da passagem de um paradigma centrado na *utility* (*utility centric*) para um paradigma centrado no utilizador (*user centric*). Essa mudança de paradigma é intrinsecamente difícil, especificamente pelo fato do envolvimento das *utilities* do setor (produtores de eletricidade e operadores de redes de transmissão e de distribuição) terem atualmente um enorme peso económico e, conse-

quentemente, nos projetos de REI em curso.

Pela respectiva importância, destacam-se os documentos seguintes da ETP SmartGrids:

- Strategic Research Agenda 2035 (2012);
- Strategic Deployment Document for Europe's electricity networks of the future (2010);
- Strategic Research Agenda (2007);
- Vision and Strategy for European Electricity Networks of the Future (2006).

O conjunto de documentos referidos permite uma visão da estratégia da UE na área de REI ao longo do tempo.

São ainda de destacar os seguintes documentos:

- *Energy retailers perspective on the deployment of Smart Grids in Europe* (2011) [45]
- *Mapping & Gap Analysis of current European Smart Grids Projects, Report by the EEGI Member States Initiative: A pathway towards functional projects for distribution grids* (2012) [44].

O primeiro documento referido [45] é de autoria de um grupo de trabalho no âmbito da ETP SmartGrids e destaca o papel dos consumidores de energia no âmbito das REI, tendo como sub-título "*The Smart Grid is only a platform for a Smart Energy Ecosystem, in which Customers play the first violin*". Assim, reconhece-se a relevância do papel dos consumidores e afirma que "As mudanças significativas no panorama energético emergente (...) abrirão novas oportunidades na relação entre distribuidoras e consumidores. Isto inclui programas de *demand response*, (...), tarifas para veículos elétricos, etc. Tais programas devem ser

reconhecidos e apoiados de modo a garantir que as *smartgrids* beneficiem efetivamente os consumidores e não aumentem apenas o custo da sua fatura de eletricidade”.

O segundo documento [44] tem origem na *The European Electricity Grid Initiative* (EEGI) que é uma iniciativa industrial, integrada no *European Strategic Energy Technology Plan – SET-Plan* (http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/set_plan_en.htm), cujo objetivo é viabilizar a distribuição de até 35% de eletricidade produzida com base em FER, distribuídas e concentradas, até 2020.

A importância do documento reside no seu caráter de análise crítica uma vez que identifica lacunas nos projetos europeus na área das REI. O documento considera um total de 203 projetos que envolvem 22 países europeus. Tal documento será utilizado como referencia no capítulo 4 (Resultados).

7.2 SMART METERING NA EUROPA

O *smart metering* é considerado um passo essencial para a implementação prática do conceito de REI. Espera-se que a disponibilização eficaz de sistemas de *smart metering* permita fornecer aos consumidores de energia elétrica serviços adicionais e melhorados e assegurar a sua participação ativa nos mercados de eletricidade [50].

Tal como já foi referido, os conceitos de REI e de *smart metering* são por vezes erradamente assumidos como sinónimos, mas os documentos atualmente escritos sobre REI são em geral enfatizam a necessidade de os distinguir clara-

mente. Contudo, o *smart metering* domina claramente os investimentos feitos até ao presente em *smart grid* no que diz respeito ao *rollout* e mesmo a instalações piloto.

O próprio conceito de *smart metering* reformula-se à medida que os trabalhos no domínio de REI evoluem. Por exemplo, a CE publicou em 2010 uma nota interpretativa [40] relativa aos mercados varejistas (distribuidoras) para as Diretivas 2009/72/EC e 2009/73/EC que define o entendimento da CE de que um sistema de *smart metering* é aquele que permite comunicação bi-direcional entre o consumidor e o fornecedor/operador e que promove serviços que facilitam a eficiência energética nas habitações.

A Recomendação 2012/148/EU [41] relativa a *smart metering* esclarece que um sistema de *smart metering* deve ser definido por intermédio das funcionalidades que disponibiliza. Essa recomendação identifica, para o caso da eletricidade, dez requisitos funcionais que um sistema de *smart metering* deve disponibilizar, de forma a permitir benefícios adequados para os consumidores e para a rede, além de permitir a interoperabilidade técnica e garantir a privacidade e a segurança dos dados.

Os três pacotes de medidas legislativas da UE na área da energia, adotados entre 1996 e 2009, abordam o acesso ao mercado, a transparência e a regulamentação, a proteção dos consumidores, o apoio à interligação e os níveis adequados de fornecimento. Em abril de 2009 foi adotado o terceiro pacote legislativo que visa prosseguir a liberalização do mercado interno da eletricidade e do gás, alterando o segundo pacote. A diretiva relativa à eletricidade (2009/72/CE) revoga a Diretiva 2003/54/CE e a diretiva relativa ao gás natural. O

terceiro pacote de energia (03 de março de 2011) ainda não se encontra atualmente transposto nem integralmente aplicado em vários Estados-Membros.

O terceiro pacote legislativo impõe que os Estados-Membros assegurem a implementação de sistemas de *smart metering* para garantir benefícios aos consumidores a longo prazo. A implementação é condicionada ao resultado de uma análise de custo benefício. No caso específico da eletricidade, a meta é o *rollout* até 2020 de pelo menos 80% dos casos em que os resultados dessa análise forem positivos.

Os serviços da CE realizaram um *benchmarking* dos resultados das análises de custo benefício feitas. Os resultados do progresso da implementação de sistemas de *smart metering* por Estado (considerado a UE-27, o que corresponde a todos os Estados-Membros atuais com exceção da Croácia), a respectiva análise diante do previsto no terceiro pacote legislativo, bem como tópicos sobre lições aprendidas, boas práticas e recomendações são apresentados no documento publicado em junho de 2014 [42], sendo também importante a publicação que o acompanha [43].

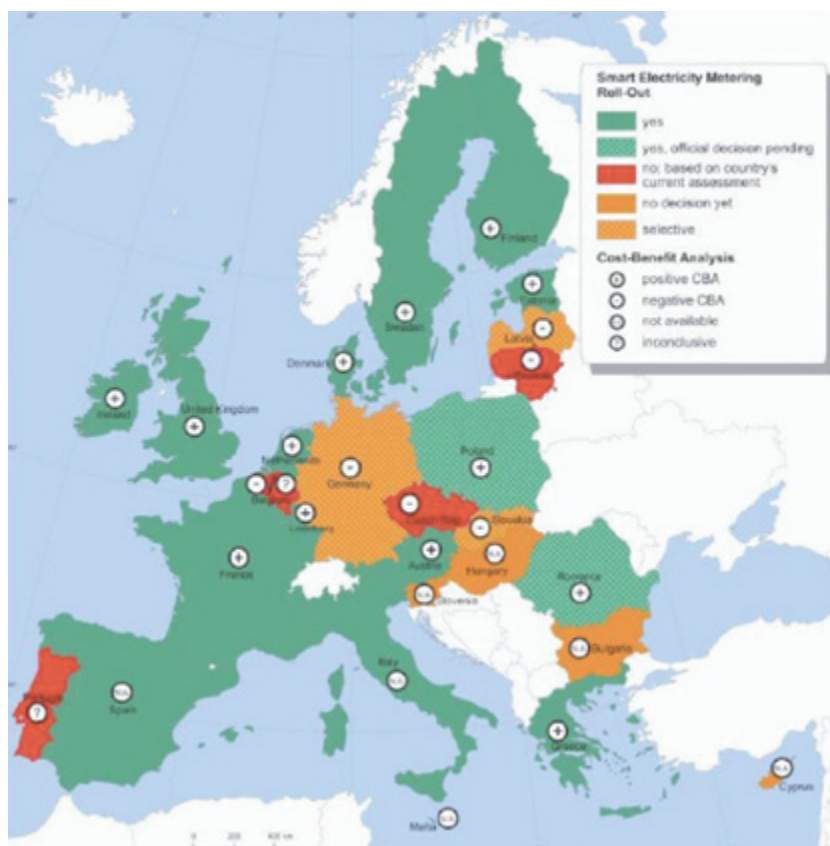
De acordo com os resultados encontrados [42], espera-se que aproximadamente 72% dos consumidores da UE-27 (o que corresponde a todos os Estados-Membros atuais com exceção da Croácia) estejam equipados com *smart metering* do consumo de eletricidade até 2020. Existiam na altura da aquisição dos dados quase 45 milhões de smart meters instalados em três Estados-Membros (Finlândia, Itália e Suécia) representando cerca de 23% das instalações previstas na UE em 2020. Estima-se um investimento global de 45 bilhões de Euros para a instalação até 2020 de

quase 200 milhões de *smart meters* de eletricidade (correspondendo aos 72% do número total de consumidores, como já referido).

O estado atual do progresso da instalação de *smart meters* reportado em [42] é o seguinte:

- 14 Estados-Membros (Áustria, Dinamarca, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Malta, Holanda, Espanha, Suécia e Reino Unido) atingirão *rollout* em ampla escala até 2020;
- Em dois Estados-Membros, Polónia e Romênia, os resultados da análise custo benefício foram positivos, mas as decisões relativas ao *rollout* estão ainda pendentes;
- Em sete Estados-Membros (Bélgica, República Checa, Alemanha, Letónia, Lituânia, Portugal e Eslováquia), os resultados das análises de custo benefício para *rollout* em ampla escala foram negativos ou inconclusivos, mas na Alemanha, Letónia e Eslováquia o *smart metering* foi considerado economicamente justificável para grupos específicos de consumidores;
- Em quatro Estados-Membros (Bulgária, Chipre, Hungria e Eslovênia), as análises custo benefício ou os planos de *rollout* ainda não estavam disponíveis;
- A grande maioria dos Estados-Membros já têm legislação relativa a *smart meters* de eletricidade, a qual enquadra legalmente o desenvolvimento dos sistemas de *smart metering* e/ou regula aspectos específicos como o desenvolvimento temporal do *rollout*, as especificações técnicas para os medidores, etc. Apenas cinco Estados-Membros (Bélgica, Bulgária, Hungria, Letónia e Lituânia) não têm legislação nessa área.

Figura 9 – Visão global dos resultados das análises Custo Benefício para o *rollout* de âmbito nacional até 2020, com base nos dados disponíveis em julho de 2013 [43].



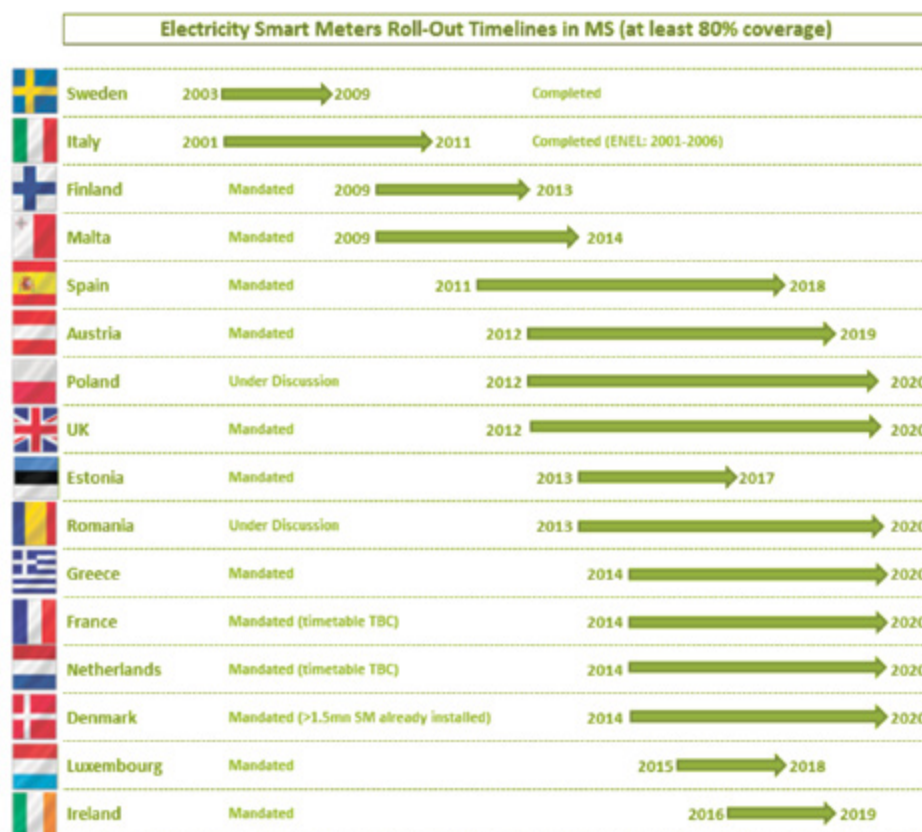
A Figura 9 [43] apresenta uma visão global dos resultados das análises Custo Benefício e das intenções dos Estados-Membros para o *rollout* para pelo menos 80% dos consumidores nacionais até 2020, com base nos dados disponíveis em julho de 2013.

A Figura 10 [43] apresenta o estado e o *timeline* relativos aos planos de *rollout* correspondentes aos 16 Estados-Membros que tomaram ou deverão tomar decisão positiva sobre esse mesmo *rollout* até 2020 para pelo menos 80% dos respectivos consumidores de eletricidade, com base nos dados disponíveis em julho de 2013.

O custo por ponto de medição difere substancialmente entre Estados-Membros, o que se pode justificar por condições e opções diferentes em

termos de infraestruturas de comunicação, das funcionalidades dos *smart meters*, das condições locais (geográficas, econômicas, etc.) e por metodologias diferentes na condução das análises de custo benefício. Os dados existentes permitem concluir que um sistema de *smart metering* pode custar em média 252 Euros por consumidor com um desvio padrão de 189 Euros. Considerando apenas os estados que efetuaram ou vão efetuar *rollout*, o preço médio é significativamente menor, baixando para 223 Euros com um desvio padrão de 143 Euros. Para os Estados que efetuaram ou vão efetuar o *rollout* até 2020, o benefício médio estimado por consumidor é de 309 Euros, com um desvio padrão de 170 Euros e estimam-se ainda poupanças de energia de 3%, com desvio padrão de 1,3%.

Figura 10 – Estado e *timeline* dos planos de *rollout* correspondentes aos 16 Estados- Membros que tomaram ou deverão tomar decisão positiva sobre esse mesmo *rollout* até 2020 para pelo menos 80% dos respectivos consumidores, com base nos dados disponíveis de julho de 2013 [43].



A Tabela 3 [42] apresenta um resumo estatístico dos parâmetros-chave relativos ao *rollout*.

Tabela 3. Resumo estatístico dos parâmetros chave relativos ao *rollout* [42]

	Range of Values	Average based on data from positively assessed cases
Discount rate	3.1 to 10%	5.7% +- 1.8% (70% ¹⁰)
Lifetime	8 to 20 years	15 +- 4 years (56%)
Energy saving	0 to 5%	3% +- 1.3% (67%)
Peak load shifting	0.8 to 9.9%	n.a.
Cost per metering point	£77 to £766	£223 +- £143 (80%)
Benefit per metering point	£18 to £654	£309 +- £170 (75%)
Consumer benefits (as % of total benefits)	0.6% to 81%	n.a.

As tabelas 4, 5 e 6 [43] apresentam os cenários utilizados para as análises de custo e benefício, respectivamente para os Estados-Membros que já completaram o *rollout*, para os que o completarão até 2020 e para os que tomaram decisão negativa sobre o *rollout*.

Tabela 4 – Cenários utilizados para a análise custo benefício pelos Estados-Membros que já completaram o rollout [43]

Member States already completed roll-out	Metering points in the country	Roll-out period Start Date	Roll-out period End Date	Penetration rate by 2020 (%)	Smart metering lifetime (years)
Finland	3300000	2009	2013	100%	15 - 25
Italy	36700000	2001	2011	99%	15 - 20
Sweden	5200000	2003	2009	100%	10

Member States already completed roll-out	Investment (CAPEX + OPEX, £ mn)	Total Benefit (%)	Consumer's benefit (%)	Energy savings (%)	Peak load shifting (%)	Discount rate used (%)
Finland	692	NA	NA	1 - 2%	2%	NA
Italy	3400	6400	NA	NA	NA	4.5%
Sweden	1500	1677	19.7%	1 - 3%	NA	NA

Tabela 5 – Cenários utilizados para a análise custo benefício pelos Estados-Membros que completarão o rollout até 2020 [43]

Members States rolling out smart metering	Metering points in the Country	Roll-out period Start Date	Roll-out period End Date	Penetration rate by 2020 (%)	Smart metering lifetime (years)
Austria	5700000	2012	2019	95%	15
Denmark	3280000	2014	2020	100%	10
Estonia	709000	2013	2017	100%	15
France	35000000	2014	2020	95%	20
Greece	7000000	2014	2020	80%	15
Luxembourg	260000	2015	2018	95%	20
Malta	260000	2009	2014	100%	11
Poland	16500000	2012	2022	80%	8
Romania	9000000	2013	2022	80%	20
Spain	27768258	2011	2018	100%	15

Members States rolling out smart metering	Investment (CAPEX + OPEX £ mn)	Total Benefit (£ mn)	Consumer's benefit (%)	Energy savings (%)	Peak Load shifting (%)	Discount rate used (%)
Austria	3195	3539	78.5%	3.5%	2.5%	4.2%
Denmark	310	322	NA	2%	8.4%	5%
Estonia	110	191	NA	NA	NA	6.7%
France	4500	NA	NA	NA	NA	NA
Greece	1733	2443	80.7%	5%	5%	8.0%
Luxembourg	35	40	17%	3.6%	5%	8.5%
Malta	20	NA	NA	5%	NA	NA
Poland	2200	2330	NA	1%	1%	NA
Romania	712	552	NA	3.8%	NA	7.5%
Spain	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabela 6 – Cenários utilizados para a análise custo benefício pelos Estados-Membros que não completarão o *rollout* de âmbito nacional até 2020 [43]

Members States NOT rolling out smart metering yet	Metering points in the Country	Roll-out period Start Date	Roll-out period End Date	Diffusion rate by 2020 considered in CBA (%)	Expected diffusion rate by 2020 (%)	Smart metering lifetime (years)
Belgium	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Czech Republic	5700000	2020	2026	100%	1%	12
Germany	47900000	2014	NA	23%	23%	13
Latvia	1089109	2015	2017	23%	23%	12
Lithuania	1600000	2014	2020	80%	NA	15
Portugal	6500000	2014	2022	80%	NA	15
Slovak Republic	2625000	2013	2020	23%	23%	15

Members States NOT rolling out smart metering yet	Investment (CAPEX + OPEX £ mn)	Total Benefit (£ mn)	Consumer's benefit (%)	Energy savings (%)	Peak Load shifting (%)	Discount rate used (%)
Belgium	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Czech Republic	4367	2,735	0.6%	0.0%	1.2%	6.1%
Germany	6493	5,865	47%	1.2%	1.3%	3.1%
Latvia	76	4.4	2% - 5%	2% - 5%	NA	6.6% - 6.9%
Lithuania	254	128	26%	2.3%	4.5%	5.5%
Portugal	640	1,316	69%	3.0%	2.0%	10.0%
Slovak Republic	69	71	69%	1.0%	2.0%	6.04%

Tabela 7 [43] apresenta os custos e benefícios considerados pelos Estados-Membros para as análises custo benefício.

Tabela 7 – Custos e benefícios considerados pelos Estados-Membros para as análises custo benefício [43]

Members States already completed roll-out	Cost per Metering Point	Benefit per Metering Point
Finland	£210	NA
Italy	£94	£176
Sweden	£288	£323

Members States rolling out smart metering in ELE and GAS jointly	Cost per Metering Point	Benefit per Metering Point
Ireland	£473	£551
Netherlands	£220	£270
United Kingdom - GB	£161	£377

Members States rolling out smart metering	Cost per Metering Point	Benefit per Metering Point
Austria	£590	£654
Denmark	£225	£233
Estonia	£155	£269
France	£135	NA
Greece	£309	£436
Luxembourg	£142	£162
Malta	£77	NA
Poland	£167	£177
Romania	£99	£77
Spain	NA	NA

Members States NOT rolling out smart metering	Cost per Metering Point	Benefit per Metering Point
Belgium	NA	NA
Czech Republic	£766	£499
Germany	£546	£493
Latvia	£302	£18
Lithuania	£123	£82
Portugal	£99	£202
Slovak Republic	£114	£118

A Tabela 8 [43] apresenta um resumo dos aspectos principais relativos à forma como é feito o *rollout* dos *smart meters* para os Estados-Membros que decidiram fazer o respectivo *rollout* para pelo menos 80% dos pontos de medição.

Tabela 8 – Resumo dos principais aspectos relativos à forma como é feito o *rollout* dos *smart meters* para os Estados-Membros que decidiram fazer o respectivo *rollout* para pelo menos 80% dos pontos de medição [43]

Wide-scale roll-out (at least 80% of consumers by 2020)	Metering Market	Deployment Strategy	Responsible party - implementation and ownership	Responsible party - access to metering data	Financing of roll-out
Austria	Regulated	Mandatory	DSO	DSO	Metering & Network tariffs
Denmark	Regulated	Mandatory	DSO	Central Hub	Network Tariffs
Estonia	Regulated	Mandatory	DSO	Central Hub	Network Tariffs
Finland	Regulated	Mandatory	DSO	DSO	Network Tariffs
France	Regulated	Mandatory	DSO*	DSO	NA
Greece	Regulated	Mandatory	DSO	DSO	NA
Ireland	Regulated	Mandatory	DSO	DSO	Network Tariffs
Italy	Regulated	Mandatory + Voluntary	DSO	DSO	DSO resources + network Tariffs
Luxembourg	Regulated	Mandatory	DSO	DSO	Network Tariffs
Malta	Regulated	Voluntary	DSO	DSO	Network Tariffs
Netherlands	Regulated	Mandatory w/ opt -out	DSO	DSO	Network Tariffs
Poland	Regulated	Mandatory	DSO	Central Hub	Network Tariffs
Romania	Regulated	Mandatory	DSO	DSO	Network Tariffs
Spain	Regulated	Mandatory	DSO	DSO	Network Tariffs + SM rental
Sweden	Regulated	Voluntary	DSO	DSO	DSO resources + network tariffs
United Kingdom - GB	Competitive	Mandatory	Supplier	Central Hub	Funded by suppliers

A Tabela 9 [43] apresenta um resumo dos aspectos principais relativos de desenvolvimento dos *smart meters* para os Estados-Membros que decidiram não fazer o respectivo *rollout* para pelo menos 80% dos pontos de medição.

Tabela 9 – Resumo dos aspectos principais relativos de desenvolvimento dos *smart meters* para os Estados-Membros que decidiram não fazer o respectivo *rollout* em larga escala (para pelo menos 80% dos pontos de medição) [43]

No wide scale roll-out yet (at least 80% of consumers by 2020)	Metering Market	Deployment Strategy	Responsible party - implementation and ownership	Responsible party - access to metering data	Financing of roll-out
Belgium	Regulated	NA (no roll-out yet)	DSO	DSO	NA
Bulgaria	NA	NA (no roll-out yet)	NA	NA	NA
Cyprus	Regulated	NA (no roll-out yet)	DSO	DSO	NA
Czech Republic	Regulated	NA (no roll-out yet)	DSO	Central Hub	NA
Germany	Competitive	NA (no roll-out yet)	Meter operator or DSO	Meter operator or DSO	NA
Hungary	NA	NA (no roll-out yet)	NA	NA	NA
Latvia	Regulated	NA (no roll-out yet)	DSO	DSO	Network Tariffs
Lithuania	Regulated	NA (no roll-out yet)	DSO	DSO	Network Tariffs
Portugal	Regulated	NA (no roll-out yet)	DSO	DSO	DSO resources + network Tariffs
Slovak Republic	Regulated	NA (no roll-out yet)	DSO	DSO / Central Hub	DSO resources + network Tariffs
Slovenia	NA	NA (no roll-out yet)	NA	DSO	NA

7.2.1 PROJETO METER-ON

Pelo seu caráter específico, refere-se neste documento, de forma destacada, o projeto Meter-ON (<http://www.meter-on.eu>). O Meter-ON é uma ação de coordenação e apoio para orientar a implementação de soluções de *smart metering* na Europa. O projeto tem como objetivos otimizar e acelerar a adoção de tecnologias e infraestruturas de *smart metering* na Europa por meio da obtenção das experiências de maior sucesso nessa área e da identificação das condições que permitiram esse sucesso.

O consórcio do Meter-ON é liderado pela EDSO4SG – *European Distribution System Operators for Smart-Grids* (<http://www.edsoforsmartgrids.eu>). Atualmente a EDSO4SG representa 33 empresas distribuidoras de energia elétrica que operam em 17 países da UE e que abrangem 70% dos consumidores europeus. Sete dessas empresas têm um papel especialmente relevante no Meter-ON:

- Enel Distribuzione S.P.A.
- Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.
- Electricite Reseau Distribution France
- Union Fenosa Distribución S.A.
- Enel Distributie Muntenia S.A.
- Endesa Distribución Eléctrica S.L.
- EDP Distribuição Energia S.A.

Além da EDSO4SG, o consórcio do Meter-On inclui ainda os seguintes parceiros:

- Ricerca sul Sistema Energetico – RSE SpA (Itália)

- Zabala Innovation Consulting, S.A. (Espanha)
- CEIT Alanova Gemeinnutzige GmbH (Austria)
- ENERGYLAB –Fondazione ENERGYLAB Laboratorio Dell'Energia (Itália).

Com base em experiências anteriores, o Meter-ON propõe disponibilizar uma plataforma aberta com recomendações claras sobre como ultrapassar as barreiras técnicas e as dificuldades regulatórias dispostas. Pretende-se, assim, apoiar operadores de redes de distribuição, reguladores, tomadores de decisão, a indústria atuante na área do *smart metering* e quaisquer outras entidades interessadas na área.

A Figura 11, retirada de <http://www.meter-on.eu>, apresenta o esquema geral de funcionamento do projeto.



Figura 11 – Esquema geral de funcionamento do projeto
Meter-ON [<http://www.meter-on.eu>].

O projeto disponibiliza em sua página na *internet* um mapa interativo com informação sobre os projetos de *smart metering* que forneceram informação. Atualmente pode-se acessar informações sobre 21 projetos Europeus em 15 Países. A Tabela 10 resume a informação sobre tais projetos, estando marcados a ***bold*** (negrito) os 12 projetos com um número de *smart meters* instalados igual ou superior a 100.000. Tais projetos estão implementados, com o objetivo de *rollout* do *smart metering*, nos seguintes países: um na Dinamarca, quatro na Espanha, um na Finlândia, um na França, dois na Holanda, um na Itália, um na Polônia e um na Suécia. Destaca-se, pelo elevado número de medidores instalados, o projeto da empresa Fortum Sähkösiirto Oy, na Finlândia, com 32 milhões de medidores instalados. Considerando o número de medidores instalados, o projeto da ENDESA, em Espanha, ocupa o segundo lugar com 2,9 milhões de medidores instalados e o projeto da Vattenfall Eldistribution AB, na Suécia, ocupa o terceiro lugar, com mais de 800 mil medidores instalados. Os restantes projetos correspondem a um número de medidores instalados igual ou inferior a 500 mil.

Tabela 10 – Informação sobre os projetos de *smart metering* Europeus reportados pelo Meter-ON [<http://www.meter-on.eu>]

NOME DO PROJETO	PAÍS	EMPRESA LÍDER	ESCALA/ OBJETIVO	Nº DE MEDIDORES A INSTALAR	Nº DE MEDIDORES INSTALADOS
E- Spirit Smart Me- tering	Áustria	Energie Steiermark AG - Stromnetz Steiermark GMBH	Piloto e Rollout	400.000	-
Smart Metering	Áustria	EVN AG	Piloto	-	590
Smart Metering Proof of Concept	Bélgica	Eandis CVBA	Piloto e Rollout	40.000	6.300er
Smart Metering in Risk Areas	Bulgária	EVN Bulgaria	Piloto e Rollout	75.000	67.440
NRGi Smart meter project	Dinamarca	NRGi	Rollout	-	215.000
Iberdrola Castellon Smart Grid Deployment	Espanha	IBERDROLA	Rollout	10.000.000	100.000
HC Distribución Roll out	Espanha	Hidrocantabri-co	Rollout	729.000	150.000
Smart metering project	Espanha	ENDESA	Rollout	13.000.000	2.900.000
Itac@	Espanha	Gas Natural Fenosa	Rollout	4.050.000	500.000
Fortum AMM Finland	Finlândia	Fortum Sähkönsiirto Oy	Rollout	-	32.000.000
Linky	França	EDF	Piloto e Rollout	35.000.000	300.000
Smart Metering Project	Holanda	Enexis BV	Rollout	3.600.000	355.000
Smart Metering Liander	Holanda	Liander	Rollout	4.000.000	400.000
Smart Synergy Project	Hungria	EDF DÉMÁSZ	Piloto	-	3.330
Telegestore	Itália	ENEL	Rollout	-	32.000.000
Promoting energy ef- ficiency in households using smart technology	Letônia	LATVENERGO and SADALES TIKLS	Demonstração e Piloto	-	500
AMI PROJECT ENERGA OPERATOR	Polónia	ENERGA-OPERATOR SA	Piloto e Rollout	-	100.705
Inovgrid	Portugal	EDP	Demonstração	100.000	30.000
Enel AMM pilot test	Roménia	ENEL D.	Piloto	-	864
Smart Grid Sundsvall elnät AB	Suécia	Sundsvall elnät AB	Rollout	-	27.500
AMRELVA	Suécia	Vattenfall Eldistribution AB	Rollout	-	824.160

O conjunto dos 21 projetos corresponde a um total de quase 70 milhões de *smart meters* instalados (69.981.389) em 15 Países. Os 12 projetos de maior dimensão, já referidos anteriormente, totalizam 69.844.865 de medidores instalados em oito países. Os nove projetos restantes, de menor dimensão, são responsáveis, no seu conjunto, por menos de 150 mil *smart meters* instalados (136.524) em oito países. A Suécia é o único país com projetos nos dois grupos: o projeto da empresa Sundsvall elnät AB, com 27.500 *smart meters* instalados, no grupo de projetos de menor dimensão, e o projeto da empresa Vattenfall Eldistribution AB, com 824.160 *smart meters* instalados, no grupo de projetos de maior dimensão.

As figuras 12 e 13, retiradas de <http://www.meter-on.eu>, apresentam o *timeline* dos projetos cuja informação foi recolhida pelo Meter-ON, respectivamente na primeira e na segunda fases de obtenção de informação. Detalhes adicionais sobre cada um dos projetos estão disponíveis nos produtos *D1.3 Smart metering projects* e *D1.4 Smart metering projects – Update 1*, respectivamente para a primeira e para a segunda fase de obtenção de informação.

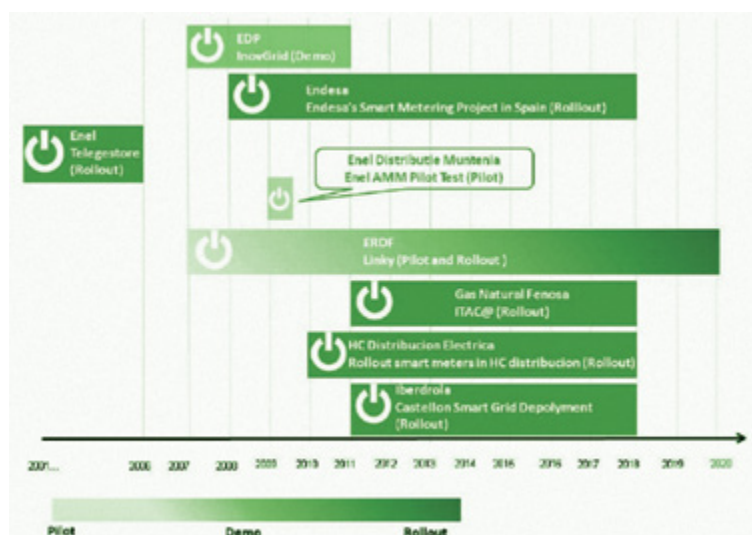


Figura 12 – Timeline dos projetos cuja informação foi obtida na primeira fase do Meter-ON [<http://www.meter-on.eu>].

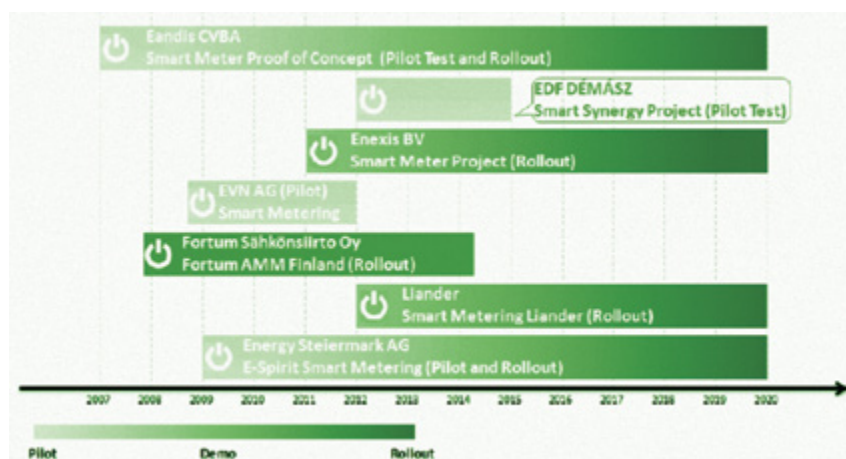


Figura 13 – Timeline dos projetos cuja informação foi recolhida na primeira fase do Meter-ON [<http://www.meter-on.eu>].

A terceira fase de obtenção de informação diz respeito a projetos dos seguintes países europeus: Bulgária, Dinamarca, Letônia, Polônia e Suécia. O produto *D1.5 Smart Metering Projects – Update 2*, ainda não publicado até ao momento atual, apresentará detalhes sobre o conjunto de projetos referentes à terceira fase, que inclui informações sobre o Brasil.

No final da terceira fase de obtenção de informação, os 21 projetos Europeus identificados e implementados em 16 países europeus constituem um conjunto representativo do estado atual de instalação de *smart metering* na Europa, cobrindo uma ampla área geográfica do continente europeu. Tal conjunto de projetos corresponderá, quando sua concretização estiver completa, a um conjunto de mais de 136 milhões de *smart meters* instalados na Europa.

Além da informação disponibilizada sobre os projetos, o projeto Meter-ON disponibiliza ainda, no respectivo sítio na internet, os produtos *D3.1 Lessons learned* e *D3.4 Recommendations*. As conclusões do projeto no que diz respeito aos modelos de negócio viáveis deverão ser apresentadas no produto D3.6 cuja publicação deverá ocorrer ainda durante o mês de julho de 2014.

7.3 PROJETOS DE REI NA EUROPA

7.3.1 INVENTÁRIO DO JOINT RESEARCH CENTRE (JRC)

O *Joint Research Centre* – JRC [<https://ec.europa.eu/jrc/>] é o serviço da Comissão Europeia para a área da ciência, sendo a sua missão principal

realizar investigação que permita fornecer aconselhamento científico independente para apoiar a política Europeia. O *Institute for Energy and Transport* (IET) atua na área da energia e dos transportes, disponibilizando no respectivo sítio na internet [<https://ec.europa.eu/jrc/en/institutes/iet>] informação relevante. O JRC inclui uma linha dedicada a *Smart Electricity Systems and Interoperability* [<http://ses.jrc.ec.europa.eu>] com trabalho significativo na área de REI.

Pode-se encontrar *online* [<http://ses.jrc.ec.europa.eu/smart-grids-observatory>] informação sobre os projetos de REI na Europa, especificamente informação relativa ao *Smart Grid Projects Outlook 2014*. O instituto disponibiliza *online* informação gráfica interativa que permite visualizar informação sobre REI, incluindo um mapa interativo relativo aos projetos de REI na Europa.

O relatório recentemente publicado [50] inclui o inventário de 2014 dos projetos de REI e de *smart metering* na Europa, reportando 459 projetos dos 28 Estados-Membros (EU28) e da Suíça e Noruega. Foram considerados elegíveis para inclusão no inventário os projetos que tenham envolvimento de pelo menos um parceiro da EU28. Como resultado, foram catalogados projetos que envolvem um total de 47 países.

Trata-se de projetos iniciados a partir de 2002 até ao presente, correspondendo a €3,15 bilhões de investimento. O inventário dos projetos Europeus que decorrem na Europa tem vindo a ser feito de forma periódica. Os resultados recentemente publicados são resultado do estudo feito pelo JRC em colaboração com a *European Commission Directorate-General for Energy* (ENER), tendo como ponto de partida os dois inventários anteriormente realizados, desde 2011 [48], [49].

O trabalho agora publicado não pode ser comparado diretamente com os relatórios anteriores, devido essencialmente às razões seguintes:

- São catalogados no relatório atual projetos antigos não reportados nos relatórios anteriores, pois não havia, quando da realização desses relatórios, informação suficiente. Relata-se que a informação necessária, em alguns casos, só é disponibilizada bastante tempo depois do início dos projetos e, algumas vezes, apenas depois da respectiva conclusão. Pela razão aqui apontada, o presente relatório deverá também ter falhas no que diz respeito à inclusão de projetos que, embora se encontrem atualmente em curso, não disponibilizaram ainda informação suficiente para permitir a respectiva inclusão no catálogo;
- Alguns projetos sofreram alterações durante a sua execução, por exemplo em termos de orçamento e de datas de conclusão, tendo a informação previamente incluída em relatórios anteriores sido atualizada no presente relatório.

A Figura 14 apresenta um resumo da informação de carácter geral sobre os projetos de REI na Europa catalogados no inventário de 2014 [50].

NUMBER	BUDGET	ORGANISATIONS	IMPLEMENTATION SITES
Total: 459 projects in 47 countries	TOTAL: 3.15 billion £	Total: 1670 organisations	Total: 578 sites
422 with budget information	Average: 75 million £	2900 participations	33 countries
287 national projects (73 projects having more than one partner)	221 ongoing projects: 2 billion £ (with an average of 9 million £ per project)	Involved in more than one project: 700 organisations	Average: 3 site per project
172 multinational projects (with an average of 6 countries per project)	238 completed projects: 1.15 billion £ (with an average of 5 million £ per project)	Most active company: 45 projects (from Denmark)	Most sites: Germany (77) and Italy (75)
Average project duration: 33 months	Largest investments: France and UK	Most active organisation types: Universities/Research centres/Consultancies and DSOs	Biggest number of sites per project: 30 sites
		Average: 6 partners per project	

Figura 14 – Informação resumida sobre os projetos de REI na Europa catalogados no inventário de 2014 [50].

O inventário completo dos projetos de REI considerados pode ser encontrado no Anexo III (páginas 138 a 153) da referência [50]. Tal anexo inclui, além dos projetos analisados ao longo do relatório um conjunto adicional de projetos adicionados depois da análise aos restantes ter sido concluída. Para tais projetos apenas é indicado o respectivo nome e anos de execução. Para os projetos restantes, analisados no relatório, além do nome e anos de execução, é ainda indicada a informação seguinte: estado de desenvolvimento, número de participantes, países participantes e áreas de atuação. Relativamente às áreas de atuação, são consideradas as seguintes:

- Gestão inteligentes de redes
- Integração de recursos energéticos distribuídos
- Integração intensa de fontes renováveis de energia
- Agregação
- Consumidor inteligente e casa inteligente
- *Smart metering*
- Outras.

Os resultados publicados têm por base um questionário de agosto de 2013, tendo sido consideradas as respostas recebidas até janeiro de 2014, a menos que não tenha sido possível esclarecer dúvidas existentes. A informação obtida por intermédio das respostas ao questionário foi complementada com informação obtida *online* e em conferências e workshops acerca dos projetos. Foi ainda pedida informação adicional aos coor-

denadores dos projetos. A informação obtida foi verificada de várias formas, incluindo nos sítios na internet dos projetos e das respectivas instituições líder. Dúvidas e discrepâncias detectadas foram esclarecidas com as instituições líder dos projetos.

Convém referir que se considera natural a existência de projetos adicionais recentes, especificamente iniciados em 2013, que não tenham sido possíveis identificarem e reportar no referido estudo, o que explica, aliás, a diminuição do investimento relatada no estudo de 2012 para 2013.

O estudo reporta cerca de 210 projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) com um orçamento total que se aproxima dos €830 milhões e cerca de 250 projetos de demonstração com um orçamento total de cerca de €2,3 bilhões. O orçamento médio por projeto é cerca de €7,5 milhões e a duração média de 33 meses. Cerca de metade dos projetos reportados encontram-se ainda em execução e correspondem a um orçamento de mais de €2 bilhões. Os projetos reportados têm parceiros de natureza diversa, incluindo parceiros académicos, operadoras de redes de transmissão, operadoras de redes de distribuição, fabricantes de equipamentos, empresas na área das tecnologias da informação e das comunicações. Foram identificadas 1670 instituições envolvidas nos projetos reportados, estando 22% dessas envolvidas em mais do que um projeto. O estudo inclui 172 projetos com participação de mais do que um país, correspondendo a 37% do total, aos quais corresponde um orçamento de €1,35 bilhões, correspondendo a 43% do orçamento total.

7.3.1.1 INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES NOS PROJETOS DE REI INVENTARIADOS PELO JOINT RESEARCH CENTRE

Os 459 projetos analisados em [50] têm uma média de nove instituições participantes e um máximo de 77. Do total, 160 projetos apresentam um número de participantes superior à média. As instituições participantes são classificadas nos seguintes tipos [50]:

- Operadoras de redes de distribuição de energia elétrica
- Operadoras de redes de transmissão de energia elétrica
- Universidades, centros de pesquisa e consultoras
- Empresas de tecnologias da informação e de telecomunicações (TIC)
- Empresas diversas, incluindo empresas fabricantes de equipamentos e empresas que fornecem serviços de engenharia e novas soluções tecnológicas, que atuam em áreas distintas da área das REI e do setor energético
- Empresas do setor energético, excluindo as operadoras de redes de distribuição e de transmissão e as empresas geradoras
- Empresas geradoras de energia elétrica
- Municípios, autoridades públicas e governos
- Outras instituições.

Figura 15 [50] apresenta o valor total de investimento em projetos de REI, por tipo de instituição. O gráfico da esquerda refere-se a valores de investimento total e o gráfico da direita a valores de investimento privado.

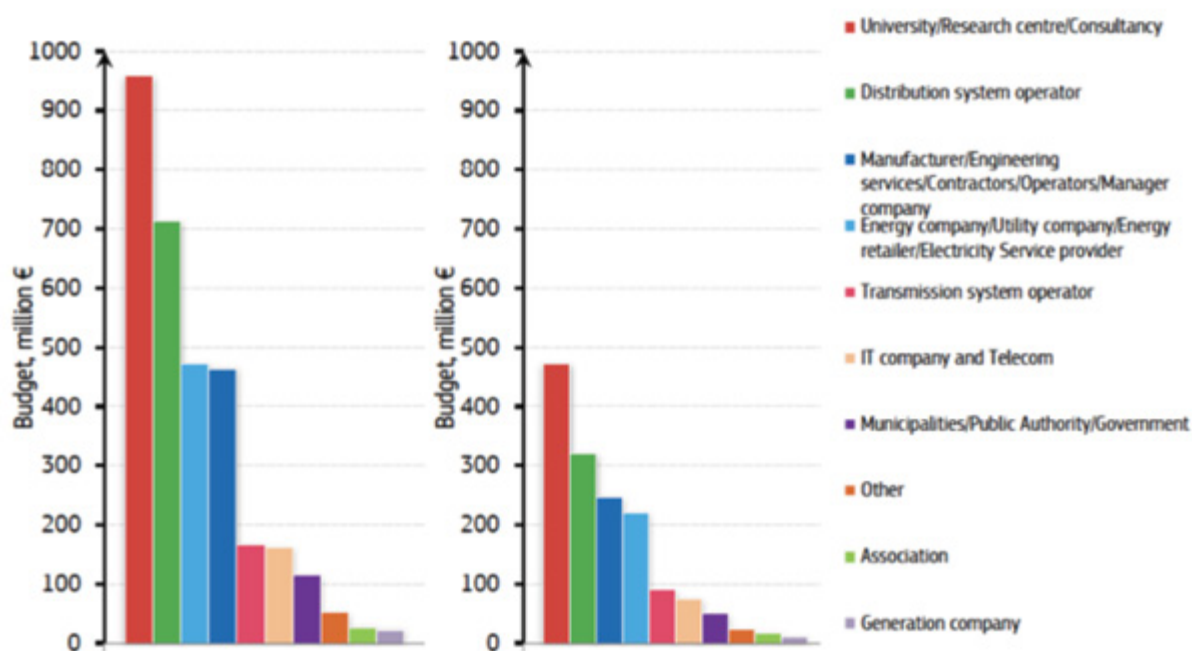



Figura 15 – Investimento em projetos de REI, por tipo de instituição. O gráfico da esquerda refere-se a valores de investimento total e o gráfico da direita a valores de investimento privado [50].



Com base na Figura 15 pode-se concluir que as universidades, centros de pesquisa e consultorias apresentam o maior investimento, tanto no total quanto no privado, sendo seguidas pelas operadoras de redes de distribuição. Em seguida, aparecem as empresas do setor energético e as empresas diversas.

Verifica-se que:

- Mais de 60% dos projetos de REI têm pelo menos uma instituição do tipo universidade/centro de pesquisa/consultora;
- As empresas diversas estão presentes em cerca de 40% dos projetos;
- As empresas do setor energético e as operadoras de redes de distribuição estão ambas presentes em cerca de 35% dos projetos e;
- As empresas do setor das TIC estão presentes em 25% dos projetos.

Para efeitos da participação em projetos de REI, o relatório [50] contabiliza 1670 entidades de 47 Países e um total de 2900 participações. O número de participações contabilizado é bastante superior ao número de entidades participantes, uma vez que cada entidade pode participar em mais do que um projeto. Verifica-se que apenas 22% das entidades participam em mais do que um projeto e que a participação total dessas entidades corresponde a 55% do total de participações. Os resultados do inventário realizado permitem

A Figura 16 [50] fornece informação adicional sobre valores percentuais no que diz respeito ao estado de desenvolvimento dos projetos e ao investimento por tipo de instituição.

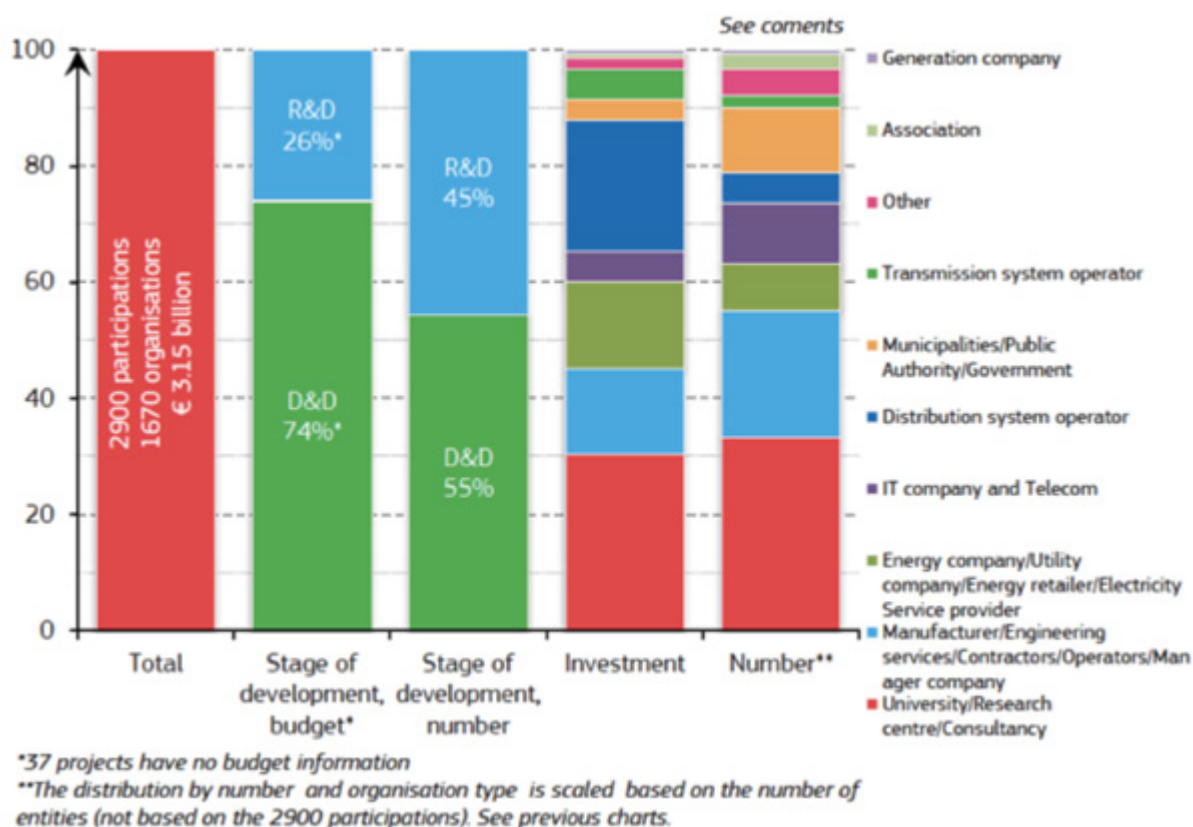


Figura 16 – Valores percentuais respeitantes ao estado de desenvolvimento dos projetos e ao investimento por tipo de instituição [50].

De acordo com os dados recolhidos pelo estudo do JRC o valor total do investimento em projetos de REI é de €3,15 bilhões, sendo a maior parte (74%) correspondente a projetos de desenvolvimento e demonstração e os restantes 26% do investimento referem-se a projetos de pesquisa e desenvolvimento. A Figura 17 [50] apresenta os valores absolutos e percentuais relativos aos dois tipos de projetos para os anos entre 2004 e 2013.

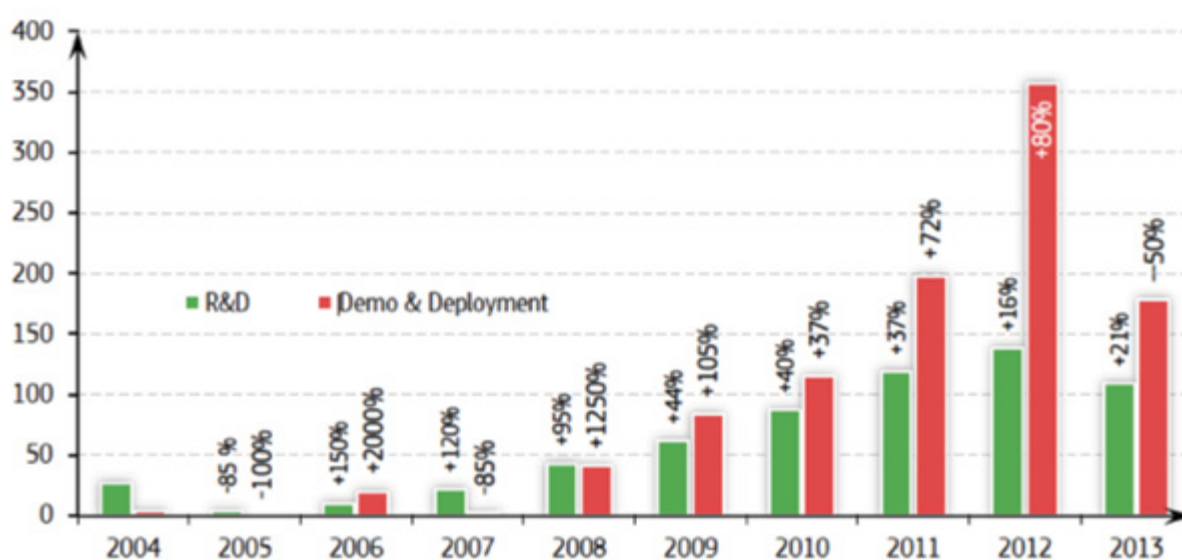


Figura 17 – Valores absolutos e percentuais relativos a projetos de desenvolvimento e demonstração e de pesquisa e desenvolvimento para os anos entre 2004 e 2013 [50].

É relevante fazer uma análise da distribuição geográfica dos projetos de REI na Europa. A Figura 18 [50] apresenta a distribuição geográfica das instituições envolvidas em projetos de REI; a figura da esquerda refere-se à totalidade dos projetos, a figura do centro aos de pesquisa e desenvolvimento e a da direita aos de desenvolvimento e demonstração.



Figura 18 – Distribuição geográfica das instituições envolvidas em projetos de REI [50].

A Figura 19 [50] apresenta, tal como a anterior, a distribuição geográfica das instituições envolvidas em projetos de REI, porém corrigida de acordo com o orçamento total relativo a cada instituição; a figura da esquerda refere-se à totalidade dos projetos, a figura do centro aos de pesquisa e desenvolvimento e a da direita aos de desenvolvimento e demonstração.

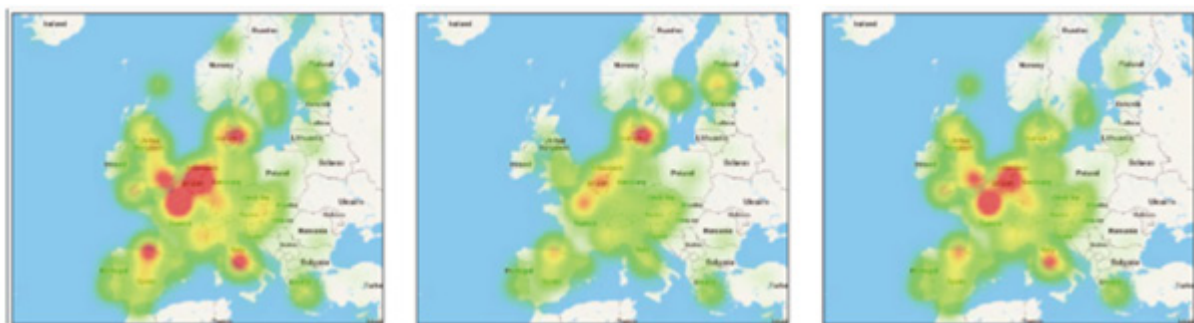


Figura 19 – Distribuição geográfica das instituições envolvidas em projetos de REI, considerando o orçamento total [50].

As figuras 18 e 19 apresentam distribuições geográficas semelhantes. Pode concluir-se que as densidades mais elevadas de participação em projetos de REI se situam de Paris para norte abrangendo a Bélgica, o sul da Holanda e a parte oeste da Alemanha, a parte leste da Dinamarca, a região de Londres, as partes norte e centro de Espanha, o norte de Itália e a região de Roma e ainda a parte leste da Áustria [50].

Copenhague e Viena, assim como a zona entre Paris – norte da Bélgica – sul da Holanda – parte oeste da Alemanha apresentam um foco mais intenso em projetos de pesquisa e desenvolvimento. A densidade mais elevada para projetos de desenvolvimento e demonstração situa-se no norte de Itália, Londres e numa grande parte da Alemanha.

A Figura 20 [50] apresenta o número de instituições participantes por país, dividida pelos diversos tipos de instituição considerados.

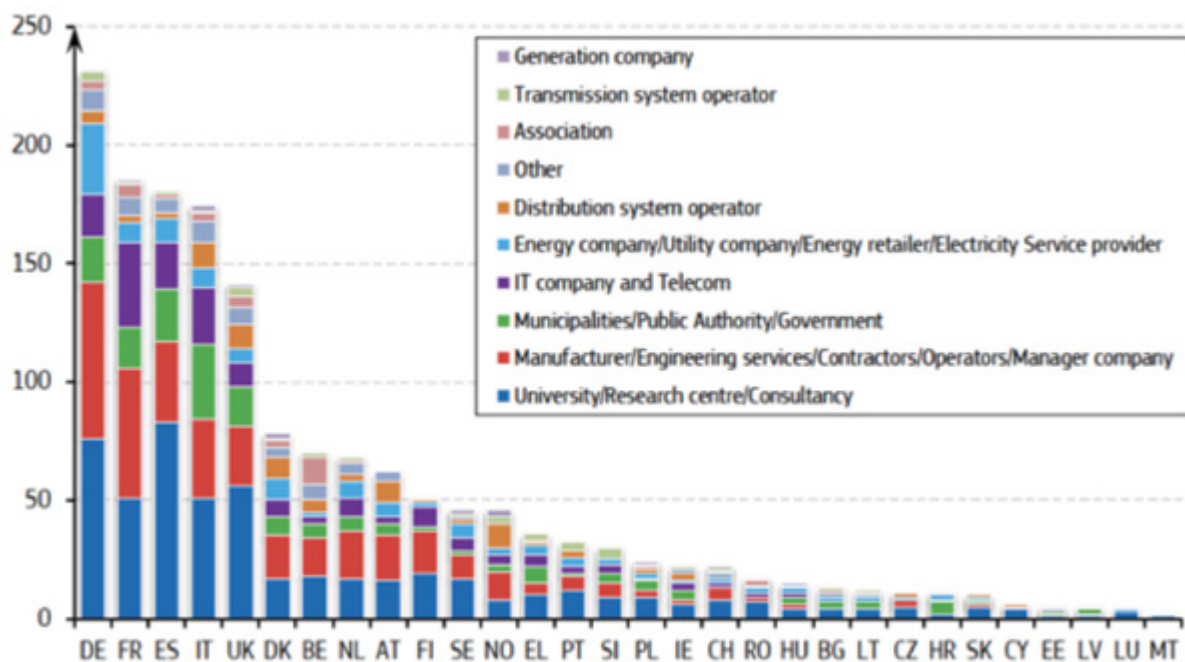


Figura 20 – Número de instituições participantes por país, divididas pelos diversos tipos de instituição considerados [50].

A Figura 21 [50] apresenta a distribuição do investimento por tipo de instituição e por país.

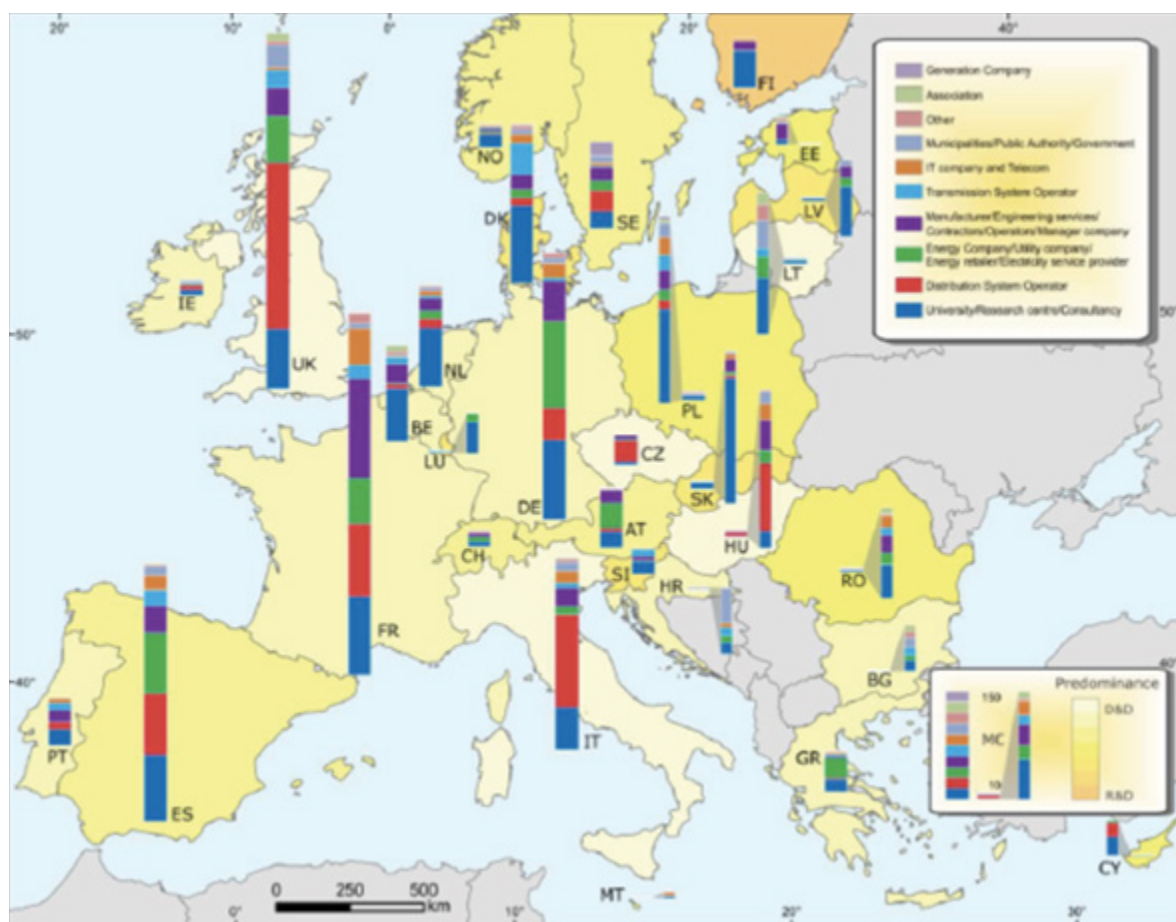


Figura 21 – Distribuição do investimento por tipo de instituição e por país [50].

A Figura 22 [50] apresenta a distribuição do investimento por tipo de instituição e por área de aplicações dos projetos.

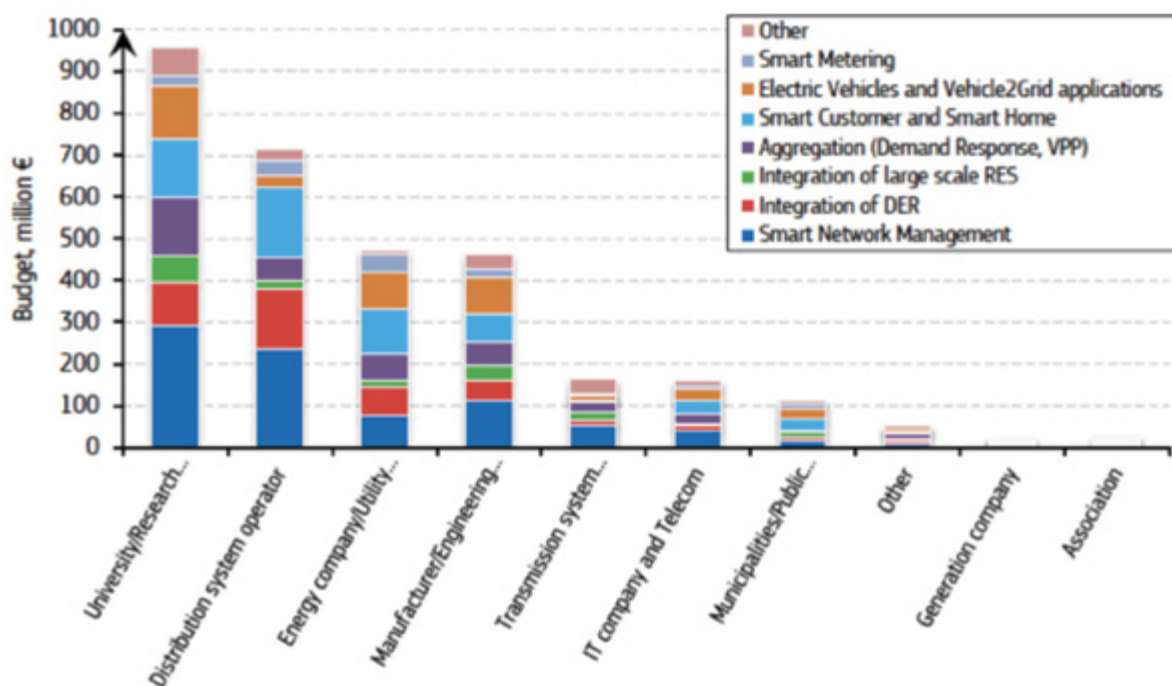


Figura 22 – Distribuição do investimento por tipo de instituição e por área de aplicações dos projetos [50].

A Figura 23 [50] apresenta a distribuição do investimento por tipo de aplicação e por país.

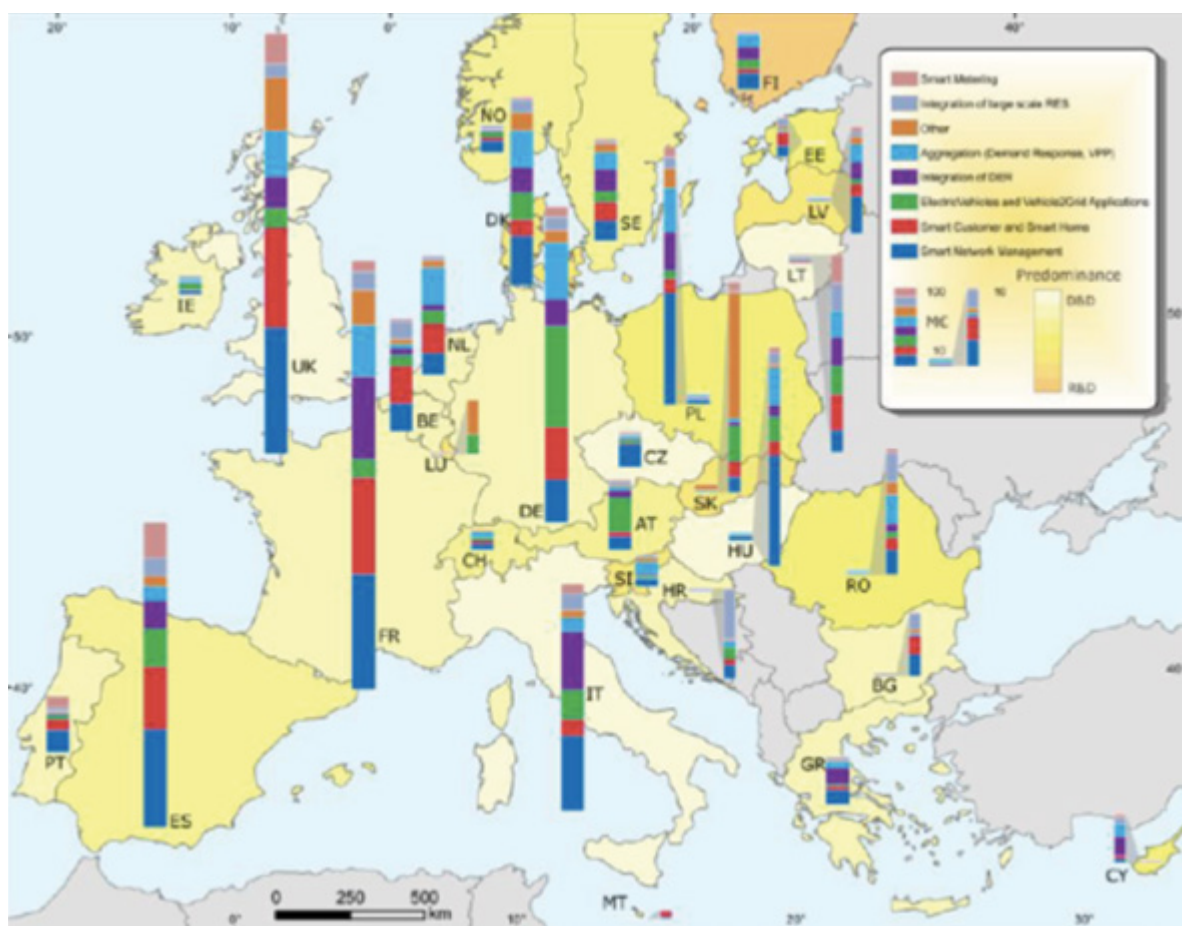


Figura 23 – Distribuição do investimento por tipo de aplicação e por país [50].

7.3.1.2 PROJETOS INICIADOS EM 2013-2014

O inventário relatado em [50] identificou 42 projetos iniciados em 2013 o que corresponde um investimento total de cerca de €415 milhões e oito projetos iniciados em 2014 com um orçamento de cerca de €60 milhões. Como foi referida anteriormente, a identificação de novos projetos é relativamente difícil, pois certamente existem outros projetos, não catalogados, iniciados nos últimos anos,.

A maioria dos projetos identificados como iniciados em 2013 e em 2014, tanto em termos de número de projetos como do valor do orçamento, corresponde a projetos de desenvolvimento e demonstração. Considerando o novo conjunto de projetos, verifica-se que entraram 400 novas empresas na área de REI.

Listam-se na Tabela 11 alguns dos projetos de maior dimensão iniciados em 2013 [50].

NOME DO PROJETO	PAÍS LÍDER	NÚMERO DE PARCEIROS	NÚMERO DE PAÍSES	ANOS DE EXECUÇÃO	WEBSITE
Arrowhead	Suécia	77	15	2013-2018	www.arrowhead.eu
Finesce	Alemanha	20	11	2013-2015	www.finesce.eu
Garpur	Alemanha	21	12	2013-2017	www.garpur-project-eu

Tabela 11 – Alguns dos projetos de maior dimensão iniciados em 2013 [50]

7.3.2 OUTROS PROJETOS REI NA EUROPA

Os projetos no âmbito das REI em curso na Europa não se reduzem aos catalogados pelo JRC, como já foi anteriormente referido.

Existem diversas formas que podem ser usadas para identificar projetos adicionais. Uma das possibilidades é a utilização do CORDIS – Community Research and Development Information Service (http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html) que constitui o repositório público mais importante da CE para disseminar informação sobre todos os projetos de pesquisa financiados pela EU.

O serviço relativo a projetos (http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html) disponibiliza informação sobre

os projetos financiados no âmbito dos diversos programas quadro, incluindo FP5, FP6 e FP7 e até por programas anteriores, incluindo desde os projetos mais atuais até projetos executados desde 1990.

O serviço disponibilizado online permite efetuar pesquisas por programa e por áreas podendo-se, portanto identificar os projetos financiados numa área específica. A multidisciplinaridade das REI dificulta, contudo, a identificação dos projetos nessa área.

Outra possibilidade interessante é consultar a informação disponibilizada pelo projeto Grid+ (<http://www.gridplus.eu>). O GRID+ é uma ação de coordenação e apoio que foi criada para dar apoio operacional ao desenvolvimento à *European Electricity Grids Initiative* (EEGI), já anteriormente referida. O GRID+ envolve centros de pesquisa, pequenas e médias empresas e universidades que trabalham de forma coordenada e próximos às associações de operadores europeus de rede: ENTSO-E (rede europeia de operadores de sistemas de transmissão de energia elétrica) e a EDSO4SG, já anteriormente referida.

A principal missão do Grid+ é organizar a rede dos projetos de demonstração de *smart grids* na Europa. Uma das ferramentas para instituição dessa rede é a atribuição do *label* EEGI a projetos. Essa atribuição reconhece os projetos a que é feita como estando em linha com o espírito do EEGI e constitui uma metodologia para identificar o conjunto de projetos que fazem parte do *roadmap* do EEGI.

A lista de projetos que já obtiveram o *label* é ainda relativamente reduzida, mas deverá aumentar significativamente pelo que a pesquisa no referido site deverá ser uma poderosa ferramenta no futuro próximo.

A Tabela 12 apresenta a lista de projetos que já obtiveram o *label*/EEGI até à data de publicação do presente documento.

Tabela 12 – Lista de projetos que já obtiveram o *label*/EEGI até à data de publicação do presente documento

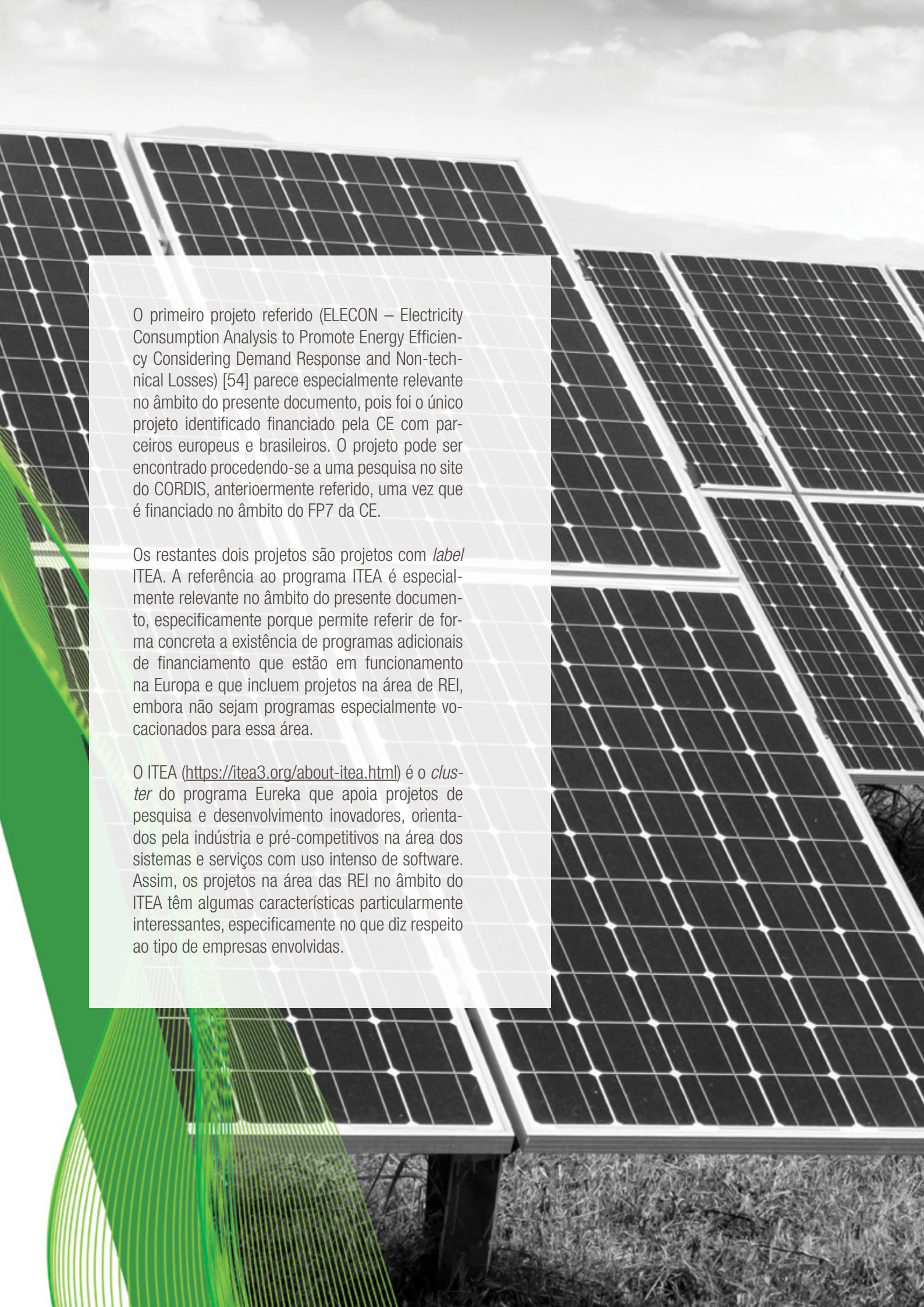
PROJECT NAME	TYPE	FUNDING	LABEL
<u>Twenties</u>	Transmission	European	Core
<u>Grid4EU</u>	Distribution	European	Core
<u>InovGrid</u>	Distribution	National	Core
<u>EcoGrid EU</u>	Distribution	European	Core
<u>Umbrella</u>	Transmission	European	Core
<u>Optimate</u>	Transmission	European	Core
<u>iTesla</u>	Transmission	European	Core
<u>e-Highway2050</u>	Transmission	European	Core
<u>SGSM</u>	Distribution	National	Core

<u>PRICE</u>	Distribution	National	Core
<u>Swiss2Grid</u>	Distribution	National	Support
<u>COTEVOS</u>	Distribution	European	Support
<u>SuSTAINABLE</u>	Distribution	European	Support
<u>INCREASE</u>	Distribution	European	Support
<u>IGREENGrid</u>	Distribution	European	Support
<u>SINGULAR</u>	Distribution	European	Support
<u>EvolvDSO</u>	Distribution	European	Support
<u>PlanGridEV</u>	Distribution	European	Support
<u>Isernia</u>	Distribution	National	Support
<u>Smart House/Smart Grid</u>	Distribution	European	Support
<u>DG DemaNet MV</u>	Distribution	National	Support
<u>DG DemoNet LV</u>	Distribution	National	Support
<u>GRIDbox</u>	Distribution	National	Support

Listam-se na Tabela 13 alguns dos projetos da área de REI que não estão incluídos no catálogo produzido pelo JRC [50], mas que se consideram suficientemente interessantes para aqui serem incluídos. Além dos projetos aqui referidos, existem outros projetos dignos de referência que, pelas dificuldades anteriormente apontadas, só será fácil identificar no caso de se proceder a uma pesquisa com contornos mais concretos.

Tabela 13 – Alguns projetos da área de REI que não estão incluídos no catálogo produzido pelo JRC

NOME DO PROJETO	PAÍS LÍDER	NÚMERO DE PARCEIROS	NÚMERO DE PAÍSES	ANOS DE EXECUÇÃO	WEBSITE
ELECON – Electricity Consumption Analysis to Promote Energy Efficiency Considering Demand Response and Non-technical Losses	Portugal	7	4	2012-2016	http://www.elecon.ipp.pt
SEAS – Smart Energy Aware Systems	França	35	7	2014-2016	https://itea3.org/project/seas.html
ENERFICIENCY – User Led Energy Efficiency Management	França	7	3	2011-2014	https://itea3.org/project/enerficiency.html



O primeiro projeto referido (ELECON – Electricity Consumption Analysis to Promote Energy Efficiency Considering Demand Response and Non-technical Losses) [54] parece especialmente relevante no âmbito do presente documento, pois foi o único projeto identificado financiado pela CE com parceiros europeus e brasileiros. O projeto pode ser encontrado procedendo-se a uma pesquisa no site do CORDIS, anteriormente referido, uma vez que é financiado no âmbito do FP7 da CE.

Os restantes dois projetos são projetos com *label* ITEA. A referência ao programa ITEA é especialmente relevante no âmbito do presente documento, especificamente porque permite referir de forma concreta a existência de programas adicionais de financiamento que estão em funcionamento na Europa e que incluem projetos na área de REI, embora não sejam programas especialmente vocacionados para essa área.

O ITEA (<https://itea3.org/about-itea.html>) é o *cluster* do programa Eureka que apoia projetos de pesquisa e desenvolvimento inovadores, orientados pela indústria e pré-competitivos na área dos sistemas e serviços com uso intenso de software. Assim, os projetos na área das REI no âmbito do ITEA têm algumas características particularmente interessantes, especificamente no que diz respeito ao tipo de empresas envolvidas.

8. ANÁLISE CRÍTICA SOBRE OSA RESULTADOS DO ESTUDO ACERCA DOS PROJETOS EUROPEUS

Nos itens de 5 a 7, apresentou-se o estado atual de desenvolvimento dos projetos de REI na Europa.

A UE tem investido de forma intensa nos projetos nessa área e que existe um número relevante de projetos em curso a que está associado um elevado investimento.

Em termos globais, a vertente do smart metering é a mais desenvolvida no conjunto de projetos concluídos e em curso. A grande maioria dos projetos que se encontram em fase de demonstração e de piloto dizem respeito a smart metering que é parte restrita de REI. Aliás, a área do smart metering é a única área das REI em que já está feito o rollout de soluções. Esse rollout tem uma expressão significativa na Europa, sobretudo em algumas áreas geográficas.

Ao contrário de alguma confusão inicial entre *smart metering* e REI, tomando os dois conceitos como similares, atualmente parece claro que a existência de *smart metering* não garante a existência de REI. Aliás, o conceito de *smart metering* evoluiu ao longo dos últimos anos. Atualmente, exige-se que um sistema de *smart metering* apresente um conjunto de funcionalidades que não eram anteriormente consideradas.

Na prática, já foram amplamente provadas a viabilidade de instalação e utilização de *smart meters*, mesmo para grandes conjuntos de consumidores (com *rollout* de tecnologias de *smart metering* abrangendo dezenas de milhões de consumidores de uma mesma empresa). Contudo, a medição inteligente só poderá fazer juz à respectiva aplicação quando os dados obtidos forem utilizados de forma inteligente pelos diversos players envolvidos, de formar a contribuir para uma maior eficiência nas atividades desses *players* e do sistema global.

Apesar da maior clareza quanto à distinção dos dois conceitos, no presente estado da arte continua a verificarem-se lacunas significativas no que diz respeito à utilização dos dados que podem ser disponibilizados pelos sistemas de medição inteligente. Existe ainda relativamente pouco trabalho e os resultados são escassos quanto à utilização efetiva, de forma eficiente, dos dados que os sistemas de *smart metering* permitem obter [55]. Essa utilização efetiva requer software inteligente e também observar as edificações [47] como parte integrante das REI, algo que só recentemente começaram a ser abordadas.

Outro aspecto que, apenas mais recentemente, começou a ser abordado de forma sistemática diz respeito a cyber-segurança de REI.

Os projetos de REI devem atuar numa área ampla abordando sistemas com uso intensivo de energias renováveis, microprodução e produção [51], demand response, e transações de energia em ambiente de mercado. Uma vez que as metodologias e as práticas de operação dos recursos energéticos no âmbito dos sistemas elétricos de energia e das respectivas instalações de acordo com o paradigma das *smart grids* baseiam-se amplamente nas tecnologias da informação e das

comunicações, em que os players da área das TIC são especialmente relevantes.

Um dos aspectos cruciais de REI refere-se com a otimização do escalonamento de recursos, considerando o novo paradigma das *smart grids*, especificamente a utilização intensa de recursos distribuídos. Ainda há poucos anos considerava-se que a produção distribuída seria o aspecto essencial relativo à distribuição de recursos. Contudo, a evolução do conhecimento demonstrou que outros recursos (especificamente o armazenamento, a *demand response* e, com uma perspectiva de horizonte temporal mais elevada, os veículos elétricos e híbridos) trariam para os sistemas elétricos de energia uma quantidade anteriormente inimaginável de recursos, com uma grande dispersão geográfica. Essa evidência não só traz uma complexidade acrescida para a área das REI como cria sinergias com outras áreas, especificamente com a área das cidades inteligentes e dos transportes.

De forma a poder fazer uma análise crítica dos resultados alcançados, deve-se referir aos três objetivos, mencionados no capítulo 1, para os projetos na área das REI:

- Limitação dos custos inerentes aos consumos de energia elétrica necessários para a operação dos meios produtivos e para a qualidade de vida dos seus cidadãos;
- Aumento da eficiência global do sistema elétrico de energia, por intermédio da utilização eficiente de todos os recursos existentes;
- Garantia do cumprimento das metas estabelecidas, especificamente no âmbito da UE, particularmente no que diz respeito ao peso das FER utilizadas como fonte primária de en-

ergia para produção de energia elétrica nessa produção e no consumo, bem como no que diz respeito aos níveis de emissões de gases com efeito de estufa.

Os três objetivos enunciados representam vertentes distintas do problema global. Assim, são muitas vezes tratados de forma individual, o que constitui um dos fatores de insucesso de diversas ações já empreendidas. Contudo, o objetivo essencial deve ser o cumprimento dos três objetivos simultaneamente. Isso exige um tratamento que requer competências multidisciplinares e um conhecimento de base que os agentes envolvidos não têm conseguido reunir.

Na verdade, o problema a tratar requer a concepção de soluções que considerem a modelagem e o tratamento de aspectos de natureza distinta, incluindo os aspectos técnicos relativos a toda a física envolvida nos sistemas elétricos de energia (incluindo todo o equipamento de energia, mas também todo o necessário equipamento eletrónico e de comunicação, bem como os equipamentos associados à monitorização e controle desse equipamento e do sistema) mas também as questões de natureza económica e financeira (incluindo os modelos de negócio, os quais se revelam de importância máxima no sucesso da implementação prática das REI, e a consideração dos mecanismos do mercado de eletricidade) numa perspectiva de ambiente dinâmico e competitivo. Além dos aspectos referidos, existe ainda uma vertente social e de comportamento humano que não pode deixar de ser adequadamente considerada. As REI assumem, assim, um carácter complexo que exige métodos de modelagem, concepção e desenvolvimento diversos daqueles que têm sido utilizados nos sistemas elétricos de energia.

Essa elevada complexidade tem levado o tratamento ser feito de forma setorial (apesar de cada setor considerado ser ele próprio multidisciplinar), ficando por tratar aspectos essenciais que se situam sobretudo nas complexas inter-relações existentes entre as questões técnicas dos sistemas elétricos de energia e das instalações elétricas, as questões econômico-financeiras e as questões relativas a mecanismos de mercado, de modelos de mercado e do comportamento humano. Ora são precisamente essas inter-relações que tornam a área das REI tão complexa e tão distinta de outras áreas.

Em conclusão, os estudos e desenvolvimentos efetuados são relevantes, como demonstrados no item 7. Contudo, têm sido limitados no seu âmbito e profundidade, faltando manifestamente um conjunto de modelos realistas que traduzam de forma adequada a complexidade e o dinamismo do sistema que está em consideração, representando de forma integrada e consolidada as respectivas vertentes técnica, econômica, financeira, de negócio e de comportamento humano.

Por outro lado, não se tem fomentado o aparecimento de novos *players*, baseados em novas oportunidades de negócio, e que poderiam trazer outro dinamismo e novas possibilidades de ganhos de eficiência para o sistema. Refiram-se entidades agregadoras de diversos tipos que giram conjuntos bem definidos de recursos de um só tipo (por exemplo, produção distribuída ou *demand response*) ou de diversos tipos (gerindo, por exemplo, um conjunto de consumidores residenciais, a sua microprodução, alguns recursos de armazenamento e contratos com diversos fornecedores de energia elétrica). Os fornecedores de soluções tecnológicas e de serviços relevantes para as REI (especificamente *middleware*, *software*, equipa-

mentos inovadores diversos) são também *players* cuja importância no âmbito das REI fará com que emergjam no setor elétrico onde anteriormente não atuavam. Contudo, a grande maioria dos projetos em curso continua a ser orientada por concepções que se adequam aos *players* tradicionais do setor elétrico, com especial relevância para as empresas operadoras de redes.

As REI abrangem um leque bastante amplo de intervenientes e vários níveis dos sistemas de energia, pois o sucesso da sua implementação prática exige a existência de plataformas informáticas e de comunicação que viabilizem a participação efetiva desses *players*. Tornam-se, assim, necessários a concepção, o desenvolvimento e a disponibilização de plataformas tecnológicas abertas que suportem as atividades no âmbito de REI. A emergência de fornecedores de serviços, com elevado valor acrescentado, no âmbito das tecnologias da informação e da comunicação é essencial para permitir que os usuários possam retirar das REI uma parte significativa das vantagens que elas potenciam.

É importante salientar que as REI não fornecem apenas energia mas também informação e inteligência. A sua “esperteza” evidencia-se por utilizarem as tecnologias e as soluções de forma mais adequada de modo a realizar um melhor planeamento e operação das redes, por utilizarem os recursos existentes de forma inteligente e por permitirem novos serviços e melhorias na eficiência energética. Para atingir o ambicioso conjunto de objetivos referidos, a inovação a relativa aos métodos de operação e de gestão, aos modelos de negócio e às plataformas necessárias para suportá-los são ainda mais importantes do que a inovação tecnológica relativa aos componentes utilizados.

Já em 2012, foram identificadas em [44] lacunas relativas às plataformas necessárias para a concretização prática das REI, especificamente no que diz respeito às necessidades de normalização e de novos mecanismos de mercado. Apresentam-se no item 8.1 alguns detalhes sobre o estudo [44] cujo principal interesse reside no fato de ser dos poucos resultados de análise crítica sobre projetos de REI que se encontram atualmente publicados.

As conclusões do estudo apontam para o fato dos projetos desenvolvidos ou em desenvolvimento no âmbito do Sétimo Programa Quadro da Comissão Europeia significarem um avanço considerável no domínio das REI e da respectiva implementação prática. De qualquer forma, foram detectadas lacunas importantes que ainda se mantêm atualmente. Em diversos casos, era previsível que o avanço do momento atual fosse mesmo superior àquele que se verifica na realidade.

8.1 ANÁLISE DE RESULTADOS DE PROJETOS DE REI PELA EEGI

O documento [44] tem origem na *The European Electricity Grid Initiative* (EEGI) que é uma iniciativa industrial, integrada no *European Strategic Energy Technology Plan* – SET-Plan (http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/set_plan_en.htm), cujo objetivo é viabilizar a distribuição de até 35% de eletricidade produzida com base em FER, distribuídas e concentradas, até 2020.

A importância do documento reside no seu caráter de análise crítica uma vez que identifica lacunas nos projetos europeus na área das REI. O documento considera um total de 203 projetos que envolvem 22 países europeus.

Foram definidos 13 projetos funcionais para as redes de transmissão, 12 para as redes de distribuição e cinco para a coordenação e interação entre redes de transmissão e de distribuição. O documento considera apenas os 12 projetos funcionais para redes de distribuição, divididos em quatro *clusters* (grupos):

- Integração de clientes inteligentes (*integration of smart customers*)
- Integração de smart metering (*integration of smart metering*)
- Integração de recursos energéticos distribuídos e de novos usuários
- Redes de distribuição inteligentes (*Smart distribution network*).

A Figura 24 [44] apresenta os 12 projetos funcionais (D1 a D12) considerados para as redes de distribuição.

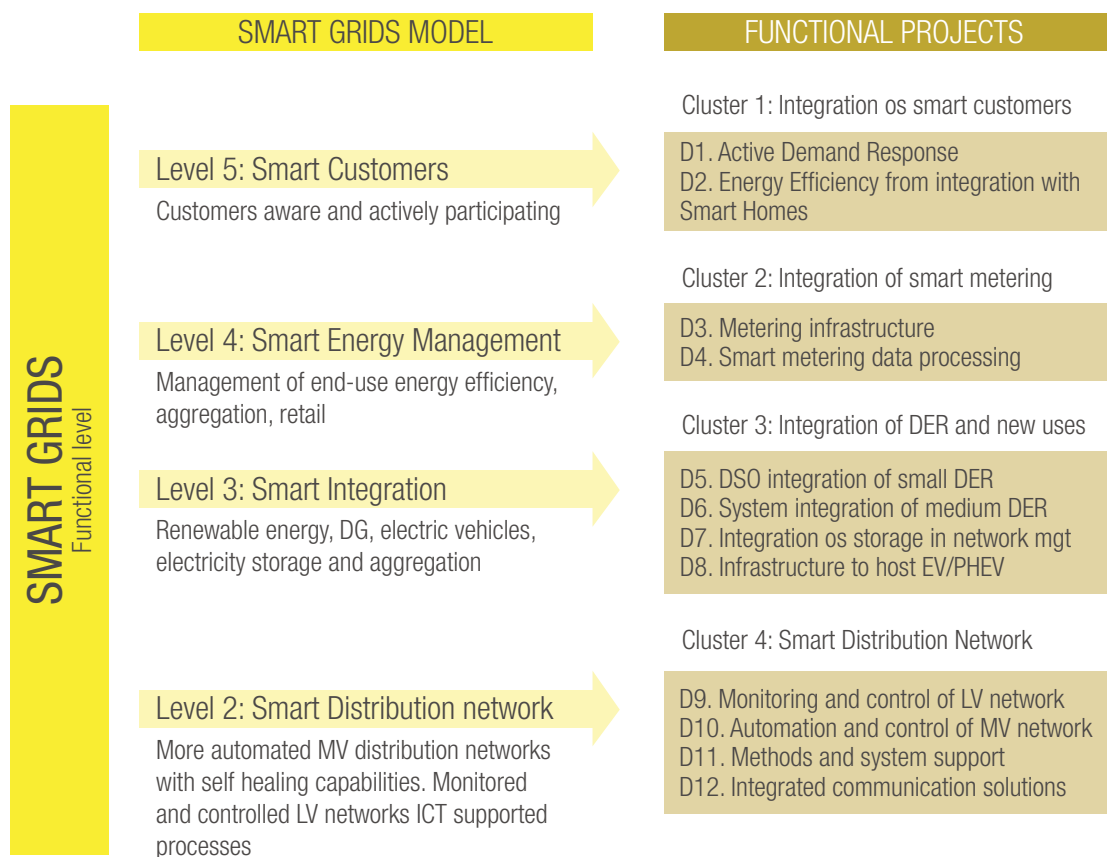


Figura 24 – Projetos funcionais (D1 a D12) considerados pelo EEGI [44].

A Figura 25 [44] apresenta a agregação que o estudo subjacente ao documento efetuou dos projetos funcionais considerados e o respectivo agrupamento nos quatro clusters anteriormente referidos.

CLUSTER	FUNCTIONAL PROJECT	YEAR												NUMBER OF PROJECTS
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Integration of Smart Customers	D1													74
	D2													42
Integration of Smart Metering	D3													43
	D4													39
Integration of DER and new users	D5													77
	D6													74
	D7													48
	D8													65
Smart Distribution Network	D9													59
	D10													58
	D11													43
	D12													61

Figura 25 – Projetos de REI na Europa divididos nos projetos funcionais considerados pelo EEGI *functional projects*; Nota: Cores mais escuras indicam um maior número de projetos em curso no ano em causa [44].

O documento [44] apresenta os resultados da análise de lacunas com base na análise efetuada por peritos e na descrição dos projetos seleccionados. A Figura 26 apresenta os resultados principais dessa análise.

Figura 26 – Progresso dos projetos funcionais D1-D12 (análise de lacunas) [44].

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
Components												
Network												
Market/Business Models												
Customer Acceptance												
Framework												

	Defined objectives of functional projects fulfilled or not relevant
	Significant number of projects, other European countries would considerably benefit from dissemination
	Objectives partially met or likely to be met in existing projects within the next two years
	Objectives not addressed at all or in very few projects

O sistema de cores utilizado na Figura 26 fornece informação sobre o avanço das atividades em cada projeto funcional considerado e para cada uma de cinco vertentes:

- componentes
- rede
- modelos de negócio e mercado
- aceitação dos clientes
- *framework*.

É importante observar que essa classificação relativa ao avanço em cada um dos aspectos considerados é a opinião dos peritos envolvidos no estudo no momento da elaboração do documento [44] e dispendo-se de

informação existente sobre os projetos em curso. Após dois anos da publicação do documento [44] algumas das perspectivas que pareciam realistas podem, atualmente, não ser, uma vez que os resultados finais nem sempre corresponderam aos esperados.

De qualquer modo, foram, naquela época, detectadas lacunas importantes que ainda se mantêm atualmente. Em diversos casos, era previsível que o avanço do momento atual fosse mesmo superior àquele que se verifica na realidade.

As conclusões do estudo apontam para o fato dos projetos desenvolvidos ou em desenvolvimento no âmbito do Sétimo Programa Quadro da Comissão Europeia significarem um avanço considerável no domínio das REI e da respectiva implementação prática. Contudo, são identificadas diversas áreas em que é necessária investigação adicional. Essas conclusões são ainda hoje perfeitamente válidas.

São reportadas em [44] lacunas relativas às plataformas necessárias para a concretização prática das REI, especificamente no que diz respeito a necessidades de normalização e de novos mecanismos de mercado.

Foram também identificadas várias lacunas tecnológicas que hoje ainda permanecem. Dessas, vale destacar deficiências nas áreas seguintes:

- Monitorização nas redes de distribuição, em especial nas de baixa tensão;
- Dispositivos de armazenamento, especificamente no que diz respeito ao seu elevado custo e;
- Desempenho dos veículos elétricos, das respectivas baterias e dos meios tecnológicos da respectiva carga e descarga, viabilizando o fornecimento pontual de energia à rede.



9. CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO ACERCA DOS PROJETOS EUROPEUS

A informação apresentada no presente documento permite ter uma ideia clara quanto ao estado atual de desenvolvimento dos projetos de REI na Europa. O documento inclui dados concretos sobre diversos projetos bem como dados e respectiva análise relativos a um grande conjunto de projetos. É ainda fornecida uma visão crítica dos resultados alcançados e identificadas lacunas que os projetos que se encontram no seu início ou que vierem a iniciar deveram permitir abordar.

As referências fornecidas na lista incluída no final do documento, bem como os diversos sites na internet e links que o documento refere permitem obter informação adicional sobre os projetos REI na Europa. Tais *sites* e *links* são importantes, pois permitem ao leitor interessado em se manter atualizado acerca da evolução das REI na Europa utilizá-los para obter a informação atualizada que neles é regularmente disponibilizada.

10. METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL

A Metodologia empregada neste trabalho é fundamentada na identificação do mercado atual de fornecimento de equipamentos, soluções e sistemas que compõem a infraestrutura de REI, da avaliação do documento “Mapeamento da Cadeia Fornecedora de TIC e de seus Produtos e Serviços para Redes Elétricas Inteligentes (REI)” desenvolvido pela Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)[56]. Para complementar a análise foram investigados documentos recentes que permitiram a identificação de informações precisas sobre os fornecedores.

A metodologia inicia-se com a identificação dos produtos/elementos que compõem a base para a implantação de uma REI, estando essa contextualização alinhada com as premissas empregadas no mapeamento da cadeia realizado pela ABDI.

Em seguida, é realizado um mapeamento dos fornecedores das tecnologias que vem sendo empregadas nas principais iniciativas de REI do Brasil: Cemig, Light, Ampla, Eletrobras, Celpe, EDP, AES Eletropaulo, Copel, Coelce, CPFL e Elektro.

Tendo em vista que o mercado de fornecimento para REI no Brasil transcende o conjunto formado pelas entidades atuantes nessas iniciativas, são mapeadas as demais instituições com capacidade

de desempenhar o papel de fornecimento de equipamentos, sistemas e soluções de REI.

Como premissa, são desconsideradas nesse momento, instituições públicas e privadas como centros de pesquisa, universidades, institutos e empresa que atuam nas áreas de Consultoria e/ou Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) em REI. Essas entidades são objeto de estudo do item sobre Centros de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em REI no Brasil.

Dada a complexidade de avaliação da extensa lista de fornecedores mapeados pela ABDI, foi definido um critério de seleção de entidades a serem consideradas no mapeamento da cadeia de fornecimento de REI neste trabalho. Segundo a ABDI, a cadeia fornecedora apresenta as seguintes características[60]:

- Formada por 300 potenciais fornecedores;
- 107 fornecedoras realizando projetos de P&D sobre REI.

Neste documento, foram considerados os fornecedores que possuem produção nacional conforme detalhamento da ABDI[56], os líderes de mercado conforme a penetração nos projetos demonstrativos realizados no Brasil e a participação em projetos de P&D. Dessa forma, chegou-se a um conjunto de 52 empresas na cadeia de fornecimento. Nessa classificação não foram consideradas empresas que possuem como escopo de fornecimento a prestação de serviços, operadoras de serviços de telecomunicações, fornecedores de unidades de geração, ICTs e Universidades. As listagens contendo o levantamento de fornecedores da ABDI e a deste trabalho são apresentadas nos Anexos 2 e 3, respectivamente.

Com base no levantamento das entidades fornecedoras são realizados uma contextualização e um mapeamento da cadeia de fornecimento de REI, indicando o foco de cada uma dessas entidades nas áreas de REI.

Por fim, é realizada uma avaliação de cada uma das áreas de REI quanto à capacidade de fornecimento da cadeia atual no Brasil.

11. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL

11.1 PRODUTOS DE REI

Para obter a infraestrutura final de uma REI é necessário a convergência de diferentes indústrias para o fornecimento de tecnologias: Eletrotécnica, Telecomunicações e Tecnologia de Informação. Dada essa diversidade de áreas do conhecimento técnico envolvidas na implementação de REI, as soluções empregadas nos projetos são constituídas de produtos fornecidos por diferentes entidades. Nesse contexto, para auxiliar na identificação da cadeia de fornecimento de REI, este trabalho categoriza os produtos em linhas de atuação com base nas aplicações de REI. A classificação empregada neste trabalho está alinhada com a definida pela ABDI[56].

Os produtos foram classificados conforme as seguintes linhas:

1. INFRAESTRUTURA AVANÇADA DE MEDIÇÃO

Nessa linha são considerados os elementos de hardware que compõem a AMI, incluindo a infraestrutura de comunicação da *Neighborhood Area Network* (NAN), conhecida como rede de comunicação de última milha, entre os medidores de energia e o acesso à rede *Wide Area Network* (WAN) que transporta os dados do campo para o Centro de Medição da concessionária de energia.

Os produtos contemplados nessa linha são:

- Medição do Grupo A;
- Medição do Grupo B;
- Medição de Fronteira e Clientes Livres;
- Módulo de Comunicação do Medidor;
- Roteador / Concentrador de Dados;
- Gateway de Comunicação (Meter Data Collector – MDC);
- Equipamento de Comunicação (Interface WAN – GPRS, MESH, WiMax, etc).

2. AUTOMAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO E SUBESTAÇÃO

Na linha de automação são contemplados os equipamentos de rede elétrica necessários para a automatização das linhas de distribuição e da subestação (SE – transmissão ou distribuição), incluindo os dispositivos da rede de comunicação da *Field Area Network* (FAN) que transportam medições e comandos até a interface com a rede WAN. A Automação da Distribuição (AD) contempla funções como *Self-healing* (Reconfiguração Automática de

Redes), Controle Volt/VAr (Otimização de Níveis de Tensão) e Identificação de Falhas. Já a Automação de Subestação (AS) considera medição fasorial, supervisão e controle de elementos da subestação e de proteção.

Os produtos contemplados nessa linha são:

- Religador de Campo e Alimentador;
- Disjuntor;
- Banco de Capacitor;
- Regulador de Tensão;
- Sensores de Tensão-Corrente
- Transformador de Campo;
- Transformador de Força da Subestação (SE);
- Controle Volt/VAr;
- Chave Seccionadora;
- Chave Automática;
- Dispositivo PMU (Sincrofasor);
- Equipamento de Comunicação da FAN e interface WAN;
- Equipamento de Comunicação da SE;
- Dispositivos/Elementos de SE (Intelligent Electronic Devices – IEDs, Câmeras, etc);

3. RECURSOS DE ENERGIA DISTRIBUÍDOS

Essa linha é constituída dos elementos de infraestrutura necessários à integração de novos agentes na rede elétrica como as unidades de geração distribuída (GD), os sistemas de armazenamento de energia (SAE), o transporte baseado em eletricidade ou veículos elétricos (VEs) e as iniciativas de Resposta à Demanda.

Os produtos contemplados nessa linha são:

- Inversor *Grid-Tie* Residencial, Comercial e Industrial;
- Inversor Inteligente para Veículos Elétricos;
- Bateria Inteligente;
- Controlador Inteligente de Carga (VE, GD, SAE);
- Dispositivos de Comunicação (VE, GD, SAE);
- Dispositivos de Resposta à Demanda.

4. REDE DE ACESSO DO PROSUMIDOR

Nessa linha são considerados os elementos que permitem ao consumidor de energia um maior controle sobre seu consumo de energia bem como se tornar um produtor de energia, ou um prosumidor. Entre esses elementos são contemplados sistemas para gerenciamento de energia da unidade consumidora, sistemas de automação residencial/predial, canais e ferramentas de comunicação com os clientes, sistemas de sub-medição e elementos de comunicação para a rede da residência do cliente, conhecida como *Home Area Network* (HAN).

Os produtos contemplados nessa linha são:

- Gestão de Energia Residencial;
- Gestão de Energia Comercial/Predial;
- Gestão de Energia Industrial;
- Roteador/Gateway Inteligente;
- Display Inteligente;
- Termostato Inteligente;
- Dispositivo de Serviços de Energia;
- Aplicativos de Gestão de Energia para Dis-

positivos Móveis (Tablets, Smartphones, etc.);

- Sistemas e Dispositivos para Sub-medição;
- Cargas Inteligentes;
- Eletrodomésticos Inteligentes;
- Dispositivos de Controle de Resposta à Demanda (interface, comunicação, etc.);
- Dispositivos Comerciais Conectados (elevadores, motores, etc.);
- Dispositivos industriais conectados (motores, etc.);
- Equipamentos de Comunicação da HAN;

5. DESPACHO DE SERVIÇO MÓVEL (DSM)

Nessa linha são considerados os elementos de *hardware* e *software* para o envio e acompanhamento de Ordens de Serviço para equipes de campo.

Os produtos contemplados nessa linha são:

- Dispositivo de Comunicação Móvel;
- Software de Gestão DSM em Dispositivos Móveis.

6. SISTEMAS DE TI PARA GESTÃO DA OPERAÇÃO / COMERCIAL

Nessa linha são considerados as soluções de TI que permitem as aplicações de REI, bem como os sistemas básicos para a gestão Comercial e de Operação das concessionárias de energia.

Os produtos contemplados nessa linha são:

- Sistema de Gestão de Energia (EMS)
- Sistema de Gestão da Distribuição (DMS);
- Sistema de Supervisão e Controle (SCADA)

- Sistema de Gestão de Interrupção de Energia (OMS);
- Sistema de Informação Geográfica (GIS);
- Sistema de Despacho de Serviço Móvel (DSM);
- Sistema de Gestão de Ativos de Rede (GAR);
- Sistema de Gestão de Recursos Energéticos Distribuídos (GRED);
- Sistema de Gestão de Resposta à Demanda (DRMS)
- Sistema de Gestão de Monitoração e Controle de Áreas Amplas (MCAA)/Sincrofasores;
- Sistema de Gestão de Dados dos Medidores (MDM);
- Outras Aplicações em Software (Perdas Comerciais, Perdas Técnicas, Planejamento da Distribuição, Cálculo Elétrico, etc.)
- Sistemas de Gestão de Prosumidor (CIS)
- Sistema Comercial (Billing)
- Integração de Sistemas (ESB)

11.2 FORNECIMENTO DE PRODUTOS NOS PROJETOS DE REI NO BRASIL

No Brasil vem sendo realizadas uma série de iniciativas de REI, em especial, um conjunto de projetos demonstrativos que implementam e avaliam o conceito em sua plenitude com o objetivo de criar um arcabouço de conhecimento que visa servir de alicerce para a fundamentação do planejamento da disseminação das REI na área de concessão das concessionárias de energia.

Dentre esses projetos destacam-se as iniciativas [57]:

- Projeto Cidades do Futuro – Cemig
- Programa Smart Grid Light – Light
- Projeto Parintins – Eletrobras Amazonas Energia
- Cidade Inteligente Búzios – Ampla
- Projeto Arquipélago Fernando de Noronha – CELPE
- Projeto InovCity – EDP Bandeirante
- Programa Smart Grid CPFL – CPFL
- Cidade Inteligente Aquiraz – COELCE
- Paraná Smart Grid e Piloto Fazenda Rio Grande- COPEL
- Projeto São Luiz do Paraitinga – Elektro
- Projeto Estruturante Eletropaulo Digital e Lote Pioneiro de Medição Inteligente – AES Eletropaulo

Tendo em vista o baixo volume de investimentos em REI quando comparado ao montante investido em outros setores e demais iniciativas do próprio setor elétrico, principalmente devido a uma grande fatia desses investimentos advir de recursos do Programa de Pesquisa & Desenvolvimento da ANEEL, é possível afirmar que o mercado atual de REI no Brasil é representado pelas entidades que fornecem soluções para esses onze projetos demonstrativos. A Tabela 14 apresenta o levantamento desses fornecedores para cada uma das iniciativas das concessionárias de energia considerando cada uma das áreas das REI. Nota-se que, para o Projeto São Luiz do Paraitinga, a empresa Elektro não divulgou informações sobre seus fornecedores.

Tabela 14: Fornecimento de Produtos nos Projetos de REI do Brasil.

	CEMIG	LIGHT	AMPLA	ELLETROBRAS	CELPE	EDP	AES ELETROPAULO	COPEL	COELCE	CPFL
SISTEMAS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE										
Medidor Inteligente	LANDIS+-GYR (RF) e ELO (PLC)	LANDIS+-GYR, ELSTER, ITRON, CAS TECNOLOGIA (Desenvolvimento)	LANDIS+-GYR, LACTEC, CORINEX, AMRTEC	ELO	LANDIS+-GYR, ZIV	ECIL (Desenvolvimento)	Em processo de Seleção	ITRON, LANDIS+-GYR, EMERA		ITRON, ELSTER
Rede NAN	LANDIS+-GYR (RF) e ELO (PLC)	LANDIS+-GYR, ELSTER, ITRON, CAS TECNOLOGIA (Desenvolvimento)	LANDIS+-GYR	ELO	LANDIS+-GYR, ZIV	ECIL (Desenvolvimento)	CISCO, FITEC (Desenvolvimento)	ITRON, LANDIS+-GYR, EMERA		ITRON, ELSTER
MDM, MDC	SIEMENS	CAS TECNOLOGIA (Desenvolvimento)	Não Divulgado	SIEMENS (MDM), ELO (MDC)	Não Divulgado	ECIL (Desenvolvimento)	Em processo de Seleção	Em processo de Seleção		ITRON (MDC), SIEMENS (MDM)
AUTOMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO										
Self-healing	CPqD (Desenvolvimento)	CPqD (Desenvolvimento), CAS TECNOLOGIA (Desenvolvimento)	SIEMENS	Não Divulgado	Não Divulgado	Não Divulgado	SEL, Sinapsis (Desenvolvimento)	ARTECHE, COOPER-SYSTEMS, ABB, SIEMENS, EXALT, ECIL (Equipamentos), LUPA TECNOLOGIA (Desenvolvimento Sistema Centralizado), S&C (Sistema Descentralizado)	SYN-APPS BRASIL	Não Divulgado
Volt/Var	CPqD (Desenvolvimento)						Sinapsis /USP (Desenvolvimento)	LUPA TECNOLOGIA (Desenvolvimento Sistema)		
Identificação de Falta							Tollgrade, Sinapsis (Desenvolvimento)			
DMS, OMS, SCADA	Concert (SCADA)	ALSTOM(SCADA), LIGHT (GDIS)	SIEMENS (SCADA e DMS)	CEPEL - SAGE (SCADA)	Não Divulgado	EFACEC (SCADA)	GE (DMS e OMS) e SCADA (ALSTOM)	Não Divulgado	SHERPA (SCADA)	ORACLE (OMS), CP-FL-SD-DT (SCADA)

	CEMIG	LIGHT	AMPLA	ELLETROBRAS	CELPE	EDP	AES ELETROPAULO	COPEL	COELCE	CPFL
GERAÇÃO DISTRIBUÍ-DA	SOLARIA	Não Divulgado	KYOCERA (Solar), ENERSUD (Eólica)	PRODEEM (Solar)	Não Divulgado			CHANTEX (Inversor), CP ELETRONICA (Inversor), GE (unidade geração)		Não Divulgado
SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO	Não Divulgado		Não Divulgado		Não Divulgado					
VEÍCULOS ELÉTRICOS	Fiat - Itaipu Binacional	LIGHT (Eletropostos)	FIAT		Não Divulgado		RENAULT, EFACEC	ITAIPU (Veículo), LACTEC		EDRA, RENAULT, ITAIPU
TELECOMUNICAÇÕES										
REDE FAN	Cemig Telecom	Não Divulgado	SIEMENS	Não Divulgado	Não Divulgado	Não Divulgado	ECIL (WiMax), Embratel (Fibra)	Não Divulgado	ECIL	SILVER-SPRING
REDE WAN	Cemig Telecom	Não Divulgado	WEST INTERNET, FURUKAWA	Embratel	RAD DATA COMMUNICATIONS	Não Divulgado	ECIL (WiMax), Embratel (Fibra)	SMART-GREEN	Provedor Público (Não Divulgado)	SILVER-SPRING, Provedor Público (Não)
PRÉDIOS INTELIGENTES		CAS TECNOLOGIA (Desenvolvimento)	MPLA, TELEFONICA-VIVO (Desenvolvimento)		Não Divulgado		Em processo de Seleção	SCHNEIDER		
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	SAP (Comercial), SIEMENS (Integração),	SAP (Comercial)	Não Divulgado	Eletrobras - AJURI (Comercial), SIEMENS	SAP (Comercial)	SAP (Comercial)	SAP (Comercial), GIS (GE)	SAP (Comercial)	SAP (Comercial)	SISGRAPH (DSM), ORACLE (OMS), SAP
OUTROS										
PORTAL E APLICATIVOS PARA INTERAÇÃO COM CLIENTE	CPqD (Desenvolvimento)	CPqD (Desenvolvimento)	AMPLA, TELEFONICA	CPqD (Desenvolvimento)			Em processo de Seleção			

Fonte: Elaborado com base na avaliação dos documentos das concessionárias [4,6-8,12-13,15,17-18,19-20,22, 25,58].

Com base na avaliação da Tabela 14 pode-se observar uma série de características da atual conjuntura do mercado de REI no Brasil. Primeiro, há uma tendência para desenvolvimento de produtos e soluções em contrapartida à aquisição direta de produtos do portfólio das empresas. Isso ocorre dada a utilização de recursos de P&D na maioria das iniciativas. Essas iniciativas são identificadas principalmente no desenvolvimento de medidores inteligentes, soluções de automação de distribuição e interação com clientes, sendo realizadas frequentemente com Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) como CPqD, LACTEC e FITec, universidades como a USP, UFRJ e empresas brasileiras de base tecnológica como ECIL e Sinapsis Inovação em Energia.

Entretanto, em determinadas áreas das REI, alguns fornecedores já despontam como líderes do mercado. No caso da linha de Sistemas de Medição Inteligente, a Landis+Gyr possui participação considerável nos projetos demonstrativos, principalmente no que tange a equipamentos de medição com comunicação por radiofrequência. Já no contexto nos Sistemas de Gerenciamento de Dados de Medição (*Meter Data Management* – MDM), a Siemens apresenta uma participação considerável, o que se deve à sua estratégia de aquisição de empresas que desenvolvem esse tipo de sistema, entre as quais a americana eMeter e a brasileira Senenergy.

No âmbito das soluções de Automação da Distribuição, as concessionárias têm visado o desenvolvimento de aplicações inovadoras como *Self-healing*, Controle Volt/VAr e Identificação de Falta. Todavia, quando da seleção de sistemas de grande porte para gestão da Operação e da área Comercial como plataformas DMS, OMS, GIS, SCADA, DSM e Comercial, as concessionárias

tem optado na maioria dos casos avaliados pela aquisição de soluções de atores multinacionais dominantes no mercado internacional de REI como Alstom (SCADA), GE (GIS, DMS, OMS) e SAP (Comercial).

Nas demais frentes: Geração Distribuída, Sistemas de Armazenamento de Energia, Telecomunicações, Veículos Elétricos, Telecomunicações e Interação com Clientes, o cenário do mercado apresenta um maior equilíbrio entre as entidades fornecedoras representando um conjunto heterogêneo de instituições, sem atores dominantes e com a presença de parcerias entre fabricantes, concessionárias, ICTs e universidades para o desenvolvimento de soluções. É importante observar que os projetos demonstrativos identificam soluções potenciais próprias para o ambiente da empresa e lacunas de mercado.

Por fim, cabe observar que o mercado brasileiro atual de REI ainda é incipiente quando comparado com o seu potencial. Dessa forma, a existência de líderes não indica um domínio permanente no mercado, tendo em vista que esse tende a se tornar cada vez mais dinâmico, sendo fortemente influenciado pelo surgimento de novos projetos e, no contexto quantitativo, novas aquisições de produtos em larga escala.

12. RESULTADOS SOBRE O ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL

As REI no Brasil já possuem um mercado sendo desenvolvido, em especial, com base nos projetos demonstrativos de P&D. No entanto, a Cadeia de Fornecimento de REI possui uma abrangência superior ao que vem sendo desenvolvido no Brasil tanto no âmbito das áreas de REI como no de um conjunto de entidades candidatas ao fornecimento de produtos e soluções.

A fim de estruturar a cadeia de fornecimento de REI, foi desenvolvido um modelo para a organização estrutural desse mercado complexo que exige a integração de diferentes áreas técnicas.

12.1 ESTRUTURA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL

A estrutura se baseia na convergência entre as três indústrias envolvidas em REI e suas integrações [59], sendo dividida em três camadas: Elétrica, Comunicação e Aplicações de REI.

Na camada Elétrica está inserido o setor elétrico formado pelos segmentos de Geração, Trans-

missão, Distribuição, Consumidor de Energia e os Novos Agentes a serem conectados na rede com o advento de REI, representados pelas unidades de geração distribuída, sistemas de armazenamento e veículos elétricos.

A camada de comunicação contempla a infraestrutura necessária para o transporte de dados que permite uma REI fim-a-fim. Esta camada é dividida em três componentes que representam segmentos da rede de comunicação. O primeiro componente é a rede WAN responsável pelo transporte de dados entre a sede da empresa e as sub-estações. Já o segundo componente é formado pelas redes FAN e NAN que são responsáveis pelo transporte de dados coletados em campo, na rede de distribuição e na unidade consumidora, respectivamente. Essa rede é conhecida como última milha e possui conexão com a rede WAN. Esse segmento de rede pode ser considerado a “conexão que falta” [59], já que é um segmento da rede de comunicação inexistente atualmente, diferente do segmento WAN, e que exige elevados investimentos das concessionárias para ser implementado já que é parte essencial de uma REI. Por fim, o terceiro componente da camada de comunicação de rede é a rede HAN que representa a rede de comunicação interna ao ambiente do consumidor de energia, com interface à rede de última milha. Esses componentes em conjunto formam uma comunicação fim-a-fim que se estende da concessionária até o cliente.

A terceira camada da estrutura é formada pelas aplicações e serviços de REI que trazem a inteligência ao sistema elétrico. Essa camada é dividida em seis subcamadas que contemplam os elementos necessários para a aplicação das funcionalidades de REI, incluindo equipamentos e plataformas de TI. As subcamadas consideradas são:

- Infraestrutura Avançada de Medição: formada pelos sistemas de gerenciamento de coleta e gerenciamento de dados da medição (MDM e MDC), Detecção de faltas na Baixa Tensão, Sistemas Comerciais (*Billing*) e demais aplicações que utilizam as funções do equipamento de medição.

- Otimização de Rede: formada pelas aplicações que permitem uma variedade de avanços no sentido de inteligência no controle da rede elétrica, incluindo os equipamentos como IEDs, religadores, bancos de capacitores, transformadores, reguladores de tensão, sensores, entre outros, além dos sistemas envolvidos na Operação da rede elétrica como EMS, DMS, OMS, SCADA, GIS, DRMS e demais aplicações em Software.

- Despacho de Serviços Móveis: formada por aplicações para acompanhamento de Ordem de Serviços em Campo.

- Recursos de Energia Distribuídos: formado pelos equipamentos necessários a conexão e controle dos novos agentes (GD, VE, SAE) conectados à REI como inversores, controladores e baterias.

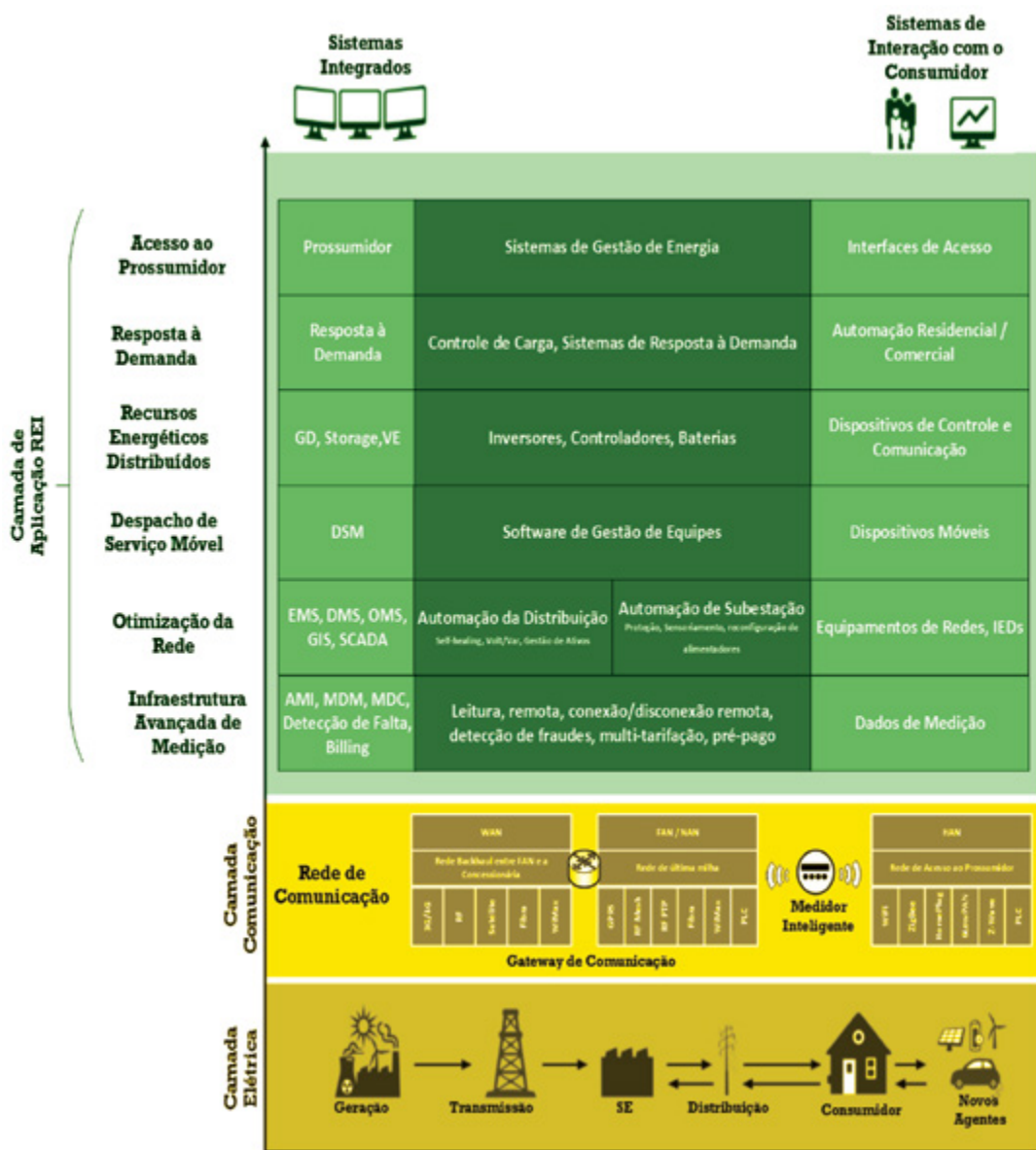
- Resposta à Demanda: formada pelos sistemas e dispositivos que permitem a aplicação de conceito como Controle de Carga e Resposta à Demanda. Ademais, são considerados nessa subcamada elementos que suportam o conceito de Resposta à Demanda como equipamentos inteligentes e dispositivos para automação residencial, comercial e industrial.

- Acesso ao Prosumidor: formada pelos sistemas de acesso ao Prosumidor que permitem

uma maior participação do cliente no sistema elétrico. Nessa subcamada são consideradas as ferramentas de interação com o cliente como portais, aplicativos para dispositivos móveis e *displays* inteligentes, assim como os Sistemas de Gerenciamento de Energia.

A Figura 27 apresenta a estrutura de fornecimento de REI desenvolvida para servir de base para o mapeamento da cadeia de fornecimento realizada neste trabalho.

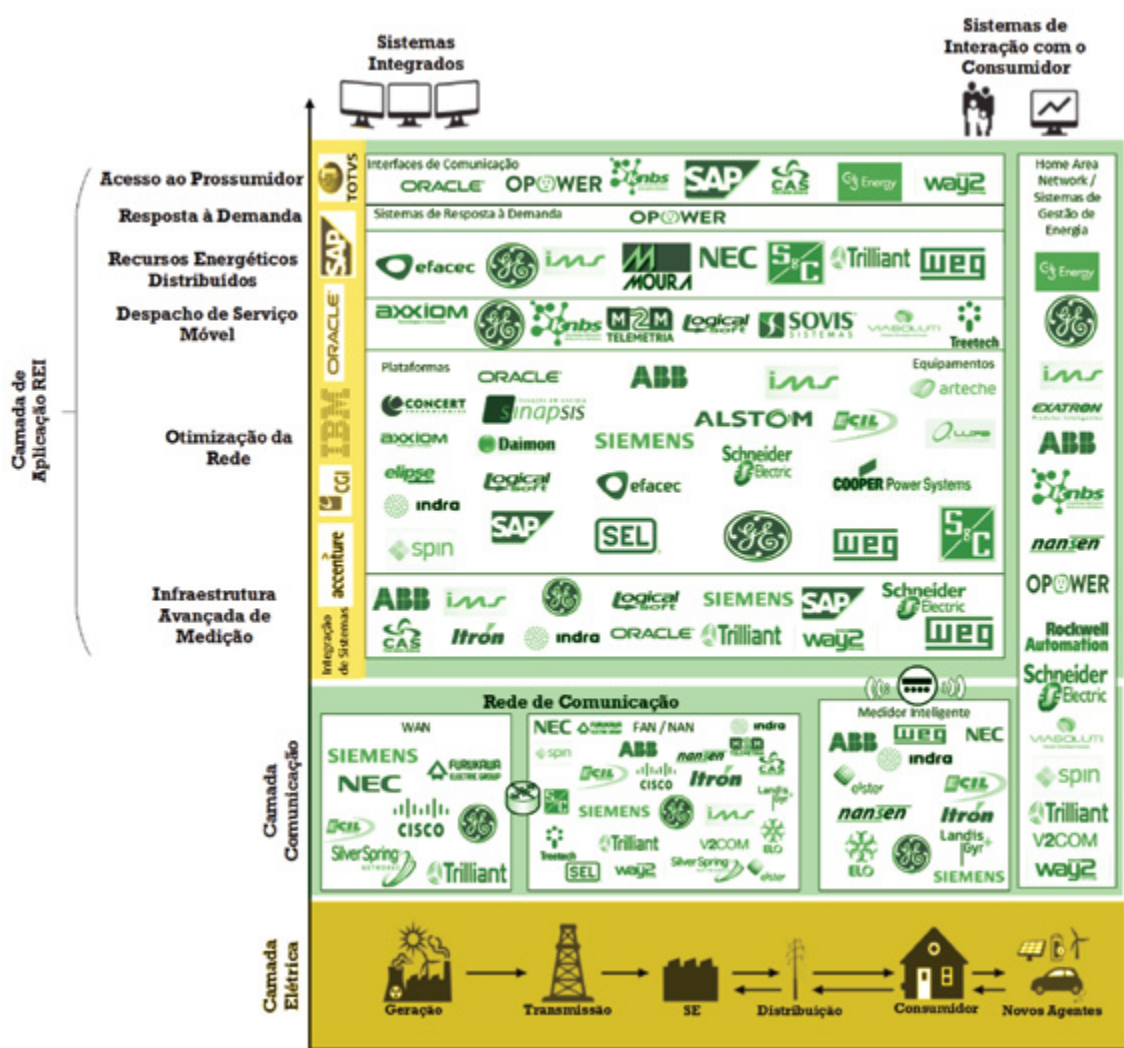
Figura 27: Estrutura da Cadeia de Fornecimento de REI.
 Fonte: Adaptado de GTM Research, David J. Leeds [59].



12.2 CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL

Com base na estrutura desenvolvida neste trabalho e no mapeamento de fornecedores realizado pela ABDI [56] foi desenvolvido o diagrama da cadeia de fornecimento de REI no Brasil apresentado na Figura 28. A legenda das logomarcas da Figura 28 é apresentada no Anexo 3.

Figura 28: Cadeia de Fornecimento de REI no Brasil (Consideradas na avaliação as empresas que permitiram a disponibilização de seus nomes nos resultados do levantamento realizado pela ABDI).
Fonte: Baseado no levantamento realizado pela ABDI [56].



13. CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE FORNECIMENTO DE REI NO BRASIL

De forma geral, a cadeia de fornecimento é dominada pelas grandes corporações multinacionais que possuem a seu favor a sua infraestrutura, um portfólio de produtos com elevada maturidade, experiência internacional e forte presença comercial nas concessionárias. Em geral, as empresas brasileiras possuem um papel no fornecimento de soluções pontuais, valendo-se de algum espaço não ocupado pelos agentes dominantes do mercado. Já no contexto de P&D, as empresas brasileiras possuem uma maior presença, com base no desenvolvimento de soluções inovadoras realizadas no âmbito desses projetos.

Com base na Figura 28, com a avaliação da cadeia de fornecimento de REI no Brasil por área de atuação, pode-se afirmar:

- Otimização de Rede (AD e AS): é a área de REI com maior quantidade de fornecedores de equipamentos e sistemas com presença significativa de produção nacional. A área está coberta pelo mercado e apresenta a maior possibilidade de forte competição entre os fornecedores.
- Medidor Inteligente: existe um conjunto reduzido de empresas com capacidade de fornecimento dos equipamentos, e o mercado tem sido dominado por alguns dos atores desse grupo.
- Infraestrutura Avançada de Medição: quanto aos sistemas de medição, há um conjunto maior de possíveis fornecedores, com amplo domínio de empresas multinacionais.
- Redes FAN / NAN: para elementos de rede de última milha, há um conjunto considerável de fornecedores que torna o mercado competitivo. Destaca-se também a presença de fornecedores nacionais com capacidade de fornecimento de módulos de comunicação para medidores e roteadores/concentradores de dados.
- Rede WAN: apresenta poucas empresas com produção nacional e capacidade de fornecimento de equipamentos. Esse mercado possui concorrência com a prestação de serviços de dados por parte das operadoras de telecomunicação, tornando um mercado competitivo que depende de decisões das concessionárias de energia quanto a controlar a infraestrutura de rede WAN ou alugar a rede por meio de uma prestadora.
- Despacho de Serviço Móvel: área com grande presença de fornecedores nacionais em comparação com as demais áreas. Nesse domínio, foram consideradas aplicações simples que possam ser operadas de dispositivos móveis. Sistemas robustos centralizados de DSM foram considerados em conjunto com soluções de DMS. Caso fossem agrupados em conjunto os sistemas centralizados e móveis, haveria um

conjunto maior de fornecedores nessa área, mas, por se tratarem de produtos diferentes, não foram considerados como concorrentes.

- Recursos Energéticos Distribuídos: considerando alguma produção nacional, existem poucos fornecedores com capacidade de fornecer inversores, baterias e controladores. Nesse contexto, não foram consideradas as unidades de geração que possuem um mercado altamente competitivo com um número elevado de possíveis fornecedores no Brasil.

- Resposta à Demanda: para sistemas de resposta à demanda há um mercado incipiente de fornecimento, um reflexo da falta de maturidade do setor quanto ao tema que parece distante de uma aplicação no país. O próprio conceito da aplicação ainda não está disseminado, não sendo ainda visto como uma opção dentro do portfólio de operações das empresas concessionárias.

- Interfaces de Comunicação com Cliente: nessa área existe uma presença considerável de agentes nacionais. Por se tratarem de aplicações simples, apresentam-se como uma boa oportunidade para as empresas brasileiras.

- Sistemas de Gestão de Energia / HAN: apresentam um cenário favorável para a participação nacional, assim como para Interfaces de Comunicação. Isso ocorre porque as empresas podem participar fornecendo partes de soluções como módulos de comunicação, firmwares, dispositivos, etc.

Em virtude da avaliação da cadeia de fornecimento de REI no Brasil pode-se concluir que existem

três formas de atuação no mercado. A primeira refere-se a empresas que atuam em praticamente todas as áreas de REI, fruto de estratégias de Fusões & Aquisições para potencialização de portfólio representadas, em geral, por grandes empresas multinacionais. A segunda refere-se a empresas que possuem participação em uma ou mais áreas de REI, com alto grau de especialização, possuindo um alto potencial para liderar o mercado de uma determinada área. Por fim, a terceira refere-se a pequenas empresas e empresas do tipo *Startup*, que possuem soluções pontuais e buscam se estabelecer no mercado. No contexto das empresas nacionais, a maioria se encontra na terceira forma de atuação. Esse é um indicativo de que as empresas brasileiras necessitam estudar mecanismos para viabilizar a competição com os grandes atores multinacionais, com demanda por mecanismos de apoio e política industrial, como o Inova Energia. Em linhas gerais, o Plano de Ação Conjunta Inova Energia é uma iniciativa destinada à coordenação das ações de fomento à inovação e ao aprimoramento da integração dos instrumentos de apoio disponibilizados pela Finep, pelo BNDES, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). A iniciativa tem a finalidade de apoio ao desenvolvimento de dispositivos eletrônicos, microeletrônicos e soluções de REI, o desenvolvimento tecnológico da cadeia produtiva de energias renováveis alternativas e veículos elétricos no Brasil. Mais informações sobre o Inova Energia estão disponíveis no endereço eletrônico da FINEP [61].

Enquanto o mercado ainda é incipiente, há espaço para esse tipo de iniciativa que visa o desenvolvimento das empresas nacionais. Depois de estabelecido, as empresas enfrentarão maior dificuldade de se inserir nesse ambiente.

14. REQUISITOS PARA UMA INFRAESTRUTURA DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES (ESTUDO EUROPEU)

Os itens de 5 a 9 do presente documento, relativos a projetos relevantes de REI na Europa, contêm informação sobre o estado atual de desenvolvimento desses projetos.

De uma forma resumida, esse estado caracteriza-se por uma intensiva atividade de investigação e desenvolvimento na área das REI, envolvendo um elevado número de projetos financiados por fundos públicos e privados. Os projetos já concluídos produziram um número apreciável de instalações de demonstração e de instalações piloto, verificando-se a intensificação do financiamento às componentes de implementação correspondentes a esse tipo de instalações, ao longo do tempo. Esse aspecto é particularmente importante, pois permite realizar experimentação realista e a demonstração da viabilidade prática dos resultados alcançados pelos projetos.

Apesar de todos os avanços realizados, não se pode dizer que exista atualmente uma infraestrutura de REI instalada na Europa nem que seja fácil prever a data em que essa infraestrutura exista em áreas geográficas consideráveis. Efetivamente, existe apenas um conjunto de demonstradores e de projetos piloto que implementam diversos conceitos de REI e uma implementação alargada (*roll-out*) que se foca essencialmente em infraestrutu-

ras de medição inteligente (*smart metering*) e em algumas aplicações pontuais das mesmas e não uma verdadeira infraestrutura de REI no continente e nos pao, pois, relevantes trutura de pontos de estacionamento que permita a respetiva utilização rituício aqua automaç o iníses europeus.

Em termos de automação das redes de distribuição, a Europa está, de modo geral, muito avançada quando comparada com os países do continente Americano, incluindo os mais desenvolvidos. Assim, embora os equipamentos relativos à automação da distribuição possam ser considerados integrantes dos equipamentos relativos às REI, as avolumadas atividades de pesquisa, desenvolvimento e implementação de automação das redes de distribuição são bastante anteriores ao próprio conceito de REI.

Os projetos mais próximos do que se pode considerar uma infraestrutura de REI são aqueles que realizaram o *rollout* de *smart metering*, por meio da instalação de um número significativo de medidores inteligentes, conforme os itens de 5 a 9 do presente documento. Nesses tipos de projetos, contudo, o equipamento instalado insere-se num âmbito muito restrito, sendo os componentes essenciais os *smart meters* propriamente ditos. A obtenção e utilização dos dados produzidos pelos medidores inteligentes instalados ficam normalmente muito aquém das respectivas possibilidades.

Sendo certo que o *smart metering* é apenas um aspecto muito particular das REI, o equipamento necessário à construção de uma infraestrutura de REI abrange um leque muito amplo que não tem reflexo nesses projetos específicos. Os equipamentos abrangidos incluem todos os equipamentos específicos relativos à infraestrutura elétrica

(incluindo seccionadores, interruptores, disjuntores, transformadores, dispositivos de controle e comando, etc.), equipamentos de comunicações, sensores e equipamentos de *smart metering*. Além do equipamento inerente às redes elétricas propriamente ditas, o equipamento necessário à implementação da infraestrutura de REI inclui ainda o equipamento necessário para que os diversos *players* que nela atuam possam desempenhar o seu papel de forma adequada. Desse modo, enquadra-se, no equipamento necessário, todo o equipamento relativo aos edifícios que permita aos respectivos usuários efetuar a gestão adequada dos respectivos recursos elétricos. Nesses há que considerar a gestão dos consumos de energia elétrica, incluindo a participação em programas e eventos de gestão ativa das cargas (*demand response*), bem como os equipamentos necessários para a gestão da microgeração de energia elétrica e dos respectivos equipamentos de armazenamento.

No equipamento necessário à infraestrutura das REI deve-se incluir o equipamento relativo à utilização de veículos elétricos e híbridos, especificamente o necessário para a carga das respectivas baterias. A ampla utilização de veículos elétricos requer a instalação de infraestruturas que permitam a carga das respectivas baterias e/ou um sistema de substituição de baterias com pouca carga por baterias carregadas que permitam aos veículos prosseguir viagem. Essa infraestrutura deverá compreender um número adequado de postos de carregamento, com especial enfoque nos postos de carregamento rápido, com uma distribuição geográfica adequada.

A essa infraestrutura, deve-se acrescentar o equipamento necessário para a concretização do conceito de *Vehicle-to-Grid* (V2G), permitindo a

entrega de energia das baterias dos veículos à rede e às instalações elétricas, em situações pontuais. Para esse efeito, será necessário instalar o equipamento necessário ao controle e gestão da carga e descarga dos veículos no âmbito de uma infraestrutura de pontos de estacionamento que permita a respectiva utilização eficiente. Serão, pois, relevantes os sistemas de gestão no âmbito de parques públicos de estacionamento e locais de estacionamento privados (por exemplo, em empresas, zonas comerciais, zonas residenciais, etc.).

Além da infraestrutura física necessária, é requerida legislação adequada, regulamentação e serviços que permitam implementar a utilização prática dos modelos de negócio previstos.

É importante referir que a implementação e utilização prática de uma infraestrutura de REI requer um entendimento ampliado do conceito de smart grid a todas as instalações e atores envolvidos, bem como uma adaptação do mesmo ao contexto de cada projeto.

Em termos globais, os requisitos para o sucesso da implementação de REI que cumpram os respectivos objetivos de forma eficiente são mais intensivos do ponto de vista dos processos e métodos de gestão e operação do que do ponto de vista dos equipamentos propriamente ditos. Assim, do ponto de vista dos equipamentos relativos às redes elétricas, a evolução deverá ser essencialmente do tipo incremental, a partir de soluções que já têm vindo a ser adotadas nas redes elétricas atuais. O sucesso das REI não exclui, contudo, evoluções relevantes desses equipamentos que não são, contudo, suficientes para a implementação prática das REI e que deveria parcialmente ocorrer mesmo que essas não fossem concretizadas.

Na grande maioria das suas vertentes, as REI utilizarão tecnologias já existentes, eventualmente adaptadas ao novo contexto. Verificar-se-á ainda a intensificação de algumas tecnologias, como é o caso das tecnologias de comunicação e da informação.

As tecnologias da informação ganharão um peso acrescido e isso deverá corresponder à entrada de um grande número de novos fornecedores que atuam na área das tecnologias da informação, mas que tradicionalmente não se posicionavam no setor elétrico.

A intensificação da utilização de sensores e de equipamentos diversos no âmbito das REI, especificamente por meio da concretização do amplo conceito de Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT), integrarão a nova realidade requerendo e viabilizando a entrada de um número apreciável de novos fornecedores no setor.

A entrada de todos os novos fornecedores, cujos negócios tradicionalmente não se posicionam no setor elétrico, deverá, aliás, constituir um dos aspectos mais relevantes da concretização do conceito das *smart grids*. Efetivamente, essa concretização requer novas soluções em termos de métodos de gestão e operação cuja viabilização requer novos equipamentos específicos e também *middleware* e *software* adequados.

Para o sucesso das REI, serão, também, de grande importância algumas evoluções de equipamentos e serviços que cortam radicalmente com a tecnologia utilizada nos últimos anos. Nesse âmbito podem destacar-se as seguintes áreas em que os equipamentos e sistemas que se encontram atualmente em fase de concepção e desenvolvimento permitem antever evoluções muito significativas:

- Baterias para armazenamento de energia elétrica. A questão do elevado custo dos meios de armazenamento de energia elétrica tem sido um fator determinante para a forma como os sistemas elétricos de energia estão sendo operados e geridos. Tem-se assistido nos últimos anos a evoluções significativas nesse campo e, dado o número de novas soluções que atualmente estão a ser exploradas e os resultados preliminares apresentados, antevê-se que seja possível diminuir significativamente o custo desses equipamentos por unidade de energia armazenada, abrindo lugar à instalação intensiva e distribuída de dispositivos de armazenamento. Assim, os cenários futuros incluem a existência de sistemas de armazenamento disseminados em nível de edifícios de serviços, de blocos residenciais e mesmo de residências familiares. A disseminação desses equipamentos de armazenamento será determinante para uma gestão eficiente da geração distribuída, incluindo a mini e a microgeração e para o sucesso das microrredes;
- Os avanços tecnológicos relativos aos veículos elétricos e híbridos devem também ser significativos nos próximos anos. Atualmente a generalidade dos fabricantes de automóveis têm estudos dedicados a essa área e estão a colocar no mercado as respectivas soluções. Nesse âmbito, os desenvolvimentos ao nível das baterias, com redução do respectivo preço e aumento da durabilidade e confiabilidade deve ser um dos aspectos mais relevantes. Por outro lado, o aumento de eficiência e a disseminação dos equipamentos de carga das baterias e do respectivo controle deverá permitir uma redução significativa dos respectivos custos;

- A incorporação intensiva de software nos equipamentos, incluindo os de pequena dimensão, deverá acentuar-se nos próximos anos, permitindo implementar uma gestão descentralizada dos recursos, de acordo com o paradigma das REI. Destacam-se a esse nível as aplicações ditas inteligentes, utilizando métodos baseados em inteligência artificial;
- A utilização intensiva de equipamentos que comunicam entre si, normalmente designados como Machine to Machine (M2M), resultando na concretização do conceito de Internet das Coisas deverá ter um impacto significativo no setor das REI, com especial ênfase no que diz respeito à gestão de edifícios e à implementação e utilização de cidades inteligentes. Nesse âmbito, a adoção de plataformas que permitam a comunicação entre todos os equipamentos utilizados e o tratamento inteligente da informação, a vários níveis dos sistemas e das instalações, serão fatores determinantes;
- A concretização prática dos novos paradigmas associados às REI e à utilização dos serviços e equipamentos acima referidos requer um amplo conjunto de novos serviços. Esses serviços seguirão uma lógica distinta da tradicionalmente utilizada no setor energético, guiada pelo caráter distribuído dos recursos, pela descentralização da tomada de decisão e pela negociação dos atores envolvidos num ambiente dinâmico e competitivo.



15. METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS FABRICANTES E FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS DOS PROJETOS DE REI NA EUROPA

A metodologia empregada no presente documento baseou-se essencialmente em obtenção de informação relativa a projetos de REI na Europa e no acervo pessoal de conhecimento nessa área, fruto do envolvimento da autora no tema e em diversos projetos concluídos e em curso.

Essa metodologia permitiu identificar diversas áreas em que as REI requerem o fornecimento de produtos e serviços. Essas áreas estão apenas parcialmente cobertas nos projetos de REI atualmente implementados na Europa, os quais são, sobretudo, baseados na instalação da infraestrutura de *smart metering*. Assim, considerou-se importante identificar alguns dos fornecedores de medidores inteligentes para esses projetos.

A listagem apresentada de alguns dos fornecedores mais relevantes no âmbito das REI ressalva a existência de fornecedores com produtos alternativos e não pretende, de forma alguma, ser exaustiva, pois isso é praticamente impossível na área em causa.

O item 16 apresenta o desenvolvimento do trabalho e os respectivos resultados. O item 17 apresenta as conclusões sobre a identificação dos fabricantes e fornecedores de equipamentos dos projetos de REI na Europa.

16. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DOS FABRICANTES E FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS DOS PROJETOS DE REI NA EUROPA

16.1 EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS À INFRAESTRUTURA DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES

Os requisitos relativos ao equipamento necessário à infraestrutura de REI podem ser identificados com base no entendimento do conceito subjacente às REI e consolidado por meio dos resultados dos projetos de pesquisa e desenvolvimento realizados nessa área.

Assim, o estado da arte atual permite concluir que o leque de fornecedores de equipamento para a infraestrutura de REI é muito largo, sendo, nesse âmbito, o termo equipamento utilizado num sentido amplo e incluindo todas as soluções necessárias, o que inclui o equipamento físico, mas também todas as soluções adicionais, relativas a metodologias e *software*. Pode-se ainda considerar que

inclui o fornecimento de um amplo conjunto de novos serviços requeridos no âmbito das *smart grids*.

Os fornecedores das REI podem então ser classificados nos grupos seguintes:

1 – EQUIPAMENTOS RELATIVOS A:

1.1 Redes elétricas, incluindo seccionadores, interruptores, disjuntores, transformadores, dispositivos de controle, comando e automação, etc.

1.2 *Smart metering*

1.3 Comunicações – Esse equipamento não se restringe às comunicações no âmbito restrito das redes elétricas, incluindo todas as necessidades existentes de comunicação entre essas e os *players* das REI, especificamente os respectivos consumidores e os detentores e gestores de recursos diversos (geração distribuída, armazenamento, veículos elétricos e híbridos), tanto individualmente quanto por meio de agregadores

1.4 Instalações elétricas – Inclui todo o equipamento relativo à monitorização e gestão de consumos nas instalações de diversos tipos (domésticos, comerciais, industriais) e de diversas dimensões. O equipamento relativo aos chamados edifícios inteligentes e às chamadas cidades inteligentes tem uma importância muito elevada, considerando-se nesse grupo o equipamento relativo às instalações individuais e a grupos das mesmas (especificamente no âmbito de agregação de consumidores/edifícios, de diversos tipos de microrredes e das chamadas cidades inteligentes)

1.5 Outros meios ligados às REI - Inclui-se nesse grupo o equipamento necessário especificamente aos dispositivos de armazenamento distribuído e aos veículos elétricos e híbridos

2 – METODOLOGIAS, *MIDDLEWARE* E *SOFTWARE*:

2.1 Metodologias, *middleware* e *software* relativo às redes elétricas, incluindo todo o *software* relativo à operação das redes

2.2 Metodologias, *middleware* e *software* relativos às instalações elétricas, considerando essas na perspectiva ampla utilizada no item 1.2

2.3 Metodologias, *middleware* e *software* relativos a outros meios ligados às REI, conforme considerado no item 1.3

3 – Prestação de serviços: A prestação de serviços abrange um leque muito grande de atividades de suporte ao funcionamento das REI. A prestação de serviços poderá ser feita aos diversos *players* envolvidos, incluindo operadores de redes, agregadores, detentores de recursos diversos, incluindo os próprios consumidores. O estado atual da arte não permite, ainda, uma listagem completa e organizada dos requisitos e oportunidades nessa área, devendo, contudo, referir-se diversos exemplos. Assim, entre outros serviços, serão, por exemplo, necessários os seguintes:

- Gestão da geração;
- Gestão de consumos;
- Gestão de fornecimento de demand response;
- Gestão de frotas de veículos elétricos e híbridos e;

- Gestão de parques de estacionamento de veículos que incluam veículos elétricos e híbridos

16.2 FORNECEDORES DOS EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS À INFRAESTRUTURA DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES

16.2.1 INTRODUÇÃO

Devido à amplitude dos equipamentos identificados no item 16.1, os respectivos fornecedores apresentarão uma grande diversidade de tipo e deverão ser um grupo muito amplo.

A principal característica desse grupo de fornecedores deverá ter um grande aumento de tamanho, comparativamente ao grupo de empresas que atualmente fornece equipamentos no âmbito do setor elétrico. Outra característica relevante deverá ser a existência de um elevado número de empresas de pequena e média dimensão, atuando em áreas muito específicas.

Apesar das alterações referidas, os fornecedores que atualmente têm um papel relevante no setor elétrico deverão continuar a tê-lo. Tem-se efetivamente verificado que a generalidade desses fornecedores tem feito investimentos relevantes para adequar os respectivos produtos e serviços aos conceitos inerentes às REI. Esses esforços têm resultado não só numa adequação dos produtos e serviços anteriormente prestados, mas, também, na oferta adicional de novos produtos e serviços. Em diversos casos, essa oferta adicional é viabilizada por meio da aquisição de empresas que atuavam em áreas relevantes para REI e que não

eram cobertas pelo fornecedor já posicionado no setor elétrico.

Apesar do reforço e reposicionamento dos fornecedores já posicionados no setor elétrico, oportunidades muito relevantes deverão apresentar-se para a entrada no setor de um conjunto amplo de novos fornecedores, sem qualquer relação anterior com o setor. Nas REI, esse fato permitirá a incorporação de soluções alternativas que podem representar, no seu conjunto, um salto tecnológico significativo. Além disso, permitirá a dinamização da economia para os países que consigam posicionar-se de forma adequada e responder às novas necessidades e às novas oportunidades surgidas no setor.

16.2.2 PRINCIPAIS FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS DE REI

Devido à globalização dos mercados e dos fornecedores atuais, atualmente torna-se difícil identificar quais são os principais fabricantes e fornecedores do mercado de REI Europeu, sobretudo tendo em conta a grande dinâmica desse mercado e a sua evolução, tanto em termos de dimensão quanto em termos de diversidade.

O Anexo 4 apresenta uma tabela relativa a 29 fornecedores de produtos de REI na Europa, indicando para cada um:

- Alguns projetos/contratos relevantes de REI em que a instituição participa ou participou;
- Áreas de atuação;
- Alguns produtos e/ou serviços fornecidos.

Entre os fornecedores listados todos apresentam

um papel relevante na área de REI, especificamente na Europa. As razões para essa relevância incluem a disponibilização de produtos e serviços inovadores, a participação em projetos e/ou contratos de relevância em termos de dimensão e/ou características técnicas e a capacidade de sair da sua zona tradicional de influência captando mercados noutras zonas geográficas.

Identificam-se na Tabela 15 os fornecedores na área das REI listados no Anexo 4. Excetua-se, contudo, a existência de muitos outros com produtos alternativos aos que os fornecedores listados disponibilizam. A lista fornecida na Tabela 15 não pretende – nem conseguiria – ser exaustiva e inclui essencialmente os fornecedores de equipamentos e serviços já consensualmente aceites como integrantes do mercado das REI, especificamente por terem fornecido equipamento para projetos reconhecidos como inovadores e/ou com elevado impacto na área das REI.

Dada à sensibilidade da identificação de fornecedores e dos interesses comerciais em questão, convém referir que existe atualmente um extenso conjunto de alternativas para grande parte do equipamento utilizado no setor elétrico em geral. As REI envolvem a aquisição de material que respeita a redes elétricas que não implementam o conceito de REI, como equipamentos de corte, seccionamento, de automação e de comunicação diverso. As aplicações mais específicas da área das REI, incluindo os medidores inteligentes, são cobertas por um número mais limitado de fornecedores.

Devido à atração que o setor das REI exerce atualmente sobre o mercado, os fornecedores têm-se posicionado de forma a poderem responder às necessidades da implementação ampla de projetos nessa área. Assim, diversos fornecedores, espe-

cificamente os de maior porte, criaram departamentos específicos para a área das REI. Esse englobam os equipamentos e serviços que fornecem nessa área, abrangendo setores diversos, desde a geração, transmissão e distribuição, até à medição e aos edifícios inteligentes.

Ainda ficam de fora das listas de fornecedores normalmente associadas às REI muitos outros potenciais fornecedores que só serão possivelmente identificados futuramente, com base nos resultados dos projetos de pesquisa e desenvolvimento atualmente em curso e na respectiva implementação prática. Tais fornecedores deverão corresponder, por um lado, a nichos emergentes de mercado. Por outro lado, correspondem ao fornecimento de tecnologias e serviços que ainda não são utilizados nas implementações práticas de REI atualmente em curso, mas que deverão ser utilizados, diante dos desenvolvimentos mais recentes que terão impacto no mercado em poucos anos.

Tabela 15 – Fornecedores importantes na área das REI

NOME	SITE
ABB	www.abb.com
Accenture	www.accenture.com
Alstom	www.alstom.com
ADD GRUP	www.addgrup.com
Cisco	www.cisco.com
DIEHL	www.diehl.de
DNV GL (Combina cinco marcas bem conhecidas na área da energia: Kema, DNV, GL, Garrad Hansan, GL Renewables Certificatio)	http://www.dnvgl.com
Elster	www.elster.com
Ferranti	www.ferranti.be
GE	www.ge.com
GRUNER AG	www.gruner.de
Holley Metering Limited	http://www.holleyeurope.com
Honeywell	www.honeywell.com
IBM	www.ibm.com
ISKRAEMECO	www.iskraemeco.si

Itron	www.itron.com
Janz	www.janzce.pt/
Kaifa	www.kaifa.cn/en/yewu/jiliantongji/index.aspx
Kamstrup	www.kamstrup.com
Landis+Gyr	http://www.landisgyr.com
ModemTec	www.modemtec.cz
OPOWER	www.opower.com
S&C	www.sandc.com
Sagemcom	www.sagemcom.com
Schneider Electric	www.schneider-electric.com
Secure	www.securetogether.com
Siemens	www.siemens.com
Toshiba	www.toshiba.com
ZIV	www.ziv.es

16.2.3 SMART METERS DOS PROJETOS REPORTADOS PELO PROJETO METER-ON

No que se refere ao projeto Meter-ON (<http://www.meter-on.eu>), indicam-se, adiante, na Tabela 16, alguns dos fabricantes e fornecedores dos *smart meters* instalados em alguns dos projetos inventariados.

A dimensão dos projetos de implementação ampla (*rollout*) corresponde a valores financeiros elevados para aquisição de equipamentos. Assim, as empresas do setor energético envolvidas fazem a seleção dos fornecedores e dos equipamentos respectivos com base em concursos de grande dimensão baseados em cadernos de encargos e em especificações detalhadas.

Tabela 16 – Informação sobre os fornecedores de *smart meters* instalados em alguns dos projetos reportados pelo Meter-ON

NOME DO PROJETO	PAÍS	EMPRESA LÍDER	FABRICANTE/MARCA
HC Distribución Roll Out	Espanha	Hidrocantabrico	Sagemcom
Linky	França	EDF	Landis & Gyr
Smart Metering Liander	Holanda	Liander	Landis & Gyr
			Kaifa
			Iskraemeco
Inovgrid	Portugal	EDP	Janz-Medidores de Energia
			Landis & Gyr
			Sagemcom

No caso dos projetos conduzidos pela Enel e pela Endesa, salienta-se a criação da Meters and More (<http://www.metersandmore.com>), uma associação internacional sem fins lucrativos. Essa associação é apoiada por um consórcio de empresas e tem como objetivo a promoção da instalação de *smart meters* e o desenvolvimento de normas para soluções de *smart metering* na Europa e em nível mundial.

A supramencionada associação mantém e promove o protocolo de comunicação Meters and More, o qual permite transferência bidirecional de dados no âmbito de uma infraestrutura avançada de *metering*.

Essa solução foi alavancada pelos projetos de *smart metering* da Enel e da Endesa, designados, respectivamente, por Telegestore e por Smart Metering Project, os quais pretendem instalar mais de 40 milhões de *smart meters*; uma grande parte dos quais já se encontra instalada, conforme Tabela 10.

17. CONCLUSÕES SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DOS FABRICANTES E FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS DOS PROJETOS DE REI NA EUROPA

O presente documento sistematiza as áreas em que a implementação prática das REI requer o fornecimento de equipamentos e serviços, considerando esse termo no seu sentido mais amplo, incluindo todas as áreas cobertas pelo conceito de REI e não apenas as redes elétricas propriamente ditas. Assim, o documento considera o equipamento físico, mas também soluções adicionais, relativas a metodologias e *software* e ainda o fornecimento de um amplo conjunto de novos serviços requeridos no âmbito das *smart grids*.

Os fornecedores já posicionados no setor elétrico estão realizando investimentos com vista a adequarem os respectivos produtos e serviços ao mercado das REI. Contudo, esse mercado abre um amplo leque de oportunidades a novos fornecedores que deverão trazer novas soluções para o setor.

O documento apresenta uma lista de fornecedores muito relevantes no âmbito das REI e, além disso, fornecedores de medidores inteligentes no âmbito de vários projetos de *smart metering* já implementados na Europa.



18. METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE CENTROS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO EM REI NO BRASIL

A metodologia empregada nesse item é baseada na identificação dos CPD&Is nacionais e na análise de seu relacionamento com REI no Brasil, por meio da avaliação do documento “Mapeamento dos Centros de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação” desenvolvido pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

Essa metodologia inicia-se com a identificação das CPD&Is e suas respectivas áreas de atuação nas linhas de pesquisa relacionadas ao tema de REI.

Em seguida, é analisada a atuação dos CPD&Is no programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Agência Nacional de Energia Elétrica (P&D Aneel), assim como a sua atuação de forma global nas linhas de pesquisa relacionadas a REI.

Tendo em vista a importância da atuação das CPD&Is em projeto de REI, são identificadas a presença dessas entidades nas principais iniciativas de REI do Brasil, o Projeto Demonstrativos das concessionárias: Cemig, Light, Ampla, Eletrobrás, Celpe, EDP, AES Eletropaulo, Copel, Coelce e Elektro.

Além de avaliar os relacionamentos com os Projetos Demonstrativos de REI no Brasil, é avaliado o relacionamento dos CPD&Is com as concessionárias de energia do país com base na construção de um diagrama de conexões que identifica cada uma das ligações entre as entidades de pesquisa e as concessionárias.

Por fim, são identificados os relacionamentos entre CPD&Is e fornecedores de equipamentos/soluções e é realizada uma análise geral do relacionamento dessas entidades com as REI e o setor elétrico.



19. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO DE CENTROS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO EM REI NO BRASIL

19.1 MAPEAMENTO DOS CPD&IS

As principais iniciativas de REI no Brasil têm se dado na forma de desenvolvimento de projetos de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) por meio dos recursos do programa de P&D da Aneel. Estima-se que os investimentos nessa linha de pesquisa cheguem a R\$ 1,6 bilhões, conforme informado no item 2.2 deste estudo. Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), esses projetos movimentam a 450 instituições na execução de atividades que envolvem desde pesquisa básica dirigida à realização de projetos demonstrativos e de desenvolvimentos de equipamentos em diversas fases da cadeia de inovação como lote pioneiro e inserção de mercado[25]. Dentre essas instituições, existem 126 entidades que podem ser caracterizadas como Centros de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (CPD&Is). Essas entidades são organizações que não visam o lucro, ou seja, não tem como finalidade a acumulação de lucro para seus diretores [62]. Esse grupo

é formado pelas entidades acadêmicas privadas e públicas de nível federal, estadual e municipal e por institutos, fundações e associações.

Essas entidades costumam ter sua atuação em projetos realizados tanto isoladamente como em parcerias com empresas de consultoria especializadas no desenvolvimento de projetos de P&D. Essa participação tem sido determinante na evolução da aplicação do conceito de REI no país, dado que dentre os 11 principais projetos demonstrativos de REI do país [25], 10 contam com a participação de pelo menos um dos CPD&Is nacionais.

Dentre as instituições de pesquisa brasileiras, pelo menos 80 estão envolvidas com atividades de P&D em REI, representando cerca de 64% das CPD&Is do país. O Anexo 2 deste documento apresenta a lista completa de CPD&Is nacionais resultante do mapeamento realizado pela ABDI [25].

Entretanto, essas instituições não desenvolvem a pesquisa somente com a aplicação de recursos do programa de P&D Aneel, mas também com outras fontes de financiamento, com destaque para fontes governamentais federais, estaduais e municipal (ex. Financiadora de Estudos e Projetos – Finep e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq), financiamento indireto, como por fundações e fundos, benefício fiscal (ex. Lei do Bem) e financiamento advindo de outras nações [62].

As áreas de atuação das CPD&Is cobrem todas as áreas de REI, com destaque para a presença nas linhas de pesquisa Geração Distribuída (GD) – Fotovoltaica e Automação de Distribuição, que possuem aproximadamente 56% e 48% de entidades do país atuando nessas linhas de pesquisa, respectivamente. Em contrapartida, áreas impor-

tantes das REI como Medição Inteligente, Edifícios Inteligentes, Serviços ao Consumidor e Sistemas de Armazenamento apresentam índices inferiores a 25%, de atuação das CPD&Is. A Tabela 17 apresenta um resumo das áreas de atuação das CPD&Is nas linhas de pesquisa em REI.

Tabela 17: Áreas de atuação das CPD&Is nas linhas de pesquisa em REI

LINHAS DE PESQUISA EM REI	ÍNDICE DE PARTICIPAÇÃO
GD – Fotovoltaica	56%
Automação de Distribuição	48%
GD – Eólica	34%
Tecnologia da Informação	34%
Telecomunicações	32%
GD – Outros	30%
Projetos Demonstrativos	24%
Medição Inteligente	22%
GD – Heliotérmica	12%
Edifícios Inteligentes	10%
Serviços ao Consumidor	10%
Sistemas de Armazenamento	8%
GD – Biogás	5%

Fonte: Baseado no levantamento da ABDI [56].

A Tabela 18 apresenta a relação dos CPD&Is brasileiros com os principais temas de pesquisa na área de REI. A avaliação individual das áreas de atuação dos CPD&Is indica que existe uma série de entidades que trabalham especificamente em apenas uma área. Em geral, isto ocorre com as linhas de pesquisa Geração Distribuída e Automação de Distribuição. Em contrapartida, existem CPD&Is com atuação abrangente dentro do contexto de REI. Em geral, são entidades com robusta expertise em telecomunicações, eletrônica, micro-eletrônica e tecnologia de informação. Já que essas áreas de conhecimento estão diretamente relacionadas com as áreas de atuação com menor presença dos CPD&Is como Medição Inteligente, Edifícios Inteligentes e Serviços ao Consumidor. Dessa forma, essas entidades se apresentam como os principais atores na área de P&D em REI. Destaca-se a participação dos CPD&Is com participação em seis áreas de atuação em REI: as fundações e instituições de pesquisa FITec, LACTEC e CPqD e na área acadêmica a Universidade de Campinas (UNICAMP). Outra característica identificada com a análise das áreas de atuação do CPD&Is é que existem entidades que trabalham somente com as áreas de Sistemas de Armazenamento de Energia

e Veículos Elétricos, demonstrando a iniciativa de entidades em atuar nesse mercado emergente pouco ocupado pelos agentes no mercado, considerando tanto a presença de CPD&Is quanto a de fornecedores.

Tabela 18: Áreas de atuação dos CPD&Is

	Medição Inteligente	Automação da Distribuição	Geração Distribuída	Telecom	Tecnologia da Informação	Edifícios Inteligentes	Armazenamento	Veículos Elétricos	Serviços ao Consumidor	Outros
SATC		X								X
ATECEL					X					
ASTEF/CE			X							
CEFEN/RJ								X		
CGTI								X		
CEPEL										X
CPQT		X								
CEFET		X								
SENAI CIMATEC		X								
CIENTEC			X							
EESC USP								X		
UFF/RJ							X			
POLI			X							
EPUSP		X	X							
FACS	X									
BIORIO							X			
FUCAPI/AM		X								
CPQD	X	X	X	X	X			X	X	X
CERTI	X		X		X	X				X
COPPETEC		X	X			X				
FAPEMIG			X						X	
FAPEU		X	X							
FUNTEF-PR			X							
FAPERGS	X									
FAPTO			X							
FUNAPE										X
FUSP		X	X					X	X	

	Medição Inteligente	Automação da Distribuição	Geração Distribuída	Telecom	Tecnologia da Informação	Edifícios Inteligentes	Armazenamento	Veículos Elétricos	Serviços ao Consumidor	Outros
MURAKAMI	X									
FUNCATE										X
FUNCAMP	X	X	X							
FEESC		X	X							
FEPIA	X		X							
FUPAI		X						X		
FGV/RJ										X
FIA /SP								X		
FITEC	X	X	X	X	X				X	
UNESP		X	X		X					
FUNDEB		X								
FDTE		X	X		X					
FURB				X						
FUNDEPES										X
iABRADEE										X
ACENDE			X							
ATLANTICO/CE				X						
CERTI MANAUS - ICA										X
IDESTI	X									
IEE/SP		X	X		X					
ILOS/LGSC					X					
LACTEC	X	X	X	X	X	X				X
ELDORADO		X		X	X					
IFCE		X	X							
INEE								X		
AQUA GENESIS			X					X		
INPE										X
MACKENZIE		X								
ITPBS		X								
PUC-RJ			X			X				X
SENAI-RN			X							
UNIFOR	X									
PUC-RS			X							
UEA										X
UNICAMP	X	X	X	X		X		X		
UFBA		X								
UFCG										X

	Medição Inteligente	Automação da Distribuição	Geração Distribuída	Telecom	Tecnologia da Informação	Edifícios Inteligentes	Armazenamento	Veículos Elétricos	Serviços ao Consumidor	Outros
UFG	X	X								
UNIFEI	X		X							
UFJF				X						
UFMG		X	X		X		X			X
UFPE			X	X	X					
UFSC	X		X							
UFSM		X	X				X			
UFC						X				X
UFMA			X							
UNIPAMPA		X			X					
UFPR										X
UFRJ			X							
UFRGS			X				X			
UNIJUÍ				X						
ANG. AMERICANO				X	X					
LSI-USP			X		X			X		
ITEP			X	X						
LSITEC			X	X	X			X		
PUC-PR			X					X		X
ASPEUR										
SOFTSUL			X	X	X					
CESAR	X				X				X	
CGEE			X							X
CTI			X		X					
UNISAL										X
CSEM			X				X			
EPE			X							X
ATECH		X			X					X
CITEB				X	X					
FIDENE								X		
INATEL				X	X					
UFS		X	X							
INESC				X	X					
COPPE		X	X					X		
IBTI				X	X					
IPEAS			X					X		X
IPEA									X	

	Medição Inteligente	Automação da Distribuição	Geração Distribuída	Telecom	Tecnologia da Informação	Edifícios Inteligentes	Armazenamento	Veículos Elétricos	Serviços ao Consumidor	Outros
IPEN			X					X		
IPT			X	X				X		
ITAI		X	X	X				X		
TECPAR			X					X		
IFES			X							
IMT										X
INMETRO	X		X					X		X
NOKIA				X	X					X
ORION			X							X
IDEAL			X					X		X
SAPIENTIA				X	X					X
SAPIENS			X					X		
SENAI-BA			X		X			X		X
SENAI-RS			X					X		
SENAI-SC			X					X		
UNB				X	X					X
EPTS			X					X		
UESC			X					X		
UFPB			X					X		
UFMS		X	X							
UFPA			X			X			X	
UFRN			X							
UTFPR			X					X		

Fonte: Baseado no levantamento realizado pela ABDI [62].

20. RESULTADOS SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NO BRASIL

20.1 CPD&I NOS PROJETOS DE REI NO BRASIL

No Brasil uma série de iniciativas de REI estão sendo realizadas, em especial, um conjunto de projetos demonstrativos que implementam e avaliam o conceito em sua plenitude com o objetivo de criar um arcabouço de conhecimento que visa servir de alicerce para a fundamentação do planejamento da disseminação das REI na área de concessão das concessionárias de energia.

Dentre esses projetos destacam-se as iniciativas [25]:

- Projeto Cidades do Futuro – Cemig
- Programa Smart Grid Light – Light
- Projeto Parintins – Eletrobras Amazonas Energia
- Cidade Inteligente Búzios – Ampla
- Projeto Arquipélago Fernando de Noronha – CELPE
- Projeto InovCity – EDP Bandeirante
- Programa Smart Grid CPFL – CPFL

- Cidade Inteligente Aquiraz – COELCE
- Paraná Smart Grid e Piloto Fazenda Rio Grande- COPEL
- Projeto São Luiz do Paraitinga – Elektro
- Projeto Estruturante Eletropaulo Digital e Lote Pioneiro de Medição Inteligente – AES Eletropaulo

Tendo em vista o caráter inovador do conceito REI no setor elétrico brasileiro e o atual cenário de predominância de aplicação de recursos de P&D nos projetos, frequentemente, os CPD&Is tornam-se os principais parceiros das concessionárias de energia no desenvolvimento das iniciativas de REI. No contexto dos projetos demonstrativos, mais de 90% das iniciativas contempla o envolvimento de pelo menos duas entidades de pesquisa. A Tabela 19 apresenta o levantamento desses fornecedores para cada uma das iniciativas das concessionárias de energia considerando cada uma das áreas das REI.

Tabela 19: CPD&Is participantes dos projetos demonstrativos de REI no Brasil.

	CPD&Is
CEMIG	FAPEMIG, CPQD, FITEC, UNIFEI
LIGHT	CPQD, LACTEC
AMPLA	LACTEC, COPPETEC, UFF, UFRJ, UERJ
ELEKTROBRÁS	CPQD, UFF, UFMA, CETEL
CELPE	CPQD, UFPE, UPE
EDP	USP, FUSP
AES ELETROPAULO	USP-Enerq, FITEC
COPEL	UTFPR, UFPR, PUC-PR
COELCE	UFC, IFCE, UNIFOR
CPFL	-
ELEKTRO	FITEC, EESC USP, UNESCO, PUC-RIO

Fonte: Elaborado com base na avaliação dos documentos das concessionárias [4,8,12-13,15,17-20,22].

Com base na Tabela 19, pode-se observar uma série de características sobre a participação dos CPD&Is nos projetos demonstrativos de REI. Conforme mencionado anteriormente, há uma predominância da participação nos projetos. Aproximadamente 24 entidades atuam nos principais projetos de REI do país, o que representa 19% das CPD&Is. Outra característica que corrobora com a forte participação em projetos demonstrativos é que somente a iniciativa da CPFL não contempla a participação de uma entidade desse grupo. Também é possível observar a preferência das concessionárias de energia por parcerias regionais com as instituições acadêmicas. Além disso, há forte presença de fundações e institutos de base tecnológica, sobretudo institutos com especialização voltadas para a área de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), o principal alicerce das REI. Destaca-se a presença de entidades como CPQd e FITEC com presença em aproximadamente 37% e 27% dos projetos, respectivamente, apresentando-se como líderes em P&D de REI. No âmbito das instituições de ensino, sobressaem as instituições USP com três participações e UFF com duas participações.

20.2 RELACIONAMENTO DOS CPD&I COM AS EMPRESAS DE ENERGIA

Os CPD&Is apresentam participação expressiva nos projetos demonstrativos de REI. Entretanto, sua participação não se limita à atuação nesses projetos. Segundo levantamento da ABDI, das 126 entidades levantadas, pelo menos 80 entidades atuam junto às concessionárias no desenvolvimento de projetos de P&D Aneel, enquanto os outros 46 CPD&Is possuem relacionamento com as concessionárias, apesar de não desenvolverem projetos do programa de P&D Aneel [62]. As entidades listadas foram mapeadas conforme seu relacionamento com as concessionárias de energia. Com base nesse mapeamento, foi criado um diagrama de conexões contemplando o relacionamento entre os CPD&Is e as concessionárias de energia.

ergia do Brasil.
ergia do país.
stência de rel-
de do relacio-
junto. Quanto
CPD&I realizou
os por aquela
tes (Q1 e Q3)
ncessionárias.
a do Brasil.

Fonte: Baseado no levantamento realizado pela ABDI [62].



Com base na avaliação dos dados utilizados para a elaboração da rede de relacionamento, existem três níveis de relacionamento entre os CPD&Is e as concessionárias de energia. Em sua maioria, os CPD&Is trabalham em parceria com apenas uma das concessionárias de energia o que representa a situação atual de 79% das CPD&Is mapeadas. Em um segundo nível de relacionamento, existem CPD&Is que trabalham em um universo de parceria com duas a quatro instituições que representa 14% das entidades de pesquisa. No último nível, estão os nove CPD&Is (7% do total de entidades) que trabalham com mais de cinco concessionárias. Esse ranking é liderado pelo CPqD que trabalha com doze distribuidoras, sendo seguido por: FITec (9), UFSC (8), LACTEC (6), UNICAMP (5), FUSP (5), CERTI (5), UFSM (5) e FUNCAMP (5).

Outra característica relevante identificada após a análise da rede de relacionamentos é que o porte do CPD&I nem sempre está relacionado com a quantidade de conexões que a entidade apresenta no mapa de relacionamento, apesar do CPqD liderar ambos os rankings de CPD&I de maior faturamento e quantidade de relacionamentos. Ao compararmos a lista com as 10 maiores entidades por porte e faturamento [56] com a lista das 15 entidades que possuem maior relacionamento no setor, somente três dos maiores CPD&Is do país integram o conjunto de entidades que possuem relacionamento com cinco ou mais concessionárias. Acredita-se que a maior presença de uma entidade no setor elétrico esteja relacionada com aspectos como: nível de especialização, abrangência das áreas de atuação em REI e experiência no setor.

O P&D Aneel possui grande importância no desenvolvimento das REI no país, tanto é que as principais iniciativas fazem parte desse programa.

Entretanto, existem outros mecanismos para a captação de recursos para o desenvolvimento de projetos de REI, como as iniciativas de agências de fomento.

Uma das principais iniciativas no âmbito de programas de agências de fomento com foco nas REI é o Inova Energia. Em linhas gerais, o Plano de Ação Conjunta Inova Energia é uma iniciativa destinada à coordenação das ações de fomento à inovação e ao aprimoramento da integração dos instrumentos de apoio disponibilizados pela Finep, BNDES e Aneel. A iniciativa tem a finalidade de apoio ao desenvolvimento de dispositivos eletrônicos, microeletrônicos e soluções de REI, o desenvolvimento tecnológico da cadeia produtiva de energias renováveis alternativas e veículos elétricos no Brasil [16]. Entre as formas de apoio financeiro, o programa propôs:

- Finep – Subvenção Econômica: operações parcialmente subvencionadas em até R\$ 10 milhões por empresa participante de Plano de Negócio;
- Finep – Cooperativo ICT / Empresa: apoio financeiro aos projetos executados por Centros de Pesquisa em cooperação com as empresas apoiadas.
- BNDES – Funtec: apoio financeiro a projetos que objetivam estimular o desenvolvimento tecnológico e a inovação de interesse estratégico para o país, em conformidade com os programas e políticas públicas do Governo Federal, obedecidas as diretrizes estabelecidas para cada modalidade de atuação.
- P&D Aneel: programa de pesquisa & desenvolvimento incentivado pela Aneel.

A Tabela 20 apresenta os CPD&Is que obtiveram projetos selecionados pelo Plano de Ação Conjunto Inova Energia, suas parcerias, linhas de pesquisa e instrumentos de apoio considerados.

Tabela 20: CPD&Is participantes do Inova Energia

CPD&I	Parceira	Instrumento de Apoio	Linha Temática
CPQD	CEEE-D	CRÉDITO, COOPERATIVO ICT EMPRESA	Redes Elétricas Inteligentes (Smart Grids) e Transmissão em Ultra-Alta Tensão (UAT)
CPQD	PHB ELETRÔNICA	CRÉDITO	
CPQD	IMS SOLUÇÕES EM ENERGIA	COOPERATIVO ICT EMPRESA	
ELDORADO	IMS SOLUÇÕES EM ENERGIA	COOPERATIVO ICT EMPRESA	
LSITEC	IMS SOLUÇÕES EM ENERGIA	COOPERATIVO ICT EMPRESA	
CERTI	INTELBRAS	CRÉDITO, COOPERATIVO ICT EMPRESA	
USP	NANSEN	CRÉDITO, SUBVENÇÃO ECONÔMICA	
INATEL	GIGA IND. E COM. DE PRODUTOS MECÂNICOS E ELETRÔNICOS LTDA	CRÉDITO, SUBVENÇÃO ECONÔMICA	
INESC P&D BR	PLP PRODUTOS PARA LINHAS DE PREFORMADOS	COOPERATIVO ICT EMPRESA	
FITEC	TRON CONTROLES ELÉTRICOS	CRÉDITO	
COPPE	CERUTTI ENG.	CRÉDITO, P&D ANEEL	Geração de Energia por meio de Fontes Alternativas
CERTI	CELESC-DIS	FUNTEC	
CERTI	CP ELETRÔNICA	CRÉDITO	
CERTI	MBAC FERTILIZANTES	CRÉDITO	
CERTI	SCHNEIDER ELECTRIC	CRÉDITO	
USP	STEAG ENERGY SERVICES	CRÉDITO, FUNTEC	
UNIFEI	HELICÓPTEROS DO BRASIL	COOPERATIVO ICT EMPRESA	Veículos Híbridos e Eficiência Energética Veicular
CPQD	MAGNETTI MARELLI SISTEMAS AUTOMOTIVOS	FUNTEC	
UFSC	VOLVO DO BRASIL	COOPERATIVO ICT EMPRESA	
UTFPR	VOLVO DO BRASIL	COOPERATIVO ICT EMPRESA	

Fonte: Adaptado do endereço eletrônico da Finep [61].

Dada a importância estratégica das REI para o setor elétrico e seu caráter inovador, outras agências de fomento à pesquisa de âmbito federal também incentivaram projetos de pesquisa sobre temas relacionados as REI. O CNPq em conjunto com o MCTI publicaram uma chamada pública voltada para o apoio a projetos de pesquisa científica, tecnológica e de inovação em REI resultando na aprovação de 13 projetos apoiados financeiramente por um montante de R\$ 8 milhões [64]. A chamada possuía como objetivo estimular a cooperação entre instituições de ensino superior, centros de pesquisa, empresas do setor elétrico e do setor produtivo no desenvolvimento científico e tecnológico do país [63]. A Tabela 21 apresenta as instituições de pesquisa responsáveis pelos projetos aprovados na chamada pública do CNPq/MCTI, destaca-se a liderança das instituições acadêmicas no desenvolvimento das REI.

Tabela 21: CPD&Is participantes da chamada pública CNPq / MCTI

13 PROJETOS	INSTITUIÇÕES DE PESQUISA
1	UFRJ
2	UFMG
3	UFCG
4	UNIFEI
5	UFSC
6	UFAL
7	FURG
8	UFPE
9	PUC-PR
10	UFPB
11	UFRGS
12	UFPR
13	UFCE
R\$ 8 MILHÕES	

Fonte: Adaptado de CNPq [63].

Outras formas de apoio também têm sido criadas, como a iniciativa do BNDES em conjunto com a agência de fomento da Bélgica, Société Fédérale de Participations et d'Investissement (SFPI) que celebraram no início de 2013, um compromisso de formalização de aplicação de recursos da BNDESPAR (braço de participações acionárias do Banco) e da SFPI no Fundo de Investimento Performa Key de Inovação em Meio Ambiente [65]. Esse fundo visa investir em pequenas e médias empresas ligadas a atividades de eficiência energética, REI, tratamento de efluentes e gestão de resíduos sólidos. Representando uma iniciativa que com capacidade apoiar não só de desenvolvimento de projetos e tecnologias de REI, mas também de

pequenas e médias empresas nacionais que recebem uma alternativa de sustentação a mais para se inserir num mercado extremamente competitivo dominado por empresas multinacionais.

Por fim, as fundações estaduais de amparo à pesquisa ligadas ao CONFAP também possuem papel relevante no desenvolvimento das REI ao apoiar iniciativas específicas. Destaca-se a atuação conjunta da FAPEMIG com a CEMIG desde 2011 no investimento em pesquisa, realização de chamadas públicas de projetos de P&D Aneel e no acompanhamento e execução de projetos [66]. Outras fundações estaduais também possuem atuação pontual em projetos, seja no financiamento de projetos ou no apoio a trabalhos desenvolvidos por alunos de pós-graduação.


20.3 RELACIONAMENTO DOS CPD&I COM FORNECEDORES DE REI

Outro aspecto importante para um CPD&I no cenário nacional é seu relacionamento com os fornecedores da cadeia de suprimento de REI. Tendo em vista que os CPD&Is são entidades sem fins lucrativos, é de grande relevância que tenham como parceiro próximo a indústria, que por sua vez possui a capacidade de fabricar e comercializar as soluções de REI. A Tabela 22 apresenta as principais CPD&Is que possuem maior envolvimento com os fornecedores de REI.

Tabela 22: Mapeamento dos CPD&Is mais atuantes com empresas fornecedoras de REI

PARTICIPAÇÃO DE CPD&IS COM FORNECEDORAS DE TIC-REI				
17	10	9	9	8
FITEC	CPqD	Inst. CESAR	Inst. ELDORADO	CERTI
ALCATEL-LUCENT	SUMMA	ELETRA	DELL	REASON
CEMIG-TELECOM	4GRID	ELSTER	EMC	CP
CISCO	CAS	FURUKAWA	FOXCONN	ELO
ECIL	FURUKAWA	ITRON	HP	EXATRON
ELO	HYTRON	LANDIS+GYR	IBM	SCHNEIDER ELECTRIC IT
ELSTER	MAGNETI MARELLI	NANSEN	MOTOROLA	V2
ENGETRON	PHB	SIEMENS	NANSEN	INTELBRAS
FUJITSU	SAP	WEG	SAMSUNG	MBACS
FURUKAWA	CONCERT	ELO	IMS	
ITRON	IMS			
LANDIS+GYR				
NANSEN				
SILVERSPRING				
TRILUANT				
TRON				
WEG				
GV1				

Fonte: Extraída de [56].



Ainda que seja possível reconhecer a existência de relacionamento dos CPD&Is com os fornecedores, existem poucas informações sobre a abrangência desse relacionamento e interação, mesmo no levantamento e avaliação realizado pela ABDI por meio de entrevistas. Entretanto, é clara a falta de estratégias específicas para essa interface entre fornecedores e entidades de pesquisa. Considerando os principais CPD&Is do país, o CPqD possui a iniciativa de buscar o fechamento do ciclo de desenvolvimento, seja ele próprio ou por meio da criação de novas empresas ou parcerias com, fornecedores. Em contrapartida, o CEPEL, o Instituto Eldorado, a TECPAR, LACTEC, FITec, Instituto Atlântico e CTI Renato Archer não apresentam uma iniciativa específica para a inserção no mercado dos seus desenvolvimentos. Já o CERTI e o Instituto Cesar trabalham seus desenvolvimentos até a fase de protótipo, sem especificar sua estratégia para as próximas fases da cadeia de inovação.

21. CONCLUSÕES SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NO BRASIL


De forma geral, os CPD&Is tem contribuído de forma relevante para o desenvolvimento das REI no Brasil, sobretudo ao participar dos projetos de P&D do programa da Aneel relacionados e correlatos ao tema. A importância da participação das CPD&Is nas iniciativas de REI é representativa também nos principais projetos do país, os Projetos Demonstrativos, sendo que diversas entidades de pesquisa e do meio acadêmico são as principais parceiras das concessionárias de energia no desenvolvimento desses projetos. Tendo em vista que não é papel dos CPD&Is desenvolver equipamentos e soluções até as fases finais da cadeia de inovação é importante que os mesmos possuam uma boa relação com os fornecedores de tecnologia do setor que possuem a capacidade de inserir os produtos inovadores no mercado. Para isso, é necessária uma estratégia que garanta a passagem do conhecimento dos CPD&Is para esses fornecedores.

A avaliação realizada neste trabalho demonstra que existem CPD&Is que atuam em conjunto com fornecedores do mercado. Dentre esses fornecedores, uma parcela maior das parcerias é realizada com fornecedores nacionais, o que já representa um aspecto representativo para a indústria de REI do país. Entretanto, a ausência de estratégias específicas para concluir o ciclo de desenvolvimento de produtos considerando todas as fases da cadeia produtiva e a existência de barreiras a

produção nacional são desafios enfrentados pelos CPD&Is e fornecedores nacionais.

Entre as barreiras apontadas pelas principais CPD&Is do país no levantamento realizado pela ABDI [62] é citada a dificuldade de se levar o produto da fase de lote pioneiro para à inserção de mercado, o mercado incipiente de REI que torna os produtos desenvolvidos caros pela falta de necessidade de produção em escala, os custos nacionais que levam produtos a serem desenvolvidos no Brasil e fabricados na China e a dificuldade na fabricação de protótipos devido à necessidade de aquisição de componentes importados e dificuldade de especialização no Brasil que leva a prazos longos de fabricação quando comparados aos processos de fabricação praticados no exterior.

Por fim, para fortalecer cada vez mais a relação entre CPD&Is e fornecedores, assim como tornar mais eficiente o ciclo de desenvolvimento de produtos nacionais é necessária a avaliação de políticas públicas que visem retirar as barreiras apontadas pelas CPD&Is e fornecedores. A iniciativa de REI para a indústria brasileira deve estar alinhada a sinalização de um aumento de mercado que hoje é incipiente e não apresenta escala para atrair investimentos no desenvolvimento de produtos. Entretanto, o setor deve estar preparado para atender a esse mercado e não aguardar o início de um movimento do setor elétrico para começar a desenvolver a indústria. As REI não só trazem benefícios para sociedade como qualidade de fornecimento de energia e inserção de energia limpa, mas também a oportunidade de criação de novos negócios e empregos. Entretanto, essas últimas oportunidades só serão aproveitadas com uma estratégia bem delineada para o desenvolvimento de tecnologias de REI no país. Caso contrário, veremos uma invasão de fornecedores internacionais que ocuparão esse novo e emergente mercado.



22. METODOLOGIA PARA SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NA EUROPA

A metodologia que permitiu a elaboração do presente documento baseou-se essencialmente em obtenção de informação relativa aos participantes em projetos de REI na Europa e no acervo pessoal de conhecimento nessa área, fruto do envolvimento da autora no tema e em diversos projetos concluídos e em curso.

O presente documento utiliza diversas fontes de informação, com destaque para organismos e serviços da UE, os quais são devidamente referenciados, incluindo, sempre que relevante, os respectivos sítios na internet. A inclusão dessa informação permitirá assim, aos leitores, a exploração de informação e de materiais adicionais sobre os temas tratados.

Das diversas centenas de projetos relevantes na área de REI, foi selecionado um conjunto de 45 projetos. A escolha efetuada baseou-se essencialmente na dimensão e relevância dos projetos, por meio das áreas e dos tópicos abordados, da dimensão das respectivas equipas de investigação, do seu orçamento e da sua relevância para a cooperação Europa-Brasil.

Para os projetos selecionados foi realizado um estudo de forma a identificar as instituições participantes. Foram listadas as instituições do tipo universitário e centros de pesquisa, um conjunto de fornecedores especialmente relevantes de equipamentos e serviços na área das REI e as empresas de eletricidade participantes. Esse estudo permitiu relacionar cada uma das entidades do tipo universitário e centro de pesquisa com os projetos em que está envolvido e com os fornecedores de REI e de empresas de eletricidade identificados.

23. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NA EUROPA

23.1 PROJETOS DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES NA EUROPA: PESQUISA

Como referido no item 7.3.1, pode-se encontrar em <http://ses.jrc.ec.europa.eu/smart-grids-observatory> informações sobre os projetos de REI na Europa, especificamente informações relativa ao *Smart Grid Projects Outlook 2014* efetuado pelo *Joint Research Centre* – JRC da Comissão Europeia (CE) e cujos principais resultados estão publicados em [50]. O JRC disponibiliza *online* informação gráfica interativa que permite visualizar informação sobre REI, incluindo um mapa interativo relativo aos projetos de REI na Europa.

O relatório recentemente publicado [50] inclui o inventário de 2014 dos projetos de REI e de *smart metering* na Europa, reportando 459 projetos dos 28 Estados-Membros (EU28) e da Suíça e Noruega.

O inventário dos projetos europeus que decorrem na Europa tem sido feito de forma periódica. Os

resultados recentemente publicados são resultado do estudo feito pelo JRC em colaboração com a *European Commission Directorate-General for Energy* (ENER), tendo como ponto de partida os dois inventários anteriormente realizados, desde 2011 [48-49].

Contudo, esses estudos não incluem a globalidade dos projetos de REI na Europa, dada as dificuldades colocadas para obter e agregar informações relevantes para um número tão elevado de projetos. Existem diversas formas que podem ser usadas para identificar projetos adicionais. Uma das possibilidades é a utilização do CORDIS – Community Research and Development Information Service (http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html) que constitui o repositório público mais importante da CE para disseminar informação sobre todos os projetos de pesquisa financiados pela EU.

O serviço relativo a projetos (http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html) disponibiliza informação sobre os projetos financiados no âmbito dos diversos programas quadro, incluindo FP5, FP6 e FP7 e até por programas anteriores, incluindo desde os projetos mais atuais até projetos executados desde 1990. A informação disponibilizada inclui uma lista dos parceiros de cada projeto.

O serviço disponibilizado *online* permite efetuar pesquisas por programa e por áreas podendo-se, portanto, identificar os projetos financiados numa área específica. A multidisciplinaridade das REI dificulta, contudo, a identificação dos projetos nessa área.

A Figura 30 apresenta o aspecto da página de pesquisa, sendo possível pesquisar projetos de várias formas distintas, incluindo a utilização do respectivo acrônimo, referência ou ainda por meio de um conjunto de palavras de escolha livre.

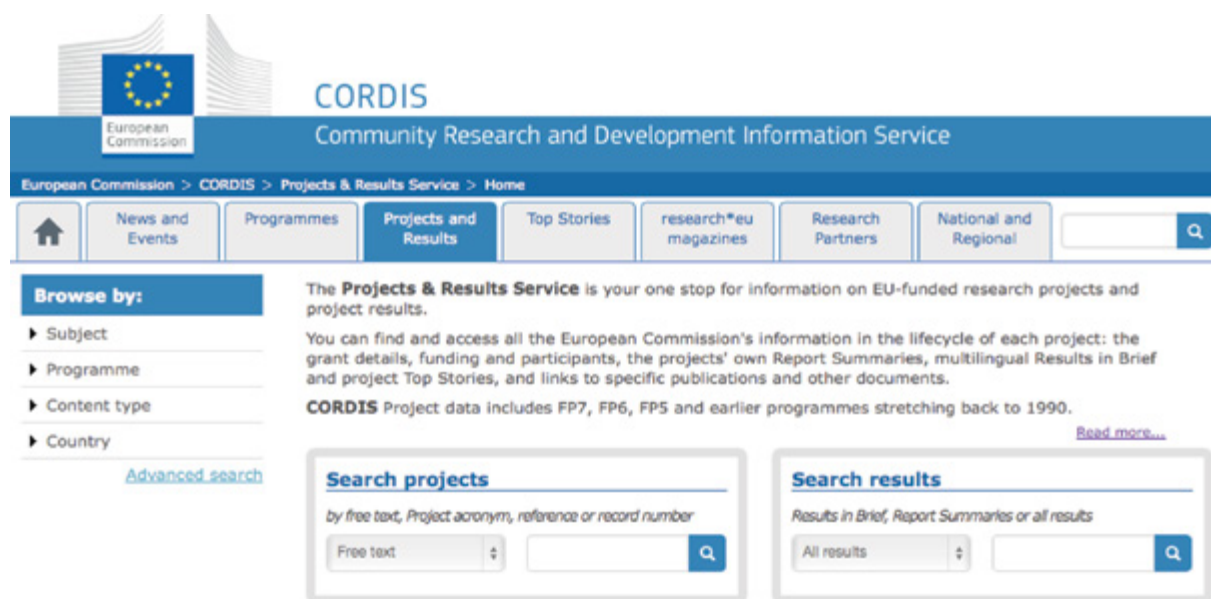


Figura 30 – Aspecto da página http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html para pesquisa de projetos.

Uma vez encontrado um projeto específico, o sistema fornece diversas informações sobre o mesmo. A Figura 31 apresenta um extrato do resultado da pesquisa, utilizando como exemplo o projeto TWENTIES. Como se pode observar nessa figura, podem-se visualizar as entidades que participam do projeto. Para cada uma é apresentada a respectiva designação, podendo ser obtidos mais alguns dados carregando no símbolo “+”.

Coordinator		
RED ELECTRICA DE ESPANA S.A.U.	Spain	+
Participants		
IBERDROLA INGENIERIA Y CONSTRUCCION SA CALLE RIBERA DE AXPE 5 EDIFICIO RIBERA DE AXPE ERANDIO VIZCAYA, Spain Administrative contact: Luis Malumbres Tel.: +34 91 3833180	Spain	-
IBERDROLA RENOVABLES S.A.	Spain	+
DONG ENERGY WIND POWER HOLDING AS	Denmark	+

Figura 31 – Aspecto da informação fornecida para os participantes em projetos na página http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html.

23.2 PROJETOS DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES NA EUROPA: INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES

23.2.1 INFORMAÇÃO RESULTANTE DO INVENTÁRIO DO JRC

A grande maioria dos projetos de REI na União Europeia que se beneficiam de financiamento público envolvem parceiros de diversos Estados-Membros e ainda de outros países que, devido a acordos diversos, participam ativamente nas atividades de pesquisa e desenvolvimento realizadas na União Europeia.

Os 459 projetos analisados em [50] têm uma média de 9 e um máximo de 77 organizações participantes. 160 projetos apresentam um número de participantes superior à média.

As organizações participantes são classificadas nos seguintes tipos [50]:

- Operadoras de redes de distribuição de energia elétrica
- Operadoras de redes de transmissão de energia elétrica
- Universidades, centros de pesquisa e consultorias
- Empresas de tecnologias da informação e de telecomunicações (TIC)
- Empresas diversas, incluindo empresas fabricantes de equipamentos e empresas que fornecem serviços de engenharia e novas soluções tecnológicas; trata-se de empresas que atuam em muitas áreas distintas da área

das REI e do setor energético

- Empresas do setor energético, excluindo as operadoras de redes de distribuição e de transmissão e as empresas geradoras
- Empresas geradoras de energia elétrica
- Municípios, autoridades públicas e governos
- Associações
- Outras organizações.

Um dos objetivos principais do presente documento é a identificação de instituições de Ensino Superior (muitas vezes designadas como universidades em grande parte dos documentos) e centros de pesquisa com participação relevante em projetos de REI na Europa. O documento [50] permite concluir que as universidades, centros de pesquisa e consultorias apresentam o maior investimento, quer total quer privado, sendo seguidas pelas operadoras de redes de distribuição. Seguidamente, aparecem as empresas do setor energético e as empresas diversas.

Verifica-se que mais de 60% dos projetos de REI têm pelo menos uma organização do tipo universidade/centro de pesquisa/consultoria, que as empresas diversas estão presentes em cerca de 40% dos projetos, que as empresas do setor energético e as operadoras de redes de distribuição estão, ambas, presentes em cerca de 35% dos projetos e que as empresas do setor das TIC estão presentes em 25% dos projetos.

Com base nesses dados, pode-se concluir que as instituições do tipo universidade e centro de pesquisa têm um peso muito relevante na globalidade dos projetos de REI na Europa e, consequentemente, nos avanços e desenvolvimentos que têm sido conseguidos nessa área.

Para efeitos da participação em projetos de REI, o relatório [50] contabiliza 1670 entidades de 47 países e um total de 2900 participações. O número de participações contabilizado é muito superior ao número de entidades participantes, uma vez que cada entidade pode participar em mais do que um projeto. Verifica-se que apenas 22% das entidades participam em mais do que um projeto e que a participação total dessas entidades corresponde a 55% do total de participações.

De acordo com os dados recolhidos pelo estudo, o valor total do investimento em projetos de REI é de €3,15 bilhões, sendo a maior parte (74%) correspondente a projetos de desenvolvimento e demonstração e correspondendo os restantes 26% do investimento a projetos de pesquisa e desenvolvimento.

A distribuição geográfica das participações não é uniforme e está de acordo com as conclusões do [50] sobre esse assunto. A Figura 32 [50] apresenta a distribuição geográfica das organizações envolvidas em projetos de REI; a figura da esquerda refere-se à totalidade dos projetos, a figura do centro aos de pesquisa e desenvolvimento e a da direita aos de desenvolvimento e demonstração.



Figura 32 – Distribuição geográfica das organizações envolvidas em projetos de REI [50].

A Figura 33 [50] apresenta, tal como a anterior, a distribuição geográfica das organizações envolvidas em projetos de REI, mas corrigida de acordo com o orçamento total relativo a cada organização; a figura da esquerda refere-se à totalidade dos projetos, a figura do centro aos de pesquisa e desenvolvimento e a da direita aos de desenvolvimento e demonstração.

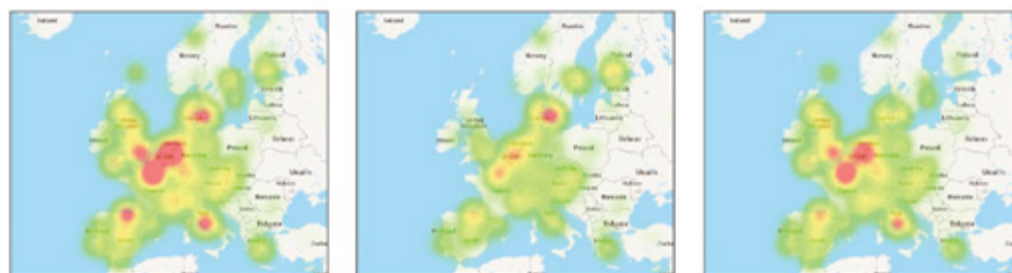


Figura 33 – Distribuição geográfica das organizações envolvidas em projetos de REI, considerando o orçamento total [50].

As figuras 32 e 33 apresentam distribuições geográficas semelhantes. Pode-se concluir que as densidades mais elevadas de participação em projetos de REI se situam de Paris para norte abrangendo a Bélgica, o sul da Holanda e a parte oeste da Alemanha, a parte leste da Dinamarca, a região de Londres, as partes norte e centro de Espanha, o norte de Itália e a região de Roma e ainda a parte leste da Áustria [50].

Copenhague e Viena, assim como a zona entre Paris – norte da Bélgica – sul da Holanda – parte oeste da Alemanha apresentam um foco mais intenso em projetos de pesquisa e desenvolvimento. A densidade mais elevada para projetos de desenvolvimento e demonstração situa-se no norte de Itália, Londres e numa grande parte da Alemanha.

A Figura 34 [50] apresenta o número de organizações participantes por país, divididas em diversos tipos de organização considerados.

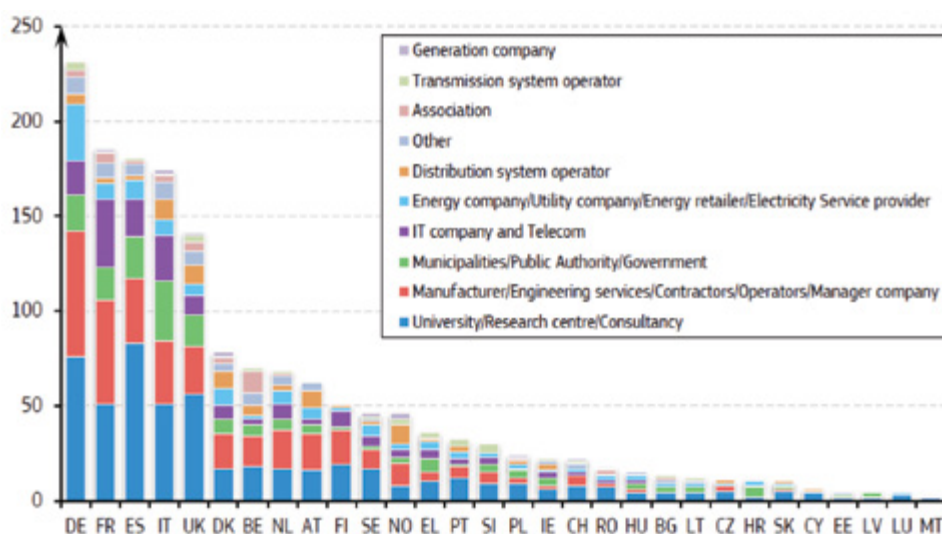


Figura 34 – Número de organizações participantes por país, divididas em diversos tipos de organização considerados [50].

O número de organizações participantes por país não permite extrair diretamente conclusões sobre a importância da contribuição das organizações participantes de cada país para os projetos de REI. Tais conclusões só poderiam ser obtidas considerando as contribuições propriamente ditas, especificamente a respectiva complexidade, o avanço por comparação com o estado da arte e a adequação e adaptação dessas contribuições à realidade dos sistemas de potência. Sobre esse último aspecto, há de se considerar essa adequação no que diz respeito à evolução dos sistemas de potência e ao contexto energético nos horizontes futuros considerados nos projetos.

23.2.2 INFORMAÇÃO DE ACESSO PÚBLICO E SUAS LIMITAÇÕES

Deve-se fazer uma distinção fundamental da informação relativa aos participantes nos projetos de REI, de acordo com a fase em que se encontram. Os projetos em fase de investigação e desenvolvimento obtêm, em geral, uma comparticipação muito significativa de financiamentos públicos (europeus e nacionais) e disponibilizam uma quantidade relativamente grande de informação. Na informação disponibilizada, é possível encontrar a identificação de todos os parceiros envolvidos no projeto, incluindo os parceiros dos diversos tipos, mesmo que o consórcio seja liderado por um parceiro empresarial. Esses projetos publicam também documentos previstos na sua planificação (*deliverables*/produtos escritos). Alguns desses produtos podem, contudo, ser de caráter confidencial e não serem, portanto, de acesso livre.

Relativamente aos projetos de desenvolvimento e demonstração existe também a possibilidade de obterem uma contribuição significativa de financiamentos públicos pelo que a informação publicada é também significativa. Uma vez que envolvem demonstração, são normalmente utilizadas, ainda que apenas parcialmente em muitas situações, instalações reais. Essas instalações reais podem incluir, por exemplo, instalações integrantes das redes de transmissão e/ou distribuição como subestações e postos de transformação, instalações de produção de energia elétrica e edifícios de natureza diversa. Assim, devido a questões de segurança e de proteção de dados relativos à atividade das operadoras dessas instalações, dos respectivos donos e usuários, a informação disponibilizada depende em larga medida do tipo de infraestruturas de demonstração utilizadas. A quantidade de

informação acessível publicamente sobre as mesmas é normalmente reduzida, sendo disponibilizados apenas dados sobre as características gerais dos projetos demonstrativos e sobre as suas funcionalidades. Dados mais específicos relativos ao equipamento efetivamente utilizado, tanto existente quanto introduzido no âmbito do projeto, e dados detalhados relativos à operação, utilização e desempenho desse equipamento e dos projetos demonstrativos são geralmente de caráter confidencial. A exigência de informação acessível publicamente para os projetos em fase de piloto segue essa mesma linha de orientação.

No caso da implementação generalizada dos projetos, ou seja, no caso do *rollout* de soluções, os projetos são sempre liderados por empresas. No caso do *rollout* de soluções de *smart metering*, as efetivamente verificadas no caso das REI, esses projetos são liderados por empresas distribuidoras de energia elétrica. Nesses casos a informação publicamente acessível é, em geral, muito escassa e mesmo a informação relativamente aos equipamentos utilizados, especificamente a referente aos respectivos fornecedores e modelos é muito reduzida. Essa situação é perfeitamente compreensível, uma vez que se trata de instalações reais, utilizadas em larga escala de forma regular. Tal como os outros equipamentos utilizados pelas empresas distribuidoras, o que está envolvido nesse tipo de projeto também não é do domínio público.

A referência a instituições do tipo universitário e/ou centro de pesquisa também varia consideravelmente com o tipo e fase dos projetos. Como já foram referidas, as instituições desse tipo estão presentes na maioria dos projetos de REI e têm representado um motor essencial para o financiamento e para a evolução do estado da arte na área das REI na Europa. Contudo a respectiva as-

sociação aos projetos normalmente só é feita no caso de projetos que não estão na fase de *rollout*.

Na verdade, as empresas europeias que operam os sistemas de potência, especificamente as mais fortalecidas técnica e cientificamente, estão atualmente envolvidas com um número relativamente amplo de instituições do tipo universitário/centro de pesquisa, com base na respectiva participação em projetos de caráter internacional. No caso dos projetos de *rollout*, embora isso não seja na maior parte das vezes claramente mencionado, continuam a existir parcerias entre as distribuidoras responsáveis pelos projetos e instituições do tipo universitário/centro de pesquisa. Essas parcerias são, contudo, mais difusas e restringem-se, em geral, a instituições acadêmicas/centros de pesquisa mais próximos das áreas em que as empresas operam (em geral, no mesmo país).

No que diz respeito aos fornecedores de equipamentos de REI, a situação é similar ao que foi anteriormente descrito. A informação é pública para os projetos com um financiamento público significativo e assume caráter mais reservado à medida que os projetos caminham no sentido de projetos demonstrativos, pilotos e *rollout* de soluções.

A análise da informação disponível permite concluir que existe atualmente uma abertura grande da Europa para o trabalho cooperativo entre instituições dos diversos Estados-Membros e de outros países associados, podendo ser essas instituições de qualquer um dos tipos supramencionados. Os projetos desenvolvem-se, assim, de forma colaborativa, embora os dados confidenciais dos parceiros sejam devidamente assegurados. Essa confidencialidade pode ser completamente fechada em cada instituição (por exemplo, dados essenciais e direitos relativos a patentes e *software* desenvolvi-

do) ou ser ampliada ou consórcio. De qualquer forma, todos os projetos com financiamento europeu têm a obrigação de disponibilizar publicamente o conjunto de resultados considerados essenciais.

23.2.3 INSTITUIÇÕES DE INVESTIGAÇÃO PARTICIPANTES EM PROJETOS DE REI NA EUROPA

Como referido no item 22, para o presente estudo foi considerado um subconjunto dos projetos inventariados pelo JRC em [50] e ainda outros projetos de importância equivalente a esses, mas não inventariados pelo JRC. Relativamente às organizações participantes do tipo universitário e centro de pesquisa, foram consideradas as participantes nesses projetos, a menos que a informação disponível sobre as mesmas seja exígua e indique que a sua participação corresponde a uma atividade marginal relativamente ao seu foco de atividade.

O Anexo 5 do presente documento disponibiliza informações relativas às organizações do tipo universitário/centro de pesquisa e às respectivas participações em projetos de REI na Europa.

Diante da informação disponível nos estudos publicados, nos *sites* já referidos e por conhecimento com base em outras fontes diversas, pode-se dizer que as organizações listadas no Anexo 5 constituem um conjunto de organizações com contribuições muito relevantes para a evolução do estado da arte das REI na Europa.

O Anexo 5 inclui 79 organizações, sendo 19 Centros de Pesquisa (CP) e 60 instituições de Ensino Superior, designadas por Universidades (U) no presente documento. Na verdade, a distinção entre

as instituições do tipo CP e do tipo U nem sempre é clara, uma vez que uma parte importante das participações das universidades nos projetos europeus materializa-se por meio dos respectivos centros de pesquisa. Por outro lado, os centros de pesquisa que participam como parceiros nesses projetos têm, na sua grande maioria, sua raiz e/ou uma relação forte com uma ou mais instituições de ensino superior.

Nota-se que o número de instituições listadas para cada país não está diretamente relacionado com a maior ou menor contribuição desse país relativamente aos restantes, quer tenham igual, menor ou maior número de instituições listadas. Efetivamente, embora alguns países tenham um número de instituições relativamente pequeno listadas no Anexo 5, a sua participação em projetos de REI na Europa é muito superior à de outros países com igual ou maior número de instituições listadas. Tal fato deve-se a algumas das instituições listadas ter participações em projetos de REI mais intensas que outras.

As instituições listadas no Anexo 5 operam em 19 países distintos. Esses países, bem como o número de organizações consideradas em cada um, são apresentados na Tabela 23.

Para cada uma das instituições listadas, o Anexo 5 disponibiliza a informação seguinte:

- Nome da instituição: em diversos casos são incluídas dois nomes, uma na língua original da instituição e outra em inglês. Essa última foi disponibilizada sempre que se constatou que a própria instituição a utiliza de forma regular, especificamente para a respectiva participação em projetos internacionais. Sempre que seja de uso regular pela instituição, é também disponibilizado um acrônimo que a identifica;

- Tipo de instituição: as instituições de Ensino Superior, ou seja, do tipo universitário, são identificadas pela letra “U” e os centros de pesquisa por “CP”;

- País em que está localizada cada instituição: nota-se que a lista inclui países que não fazem parte da União Europeia, mas que participam ativamente nos respectivos programas de pesquisa;

- Página *web* da instalação: link para a página web de cada instituição, especificamente para a respectiva versão inglesa no caso em que a língua de origem não é o Português e para a versão portuguesa no caso de instituições portuguesas;

- Links *Web* relevantes para a área das REI e/ou da Energia e Sistemas de Potência: esses links são disponibilizados apenas quando é possível acessar a conteúdos mais específicos dessas áreas. Embora isso não constitua uma regra geral, normalmente as instituições em que a Energia é uma área de atuação estratégica e/ou fundamental proporciona esse tipo de link;

- Alguns projetos relevantes de REI em que a instituição participa ou participou: são indicados acrônimos de alguns projetos. Como referido anteriormente, a utilização desses acrônimos permite obter informação mais detalhada sobre cada projeto nas páginas respectivas e/ou nas páginas dos programas que os financiam;

- Algumas empresas de eletricidade com projetos de REI comuns com a instituição;

- Alguns fornecedores de REI com projetos comuns com a instituição.

Tabela 23 – Países e respectivo número de instituições listadas no Anexo 5.

PAÍS	Nº DE INSTITUIÇÕES
Alemanha	9
Áustria	5
Bélgica	3
Dinamarca	3
Espanha	10
Finlândia	5
França	6
Grécia	3
Holanda	4
Irlanda	1
Itália	9
Letónia	1
Noruega	1
Polónia	2
Portugal	3
Reino Unido	10
República Checa	1
Suécia	2
Suíça	1
TOTAL	79

O Anexo 6 apresenta a informação relativa a um subconjunto das instituições listadas no Anexo 5. No Anexo 6 são apenas listadas as instituições que participam e/ou participaram em mais do que um dos projetos seleccionados. Essa tabela inclui 32 instituições, sendo 20 do tipo universitário e 12 centros de pesquisa, distribuídas por 14 países. Esses, bem como o número de organizações consideradas em cada um, são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 – Países e respectivo número de instituições listadas no Anexo 6.

PAÍS	Nº DE INSTITUIÇÕES
Alemanha	3
Áustria	1
Bélgica	3
Dinamarca	3
Espanha	3
Finlândia	1
França	3
Holanda	3
Itália	4
Letónia	1
Letónia	1
Noruega	1
Portugal	2
Reino Unido	3
TOTAL	32

A Tabela 25 apresenta para essas 32 instituições a respectiva designação, o tipo a que pertence e o país em que se localiza.

O Anexo 6 tem toda a informação adicional, anteriormente indicada, relativamente a essas instituições.

Tabela 25 – Informação relativa às instituições listadas no Anexo 6.

INSTITUIÇÃO			CENTRO DE PESQUISA (CP) OU UNIVERSIDADE (U)	PAÍS
Nº DE ORDEM	ID #	DESIGNAÇÃO		
1	2	FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.	CP	Alemanha
2	6	TECHNISCHE UNIVERSITAET DORTMUND	U	Alemanha
3	9	UNIVERSITAET DUISBURG-ESSEN / University of Duisburg-Essen - UDE	U	Alemanha
4	10	Austrian Institute of Technology - AIT	CP	Áustria
5	16	KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN / University of Leuven – KU Leuven	U	Bélgica
6	16	UNIVERSITE DE LIEGE	U	Bélgica
7	17	UNIVERSITEIT GENT / Ghent University	U	Bélgica
8	18	Aalborg Universitet / Aalborg University	U	Dinamarca
9	19	DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET / Technical University of Denmark - DTU	U	Dinamarca
10	20	TEKNOLOGISK INSTITUT / Danish Technological Institute	CP	Dinamarca
11	21	CENTRE INTERNACIONAL DE METODES NUMERICS EN ENGINYERIAS / International Center for Numerical Methods in Engineering - CIMNE	CP	Espanha
12	23	FUNDACION TECNALIA RESEARCH & INNOVATION	CP	Espanha
13	30	UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	U	Espanha
14	35	VTT VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS;TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS - VTT	CP	Finlândia
15	36	ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT DES METHODES ET PROCESSUS INDUSTRIELS - ARMINES	CP	França
16	40	INSTITUT POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE	U	França
17	41	Université Joseph Fourier Grenoble	U	França

18	45	ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND / Energy Research Centre of the Netherlands - ECN	CP	Holanda
19	46	NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK - TNO	CP	Holanda
20	47	TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT	U	Holanda
21	52	CONSORZIO INTERUNIVERSITARIO PER L'OTTIMIZZAZIONE E LA RICERCA OPERATIVA / Interuniversity Consortium for Optimization and Operations Research - ICOOR	U	Itália
22	53	Politecnico di Torino / Polytechnic University of Turin	U	Itália
23	54	RICERCA SUL SISTEMA ENERGETICO - RSE	CP	Itália
24	57	Università di Catania	U	Itália
25	59	Riga Technical University	U	Letônia
26	60	NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET / Norwegian University of Science and Technology - NTNU	U	Noruega
27	61	INSTYTUT ENERGETYKI / Institute of Power Engineering	CP	Polônia
28	63	INESC TEC (Formely PORTO - INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTADORES DO PORTO)	CP	Portugal
29	64	Instituto Superior de Engenharia do Porto	U	Portugal
30	69	IMPERIAL COLLEGE OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND MEDICINE	U	Reino Unido
31	72	UNIVERSITY OF MANCHESTER	U	Reino Unido
32	74	UNIVERSITY OF STRATHCLYDE	U	Reino Unido

O Anexo 7 possui uma lista dos projetos selecionados para o estudo, incluindo-se em cada um deles as seguintes informações:

- Acrônimo do projeto ou designação, quando esse não está disponível
- Período de execução (em anos)
- Fase: consideram-se as fases e respectivas abreviaturas utilizadas pelo JRC [50]: R&D (Research and Development / pesquisa e desenvolvimento), D&D (Development and Demonstration / desenvolvimento e demonstração)
- Número de participantes

- Página(s) web com informação do projeto
- Países participantes: o Anexo 8 a este documento reproduz uma tabela, extraída de [50], com o significado das abreviaturas utilizadas
- Áreas de atuação: consideraram-se as áreas utilizadas pelo JRC em [50] e optou-se por manter a respectiva terminologia em inglês: *Smart Network Management, Integration of DER, Integration of large scale RES, Aggregation, Smart Customer & Smart Home, Electric Vehicles, Smart Metering, Other*.

24. ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE CPD&I NA ÁREA DE REI NA EUROPA

O item 23 do presente documento apresenta os resultados do estudo efetuado, o qual foi focado na identificação de instituições do tipo universidade e centro de pesquisa com uma participação relevante em projetos de REI na Europa.

Devido ao elevado número de projetos nessa área, foi necessário reduzir o conjunto de projetos analisados, tendo sido selecionado um conjunto de projetos de grande relevância.

A informação levantada sobre esse conjunto de projetos permitiu obter informação concreta e detalhada sobre 79 instituições. Foram ainda

identificadas parcerias dessas instituições com empresas de eletricidade e com fornecedores de equipamentos e de serviços de REI.

A UE tem investido de forma muito intensiva nos projetos nessa área e as instituições de pesquisa, tanto as de ensino superior quanto os centros de pesquisa, têm tido uma participação muito significativa nos projetos que têm sido executados e que estão atualmente em curso.

Embora o estudo incida apenas sobre um subconjunto dos projetos de REI identificados, os resultados obtidos permitem identificar as instituições de pesquisa mais relevantes de REI na Europa.

A informação apresentada no presente documento permite ter uma ideia clara quanto ao estado atual de desenvolvimento dos projetos de REI na Europa. O documento inclui dados concretos sobre diversos projetos bem como dados e respectiva análise relativos a um grande conjunto de projetos. É fornecida uma visão crítica dos resultados alcançados e identificadas lacunas dos projetos que se encontram no seu início, ou que se iniciam, deverão permitir abordar.

As referências fornecidas na lista incluída no final deste documento, bem como os diversos *sites* na *internet* e *links* que o documento se refere, permitem obter informação adicional sobre os projetos REI na Europa. Tais *sites* e *links* são importantes, pois permitem ao leitor interessado manter-se atualizado acerca da evolução das REI na Europa utilizá-los para obter a informação atualizada que neles é regularmente disponibilizada.

Diante do estudo realizado pode ser listado um conjunto de aspectos relevantes decorrentes da análise crítica efetuada:

- A maioria de projetos de REI na Europa conta com a participação de centros de pesquisa e/ou universidades, sendo essas instituições um motor de investigação necessário para o avanço no estado da arte das REI. A participação dessas instituições é particularmente relevante para permitir criar metodologias de planejamento e de operação que permitam retirar o maior valor acrescentado possível das infraestruturas de REI que têm sido implementadas e cuja implementação será feita nos próximos anos;

- A participação das empresas do setor energético em projetos de REI tem aumentado nos últimos anos. Esse fato tem a ver com diversos fatores, os quais se destacam:

- Incentivos à participação de empresas nos projetos de pesquisa e desenvolvimento, com vista à obtenção de resultados realistas, compatíveis com a respectiva utilização prática;

- Aumento da ênfase dos programas de financiamento no desenvolvimento de projetos demonstrativos e de instalações piloto no âmbito dos projetos financiados;

Implementação ampliada (*rollout*) de *smart metering* em diversos países da Europa, atraindo o interesse comercial dos fornecedores de equipamentos necessário a essa implementação;

- A participação das empresas do setor energético em projetos de REI começa a deixar de dominar a participação empresarial nesse tipo de projetos. Efetivamente, grande parte dos projetos de REI, incluindo os de pesquisa e desenvolvimento, foi sendo dominado pela participação de operadoras de redes de transmissão e de distribuição. Tal

fato contribuiu para que as soluções concebidas e desenvolvidas centrem-se essencialmente nos operadores e não nos usuários/consumidores. Os fornecedores tradicionais do setor energético têm sido também atores muito relevantes nesses projetos. Os fornecedores de maior dimensão têm ampliado sucessivamente as respectivas áreas de atuação, de forma a cobrir grande parte da cadeia de fornecimento de equipamentos e serviços de REI. Em grande parte dos casos, tal ampliação decorre de uma estratégia de aquisição de empresas já existentes e que atuam em áreas relevantes para as REI;

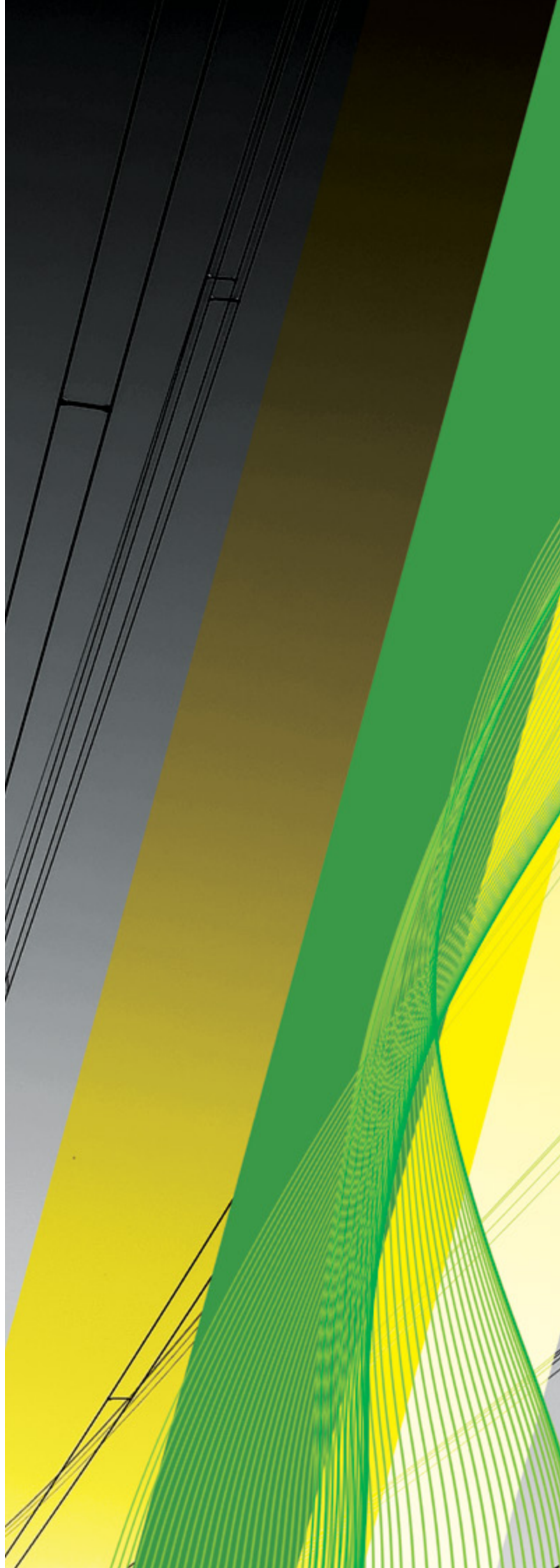
- Tem-se ainda verificado um aumento da participação das empresas do setor das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nos projetos de REI. Na grande maioria dos casos, destaca-se a participação de empresas de TIC de grande dimensão. Mais recentemente, têm-se assistido ao financiamento de projetos em que participam empresas da área das TIC de menor dimensão, as quais têm trazido para o setor das REI soluções e visões alternativas. Essa alteração dos atores das REI deverá acentuar-se nos próximos anos e é promissora em termos da eficiência das soluções relativas a equipamentos e a serviços;

- As áreas de foco dos projetos de REI que têm decorrido na Europa tem sofrido uma evolução significativa. Nas fases iniciais, os projetos centravam-se essencialmente na produção distribuída, nas energia renováveis e no *smart metering*. As questões relativas ao impacto dessas componentes nas redes de transmissão e distribuição têm também uma relevância muito grande. Embora essas componentes continuem a ter um peso muito elevado no conjunto de projetos em curso, começaram a surgir projetos que se focam em temas diversos, de grande relevância para as REI.

Destacam-se, nesse âmbito, as temáticas relativas a carros elétricos, a edifícios inteligentes, a cidades inteligentes e às novas formas de gestão de recursos.

Atualmente, em consequência de todo o investimento feito e do trabalho já realizado, a Europa detém conhecimento e competências de ponta na área das REI. Além disso, em termos de equipamentos e infraestruturas de REI, os investimentos têm sido relevantes, com ênfase no aumento significativo de produção distribuída e na utilização de energias renováveis como fonte primária para a produção de energia elétrica e em *smart metering*.

A fase atual, na qual existe um elevado número de projetos mais abrangentes, tanto em termos de áreas de foco quanto em termos da diversidade dos atores envolvidos, permite antever que será possível um avanço significativo nos próximos anos. Esse avanço deve corresponder essencialmente à adoção de novos modelos de planejamento e de operação que permitam uma implementação mais eficiente dos conceitos de REI na prática. Essa implementação deverá corresponder à entrada de novos fornecedores na cadeia de fornecimento, diante das novas oportunidades criadas e de novas áreas de atuação relevantes para o setor. Assim, verifica-se a expectativa de dinamização do setor econômico Europeu, com a implantação de novos fornecedores de equipamentos e serviços, de dimensão e áreas muito diversas, tanto em nível europeu quanto mundial.



25. METODOLOGIA PARA ESTUDO SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NO BRASIL

A Metodologia empregada neste trabalho foi baseada na identificação de instrumentos e políticas públicas vigentes relacionadas às REI, nas barreiras identificadas no cenário atual brasileiro e na análise do arranjo atual de atuação das entidades envolvidas com REI no Brasil.

A metodologia se inicia com a descrição e a avaliação do panorama atual de políticas públicas industriais e de ciência e tecnologia que se relacionam a REI, diretamente e indiretamente, no Brasil.

Em seguida, são identificadas as barreiras regulatórias, de negócio, de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), de desenvolvimento industrial, institucional e de incentivos.

Com base nas barreiras identificadas é fornecida uma visão do arranjo atual de REI no Brasil e identificada a necessidade de aprimoramentos para criação de bases de sustentação para o avanço de REI no país.

Por fim, é realizada uma proposição conceitual de um arranjo que visa incentivar a expansão das REI no Brasil, assim como utilizar esse movimento como um agente impulsionador da indústria nacional de TICs e equipamentos e garantir a apropriação dos benefícios das REI para a sociedade.

26. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NO BRASIL

26.1 POLÍTICAS PÚBLICAS

Uma política pública é caracterizada pelo conjunto de atividades do Estado que influencia a vida do cidadão, sendo realizada direta ou indiretamente pelo governo [67]. Em geral, essa intervenção torna-se importante quando ocorrem as chamadas “falhas de mercado” [68]. A exceção se dá em caso de questões distributivas, aquelas que visam distribuir benefícios individuais [69].

Falhas de mercado são situações em que o custo marginal social não é igual ao benefício marginal. Elas ocorrem quando os mecanismos de mercado, não regulados pelo estado, originam resultados econômicos indesejáveis para a sociedade. Esse fenômeno pode ser manifestado na forma de externalidades, bens públicos, assimetria de informação e poder de mercado [70].

No contexto nas REI a existência de externalidades aponta para uma falha de mercado que pode ser considerada a principal justificativa de criação de políticas públicas para esse setor. Isso deve ao fato de as distribuidoras não captarem todos os benefícios das implantações das REIs, apesar de serem as responsáveis pelos investimentos [71]. À medida que benefícios como eficiência energética, redução de emissão de CO₂, integração de novos agentes à rede elétrica e principalmente redução

de Energia Não Distribuída (END) tornam-se essenciais para a viabilização das REIs no Brasil [72] e são apropriados exclusivamente pela sociedade, os investimentos realizados pelas distribuidoras tendem a ser inferiores aos benefícios capturados, representando uma lacuna ao que seria considerado socialmente ótimo [71]. Portanto, existe um espaço para a intervenção do governo visando à correção dessa falha de mercado.

26.2 TIPOLOGIA DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Em relação à taxonomia de políticas públicas ou de apoio, pode-se destacar aquela que classifica as atividades quanto à natureza, à abrangência dos benefícios e aos impactos aos beneficiários. Entre as principais tipologias de políticas públicas destacam-se [69]:

- Políticas Estruturais: interferência em relações estruturais como renda, emprego, produtividade, etc.
- Políticas Conjunturais ou emergenciais: visa atenuar uma situação temporária.
- Políticas Universais: que atinge a todos os cidadãos.
- Políticas Segmentais: objetiva englobar um público com determinadas características.
- Políticas Fragmentadas: destina ações a grupos sociais dentro de um segmento.
- Políticas Distributivas: buscam distribuir benefícios individuais.
- Políticas Redistributivas: se baseiam na redistribuição de recursos entre grupos sociais.
- Políticas Regulatórias: definem regras e pro-

cedimentos que regulem o comportamento dos atores para atender interesses gerais da sociedade

Uma característica marcante do setor elétrico brasileiro tem sido a utilização de políticas públicas estruturais, fragmentadas e redistributivas visando atender necessidades sociais como o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica (Programa Luz para Todos) [73] que tem a missão de reduzir o mapa da exclusão elétrica no país, iniciado em 2003 e com previsão de término atual em 2014. Outro aspecto relevante do programa foi a instituição da Tarifa Social de Energia que estabeleceu descontos na conta de luz às famílias de baixa renda [74].

No âmbito das REI no Brasil, as políticas públicas adotadas têm sido no contexto regulatório e no fomento de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação. Entre as ações destacam-se a aprovação das resoluções 502/2012 e 482/2012 da Aneel com foco na regulamentação de medidores inteligentes e na inserção de micro e minigeração distribuída, respectivamente; a ação conjunta de linhas de financiamento com base em conteúdo local – INOVA ENERGIA; a desoneração da infraestrutura de telecomunicações advinda do Regime Especial de Tributação do Programa Nacional de Banda Larga e os projetos demonstrativos de REI do Programa de P&D da Aneel.

O arcabouço de política industrial e tecnológica vigente no Brasil já apresenta uma série de instrumentos de apoio, mesmo que não estejam diretamente relacionados a REIs. Portanto, inicialmente, faz sentido existirem avaliações de como esses mecanismos corroboram com os projetos e entidades envolvidas atualmente com o tema. Outro aspecto relevante é o nível de relacionamento en-

tre esses instrumentos e como a ação conjunta desses contribui e/ou pode contribuir para o desenvolvimento das REI. Com isso, podem ser identificadas as atuais barreiras ao desenvolvimento do tema. Por fim, podem ser avaliadas as experiências internacionais para a identificação de lacunas importantes nas políticas públicas para REI no Brasil.

26.3 INSTRUMENTOS DE APOIO E A ATUAL POLÍTICA INDUSTRIAL DO BRASIL

O rumo recente da política industrial brasileira tem se dado por meio de iniciativas como o Plano Brasil Maior (PBM), estabelecido em 2011. Obviamente que o tema não se limita ao PBM, entretanto, uma análise dessa iniciativa prevista para o ciclo 2011-2014 e que se encerra ao final de 2014 é um ponto de partida relevante quantos aos termos adotados nas ações do governo para indústria e tecnologia e como se relacionam com o tema REI.

O PBM é a política industrial, tecnológica e de comércio exterior do governo federal que possui como objetivo o estabelecido na Tabela 26 [75].

Tabela 26: Metas do Plano Brasil Maior.

	POSIÇÃO BASE	META (2014)
1. Ampliar o investimento fixo em % do PIB	18,4% (2010)	22,4%
2. Elevar dispêndio empresarial em P&D em % do PIB (meta compartilhada com Estratégia Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação – ENCTI)	0,59% (2010)	0,90%
3. Aumentar a qualificação de RH: % dos trabalhadores da indústria com pelo menos nível médio	53,7% (2010)	65,0%
4. Ampliar valor agregado nacional: aumentar Valor da Transformação Industrial/Valor Bruto da Produção (VTI/VBP)	44,3% 2009)	45,3%
5. Elevar % da indústria intensiva em conhecimento: VTI da indústria de alta e média-alta tecnologia/VTI total da indústria	30,1% (2009)	31,5%
6. Fortalecer as MPMEs: aumentar em 50% o número de MPMEs inovadoras	37,1 mil (2008)	58,0 mil

7. Produzir de forma mais limpa: diminuir o consumo de energia por unidade de PIB industrial (consumo de energia em tonelada equivalente de petróleo – tep por unidade de PIB industrial)	150,7 tep/ R\$ milhão (2010)	137,0 tep/R\$ milhão
8. Diversificar as exportações brasileiras, ampliando a participação do país no comércio internacional	1,36% (2010)	1,60%
9. Elevar participação nacional nos mercados de tecnologias, bens e serviços para energias: aumentar Valor da Transformação Industrial/Valor Bruto da Produção (VTI/VBP) dos setores ligados à energia	64,0% (2009)	66,0%
10. Ampliar acesso a bens e serviços para qualidade de vida: ampliar o número de domicílios urbanos com acesso à banda larga (meta PNBL)	13,8 milhões de domicílios (2010)	40,0 milhões de domicílios

Fonte: Governo do Brasil (2011)

Entre as iniciativas do plano, destacam-se aquelas voltadas para o estímulo à pesquisa e inovação como a desoneração dos investimentos, a ampliação e simplificação do financiamento ao investimento, o aumento de recursos para inovação e o aperfeiçoamento do marco regulatório [71].

Essas medidas visam o incentivo à inovação e o aumento da produção tecnológica de conteúdo local. No panorama recente da inovação o programa Inova Energia se apresenta como destaque de iniciativa diretamente ligada ao tema REI. O programa visou aprimorar a coordenação das ações de fomento à inovação e a aprimoramento da integração entre os instrumentos de apoio disponibilizados pela FINEP, BNDES e Aneel [61]. O programa de P&D Aneel já é um instrumento tradicional do setor elétrico para o incentivo do desenvolvimento de projetos e tem sido a base dos recursos empregados nos principais projetos de REI do Brasil [25]. A concessão de subvenção econômica para atividades de PD&I fica a cargo da FINEP que não possui fonte de *funding*. Assim, a concessão de crédito para PD&I é atividade de responsabilidade do BNDES [71]. No caso específico do Inova, a atuação do BNDES se dá por meio do Funtec, o apoio financeiro a projetos que objetivam estimular o desenvolvimento tecnológico e a inovação de interesse estratégico para o país [61].

Alguns instrumentos anteriores ao Inova que inclusive deram início a algumas das ações do programa foram criados a partir da promulgação de leis. Em 2004, a Lei nº 10.973, a Lei da Inovação, contribuiu com o fortalecimento das iniciativas de inovação tecnológica ao incentivar os processos de inovação e as parcerias entre CPD&Is e empresas. Assim, a lei da inovação visou o estímulo à inovação dentro de empresas e CPD&Is promovendo o desenvolvimento de produtos e processos inovadores mediante a concessão de recursos financeiro, sobretudo subvenção econômica, recursos humanos, materiais ou de infraestrutura destinados a apoiar atividades de pesquisa e desenvolvimento para atendimento a política industrial e tecnológica do país [71]. Outra lei significativa para o desenvolvimento de PD&I no país foi promulgada em 2005. A Lei

nº 11.196, a Lei do Bem, visa conceder incentivos fiscais às empresas que realizam pesquisa e desenvolvimento em inovação tecnológica. Entre os benefícios ligados à lei destacam-se a dedução dos investimentos realizados no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e na Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) (até um certo limite), redução de 50% de IPI na compra de máquinas e equipamentos e aceleração de depreciação e amortização de bens, desde que bens e atividades consideradas estejam relacionados diretamente à atividade de P&D [76].

Além dos instrumentos mencionados, ainda existem outros mecanismos de incentivo aos CPD&Is como as Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais (FAPs), Bancos de Desenvolvimento Regional e no caso específico do setor elétrico, os fundos setoriais, onde devem ser aplicados 1% da receita operacional líquida das concessionárias. Para distribuidoras, por exemplo, o fundo destina 20% ao financiamento de programas de P&D e 50% para ações de eficiência energética, em programas supervisionados pela Aneel, além de 20% para PD&I por meio do CT-ENERG destinado ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico (FNDCT) e 10% destinados ao Ministério das Minas de Energia (MME). Para geradoras e transmissoras essa composição é 40% P&D Aneel, 40% FNDCT e 20% MME [77].

As ações do CT-Energ são voltadas ao financiamento de “programas e projetos na área de energia, especialmente na área de eficiência energética no uso final. A ênfase é na articulação entre os gastos diretos das empresas em P&D e a definição de um programa abrangente para enfrentar os desafios de longo prazo no setor, tais como fontes alternativas de energia com menores custos e melhor qualidade e redução do desperdício, além

de estimular o aumento da competitividade da tecnologia industrial nacional” [78]. Dessa forma, as REI são candidatas a ter iniciativas financiadas por esse fundo, dado que alguns de seus motivadores são eficiência energética, inserção de GD/renováveis, melhoria da qualidade de serviço e redução de perdas [71]. Um dos problemas, no entanto, é que historicamente não se verifica a aplicação total dos recursos alocados a esse fundo.

Portanto, no contexto de iniciativas de PD&Is existe uma série de mecanismos estabelecidos para o desenvolvimento de REI, com destaque para o Inova Energia, criado especificamente para o tema. Assim, pode-se dizer que a área de inovação sobre o tema REI aparece coberta pelas políticas públicas nacionais. Essa afirmação é apoiada pela existência dos projetos demonstrativos em REI que se encontra em desenvolvimento, alguns deles em fase de conclusão em 2015/2016 [25]. Com a conclusão dos projetos demonstrativos, torna-se muito importante o compartilhamento das lições aprendidas para a criação de subsídios a elaboração de uma ação conjunta de esforços sobre REI, dada a limitação de recursos para seu desenvolvimento e visando a potencialização dos resultados de PD&I.

Ademais, tem se tornado uma prática recente no Brasil as políticas de exigência de conteúdo mínimo local que exigem desenvolvimento local de produtos e/ou produtos desenvolvidos no Brasil, ou seja, que possuem pelo menos 70% de seus componentes fabricados no país. Dentre essas políticas destacam-se os leilões de frequência para comunicação 4G em 250 MHz e 2,5 GHz ocorrida em 2010, que teve como exigência uma margem de conteúdo local de 10% (de 2012 a 2014), 15% (2015) e 20% (2016). Mais recentemente, o leilão de frequência de 700 MHz em

2014 requereu uma margem de preferência de conteúdo mínimo local de 15% em 2016 e 20% em 2017. Já a iniciativa na indústria naval com o Programa de Modernização e Expansão da Força (Promef) promoveu um índice de nacionalização de 65%. No setor de óleo e gás, a exploração da região do Pré-sal teve na definição dos contratos de exploração requerimentos de margem de conteúdo mínimo local. Além disso, tramita no plenário o Projeto de Lei 6252/2013 que tem por objetivo estabelecer a margem de preferência de 20% aos produtos nacionais em processos de licitação [79]. A Lei 8.666/93 já prevê a preferência pelo conteúdo local, entretanto não há uma margem de preferência estabelecida.

No tocante a políticas de qualificação de profissionais, o Sistema S apresenta posição de destaque como aliado na capacitação técnica de trabalhadores e aperfeiçoamento de profissionais. O Sistema S se refere ao conjunto de nove instituições de interesse de categorias profissionais, estabelecidas pela Constituição brasileira [80].

Por fim, ainda podem ser identificadas outras políticas industriais recentes de fomento tecnológico e industrial no Brasil. Entre essas políticas cabe destacar a diminuição do custo de financiamento e aumento de desembolsos no sistema BNDES, financiamento para o setor de software e tecnologia (PROSOFT), Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO) e as desonerações tributárias associadas a investimentos.

Quanto a aspectos de modernização dos ativos da rede elétrica, não foi identificada política pública específica no Brasil. A modernização das redes elétricas tem sido um dos impulsionadores das REI no cenário internacional. No que diz respeito às políticas regulatórias, a Associação Brasileira

das Distribuidoras de Energia Elétrica (ABRADEE) propôs o estabelecimento de três diretrizes para o 4º Ciclo de Revisão Tarifária Periódica visando à modernização do modelo atual para alcançar novos patamares de qualidade e eficiência. As três diretrizes se referem a: estabelecimento de um Plano de Investimentos para renovação e modernização dos ativos incluindo o emprego de novas tecnologias como as REI; sinais econômicos corretos para os investimentos com redução de incertezas sobre reconhecimento de receitas; e estímulo à evolução do modelo de negócios gerando uma maior atratividade para a prestação de novos serviços e a promoção do conceito de eficiência energética [81].

Esse item visa listar de forma não exaustiva os principais instrumentos de apoio e políticas públicas industriais, de ciência e tecnologia vigentes no Brasil. A política industrial vigente no Brasil apresenta oportunidades de promoção do conceito de REI. Entretanto, em geral, as políticas são horizontais, atingindo as atividades industriais e de inovação de forma geral. Nesse sentido, o Inova Energia apresenta-se como mecanismo relevante ao demonstrar-se uma iniciativa vertical. Para o desenvolvimento das REI, faz-se necessária uma avaliação das barreiras que impedem seu desenvolvimento e, assim, identificar a existência de falhas de mercado que precisam ser corrigidas para se alcançar o nível ótimo de benefícios à sociedade.

27. RESULTADOS SOBRE O ESTUDO DE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NO BRASIL

No decorrer deste documento foi realizado um panorama resumido da atual política brasileira no contexto industrial, tecnológico, de ciência e inovação. Com base neste levantamento, é possível verificar que as REI são um tema que se encaixa nas políticas atuais, inclusive dentro do proposto no PBM, mesmo que essas políticas tenham um foco abrangente. Nesse sentido, uma evolução observada é que já foram iniciadas ações específicas para impulsionar o setor. Entretanto, as iniciativas em REI ainda se encontram incipientes diante do seu potencial de aplicação no país. Assim, torna-se importante a identificação das barreiras que tem dificultado a evolução desse tema em território nacional que torna possível a identificação de novas ações que possam potencializar o mercado de REI no Brasil.

27.1. DIAGNÓSTICO DE BARREIRAS

As REI representam um movimento que trazem, em seu bojo, uma série de mudanças significativas para o modelo do setor elétrico. O modelo atual fundamentado na realização de massivos investimentos em infraestruturas de grande porte tem se mostrado limitado frente aos novos desafios dessa nova era [82], pautada na constante e rápida evolução tecnológica e na digitalização e conectividade de todos os elementos que cercam

a vida. Uma das características mais emblemáticas das mudanças trazidas pelas REI é a massificação da geração distribuída, onde o setor passa de um modelo de mercado cativo com um único supridor para um mercado com múltiplas fontes de energia e clientes que podem atuar hora como consumidor, hora como fornecedor de energia (prosumidor). Dada essa característica, é clara a necessidade de mudanças no setor nos âmbitos do negócio, do regulamento, da política e da indústria, já que o modelo vigente parece não acomodar as novas características apresentadas por esse novo modelo tecnológico do setor elétrico.

Esse cenário não é privilégio do Brasil. As barreiras à adoção e evolução das REI foram identificadas também em implantações no cenário internacional como por exemplo no Reino Unido, onde as condições técnicas e regulatórias não incentivavam a adoção da tecnologia [71]. Os Estados Unidos, que desde 2005 tratam de forma prioritária o tema REI, ainda buscam o aprimoramento regulatório para acomodar questões como reestruturação do mercado, inserção de renováveis, políticas de *net metering*, o desacoplamento tarifário e a prestação de novos serviços [83].

O mercado nacional atual de REI ainda é incipiente quando comparado ao seu potencial. Entre os onze principais projetos de REI do país, apenas um apresenta como principal forma de financiamento investimentos da própria concessionária. Os demais possuem, como característica comum, o financiamento da maior parte do projeto por meio de recursos do Programa de P&D regulado pela Aneel [25]. A incipiência desse mercado se justifica pela existência de barreiras à adoção das tecnologias, o que impacta também a evolução da indústria de REI no país.

Nesses termos, foi realizado um diagnóstico sobre as atuais barreiras à adoção da REI no país no contexto industrial, regulatório, tecnológico e científico:

- LIMITAÇÃO DE RECURSOS DE P&D

A primeira barreira identificada se refere à coordenação das iniciativas de REI no país. Dada à limitação de recursos, é importante que as novas iniciativas sejam articuladas visando potencializar os resultados do uso dos instrumentos disponíveis, inclusive em termos de inovação.

Outra barreira é a limitação do financiamento a atividades de Pesquisa & Desenvolvimento, com forte viés para a originalidade, o que limita a oportunidade de realização de inovações em conjunto com agentes outros que não entidades de CPD&Is.

- ESGOTAMENTO DO MODELO REGULATÓRIO VIGENTE

Assim como já evidenciado pelos trabalhos da ABDI [84] e ABRADÉE [81], a evolução da adoção das REI está diretamente ligada ao aprimoramento regulatório na direção de um novo modelo para o setor, assim como vem ocorrendo com outros países.

Nesse contexto, os principais entraves identificados incluem a incerteza sobre o reconhecimento de investimentos em redes de telecomunicação e Tecnologia da Informação que com as REI passam a estar inerentemente em maior profundidade no negócio do setor. Segundo o Projeto Estratégico de REI, esses investimentos representam de 21 a 36% do dispendio em projetos de REI [72].

No entanto, não são somente as incertezas sobre

esses custos que reduzem a atratividade de investimentos no setor. Incertezas sobre demais itens da base regulatória, valor de WACC, OPEX, etc., também representam barreiras à modernização da rede elétrica [81].

Ainda, as REI estão relacionadas com a criação de novas oportunidades de prestação de serviços relacionados à área de energia, porém o engessamento regulatório desestimula as distribuidoras a buscarem essas novas oportunidades. O regulamento da ANEEL sobre “Outras Receitas” da concessionária limita os serviços que podem ser prestados e estabelece que, no mínimo, 50% do lucro com a prestação de serviços deve ser revertido para a modicidade tarifária [85]. Em países como os Estados Unidos, a prestação de novos serviços pela distribuidora ou em parceria com empresas especializadas se apresenta como uma alternativa à perda de receita das concessionárias com geração distribuída, eficiência energética, resposta à demanda e maior competição.

- BAIXA MATURIDADE DO MERCADO

Outra barreira relevante, sobretudo para a indústria, é a incerteza sobre a implantação das REI. Conforme mencionado, atualmente a maior parte dos recursos dispendidos com REI advém de instrumentos de apoio à pesquisa. Essa característica do mercado não aponta para um sinal claro que indique para uma evolução na adoção da tecnologia no curto prazo. Diante dessa incerteza, a indústria apresenta dificuldade em se posicionar quanto a investimentos na área de REI, evitando a realização de investimentos relevantes e a inserção de novos produtos e tecnologias.

- AUSÊNCIA DE UMA POLÍTICA INDUSTRIAL VERTICAL DO GOVERNO FEDERAL

Além de sinais claros sobre a criação de um mercado de REI, outra barreira ao desenvolvimento da indústria é a dificuldade de competição das empresas brasileiras com os grandes atores multinacionais que já possuem soluções com alto grau de maturidade cujo desenvolvimento foi incentivado pela implantação de REI no âmbito internacional.

Para o enfrentamento dessa barreira e sobre a barreira “Baixa Maturidade do Mercado”, a ABDI propõe o desenvolvimento de um programa de governo que visa definir uma estratégia multi-ministerial para a implantação das REI e o desenvolvimento da indústria, mitigando incertezas e incentivando o planejamento dos investimentos das empresas nacionais em REI [84].

Alternativas incluem políticas públicas industriais pesadas, ou seja, com intervenção do governo no mercado em uma vertical específica, no caso o setor elétrico e ações que visam à proteção de conteúdo local conforme o realizado nos setores naval, de óleo e gás e de telecomunicações.

• DIFICULDADE DE SINERGIA COM O SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES

Outra barreira relevante se refere ao relacionamento das concessionárias de energia com as operadoras de telecomunicação do país. Conforme mencionando anteriormente, um dos principais entraves relacionados aos custos das REI se refere aos investimentos em redes de telecomunicação. As distribuidoras têm optado em seus projetos pilotos em investir em redes próprias de comunicação. Entretanto, essas empresas não possuem direito ou autorização de exploração de serviços de comunicação. Dessa forma, a infraestrutura implantada está subutilizada, seja do ponto de vista de instalação de antenas quanto do uso de

frequências. A prática de sobreposição de redes de comunicação se mostra uma forma de planejamento ineficiente, já que a sua utilização poderia ser otimizada. A preferência das concessionárias pela rede própria de comunicação é resultado do fraco desempenho das redes alugadas, com a contratação de serviços das operadoras de telecomunicação, cujos serviços, em geral, são compartilhados com o mercado, podendo apresentar problemas de desempenho e não atendimento aos requisitos da concessionária. Um diálogo direto entre esses dois setores poderia contribuir para um oferecimento de serviços prioritários as aplicações das concessionárias de energia, evitando altos dispêndios das concessionárias de energia em redes de comunicação subutilizadas. Nesse assunto, uma das barreiras também identificadas é a dificuldade de proposição de aumento de custos de OPEX, em detrimento de CAPEX, fato que vai contra a lógica regulatória de remuneração das distribuidoras.

No contexto da opção por implantação de redes próprias, principalmente no que tange ao uso de radiofrequência, uma barreira significativa é a inexistência de uma frequência específica para as REI. Essa característica regulatória leva as concessionárias a utilizar frequências não-licenciadas que podem apresentar problemas técnicos como interferências sobretudo em regiões metropolitanas, levando a uma degradação do serviço ou necessidade de maiores investimentos para sanar o problema.

• FALTA DE SINERGIA COM AS DEMAIS UTILITIES E SERVIÇOS PÚBLICOS

A subutilização das redes poderia ser de telecomunicações dedicadas a REI pode ser amenizada com parcerias com outras empresas de utilidades

(água e gás) interessadas em realizar medição remota. Essas empresas têm dificuldade em implantar esses sistemas, pois sua infraestrutura é menor do que a das empresas de energia (ex.: postes). Em geral, isto leva à inviabilização dos projetos, principalmente de medição. Outra iniciativa que necessita da implantação de redes de comunicação são as Cidades Inteligentes, onde também há a possibilidade de sinergias significativas da infraestrutura de comunicação implantada pelas concessionárias de utilidades com as demandas dos serviços públicos municipais. Em caso de múltiplas implantações de redes de comunicação se configura o caso de sobreposição de redes que podem não ter seu potencial completo sendo aproveitado.

A sinergia entre esses agentes do setor é complexa e deve ser balizado por uma regulamentação específica, sobretudo para questões de compartilhamento da infraestrutura e/ou de investimentos.

- LACUNA NA FORMAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA QUALIFICADA

Outra possível barreira à evolução da indústria de REI é a necessidade de qualificação da mão-de-obra. A criação de soluções mais complexa nas áreas de eletrônica, eletrotécnica, telecomunicações e Tecnologia da Informação pode apresentar a demanda de maior qualificação dos profissionais da indústria. Em países como os Estados Unidos, por exemplo, as REI impulsionaram o crescimento de empregos[22].

Ademais, a necessidade de mão-de-obra da concessionária passará por mudanças significativas com a adoção das REI. Um exemplo é a redução da necessidade de leituristas que precisam ser realocados em posições de maior qualificação. Já os

eletricistas passam a precisar de uma maior qualificação, já que deixam de instalar equipamentos analógicos para instalar equipamentos digitais que necessitam conhecimentos de maior complexidade, como por exemplo, a configuração de um *firmware*.

- DIFICULDADES NO PROCESSO DE HOMOLOGAÇÃO E PADRONIZAÇÃO

A obrigatoriedade de homologação de equipamentos é extremamente importante para a garantia da segurança e correto funcionamento dos dispositivos para REI, impondo também uma barreira de entrada a equipamentos inseguros ou que podem trazer prejuízo à operação do sistema. No entanto, o processo de homologação traz algumas dificuldades importantes para adoção das REI e para o desenvolvimento da indústria. Foram identificados três entraves sobre esse aspecto. Primeiro, a dificuldade de acompanhamento da criação de portarias em relação à regulamentação do setor elétrico, tendo em vista que após a regulamentação do uso de uma tecnologia existe uma lacuna considerável entre sua obrigação de utilização ou oferta de serviços relacionados e a aprovação de uma especificação técnica. Um exemplo é o ocorrido com a oferta de tarifa branca que está condicionada à existência de sistemas de medição homologados.

O segundo aspecto se refere aos prazos de homologação dos equipamentos tanto de medição quanto de radiofrequência, que possui uma duração acima do desejável e impacta na inserção de uma tecnologia no mercado.

Por fim, o terceiro aspecto se refere à padronização para garantia da interoperabilidade, ou seja, a capacidade de equipamentos e sistemas de dif-

erentes empresas em comunicarem entre si, em maior ou menor grau. A adoção de padrões reduz incertezas sobre a aquisição e produção de tecnologias já que mitiga incompatibilidades futuras, contribui para o amplo acesso às REI, evita problemas de segurança sistêmica e reduz o risco de desenvolvimento de equipamentos [71].

Uma melhor estruturação dos órgãos certificadores e homologadores, reduzindo os prazos envolvidos, a divulgação centralizada das normas regulamentadoras e a adoção de padrões nacionais são elementos que podem contribuir para minimizar as dificuldades encontradas nesse aspecto.

- Tributos, Financiamento e Incentivos

A última barreira identificada se refere aos tributos, financiamentos e incentivos para o desenvolvimento de tecnologias no país. É de conhecimento geral que o denominado Custo Brasil gera um relevante impacto na competitividade da indústria nacional frente às empresas multinacionais, sobretudo nas áreas tecnológicas. Na fase de lote pioneiro, o custo de produção é muito elevado, principalmente no que tange à falta de ganho de escala, favorecendo a produção em outros países, notadamente a China. Possíveis desonerações em diferentes fases da cadeia poderiam auxiliar o desenvolvimento de soluções nacionais adequadas.

27.2 UM NOVO ARRANJO

Ao tratar do tema Políticas Públicas para desenvolvimento da indústria e da área de ciência, tecnologia e inovação para as REI é necessária uma avaliação do modelo do setor elétrico como um todo e, principalmente, como são as interações entre o setor elétrico, o mercado, a regulação, a

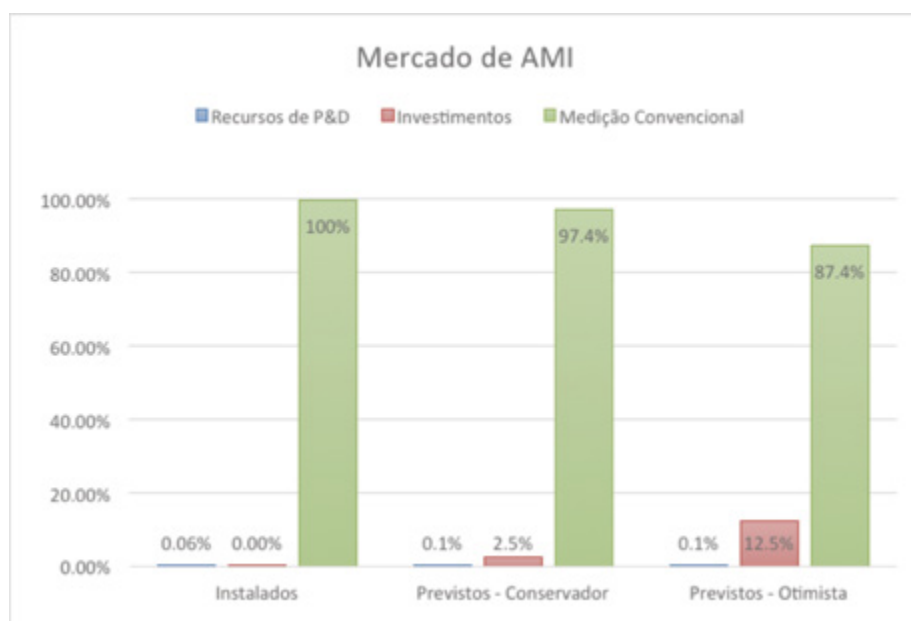
indústria, a pesquisa e as ações públicas. Assim, faz-se necessária a avaliação de um modelo que apresente ações alinhadas entre as diferentes partes interessadas envolvidas no processo de desenvolvimento das REI no país.

Em primeiro lugar, é importante uma visão do panorama atual desse arranjo de interações entre as instituições que engloba as barreiras apresentadas no subitem 27.1. Do ponto de vista da área de pesquisa, tecnologia e inovação, o Brasil já possui uma série de instrumentos de apoio ao desenvolvimento de tecnologias contando com políticas verticais e horizontais, conforme apresentado no subitem 26.3. Além disso, já foi dado um início para o maior aproveitamento dos instrumentos de apoio disponíveis por meio do programa Inova Energia que também apresenta uma política vertical significativa ao focar os esforços e os recursos diretamente para ações de REI, com relevante contribuição à aproximação entre indústria, CPD&Is e concessionárias de energia. Assim, no âmbito de PD&I, o país já possui uma base sólida de sustentação para as iniciativas de REI. Um reflexo desse cenário é a existência dos projetos demonstrativos de REI e as parcerias criadas por meio do Inova Energia. Assim, a área científica não demanda mudanças estruturais na forma como vem sendo desenvolvida, podendo ser objetivo de aprimoramentos em questões pontuais.

Entretanto, mesmo que a base para o desenvolvimento tecnologias de REI apresente condições ao atendimento as necessidades do país, o mercado atual para essas tecnologias se apresenta incipiente, restringindo-se em sua maior parte às iniciativas do programa de P&D regulado pela Aneel. Um exemplo que evidencia esse cenário é a comparação da base instalada de AMI em consumidores residenciais quando comparada ao total de

unidades no Brasil, considerando também a relação dessas instalações com a origem dos recursos dispendidos na aquisição dessa infraestrutura. A Figura 35 apresenta valores estimados do total de medidores inteligentes instalados e com previsão de instalação no Brasil. Com base na Figura 35, pode-se observar que, quase em sua totalidade, os medidores inteligentes já instalados no Brasil foram adquiridos com recursos de P&D. Essa base representa hoje 0,06% do total de unidades consumidoras residenciais no país. Considerando um cenário de previsão de novas instalações, o montante de investimentos em medição inteligente para grupo residencial já chega a 2% da base de consumidores residenciais no país, sobretudo pela iniciativa da Light, que anunciou recentemente uma parceria para disponibilização de REI a 1,6 milhões de consumidores até 2018 [87]. Mesmo em um cenário otimista, considerando a evolução do Projeto Estruturante Eletropaulo Digital para uma implantação em massa na área de concessão da AES Eletropaulo, seriam atingidos apenas 12% da base de clientes residenciais.

Figura 35 – Base de Medidores Inteligentes residenciais no Brasil.



Fonte: Elaborado com base em ABDI e IAPTEL [25].

Portanto, o cenário atual de REI no Brasil indica um mercado baixo em relação ao seu potencial, resultado da presença de algumas barreiras identificadas no subitem 27.1, sobretudo pela limitação imposta pelo modelo atual do setor elétrico que apresenta incertezas quanto a investimentos realizados em modernização da rede elétrica, principalmente no tocante à infraestrutura de telecomunicações e tecnologia da informação. Diante de um cenário que apresenta risco ao investido em relação a remuneração de ativos, a otimização da infraestrutura de TIC para novos negócios e de perdas econômicas ao incentivar a eficiência energética, a regulamentação vigente para o setor contribui com a redução da atratividade de investimentos em REI no

país. A Figura 36 apresenta uma visão do arranjo das ações relacionadas às REI no Brasil, onde o cenário atual apresenta uma base para o desenvolvimento de PD&I, com o modelo regulatório do setor elétrico limitando a evolução do mercado que por sua vez não aponta para a existência e necessidade de uma indústria robusta para atendimento do mercado.

Figura 36 – Cenário atual de ações de REI no Brasil.



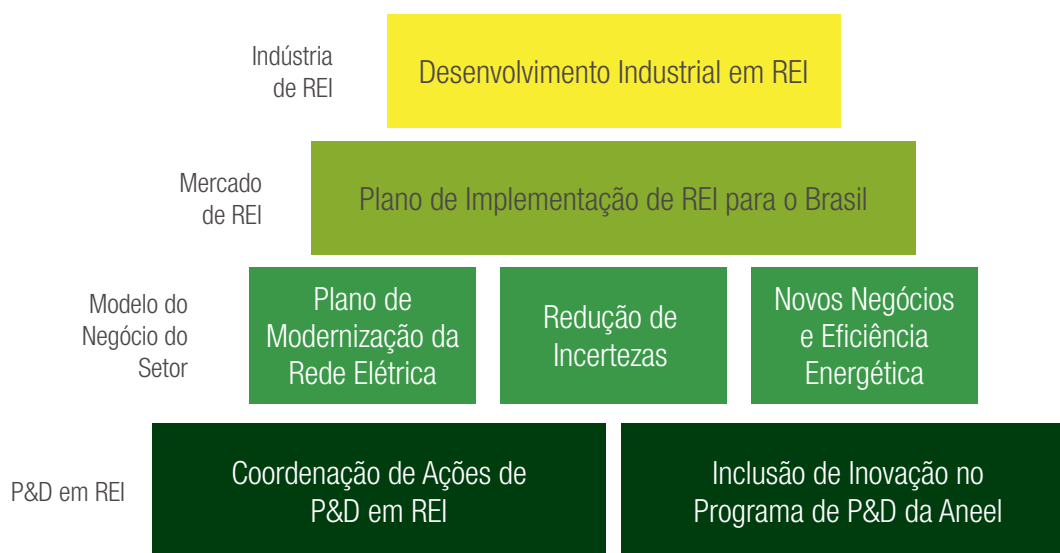
Fonte: Marcelo Pelegrini.

Com vista ao desenvolvimento das REI, algumas mudanças poderiam ser realizadas para aprimoramento do arranjo brasileiro. Como os benefícios das REI não são totalmente apropriados pelo investidor em REI, as distribuidoras de energia, sendo recebidos também pela sociedade, políticas públicas podem ser empregadas no desenvolvimento de REI no Brasil. A criação de um mercado de REI também pode ser um ponto de partida para o aprimoramento da indústria brasileira, sendo um catalisador para a criação de novas tecnologias, negócios e empregos.

Destarte, esse documento visa propor um arranjo em alto nível que preveja ações que garantam a sustentação das REI no Brasil possibilitando o aprimoramento da área de PD&I, a evolução do modelo do setor elétrico frente aos novos desafios e tecnologias emergentes, a criação de um mercado de REI no país e o aproveitamento desse mercado como base para a evolução da indústria de TICs e equipamentos para o setor elétrico. A proposta desenvolvida foi criada com base nas iniciativas que vem sendo desenvolvidas por importantes entidades do setor como Abradee [81] e ABDI [84], visando identificar como essas propostas poderiam trabalhar em conjunto estando, dessa forma, alinhada com as necessidades que vem sendo apresentadas pelas principais entidades representantes do setor elétrico e indústria.

A Figura 37 apresenta o arranjo proposto, neste trabalho, para as REI no Brasil. O princípio que rege essa proposta é o desenvolvimento da indústria em conjunto com a criação de um mercado de REI com maior grau de maturidade, sustentado por um novo modelo de negócio que reconhece a modernização da rede elétrica como estratégia e apoiado por um programa de P&D aprimorado.

Figura 37 – Arranjo proposto para REI no Brasil.



Fonte: Marcelo Pelegrini.

A primeira diretriz que o arranjo segue visa o aprimoramento das ações de PD&I relacionadas ao tema REI por meio de duas ações. A primeira se refere ao desenvolvimento de uma estratégia de coordenação entre projetos de P&D em REI visando um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e limitados. Em linhas gerais, esta ação tem por objetivo a identificação de temas chave para desenvolvimento de projetos, distribuição para as entidades e um efetivo compartilhamento de resultados e lições aprendidas, evitando, sobretudo, a duplicação de esforços em P&D de REI. Já a segunda ação propõe a inclusão da Inovação como alicerce do Programa de P&D Aneel, análogo ao enquadramento de ações de inovação no contexto da Lei do Bem, tornando o programa em iniciativa de PD&I. O programa poderia definir percentuais de projetos contendo inovação (Ex.: P&D 60% e PD&I 40%). A inclusão de inovação no âmbito do programa da Aneel pode trazer uma série de benefícios para a concessionária, entre eles, uma maior atratividade dos resultados dos projetos para partes interessadas da empresa e a busca por soluções que melhorem a eficiência operacional das empresas [88]. Dado esse contexto de inovação, os programas passam a poder contar com atividades de capacitação profissional contribuindo para enfrentar uma das barreiras relacionadas às REI, ao qualificar profissionais na área. Esse ponto é essencial, pois uma parte significativa do conhecimento sobre novas tecnologias e inovação no setor se encontra nos CPD&Is. Outra ação prevista é a utilização do Sistema S e Universidades para capacitação de mão-de-obra, prevendo parcerias com CPD&Is.

Já a segunda diretriz aponta para a evolução do modelo regulatório do setor visando seu alinhamento com as novas necessidades do setor elétrico frente às possibilidades trazidas pelas REI e a mitigação dos efeitos apresentados pelas atuais barreiras que reduzem a atratividade de realização de investimentos na modernização das redes elétricas, principalmente aqueles referentes à rede de comunicação e sistemas que permitem a aplicação de funcionalidades de REI. Para a realização dessa diretriz, o setor de Distribuição passaria por uma transformação significativa. Essa transformação advém da necessidade de mudanças no modelo atual que apresenta sinais de esgotamento. Assim, essa diretriz se baseia em três alicerces, conforme proposto pela Abradee [81] para o 4CRTP:

- Estabelecimento de um Plano de Investimentos para renovação e modernização dos ativos;
- Garantia de sinais econômicos corretos para o setor;
- Estímulo à evolução do modelo de negócios e eficiência energética.

Essas iniciativas possuem a capacidade de estimular o desenvolvimento das REI no país ao reduzir as incertezas sobre o reconhecimento de investimentos na modernização da rede elétrica, incluindo as REI, já que também consideram o tratamento de especificidades na Base Regulatória. Além disso, auxiliam a tomada de decisão ao definir regras claras no contexto econômico das empresas. Por fim, permitem a possibilidade de exploração de novos serviços e negócios advindos da implantação das REI, principalmente aqueles relacionados à geração distribuída e eficiência energética (gestão energética e *demand response*). Para isso, é desejável o desacoplamento tarifário, ou seja, a desvinculação das receitas da distribuidora das

vendas de energia. Desse modo, investimentos em eficiência energética e gestão da demanda seriam considerados e remunerados em patamar de igualdade com investimentos na expansão da rede de distribuição.

Uma reforma no modelo de negócio do setor pode contribuir com a criação do mercado de REI. Entretanto, uma ação mais definitiva pode contribuir fortemente para a rápida evolução desse mercado. Assim, a terceira diretriz proposta prevê a elaboração de um Plano de Implementação de REI no Brasil por meio de uma Política Pública do Governo Federal que estabeleça regras para a disseminação das REI. A participação do governo no âmbito de REI é considerada relevante dados os benefícios trazidos por esse conceito à sociedade.

Esse plano tem como objetivo não só a evolução das REI no país, mas a contribuição para o desenvolvimento da indústria local com vistas a atender parte do mercado nacional de REI a ser desenvolvido e a permitir que soluções desenvolvidas no Brasil possuam características competitivas no mercado internacional. O governo brasileiro tem tido sucesso nesse tipo de iniciativa assim como o observado na indústria naval.

Dentre as disposições contempladas nesse plano poderiam ser estabelecidas políticas leves ou pesadas para atendimento da necessidade do país. Entre as alternativas podem ser considerados modelos:

- Obrigatoriedade de implementação com auxílio de subsídios do governo e definição de regras claras para a expansão de REI;
- Implantação voluntária de REI com auxílio da criação de uma linha de financiamento voltada para a expansão das REI no país, sendo

necessário o atendimento a determinadas regras para a sua participação.

O alinhamento da política de implantação de REI com a política industrial do país deve ser garantido por meio de uma articulação com os instrumentos vigentes e novos instrumentos a serem criados. Independente da estratégia adotada devem ser acordadas regras relacionadas ao desempenho da implantação das REI no país. Dentre as regras com capacidade de incorporação ao plano que visam auxiliar o desenvolvimento da indústria podem ser consideradas demandas relacionadas à qualificação de mão-de-obra, proteção de conteúdo local e ganhos sociais. Com isso, haveria a criação de um mercado nacional que demande soluções da indústria para atendimento das necessidades do setor.

Com a sinalização do governo sobre a implantação das REI no país, a indústria passa a ter uma visão a longo prazo de como precisa se preparar e investir para garantir o atendimento das demandas tecnológicas nacionais [84].

No contexto da indústria, outra forma de incentivo que visa a evolução do índice de nacionalização de soluções de REI e o aumento da competitividade da indústria brasileira são desonerações, diferenciação de impostos e uso de incentivos. Essas ações podem ser praticadas no contexto de projetos de REI desde que bem definidas as regras de elegibilidade de participação das empresas. Pode-se casar esses benefícios a participação em projetos relacionados ao Plano de Implementação Nacional de REI e/ou desempenho de desenvolvimento, produção, inovação, vendas no mercado interno e exportação de soluções. Entre as possíveis formas de desoneração e incentivos com capacidade de emprego para o desenvolvimento

de REI no Brasil, a ABDI destaca impostos diferenciados, revisão de ICMS, revisão da CLT, alterações na Lei da Informática, adoção de planos de regulação fiscal, etc.

Cabe observar que quaisquer que sejam as iniciativas contempladas pela política pública industrial do país devem ser garantidos o ambiente de competição entre fornecedores nacionais e internacionais, o desempenho de alto nível da indústria frente a métricas de acompanhamento, as regras de saída tanto da participação de empresas como de continuidade das políticas e a modicidade tarifária.

Por fim, outra iniciativa que visa contribuir com o desempenho da indústria frente às demandas de REI apresentadas pelo mercado local é a busca por ganho de eficiência na homologação de equipamentos. Ações nesse sentido visam, inclusive, a mitigação de riscos de opção por exigências de conteúdo local nos projetos, já que o atraso em disponibilização de soluções pode gerar impactos negativos como defasagem de preço e/ou de tecnologias. Nesse sentido, apresentam-se como opções as ações: investir em capacitação de laboratórios, credenciamento de agentes externos, investimentos em qualificação de mão-de-obra, priorização de homologação e certificação de equipamentos de REI[20] e parcerias com CPD&Is com capacidade de auxiliar e/ou investir em atividades de homologação e certificação de soluções.

Para concluir, poderiam ser consideradas no Plano de Implantação Nacional de REI iniciativas de otimização da infraestrutura, especialmente em relação à infraestrutura de comunicação como incentivo a parcerias de concessionárias de energia com empresas detentoras de redes de comunicação e iniciativas conjuntas para desenvolvimen-

to de Cidades Inteligentes que incluem parcerias para multi-medição com demais *utilities* e de compartilhamento de infraestrutura com serviços públicos como segurança, transporte, etc. Outra alternativa poderia ser a destinação de faixas de frequência específicas para REI. Entretanto, este trabalho desconsidera essa opção por entender que ela vai contra o princípio de otimização da infraestrutura de comunicação que se apresenta cada vez mais como um gargalo para as operadoras de telecomunicação em todo o mundo.

28. CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO DE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NO BRASIL

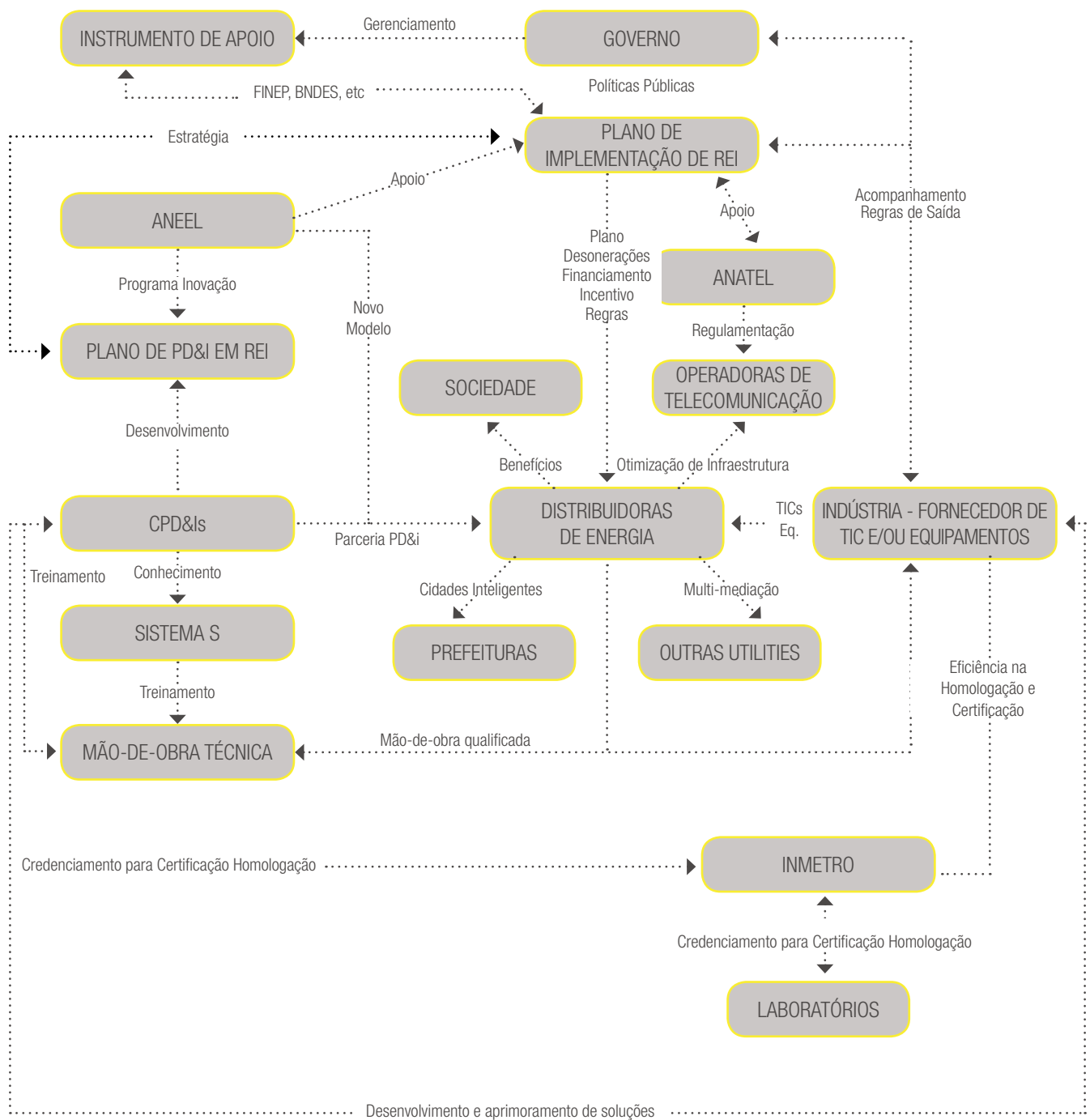
Neste trabalho foi realizada uma avaliação das políticas públicas vigentes e seu relacionamento com as REI. Com isso, foi possível identificar barreiras que impedem a evolução do tema em território nacional, assim como a evolução da indústria para atendimento ao índice de nacionalização de produtos de REI. Assim, foi possível propor um arranjo que visa o rompimento dessas barreiras e o incentivo à adoção de REI no país e seu uso como agente viabilizador de evolução da indústria de TICs e equipamentos.

A Figura 38 apresenta um resumo esquemático do arranjo proposto para a política de REI no Brasil,

contendo as principais relações entre os agentes e as ações a serem implementadas.

A Figura 38 ao lado apresenta um modelo proposto por este trabalho que visa apresentar reflexões sobre a estratégia de desenvolvimento de REI e sua relação com a indústria nacional. Este trabalho não visou esgotar os estudos relacionados ao tema, mas sim criar um arcabouço para a posterior evolução do tema e o detalhamento das iniciativas para a criação de incentivos à modernização da rede elétrica por meio da adoção das REI, e essas como aceleradores do desenvolvimento da indústria de TICs e equipamentos no país.

Figura 38 – Esquema do arranjo proposto para REI.



Fonte: Marcelo Pelegrini.



29. METODOLOGIA PARA ESTUDO SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NA EUROPA

A metodologia que permitiu a elaboração do presente documento baseou-se essencialmente em recolhimento de informação relativa aos participantes em projetos de REI na Europa e no acervo pessoal de conhecimento nessa área, fruto do envolvimento da autora no tema e em diversos projetos concluídos e em curso.

O presente documento utiliza fontes diversas de informação, com destaque para organismos e serviços da UE, os quais são devidamente referenciados, incluindo, sempre que relevante, os respectivos sítios na internet. A inclusão dessa informação permitirá assim, aos leitores, a exploração de informação e de materiais adicionais sobre os temas tratados.

É feita uma descrição dos principais programas de apoio e financiamento a projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) na Europa, com especial destaque para os programas e componentes mais relevantes para a área das REI.

O conjunto de projetos analisados para verificar quais os programas que os financiam, bem como os custos e os montantes de financiamento envolvidos, corresponde aos 45 projetos na área de REI selecionados.

30. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS SOBRE O ESTUDO ACERCA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NA EUROPA

30.1 HORIZON 2020

O Horizon 2020 (Horizonte 2020), abreviado como H2020 no presente documento, programa de investigação e inovação da União Europeia (UE) atualmente em curso, é o maior programa de investigação e inovação da UE já desenvolvido, com uma previsão de quase €80 bilhões disponíveis para financiamento de projetos.

No link <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020> (ou <http://ec.europa.eu/research/horizon2020>) pode encontrar-se muita informação sobre esse programa, incluindo informação organizada num conjunto de abas distintas. A aba “*publications*” provê o acesso a um conjunto vasto de publicações. Dentre essas, destacam-se algumas que permitem obter uma descrição sobre o H2020, a respectiva organização e alguns detalhes de implementação:

- “HORIZON 2020 in brief - The EU Framework Programme for Research & Innovation” que faz uma descrição relativamente resumida do programa em inglês [89]. Há versões disponíveis em todas as línguas da EU em que se inclui o Português [90];

- “The Grand Challenge - The design and societal impact of Horizon 2020” [94]. Esse relatório apresenta os resultados das avaliações de impacto *ex ante* realizadas como parte do processo de formulação de políticas do H2020.

Pelo H2020 estão disponíveis quase €80 bilhões de financiamento ao longo de sete anos, entre 2014 e 2020. Além disso, o financiamento disponibilizado pela UE atrairá investimento privado e público nacional nos países participantes de montantes relevantes [89-90].

O H2020 é o instrumento financeiro para a implementação da União da Inovação (*Innovation Union*), uma iniciativa emblemática da Estratégia Europa 2020 que visa reforçar a competitividade global da UE e criar empregos e crescimento. O H2020 tem como objetivo fortalecer a posição da UE em ciência, reforçar a liderança industrial em inovação e tratar das principais preocupações da sociedade, tais como as mudanças climáticas, os transportes e a mobilidade sustentáveis e a segurança alimentar [94].

O H2020 reúne o financiamento da pesquisa e inovação da UE num único programa. Assim, o H2020 combina os financiamentos para pesquisa e inovação anteriormente disponíveis separadamente por meio do programa-quadro de pesquisa e desenvolvimento tecnológico (*Framework Programme for research and technological development* - FP), do Programa-Quadro Competitividade e Inovação (*Competitiveness and Innovation framework Programme* - CIP) e do Instituto Europeu de Inovação e Tecnologia (*European Institute of Innovation and Technology* - IET) [94].

O H2020 atua em conjunto com outras fontes de financiamento. Por meio de parcerias: i) serão

desenvolvidas sinergias de proximidade com programas nacionais e regionais; ii) será estimulado o investimento do setor privado na pesquisa e inovação e; iii) serão congregados recursos europeus para responder eficazmente aos maiores desafios.

Espera-se que ao longo dos sete anos abrangidos pelo H2020 o financiamento de 9 bilhões de euros da UE, em parcerias com a indústria e com Estados-Membros, atraia 10 bilhões de euros do setor privado e 4 bilhões de euros dos Estados-Membros da UE. A maioria do financiamento irá para iniciativas tecnológicas conjuntas (*Joint Technology Initiatives* - JTI). Atualmente existem JTI ativas em diversas áreas de importância estratégica para a UE, especificamente o desenvolvimento de novas vacinas e medicamentos, as *fuel cells* e o hidrogênio, as indústrias de base biológica, os componentes e sistemas eletrônicos e os sistemas ferroviários.

As parcerias público-privadas permitem que os organismos do setor público nos Estados-Membros da UE elaborem programas conjuntos de pesquisa. É possível acessar a uma lista atualizada das parcerias com a indústria e com os Estados-Membros e das JTI em <http://bit.ly/H2020Partners>.

30.1.1 OS TRÊS PILARES FUNDAMENTAIS DO H2020

O H2020, por meio de investimentos em investigação e inovação, é um instrumento fundamental para o cumprimento dos objetivos da estratégia Europa 2020 para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo. O H2020 baseia-se em três pilares: excelência científica, liderança industrial e desafios sociais [89-90]. Pretende-se ga-

rantir que a Europa produza ciência e tecnologia a nível mundial, capazes de sustentar o crescimento econômico.

Relativamente aos programas quadro que o antecederam, o H2020 revela uma preocupação acrescida com a rapidez da utilização efetiva dos resultados da pesquisa e inovação que é realizada. Assim, pretende-se que os mecanismos de financiamento específicos contribuam para garantir que as melhores ideias cheguem mais depressa ao mercado e sejam utilizadas na vida quotidiana dos cidadãos, especificamente nas cidades, hospitais, fábricas, lojas e casas tão rápido quanto possível [89-90].

• EXCELÊNCIA CIENTÍFICA

No âmbito do pilar de excelência científica, O H2020 deverá “reforçar a posição da UE enquanto líder mundial na área da ciência, atraindo os cérebros mais brilhantes e ajudando os cientistas a trabalhar em estreita colaboração e a partilhar ideias em toda a Europa. Ajudará pessoas talentosas e empresas inovadoras a promover a competitividade europeia, criando postos de trabalho e contribuindo para um melhor nível de vida para bem de todos” [89-90].

De forma a cumprir esses objetivos, estão disponíveis os instrumentos seguintes:

- Investigação de “fronteira” financiada pelo European Research Council (ERC) – A investigação que resulta da curiosidade humana sobre o mundo e sobre o modo como ele funciona tem impulsionado inúmeras descobertas científicas ao longo dos tempos. Essas descobertas têm dado posteriormente lugar a inovações com um elevado impacto. Contudo, esse tipo de

investigação não está normalmente orientado, de forma evidente nem direta, para aplicações comerciais, pois em períodos de dificuldades econômicas é frequentemente o primeiro tipo de investigação a sofrer cortes. Reconhecendo a sua importância, a UE está aumentando o seu investimento nesse tipo de pesquisa por meio do ERC, concedendo financiamento para o efeito a investigadores individuais e a equipes de investigação.

- **Ações Marie Skłodowska-Curie** — Essas ações fornecem apoio à formação e progressão na carreira, seja para investigadores em início de carreira ou investigadores experientes. Pretende-se formar investigadores de excelência, por meio de formação ou períodos de trabalho em outro país ou no setor privado.

- **Tecnologias futuras e emergentes** — Permitirá criar na UE um ambiente melhor para cooperação multidisciplinar responsável e dinâmica sobre novas e futuras tecnologias. O objetivo é a UE se posicionar na vanguarda das novas tecnologias de modo a garantir a competitividade do espaço Europeu e a criar novos postos de trabalho altamente qualificados.

- **Infraestruturas de topo a nível mundial** - O financiamento da UE nesse âmbito pretende contribuir para que os investigadores europeus tenham acesso a infraestrutura tecnológicas de topo, mesmo quando os equipamentos e infraestruturas subjacentes sejam de enorme custo e complexidade.

• LIDERANÇA INDUSTRIAL

Por meio desse pilar, o H2020 estimula o investimento em tecnologias promissoras e estratégicas

incentivando a indústria de ponta. O financiamento público é conjugado com incentivos para as empresas investirem mais em pesquisa e nas áreas chave em que podem trabalhar com o setor público para fomentar a inovação. Isto permite tornar as empresas mais inovadoras, eficientes e competitivas, criando novos postos de trabalho e oportunidades de mercado [89-90].

De forma a cumprir esses objetivos, estão disponíveis os instrumentos seguintes:

- **Liderança em tecnologias facilitadoras e industriais** - Apoio a tecnologias revolucionárias que representem necessárias para consolidar a inovação em todos os setores, incluindo as tecnologias da informação e comunicação (TIC) e espaciais.

- **Instrumento específico para Pequenas e Médias empresas (PME)** — As PME são alvo de atenção especial do H2020, pois representam uma fonte crucial de emprego e inovação. As PME podem ser membros do consórcio de projetos e receber apoio por meio de um instrumento específico concebido para pequenas empresas altamente inovadoras. O instrumento específico para PME prevê apoio a PME individuais e a consórcios de PME. Esse apoio inclui avaliação da viabilidade de mercado de ideias na fase de maior risco, apoio no desenvolvimento das ideias e aconselhamento e orientação aos empresários sobre como identificar e atrair investidores privados.

- **Acesso a capital de risco** — O H2020 prevê empréstimos e garantias e investimento em PME inovadoras. Esse apoio serve de catalisador para atrair financiamento privado e capital de risco para a pesquisa e a inovação.

• DESAFIOS SOCIAIS

A UE identificou sete desafios prioritários em que o investimento em pesquisa e inovação pode produzir um impacto real em benefício dos cidadãos:

- Saúde, alterações demográficas e bem-estar;
- Segurança alimentar, agricultura e silvicultura sustentável, investigação marinha, marítima e de águas interiores, e bioeconomia;
- Energia segura, não poluente e eficiente;
- Transportes inteligentes, ecológicos e integrados;
- Ação climática, eficiência na utilização de recursos e matérias-primas;
- A Europa num mundo em mudança – sociedades inclusivas, inovadoras e reflexivas;
- Sociedades seguras – Proteger a liberdade e a segurança da Europa e dos seus cidadãos.

Os avanços na área das REI dão respostas ao desafio relativo a “Energia segura, não poluente e eficiente” e contribuem também para diversos outros desses desafios, com especial relevância para “Transportes inteligentes, ecológicos e integrados”, “Ação climática, eficiência na utilização de recursos e matérias-primas” e “A Europa num mundo em mudança – sociedades inclusivas, inovadoras e reflexivas”.

A UE identificou a necessidade de garantir a existência de sociedades que sejam capazes de utilizar a energia de forma sustentável. Atualmente a energia é essencial para o desenvolvimento económico e para garantir níveis de conforto ad-

equados aos cidadãos. Contudo, a quantidade de energia necessária para esses efeitos cresce e a Europa está excessivamente dependente do resto do mundo em termos energéticos, além de utilizar no setor energético uma quantidade significativa de combustíveis fósseis, que aceleram as mudanças climáticas.

A UE tem vindo a definir objetivos climáticos e energéticos ambiciosos para cujo sucesso o H2020 desempenhará um papel fundamental. O financiamento previsto no âmbito do H2020 para o desafio relativo à Energia é de aproximadamente €5,9 bilhões.

30.1.2 REGRAS BÁSICAS PARA PARTICIPAÇÃO NO H2020

Uma das características essenciais do H2020 é a respectiva preocupação de inclusão de participantes de diferentes setores e origens, o que o torna no programa quadro Europeu de pesquisa e investigação mais inclusivo jamais posto em curso. Assim, pretende-se que esteja aberto a todos desde que seja cumprido um conjunto coerente de regras e procedimentos.

Resumem-se a seguir algumas regras básicas do H2020 [89-90]:

• QUEM PODE CANDIDATAR-SE?

Como princípio geral, podem participar entidades jurídicas estabelecidas em qualquer país e organizações internacionais.

Como já foi referido, o H2020 é um programa inclusivo e as regras preveem a participação de entidades com origem fora do espaço da UE.

A regra geral do H2020 é que os candidatos de países fora da UE (*non-EU countries*, muitas vezes designados países terceiros ou *third country*) podem sempre participar nos programas do H2020 mesmo que as chamadas à apresentação de propostas não refiram esse fato explicitamente [91]. Contudo, isto não significa que possam ser financiados pela UE.

Os países terceiros são definidos como qualquer país/território que não cumpra uma das seguintes regras:

- Ser um país da UE
- Ser um país ou território exterior ligado a um País da UE.

Os candidatos de países terceiros são divididos em duas categorias distintas:

- Automaticamente elegíveis para financiamento
- Não automaticamente elegíveis para financiamento, embora possam ser financiados em casos excepcionais.

O Brasil não integra a lista de países automaticamente elegíveis para financiamento pela UE uma vez que essa integra essencialmente países com menor desenvolvimento econômico. A lista completa de países terceiros automaticamente elegíveis para financiamento e mais detalhes sobre o assunto podem ser obtidos no documento [91].

A UE estabeleceu acordos com governos individuais que resultam num conjunto de países associados cujas entidades jurídicas podem participar no Horizonte 2020 igualmente com as dos Esta-

dos-Membros da UE. A lista dos países associados pode ser consultada no seguinte link: <http://bit.ly/H2020AC>. Em determinadas circunstâncias, as entidades jurídicas de outros países participantes também poderão obter financiamento da UE (disponível em <http://bit.ly/H2020IPC>).

Indicam-se adiante as condições genéricas para candidatura. Contudo, para programas e concursos específicos podem ser aplicadas condições adicionais que devem ser consultadas caso a caso.

- Para projetos-tipo de pesquisa – um consórcio de pelo menos três entidades jurídicas. Cada entidade deve estar estabelecida num Estado-Membro da UE ou País Associado.
- Para outros programas – Para financiamentos do ERC, instrumento específico para PME, co-financiamento de programas e concursos nacionais ou, coordenação e apoio, formação e mobilidade, a condição mínima é ser uma entidade jurídica estabelecida num Estado-Membro ou num País Associado.

• TIPOS DE ATIVIDADES

O H2020 prevê o apoio a um conjunto de atividades distintas, indicadas adiante:

- Atividades de pesquisa e inovação – Projetos de pesquisa que procuram responder desafios claramente definidos, resultando no desenvolvimento de um novo conhecimento ou de uma nova tecnologia. Essas atividades podem integrar consórcios de parceiros de diferentes países, indústrias e comunidades acadêmicas.
- Atividades de inovação – Atividades próximas do mercado que visam desenvolver produtos, serviços novos ou melhorados. Essas ativi-

dades incluem, por exemplo, desenvolvimento de protótipos, testes, demonstrações, atividades-piloto e validação de produção em larga escala. Além disso, essas atividades podem integrar consórcios de parceiros de diferentes países, indústrias e comunidades acadêmicas.

- Ações de coordenação e apoio – Coordenação e trabalho em rede de projetos, programas e políticas de investigação e inovação. Podem integrar entidades individuais ou consórcios de diferentes países, indústrias e comunidades acadêmicas.
- Investigação de “fronteira”, por meio do ERC – Projetos avaliados tendo como único critério a excelência científica em qualquer área de investigação, coordenados por equipes de investigação individuais, nacionais ou multinacionais, lideradas por um “investigador principal”.
- Formação e progressão na carreira por meio das Ações Marie Skłodowska-Curie - Bolsas de investigação internacionais no setor público e privado, formação em investigação, intercâmbio de pessoal.
- Instrumento específico para PME – Estudos de viabilidade, fase principal de projetos de inovação (demonstração, desenvolvimento de protótipos, testes, desenvolvimento da aplicação, etc.). A fase de comercialização é apoiada indiretamente por meio do acesso facilitado a instrumentos financeiros de dívida e capital próprio. Destina-se a PMEs inovadoras, que podem participar individualmente ou em consórcio de PME estabelecido num Estado-Membro da UE ou num país associado.
- Processo acelerado para a inovação – Projetos de inovação que incidam sobre qualquer área tecnológica ou desafio social. Trata-se de

uma atividade-piloto para a qual o financiamento deverá ter início em 2015 e que será submetida a uma avaliação exaustiva no meio do período coberto pelo H2020. Nesses projetos podem participar entidades da indústria, incluindo PME, com um mínimo de três e um máximo de cinco parceiros.

• ALGUMAS QUESTÕES ADICIONAIS

Resumem-se adiante algumas regras relativas a financiamento, controles e auditorias, direitos de acesso e a exploração de resultados e proteção de Direitos de Propriedade Intelectual (DPI):

- Taxas de financiamento – No âmbito do H2020, é aplicada uma taxa de financiamento única para todos os beneficiários e para todas as atividades financiadas. O financiamento da UE cobre 100 % dos custos elegíveis para todas as atividades de investigação e inovação. Para as atividades de inovação, o financiamento cobre geralmente 70 % dos custos elegíveis, mas pode subir a 100 % no caso das organizações sem fins lucrativos. Os custos indiretos elegíveis (por exemplo: custos de administração, comunicação e infraestrutura, material de escritório, normalmente designados overheads) são reembolsados por meio da aplicação de uma taxa fixa de 25 % dos custos diretos elegíveis (os que estão exclusivamente associados à implementação da atividade).
- Controles e auditorias – Os coordenadores de projetos que requeiram financiamento da UE igual ou superior a €500.000 são submetidos a uma análise de verificação financeira, em que deverão comprovar que dispõem dos recursos necessários para implementar o projeto. A Comissão Europeia poderá auditar os participantes nos projetos até dois anos a contar do

pagamento do saldo. A estratégia de auditoria foca-se na prevenção de risco e fraude.

- Direitos de acesso – São direitos de utilização dos resultados ou conhecimentos preexistentes de outro participante num projeto. Os direitos de acesso são exercidos pelos participantes para implementar o projeto ou explorar os seus resultados, pela UE para fins políticos não comerciais e pelos Estados-Membros no âmbito do objetivo específico «Sociedades seguras» limitados a uma utilização não comercial.

- Exploração de resultados e proteção de DPI – Os DPI pertencem à equipe que gera os resultados. Em determinadas circunstâncias, poderá aplicar-se à propriedade conjunta; depois de gerados os resultados, os coproprietários podem optar por um regime alternativo. Cada participante deve difundir os resultados que produzir e, portanto, cuja propriedade detém, o mais rapidamente possível. Apenas se aplicam exceções à proteção dos DPI, segurança ou interesses legítimos. Para resultados divulgados em publicações científicas, deve ser assegurado o acesso livre a essas publicações.

30.1.3 A ÁREA DA ENERGIA E DAS REI NO ÂMBITO DO H2020

O desafio social do H2020 mais diretamente relacionado com as REI é, como se referiu anteriormente, o desafio relativo à “Energia segura, não poluente e eficiente” (*Secure, Clean and Efficient Energy*).

Esse desafio foi concebido para apoiar a transição para um sistema energético confiável, sustentável e competitivo. Essa transição requer que seja ultrapassado um conjunto de desafios que incluem

a escassez de recursos, necessidades energéticas sistematicamente crescentes e mudanças climáticas.

A política e a estratégia da UE dos últimos anos na área da Energia foram determinantes para a concepção do desafio relativo à Energia no âmbito do H2020. Desde 2008 o *Strategic Energy Technology Plan* (SET Plan) tem sido a peça fundamental da política de pesquisa e inovação da UE na área da Energia, tendo atuado como um ponto de referência do investimento europeu, nacional, regional e privado.

O processo de reforço e atualização do SET Plan teve o primeiro marco importante em Maio de 2013 aquando da publicação de uma comunicação da Comissão europeia relativa às Tecnologias e Inovação na Energia [93] que prevê a necessidade do desenvolvimento de um *Integrated Roadmap* para o SET Plan. Esse roteiro deve definir prioridades para o sistema de energia com base em uma agenda ao nível da UE que integre as várias atividades, desde a pesquisa até à implantação no mercado.

O desafio social relativo à Energia, está estruturado em sete objetivos e áreas de pesquisa:

- Redução do consumo de energia e da emissão de carbono
- Fornecimento de energia de baixo custo e baixo carbono
- Combustíveis alternativos e fontes de energia móveis
- Rede elétrica Europeia única e inteligente
- Novo conhecimento e tecnologias

- Tomada de decisão e compromisso público robustos
- Implantação no mercado de inovação em energia e TIC.

O orçamento para a pesquisa na área da energia não nuclear no período 2014-2020 é de, aproximadamente, €5,9 bilhões.

O programa de trabalho do desafio social relativo à Energia foca-se nas áreas seguintes:

- Eficiência energética
- Tecnologias de baixo carbono
- Cidades e comunidades inteligentes.

30.2 A REDE EUREKA

Além do Horizon 2020, existem atualmente diversos tipos de organizações que financiam e/ou facilitam o financiamento de projetos de PD&I no espaço Europeu. Cada uma dessas organizações tem características e objetivos específicos. A forma de envolvimento da UE e os respectivos Estados-Membros bem como o eventual envolvimento de outros países depende do âmbito e regras de cada organização.

Dada a respectiva importância para a promoção e financiamento de projetos na área das REI, refere-se mais detalhadamente a rede EUREKA e os seus clusters ITEA 3 e EUROGIA2020.

A EUREKA (<http://www.eurekanetwork.org>) é uma rede intergovernamental lançada em 1985 por uma conferência de ministros de 17 países e Membros da Comunidade Europeia. A sua missão é apoiar projetos de PD&I em todos os setores tecnológicos, orientados para o mercado e real-

izados pela indústria, centros de pesquisa e universidades.

A rede EUREKA integra atualmente 41 membros, incluindo a UE, representada pela Comissão Europeia. Nota-se que a rede inclui diversos países que não integram a UE, incluindo países geograficamente distantes do espaço Europeu, especificamente o Canadá e a Coreia do Sul.

A rede EUREKA atua como uma rede flexível e descentralizada que oferece aos parceiros participantes nos projetos um acesso rápido a competências e conhecimento existente na Europa e a esquemas de financiamento nacionais públicos e privados.

A EUREKA integra diversos *Clusters* que correspondem a iniciativas industriais de longo prazo com importância estratégica. Esses *clusters* incluem geralmente um elevado número de participantes e têm como objetivo desenvolver tecnologias genéricas de importância chave para a competitividade Europeia, sobretudo na área das tecnologias da informação e da comunicação e, mais recentemente, também nas áreas da energia e da biotecnologia.

Os *clusters* são lançados pela indústria em cooperação próxima com as autoridades nacionais de financiamento. Cada *cluster* tem um roteiro que define os domínios estratégicos mais importantes. A flexibilidade da EUREKA permite que esses roteiros e os projetos sejam continuamente atualizados em resposta às rápidas mudanças do contexto tecnológico e da procura dos mercados.

A EUREKA integra seis *clusters* que podem ser divididos nas três áreas tecnológicas a seguir indicadas:

- Tecnologias da informação
 - CATRENE (2008-2016)
 - EURIPIDES² (2013-2020)
 - ITEA 3(2014-2022). O ITEA 3 foi precedido de duas edições anteriores do *cluster* (ITEA e ITEA 2)
- Energia
 - EUROGIA2020 (2013-2020)
- Comunicação
 - CELTIC Plus(2011-2019)
- Água
 - ACQUEAU (2010-2015).

Na lista acima apresentada os períodos entre parêntesis referem-se aos períodos de vigência de cada *cluster*. Note-se que a fixação de um ano de fim para um dado *cluster* pode não significar o respectivo término. Por exemplo, o cluster ITEA está atualmente na sua terceira edição, que cobre o período de 2014 a 2022.

Pela importância da área a que se referem e/ou dos projetos que integram para as REI, são referidos com mais detalhes, neste documento, os clusters ITEA 3 e EUROGIA2020, respectivamente nos subitens 30.2.1 e 30.2.2.

Além dos *clusters*, a EUREKA integra redes temáticas, designadas *umbrellas*, as quais se focam numa área tecnológica ou num setor de negócio específicos. A principal função dessas redes é facilitar a geração de projetos EUREKA na sua área de foco.

A rede EUREKA inclui ainda o programa Eurostars que é um programa conjunto entre a EUREKA e a

Comissão Europeia, sendo o primeiro programa de apoio e financiamento especificamente dedicado a PME's com atividades de pesquisa comprovada. O programa Eurostars é cofinanciado pela UE e por 33 países membros da EUREKA.

Quando uma proposta é aprovada pela EUREKA é-lhe atribuído o rótulo EUREKA. Esse rótulo dá um valor acrescentado aos participantes do projeto em termos de visibilidade acrescida e de garantia para os potenciais investidores privados de que o projeto passou os exigentes critérios de avaliação da EUREKA.

30.2.1 ITEA 3

O *cluster* ITEA 3 (<https://itea3.org>) apoia projetos de pesquisa e desenvolvimento inovadores, orientados para a indústria e pré-competitivos na área dos sistemas e serviços com recurso intensivo a software. O ITEA 3 funciona na sequência das duas edições anteriores: ITEA e ITEA 2. O ITEA estimula projetos realizados por empresas de grande dimensão, PME's, universidades, centros de pesquisa e organizações de utilizadores.

Dada a importância do uso intensivo de software para a concretização das REI com sucesso, o ITEA tem-se revelado, nos últimos anos, um programa de grande relevância para essa área.

A Tabela 27 apresenta uma lista de seis projetos ITEA cujo foco é a área da energia, com evidentes ligações aos conceitos inerentes às REI.

Tabela 27 – Lista de projetos ITEA cujo foco é a área da energia

CALL	PROJECT	PROJECT TITLE	PROJECT LEADER
ITEA 2 CALL 8	13023 FUSE-IT	Future Unified System for Energy and Information Technology	Adrien Phillippe Bécue
ITEA 2 CALL 7	12004 SEAS	Smart Energy Aware Systems	Phillippe Bourguignon
ITEA 2 CALL 7	12021 SENNET	Self-protected and self-healing Energy NETWORKS	Eloy Gonzalez Ortega
ITEA 2 CALL 5	10009 ENERFICIENCY	User Led Energy Efficiency Managment	Max Grau Stenzel
ITEA 2 CALL 2	07013 GEODES	Global Energy Optimisation for Distributed heterogeneous Embedded Systems	Agnes Fritsch
ITEA 2 CALL 7	04024 ENERGY	Empowered NETWORK management	Maurice Israel

Além dos projetos listados na Tabela 27 outros projetos ITEA têm a área da energia e os conceitos relativos às REI como áreas de aplicação.

O ITEA revela-se como ambiente favorável ao desenvolvimento de sistemas e serviços relevantes para a concretização prática e eficiente de REI. Esses projetos são desenvolvidos por consórcios diversificados em que as grandes empresas do setor energético têm um papel relevante e equilibrado com papéis igualmente significativos de grandes empresas do setor das tecnologias da informação por PMEs com caráter altamente inovador e específico. Esse contexto de trabalho e inovação tem permitido avanços significativos na área, com base em abordagens mais centradas no usuário e nos serviços prestados em oposição à abordagem mais centrada nas prestadoras de serviços, característica de uma grande parte dos projetos na área das REI.

30.2.2 EUROGIA2020

O *cluster* EUROGIA2020 (<http://www.eurogia.com>) apoia e promove consórcios internacionais que desenvolvam projetos inovadores na área das tecnologias de baixo carbono.

O EUROGIA2020 é um programa *bottom-up*, orientado para a indústria e para o mercado que tem como alvo áreas da energia, desde as energias renováveis até à eficiência energética e à redução da emissão de carbono dos combustíveis fósseis. Foca-se em todas as tecnologias energéticas inovadoras que:

- Reduzam a emissão de carbono resultante da produção e da utilização da energia
- Desenvolvam novas tecnologias na área da energia tais como solar, vento, biomassa, geotérmica, eficiência energética, etc.

O EUROGIA2020 foi precedido de duas edições anteriores. Entre 2004 e meados de 2008, o EUROGIA

funcionou como um *cluster* EUREKA focado na comercialização de soluções seguras, eficientes em termos de custo e “amigas” do ambiente para o setor energético do petróleo e do gás.

Em 2008, esse *cluster* deu lugar ao EUROGIA+, focado nas tecnologias de baixo carbono. A partir de junho de 2013 passou a operar o EUROGIA2020.

30.3 FINANCIAMENTO DE PROJETOS DE REI NA EUROPA

Foram apresentados nos subitens 30.1 e 30.2 os programas de apoio e financiamento a projetos de PD&I na Europa especialmente relevantes para os projetos na área das REI. Uma vez feita essa apresentação, importa analisar em que medida as políticas de apoio e financiamento a projetos nessa área têm sido financiados na Europa e como se prevê que o sejam no futuro.

Para esse efeito foi considerado o mesmo conjunto de projetos já considerados em no item 23. Como referido anteriormente, o conjunto de projetos corresponde a um subconjunto dos projetos inventariados pelo JRC em [50] e a outros projetos de importância equivalente a esses, porém não inventariados pelo JRC.

O Anexo 9 possui a lista dos projetos selecionados para o estudo. Além da informação incluída para esses projetos, são incluídas as seguintes informações adicionais para cada um dos projetos:

- Custo Total (Euros)
- Programa Financiador
- Financiamento (Euros).

Assim, o Anexo 9 inclui para cada um dos projetos listados a informação seguinte:

- Acrônimo do projeto ou descrição;
- Período de execução (em anos)
- Fase: Consideram-se as fases e respectivas abreviaturas utilizadas pelo JRC [JRC-2014]: R&D (research and development / pesquisa e desenvolvimento), D&D (development and demonstration / desenvolvimento e demonstração)
- Número de participantes
- Página(s) web com informação do projeto
- Custo Total (Euros)
- Programa Financiador
- Financiamento (Euros)
- Países participantes: O Anexo 8 reproduz uma tabela, extraída de [50], com o significado das abreviaturas utilizadas
- Áreas de atuação: Consideram-se as áreas utilizadas pelo JRC em [50] e optou-se por manter a respectiva terminologia em inglês: *Smart Network Management, Integration of DER, Integration of large scale RES, Aggregation, Smart Customer & Smart Home, Electric Vehicles, Smart Metering, Other.*

Na grande maioria dos casos foi possível identificar o custo global dos projetos, o programa de financiamento que o financia e ainda o financiamento atribuído ao projeto.

A Tabela 28 apresenta uma lista dos programas que proporcionaram financiamento aos projetos considerados.

Tabela 28 – Lista dos programas que proporcionaram financiamento aos projetos considerados

PROGRAMA FINANCIADOR		
ACRÔNIMO OU CURTA DESCRIÇÃO	DESCRIÇÃO	LINK
Alpine Space Programme	Alpine Space Programme - European Territorial Cooperation 2007-2013	http://www.alpine-space.eu
Baltic Sea Region Programme	Baltic Sea Region Programme 2007-2013	http://eu.baltic.net
CIP	Competitiveness and Innovation Framework Programme	http://ec.europa.eu/cip
ENIAC	ENIAC Joint Undertaking	http://www.eniac.eu
FP5	Fifth Framework Programme	http://cordis.europa.eu/fp5
FP6	6th Framework Programme	http://cordis.europa.eu/fp6
FP7	Seventh Framework Programme	http://cordis.europa.eu/fp7
H2020	Horizon 2020	http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020
IEE Europe	Intelligent Energy Europe	http://ec.europa.eu/energy/intelligent/
IPA	Instrument for Pre-accession Assistance	http://ec.europa.eu/enlargement/instruments/overview/index_en.htm
IST PSP	ICT Policy Support Programme	http://ec.europa.eu/cip/ict-psp/
ITEA	Information Technology for European Advancement	https://itea3.org

Apresenta-se a seguir uma breve descrição dos programas referidos na Tabela 28:

- Alpine Space Programme – European Territorial Cooperation 2007-2013 – Trata-se do programa transnacional de cooperação da UE para os Alpes. No âmbito desse programa os sete países dos Alpes trabalham em conjunto para promover o desenvolvimento regional de forma sustentável. Durante o período 2007-2013 o programa investiu €130 milhões em projetos que se focam na competitividade e atratividade, acessibilidade e ligações, ambiente e prevenção de riscos. A proposta de continuidade do programa para o período 2014-2020 já foi submetida à Comissão Europeia para aprovação;
- Baltic Sea Region Programme 2007-2013 – Trata-se de um programa que promove o desenvolvimento regional por meio de cooperação transnacional e que envolve os onze países na zona do Mar Báltico. As prioridades do programa centram-se na promoção da inovação, na acessibilidade interna e externa, no Mar Báltico como recurso comum e na competitividade e atratividade das cidades e das regiões. Para

o período indicado o valor do investimento é de €222,8 milhões. A continuidade do programa para o período 2014-2020 já está assegurada;

- CIP – Competitiveness and Innovation Framework Programme – Tem as PMEs como alvo principal e apoia atividades de inovação, facilita o acesso a financiamento e oferece apoio aos negócios nas regiões. Incentiva melhorias da implantação no mercado e do uso das tecnologias da informação e da comunicação e ajuda o desenvolvimento da sociedade da informação. Também promove o uso de energias renováveis e a eficiência energética. O programa teve um orçamento de, aproximadamente, €3,6 bilhões no período 2007-2013. O programa está dividido em três programas operacionais:

- Programa de Empreendedorismo e Inovação (Entrepreneurship and Innovation Programme - EIP)

- Programa de Apoio à Política das Tecnologias da Comunicação e Informação (The Information Communication Technologies Policy Support Programme - ICT-PSP)

- O Programa Energia Inteligente na Europa (The Intelligent Energy Europe Programme - IEE)

O programa CIP terá continuidade por meio do programa COSME (Competitiveness of Enterprises and Small and Medium-sized Enterprises) que é o programa da UE dedicado à competitividade das PMEs para o período 2014-2020, o qual tem um orçamento de €2,3 bilhões.

- ENIAC – ENIAC Joint Undertaking – Trata-se de uma parceria público-privada com foco na nanoeletrônica que reúne os Estados-Membros e Estados Associados do ENIAC, a Comissão

Europeia e a AENEAS, uma associação que representa instituições de I&D nessa área. Em Janeiro de 2014 a ENIAC anunciou que ultrapassou o seu orçamento inicialmente previsto de €2,86 bilhões correspondentes aos custos elegíveis dos projetos apoiados;

- FP5, FP6 e FP7 – Fifth, Sixth, and Seventh Framework Programmes – Trata-se de Programas Quadro de financiamento de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da UE que se sucederam. O primeiro foi designado FP1, tendo os diversos programas quadro ocorrido sucessivamente até ao FP7. O programa seguinte (no caso, FP8) é o Horizon 2020 correspondendo ao período 2014 a 2020, descrito no subitem 30.1. Os objetivos específicos e os programas e ações incluídos no âmbito de cada programa quadro foram variando ao longo do tempo.

Os programas quadro sucessivos ocorreram nos períodos a seguir indicados: 1984–1988, 1987–1991, 1990–1994, 1994–1998, 1998–2002, 2002–2006, 2007–2013. No total, o financiamento envolvido é superior a €112 bilhões;

- H2020 – Horizon 2020 – É o maior programa quadro de apoio à pesquisa e inovação da UE com um orçamento previsto de quase €80 bilhões para financiamento de projetos ao longo de sete anos de execução. Está descrito no subitem 30.1 deste documento;

- IEE Europe – Intelligent Energy Europe – Está integrado no programa CIP, tal como anteriormente referido. Faz-se uma referência individual devido à importância para a área das REI. Teve um orçamento de quase €730 milhões entre 2007 e 2013 e apoiou projetos que pretendiam contribuir para o cumprimento das

metas estabelecidas pela UE para as mudanças climáticas e para a energia. Esse instrumento apoia projetos concretos, diversas iniciativas e boas práticas. A partir de 2014 o tipo de atividades apoiadas pelo IEE Europe passa a ser financiado pelo H2020;

- IPA – Instrument for Pre-accession Assistance – Trata-se do instrumento que a UE utiliza para apoiar reformas nos países em desenvolvimento ('enlargement countries') com ajuda técnica e financeira. Os fundos permitem dotar os países das capacidades necessárias resultando no desenvolvimento progressivo na região em que se integram. O IPA teve um orçamento de €11,5 bilhões para o período 2007-2013. Esse instrumento terá continuidade com base no IPA II, o qual tem um orçamento de €11,7 bilhões para o período 2014-2020. Os países que atualmente se beneficiam desse instrumento são os seguintes: Albânia, Bósnia Herzegovina, Antiga República Iugoslava da Macedônia, Islândia, Kosovo, Montenegro, Sérvia e Turquia.

- IST PSP – ICT Policy Support Programme – Está integrado no programa CIP, tal como anteriormente referido. Faz-se uma referência individual devido a sua abrangência nos tópicos de REI e verifica-se o apoio a diversos projetos relevantes nessa área. O objetivo do ICT-PSP é estimular uma implantação mais abrangente de serviços inovadores baseados nas tecnologias na informação e da comunicação (TIC) e a exploração de conteúdos digitais na Europa, envolvendo cidadãos, governos e empresas, em particular as PMEs. O financiamento destina-se, sobretudo, a instalações piloto, envolvendo entidades públicas e privadas em áreas como as seguintes: saúde, envelhecimento e inclusão; bibliotecas digitais; TIC para serviços públicos melhorados; TIC para a eficiência en-

érgica e a mobilidade inteligente; web multilinguagem e evolução da internet;

- ITEA – Information Technology for European Advancement – O ITEA estimula projetos realizados por empresas de grande dimensão, PMEs, universidades, centros de pesquisa e organizações de usuários. Esse instrumento apoia projetos de pesquisa e desenvolvimento inovadores, orientados para a indústria e pré-competitivos na área dos sistemas e serviços com recurso intensivo a software. O atual ITEA 3 funciona na sequência das duas edições anteriores: ITEA e ITEA 2. Dada a importância do uso intenso de software para a concretização das REI com sucesso, o ITEA tem-se revelado, nos últimos anos, um programa de grande relevância para essa área e foi descrito no subitem 30.2.1 do presente documento.

O conjunto de programas de financiamento supra-mencionados investiu um volume de financiamento elevado na área das REI. Os programas quadro da UE, especificamente os FP5, FP6 e FP7 que financiaram projetos no período considerado pelo presente estudo, são aqueles que proporcionaram o maior investimento na área, no conjunto dos projetos analisados. Contudo, os restantes programas referidos apoiaram 13 dos 45 projetos analisados. Além disso, a grande maioria dos projetos tem ainda co-financiamento de fundos nacionais e investimento privado das organizações participantes.

Verifica-se, pois, que os projetos na área das REI têm se beneficiado de um investimento de relevância considerável nos últimos anos. Esses investimentos têm origem em fontes e programas diversos, com destaque para os fundos disponibilizados pela UE via programas quadro

para apoio de PD&I e de um conjunto de outros programas diversos.

Devem ser salientados alguns aspectos importantes dos projetos analisados e dos respectivos programas que lhes proporcionam financiamento:

- Os programas de financiamento referidos apresentam uma grande heterogeneidade de modelos e de objetivos. Essa heterogeneidade permite que projetos de diversas naturezas sejam financiados e produzam resultados de natureza diversa. Dada a natureza multidisciplinar e abrangente das REI, tal diversidade é um aspecto essencial para que o trabalho nessa área possa conduzir a resultados que contribuam para a eficiência das implementações de REI que vierem a ser realizadas na prática;
- A participação de universidades e centros de pesquisa é praticamente universal nos projetos nessa área. Efetivamente, apesar das implantações já existentes, a área das REI é uma área emergente que requer ainda esforços relevantes nas fases de pesquisa e desenvolvimento para as quais as universidades e os centros de pesquisa são essenciais. Mesmo nos programas cuja “força motriz” reside no setor industrial, como o ITEA e o ARTEMIS, essa presença é significativa, embora, geralmente em menor grau que nos programas restantes;
- A participação empresarial e a contribuição privada para os projetos de REI alargam-se com o tempo, não só em termos de montante de investimento, mas também em termos do leque de empresas envolvidas. Esse é um dos aspectos verificados nos projetos mais recentes com empresas e atores da área académica e da pesquisa que tradicionalmente não atuam no setor energético a trazer para os projetos

de REI contribuições que serão determinantes para o respectivo futuro. O H2020 atenta-se particularmente a esse aspecto e incentiva a participação empresarial, especialmente ao apoio às PME;

- Verifica-se uma tendência para dar uma importância acrescida aos aspectos de implementação prática e de demonstração dos resultados obtidos. Isso se traduz no número crescente de projetos piloto e de demonstração que permitem avaliar e fornecer conclusões sobre o desempenho das soluções obtidas. Esse aspecto é importante para definir caminhos e metas para os projetos seguintes;
- O incentivo à obtenção de resultados que cheguem de forma cada vez mais rápida aos mercados de equipamentos e serviços tem sido visível em diversos programas e é também uma tendência mais evidente do H2020, quando comparado com os programas quadro que o antecederam. Esse fator é relevante na área de REI, pois existiram e existem vultuosos investimentos em *rollouts* nessa área.

Com as informações deste item 30, pode-se concluir que os programas existentes permitem obter financiamento para uma ampla gama de projetos na área de REI. As universidades e centros de pesquisa, especificamente aqueles que foram identificados no item 23, com atuação relevante na área das REI, obtêm financiamento para a sua atividade com base na participação em projetos financiados por esses programas.

Os programas de apoio e financiamento possuem participação intensa de empresas, pois se fazem essenciais para a viabilidade e a futura concretização dos resultados dos projetos, bem como garantir a chegada de serviços e equipamentos de

REI relevantes ao mercado. A quase totalidade dos projetos analisados possui participação de empresas, sendo esse aspecto considerado importante, de forma geral, pelos programas de financiamento. Assim, as empresas que atuam ou pretendem atuar no setor das REI têm à sua disposição oportunidades de financiamento para desenvolver a sua atividade.

Nota-se que, para qualquer tipo de organização, incluindo empresas, universidades e centros de pesquisa, esperam-se avaliações exigentes e uma competitividade significativa na generalidade das oportunidades de financiamento que se apresentam na Europa. A organização deve garantir a qualidade das respectivas propostas, quer em termos absolutos quer em termos comparativos. A inequívoca capacidade para obter avanços no estado da arte e resultados inovadores que possam ser concretizados na prática e chegar aos mercados são dois dos aspectos, geralmente, essenciais, embora avaliados e ponderados de forma específica em cada programa e concurso específico.

As organizações devem ter uma atuação estratégica quando da formulação e apresentação de propostas, tanto no respeito ao conteúdo quanto ao consórcio que propõe sua concretização. Além da probabilidade de sucesso da obtenção de financiamento para execução do projeto, deve ainda ser considerada a relevância e adequação do projeto para os objetivos estratégicos da organização. Efetivamente, obter o máximo financiamento possível não deverá ser em geral o objetivo. Será preferível obter menos financiamento para um projeto que a organização tenha competência e interesse estratégico em realizar do que mais financiamento para outro projeto que não tenha essas características. No caso das empresas, é essencial analisar se a sua participação e os resultados do

projeto contribuirão efetivamente para um melhor posicionamento no mercado. Em diversos casos, essa participação pode ser determinante para concretizar oportunidades que de outro modo seriam praticamente inatingíveis. Essas oportunidades podem concretizar-se de diversas formas e fatores como a visibilidade perante outras empresas complementares, em termos tecnológicos e geográficos, bem como o estabelecimento de parcerias para chegar a objetivos comuns, são especialmente relevantes. O conhecimento dos trabalhos e desenvolvimentos em andamento na área (em organizações e locais geográficos distintos) fornecem às organizações uma segurança efetiva quanto ao seu posicionamento na cadeia de valor do setor, nos diversos mercados que pretende abordar.

O programa quadro H2020, tal como descrito no subitem 30.1, possui um conjunto de objetivos e desafios que se enquadram na área das REI. Muitas das chamadas para apresentação de propostas no âmbito do H2020 correspondem a temas relevantes para REI, tanto de forma direta quanto indireta. Por outro lado, outros programas alternativos de apoio e financiamento a projetos de PD&I têm reforçado o apoio a projetos de REI. Tal fato nem sempre exhibe as REI como um tópico explícito, mas relevante nos projetos propostos para os objetivos de cada programa específico.

Os projetos de REI na Europa devem garantir um investimento significativo no avanço para a área e, especificamente, para o sucesso e eficiência das soluções implementadas na prática.

31. ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS SOBRE O ESTUDO ACERCA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NA EUROPA

O item 30 do presente documento apresentou os resultados do estudo efetuado, permitindo tirar conclusões sobre os programas que financiam as atividades de PD&I na área das REI.

A informação levantada sobre esse conjunto de projetos permitiu obter informação sobre um conjunto de programas de apoio e financiamento com características diversas.

Pode-se concluir que a UE tem investido de forma intensa nos projetos de REI e que esse investimento provém de fontes diversas, incluindo contribuição significativa de fundos públicos europeus, públicos nacionais e investimentos privados.

Os modelos utilizados para o apoio e financiamento a esses projetos permitem uma multiplicidade de contribuições, com origem em diversos tipos de organizações e com objetivos específicos.

Do estudo analisado verifica-se uma participação crescente da indústria, liderando, em diversos programas, a definição das respectivas políticas, objetivos e modelos. A participação de empresas, incluindo PMEs, sem histórico anterior de trabalho anterior relevante no setor da energia nos projetos

de REI torna-se relevante. Isso é importante para o pleno cumprimento dos objetivos das REI e para os incentivos em novos projetos.

Os programas de PD&I europeus abrem-se cada vez mais à participação de países que não são Estados-Membros da UE. Tal participação não se reduz a países da Europa ou de zonas geográficas próximas. Verificam-se atualmente múltiplas cooperações com países como Coreia do Sul, Canadá e Estados Unidos da América.

O Horizon 2020 está aberto à participação de todos os países e diversos outros programas, como é o caso de programas no âmbito da rede EUREKA, como o ITEA e o EUROGIA, têm acrescentado países, distantes da Europa, à sua lista de participantes. As empresas e as instituições de pesquisa têm a oportunidade de se beneficiarem com experiências e conhecimentos alheios, além de se posicionarem no setor com as suas contribuições originais que os distinguem dos outros *players* a nível mundial. Esse contexto de trabalho em ambiente global permite contribuições de todos os envolvidos e um posicionamento seguro de cada organização. Espera-se que os resultados desses modelos sejam mais evidentes nos próximos anos e que incluam não só avanços significativos no estado da arte na área das REI mas também um grande avanço no dinamismo e no desempenho econômico das empresas e dos países envolvidos.

32. CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO ACERCA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS EM REI NA EUROPA

A informação apresentada no presente documento dá uma ideia clara do investimento proporcionado aos projetos de REI na Europa e dos instrumentos utilizados para garantir esse financiamento.

O documento inclui dados concretos sobre o financiamento de 45 projetos importantes e detalha algumas das características e modelos dos programas que os financiam.

O documento inclui conclusões relativas aos programas e modelos de financiamento existentes na Europa e à sua adequação aos projetos na área de REI.

Apresenta-se uma visão crítica dos resultados alcançados e apontam-se algumas direções consideradas relevantes para os novos projetos na área de REI.

As referências fornecidas na lista incluída no final do documento, bem como os diversos sites na internet e links aos quais o documento se refere, permitem obter informações adicionais sobre os temas tratados. Esses sites e links são importantes, pois permitem ao leitor interessado obter a informação atualizada que neles é regularmente disponibilizada.

33. REFERÊNCIAS

[1] Ricardo Rivera, Alexandre Siciliano Esposito, Ingrid Teixeira, Redes elétricas inteligentes (*smart grid*): oportunidade para adensamento produtivo e tecnológico local, Dezembro 2013.

[2] ANEEL, Pesquisa & Desenvolvimento. <http://www.Aneel.gov.br/area.cfm?idArea=75>

[3] Máximo Luiz Pompermayer, Inovação Tecnológica no Setor Elétrico, III Seminário sobre Matriz e Segurança Energética Brasileira, Rio de Janeiro, Julho 2013.

[4] Daniel Senna Guimarães, Redes Inteligentes de Energia Cemig Distribuição Realizações 2011-2012, IV Seminário Internacional de Smart Grid, Campinas, Maio 2012.

[5] Patricia L. Cavalcante et al., Advanced Network Reconfiguration System Applied to Cemig-D System, IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Latin America, São Paulo, Abril 2013.

[6] Amanda Diniz, Projeto Cidades do Futuro Cemig Sete Lagoas, IWSGCom, Juiz de Fora, MG, 2013.

[7] Tadeu Batista, Projeto Cidades do Futuro Convênio D423 – Cemig D, Fórum Mineiro de Energia Renovável, Belo Horizonte, Junho 2014.

[8] Danilo Ribera, Projeto Recuperação de Receita. Smart Grid MME, Janeiro 2014.

[9] Rodrigo Jardim Riella, Experiências em Geração Distribuída e Smart Grids, 2013

- [10] Rogério Botteon Romano, Paulo Eduardo Síp-oli Faria, Infraestruturas avançadas de medição, Campinas, Junho 2013.
- [11] Fabio Toledo et al., Desvendando as Redes Elétricas Inteligentes: Smart Grid Handbook, Rio de Janeiro, 2012
- [12] José Carlos Medeiros, Eletrobras Amazonas Energia Projeto Parintins Smart Grid MME, Janeiro 2014.
- [13] Weules Correia, Avanços do projeto Cidade Inteligente Búzios. 6º Fórum Latino-americano de Smart Grid, São Paulo, 26 de Novembro de 2013.
- [14] Nelson Mincov, et al., Communication Technologies for Differentiated Smart Grid Environments, IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Latin America, São Paulo, Abril 2013.
- [15] José Aderaldo Lopes, Desenvolvimento e implementações de provas de conceito de Redes Inteligentes em localidade piloto com elevadas restrições ambientais –Caso Ilha de Fernando de Noronha, Paraná Smart Energy, Conferência Internacional Energias Inteligentes, Curitiba, Maio 2014.
- [16] João Brito Martins, Projeto InovCity. 6º Fórum Latino-americano de Smart Grid, São Paulo, 26 de Novembro de 2013.
- [17] Jefferson Marcondes, Projetos InovCity EDP, Rio de Janeiro, Maio 2014.
- [18] Paulo Bombassaro, Smartgrids e as Interfaces entre Energia e Telecomunicações, LETS – Semana da Infraestrutura, São Paulo, Maio 2014.
- [19] Coelce, Implantação de um Piloto de Redes Inteligentes para Automação do Sistema Elétrico, Smart Grid MME, Janeiro 2014.
- [20] Julio Shigeaki Omori, Projetos Pilotos de Redes Inteligentes, Smart Grid MME, Janeiro 2014.
- [21] Elektro, PD - 0385-0062/2013 - SMART CITY - Modelo de Referência para Implantação de Redes Elétricas Inteligentes (Smart Grid), http://www2.elektro.com.br/html_pd_13/projetos/0385-0062_2013.html, Acesso em: Julho 2014.
- [22] Paulo Pimentel. Programa AES Eletropaulo Smart Grid. V Seminário Internacional de Smart Grid, São Paulo, 13-16 de Maio de 2013.
- [23] Abradee, Consolidação de Projetos de Redes Inteligentes, SAMP Light, Novembro de 2013.
- [24] Aneel, Consulta Programas P&D, <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=75>. Acesso em: Julho de 2014.
- [25] ABDI, iAPTEL, Identificação de Projetos de REI pelas Distribuidoras de Energia no Brasil (Preliminar), Maio 2014.
- [26] PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO (Rio de Janeiro). Furnas apresenta projetos de P&D+I para geração de energia limpa. 2013. Disponível em: <<http://assessoria.vrc.puc-rio.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=33070&sid=89>>. Acesso em: 31 jul. 2014.
- [27] UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ (UNIFEI) (Minas Gerais). GEN - Grupo de Energia: Total de projetos de pesquisa. 2013. Disponível em: <<http://www.prppg.unifei.edu.br/questionarios/>>

Pesquisa/GEN - Grupo de Energia/Pj-0.html>. Acesso em: 31 jul. 2014.

[28] ELETROBRÁS FURNAS (Rio de Janeiro). Resumo de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento. 2010. Disponível em: <http://www.furnas.com.br/ouvidoria/arcs/pdf/PeD/CarreiraProjetos/PD-0394-1002-2011_Resume.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2014.

[29] UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ) (Rio de Janeiro). EspaçoSIGMA.UFRJ: SIGMA.UFRJ documenta. Disponível em: <http://www.sigma.ufrj.br/UFRJ/sigma/projetos/consulta/relatorio.stm?app=PROJETOS&codigo=23034&buscas_cruzadas=ON>. Acesso em: 31 jul. 2014.

[30] CORREA NETO, Clóvis. P&D - Visão de negócios. Disponível em: <<http://www.baer.com.br/pdf/0820-Clovis-Correa.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

[31] CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS & ENERGIAS RENOVÁVEIS (CTGAS-ER) (Rio Grande do Norte). Estudo da Geração Fotovoltaica Centralizada e seu Impacto no Sistema Elétrico. Disponível em: <<http://www.ctgas.com.br/index.php/2012-04-16-20-11-31/projetos-em-andamento/128-estudo-da-geracao-fotovoltaica-centralizada-e-seu-impacto-no-sistema-eletrico>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

[32] CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS & ENERGIAS RENOVÁVEIS (Rio Grande do Norte). Avaliação da geração elétrica a partir de energia solar térmica utilizando tecnologia de torre central. Disponível em: <<http://www.ctgas.com.br/index.php/servicos-tecnologicos-e-inovacao/pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao/projetos-em-andamento/130-avaliacao-da-geracao-eletrica-a-partir-de-energia-solar-termica-utilizando-tecnologia-de-torre-central>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

acao-eletrica-a-partir-de-energia-solar-termica-utilizando-tecnologia-de-torre-central>. Acesso em: 31 jul. 2014.

[33] COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO (CHESF) (Pernambuco). Estudo e modelamento de sistemas para auxiliar a recomposição de instalações. Disponível em: <http://www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/conteudos_portal/docs/PN_CPeD003__estudo_e_modelamento_de_sistemas_para_auxiliar.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2014.

[34] MELO, Jamildo. Aneel aprova Plataforma Solar de Petrolina. 2012. Disponível em: <<http://blogs.ne10.uol.com.br/jamildo/2012/04/12/Aneel-aprova-plataforma-solar-de-petrolina/>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

[35] CENTRO DE ESTUDOS EM ENERGIA E SISTEMAS DE POTÊNCIA (CEESP) (Rio Grande do Sul). Universidade Federal de Santa Maria. 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) 2011 - 2013. Disponível em: <<http://ceesp.ufsm.br/projeto/gerenciamento-eficiente-da-geracao-distribuida-de-energia-eletrica-a-partir-de-residuos-solidos-urbanos-utilizando-o-potencial-inovador-das-redes-inteligentes-de-energia-smart-grid2011-2013/>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

[36] COMPANHIA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PAULISTA (CTEEP) (São Paulo). Planejamento Tecnológico & inovação. 2012. Disponível em: <<http://ctEEP.riweb.com.br/rao/2012/pt-br/planejamento-tecnologico.html>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

- [37] RAMOS, Daniel C.. GT 354 - SMFS - Desenvolvimento de Protótipo de Sistema de Medição Fasorial Sincronizada: Especificação de Requisitos do SMFS. 2011. Disponível em: <<http://dc356.4shared.com/doc/fpJ6BZBS/preview.html>>. Acesso em: 31 jul. 2014.
- [38] COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG) (Minas Gerais). Pesquisa & Desenvolvimento: PeD 341. 2009. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/pesquisa_e_desenvolvimento/Paginas/PeD_341.aspx>. Acesso em: 31 jul. 2014.
- [39] APREN, Roteiro nacional das Energias Renováveis – Aplicação da Directiva 2009/28/CE, REPAP 2020 – Renewable Energy Policy Action Paving the Way towards 2020, Março 2010
- [40] European Commission Staff Working Paper: Interpretative Note on Directive 2009/72/EC and Directive 2009/73/EC – Retail Markets, 2010
- [41] European Commission Recommendation 2012/148/EU, 2012
- [42] European Commission, Benchmarking smart metering deployment in the EU-27 with a focus on electricity, 2014
- [43] European Commission staff working document, Cost-benefit analyses & state of play of smart metering deployment in the EU-27, Accompanying the document Report from the Commission Benchmarking smart metering deployment in the EU-27 with a focus on electricity, 2014
- [44] Helfried Brunner et al. (EEGI Member States Initiative), Mapping & Gap Analysis of current European Smart Grids Projects, 2012
- [45] ETP SmartGrids WG3 Demand and Metering, Energy Retailers Stakeholders Energy Retailers' Perspective on the Deployment of Smart Grids in Europe, 2010
- [46] Eurostat, "half-yearly electricity and gas prices 2012s2", Maio 2013
- [47] Luís Gomes, Pedro Faria, Hugo Morais, Zita Vale, Carlos Ramos, Distributed, Agent-Based Intelligent System for Demand Response Program Simulation in Smart Grids, IEEE Intelligent Systems, vol. 29, pp. 56-65, January/February 2014, Digital Object Identifier: <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MIS.2013.2>
- [48] Vincenzo Giordano et al., Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments, JRC, 2011
- [49] Vincenzo Giordano et al., Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments – 2012 update, JRC, 2013
- [50] Catalin Felix Covrig et al. Smart Grid Projects Outlook 2014, JRC, 2014
- [51] Hugo Morais, Tiago Sousa, Zita Vale, Pedro Faria, Evaluation of the Electric Vehicle Impact in the Power Demand Curve in a Smart Grid Environment, Energy Conversion and Management, vol. 82, pp. 268-282, June 2014, Digital Object Identifier: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2014.03.032>
- [52] Hugo Morais, Pedro Faria, Zita Vale, Demand Response Design and Use Based on Network Locational Marginal Prices, International Journal of Electrical Power and Energy Systems, vol. 61, pp. 180-191, October 2014, Digital Object Identifier:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.03.024>

[53] ENERGY INDEPENDENCE AND SECURITY ACT OF 2007, 110th US Congress Public Law 140, 2007

[54] Zita Vale et al., Advances in Smart Grids - Benefits on Sharing Background experiences from Portugal, Central Europe and Brazil, IV Encontro Luso-Brasileiro e I Congresso Ibero-Americano de Estratégia (ELBE 2012), Lisboa, Portugal, 12-13 Novembro, 2012

[55] Zita Vale, Hugo Morais, Pedro Faria, Carlos Ramos, Distribution System Operation Supported by Contextual Energy Resource Management Based on Intelligent SCADA, Renewable Energy, vol. 52, pág. 143-153, Abril 2013, Digital Object Identifier: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2012.10.019>

[56] ABDI, iAPTEL, Mapeamento da Cadeia Fornecedora de TIC e de seus Produtos e Serviços para Redes Elétricas Inteligentes (REI): Sumário Executivo (Preliminar), Junho 2014. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Redes%20EI%C3%A9tricas%20Inteligentes.pdf>. Acesso em: 28 de Julho de 2014.

[57] Projeto Diálogos Setoriais União Europeia, Identificação de projetos relevantes no Brasil na área de REI, Julho, 2014.

[58] Abradee, Consolidação de Projetos de Redes Inteligentes, Seminário de Melhores Práticas (SAMP), realizado na Light, Rio de Janeiro, Janeiro de 2014. Disponível em: <http://redesinteligentes-brasil.org.br/produtos/category/22-consolidados-projetos-piloto.html?download=210:planilha-de-consolidacao-de-projetos-piloto-nov-dez-2013>.

Acesso em: 28 de Junho de 2014.

[59] David J. Leeds, GTM Research, The Smart Grid in 2010: Market Segments, Applications and Industry Players, Julho 2009.

[60] ABDI, iAPTEL, Mapeamento de Fornecedores Nacionais, seus Produtos e Serviços (Preliminar), [s. d.].

[61] FINEP, Inova Energia, Março 2014. Disponível em: http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=programas_inovaenergia#selecao. Acesso em: 12 de agosto de 2014.

[62] ABDI, iAPTEL, Mapeamento dos Centros de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (preliminar), Maio 2014.

[63] CNPq, Chamadas Públicas, Setembro 2014. Disponível em: http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&filtro=resultados&detalha=-chamadaDetalhada&exibe=exibe&idResultado=106-5-2018&id=106-5-2018. Acesso em: 22 de setembro de 2014.

[64] Dante Hollanda, Aspectos da Política de Ciência, Tecnologia e Inovação em Redes Elétricas Inteligentes do Brasil. Smart Energy Paraná 2014, Curitiba, 8 de maio de 2014. Disponível em: http://smartenergy.org.br/2014/images/palestras/08maio_manha/11_Dante-08052014.pdf. Acesso em: 22 de setembro de 2014.

[65] BNDES, BNDESPAR e agência de fomento belga farão aporte em fundo de investimento, Janeiro 2013. Disponível em: http://smartenergy.org.br/2014/images/palestras/08maio_manha/11_

Dante-08052014.pdf. Acesso em: 22 de setembro de 2014.

[66] CEMIG, CEMIG e FAPEMIG investem R\$ 150 milhões em pesquisas do setor elétrico, Janeiro 2011. Disponível em: http://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/Paginas/convenio_cemig_fapemig.aspx. Acesso em: 22 de setembro de 2014.

[67] PETER, B. American Public Policy, EUA: Chatham House, 1996.

[68] MENDERS, M. Porque o governo deve interferir na economia?, Brasil: Economia e Governo, 2011.

[69] TEIXEIRA, E. C. O papel das políticas públicas no desenvolvimento local e na transformação da realidade. Salvador: Bahia, 2002.

[70] ALMEIDA, A. L. Síntese das principais falhas de mercado, 2014.

[71] DUTRA, J. C. et al. Org. MAIA, F. Redes Elétricas Inteligentes no Brasil: subsídios para um plano de implantação, Rio de Janeiro, RJ: Synergia, 2013.

[72] KAGAN, N. et al. Org. MAIA, F. Redes Elétricas Inteligentes no Brasil: análise de custos e benefícios de um Plano Nacional de Implantação, RJ: Synergia, 2013.

[73] CAMARGO, E. J. S. Programa Luz para Todos: da eletrificação rural à universalização do acesso à energia elétrica. Da necessidade de uma política de estado. São Paulo, SP, 2010.

[74] Ministério de Minas e Energia, MME. Progra-

ma de Eletrificação Rural. Disponível em: http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp. Acesso em: 02 de outubro de 2014.

[75] BRASIL. Plano Brasil Maior. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/>. Acesso em: 03 de outubro de 2014.

[76] F. INICIATIVAS. Lei do Bem. Disponível em: <http://www.leidobem.com/>. Acesso em: 03 de outubro de 2014.

[77] ANEEL. P&D e Eficiência Energética. Disponível em: <http://www.Aneel.gov.br/area.cfm?idArea=75> Acesso em: 03 de outubro de 2014.

[78] FINEP. CT-ENERG. Disponível em: http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=fundos_ctenerg. Acesso em: 03 de outubro de 2014.

[79] MENDONÇA, R. P. Projeto de Lei 6252/2013. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=590262>. Acesso em: 03 de outubro de 2014.

[80] SENADO. Sistema S. Disponível em: <http://www12.senado.leg.br/noticias/glossario-legislativo/sistema-s>. Acesso em: 03 de outubro de 2014.

[81] LEITE, N. F. Competição e Tecnologias. 7° Smart Grid Forum 2014. 9-11 de Setembro de 2014.

[82] BOCUZZI, C. V. O esgotamento do modelo atual das empresas de energia. 7° Smart Grid Forum 2014. 9-11 de Setembro de 2014. Disponível em: <http://www.smartgrid.com.br/eventos/smart-grid2014/071.pdf>. Acesso em: 06 de outubro de 2014.

[83] ZPRYME. The prosumer energy market place. Agosto 2014.

[84] FREES, C. V. ABDI. National Mapping of Smart Grid Suppliers in Brazil. Latin American Utility Week, 12-14 de Agosto 2014.

[85] ANEEL. Procedimentos de Regulação Tarifária. Módulo 2 – Revisão Tarifária Periódica das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica: Submódulo 2.7 – Outras Receitas. V. 1. 2013.

[86] U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. Economic impact of Recovery Act Investments in the Smart Grid. Disponível em: <https://www.smartgrid.gov/sites/default/files/doc/files/Smart%20Grid%20Economic%20Impact%20Report.pdf>. Acesso em: 9 de outubro de 2014.

[87] PR NEWSWIRE. A Light e a Landis + Gyr anunciam o maior contrato de Smart Grid da América do Sul. Disponível em: <http://www.prnewswire.com.br/releases/pt/A%20Light%20e%20a%20Landis%20+%20Gyr%20anunciam%20o%20maior%20contrato%20de%20Smart%20Grid%20da%20Am%C3%A9rica%20do%20Sul/51948>. Acesso em: 13 de outubro de 2014.

[88] DELGADO, M. O P&D como estratégia empresarial. 2º Encontro de P&D dos Agentes do Setor Elétrico. Rio de Janeiro, RJ. 06 de outubro de 2014.

[89] European Commission - Directorate-General for Research and Innovation, Horizon 2020 in brief - The EU Framework Programme for Research & Innovation, 2014

[90] Comissão Europeia - Direção-Geral da Investigação e da Inovação, HORIZON 2020 em breves

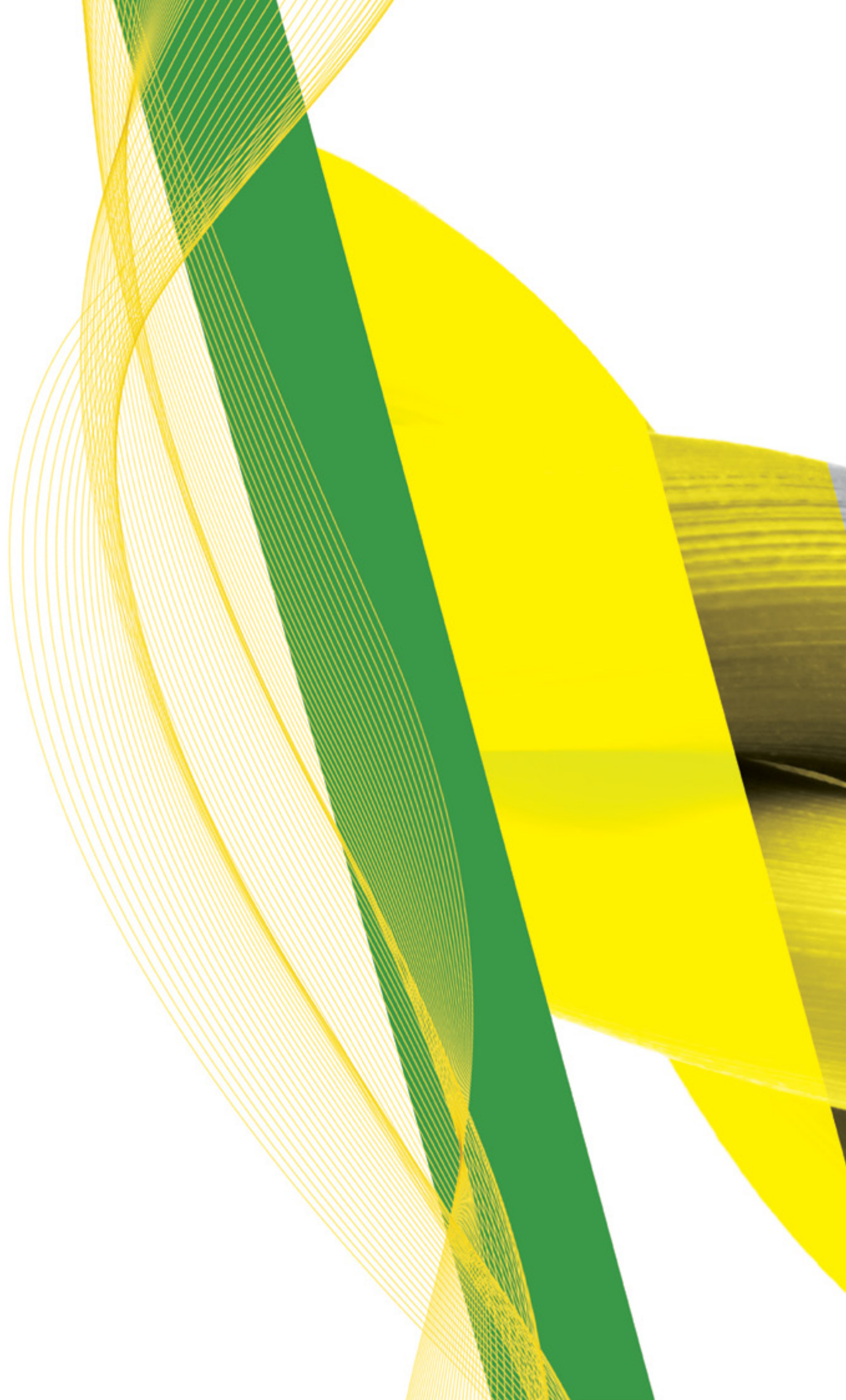
palavras - O programa-quadro de investigação e inovação da UE, 2014

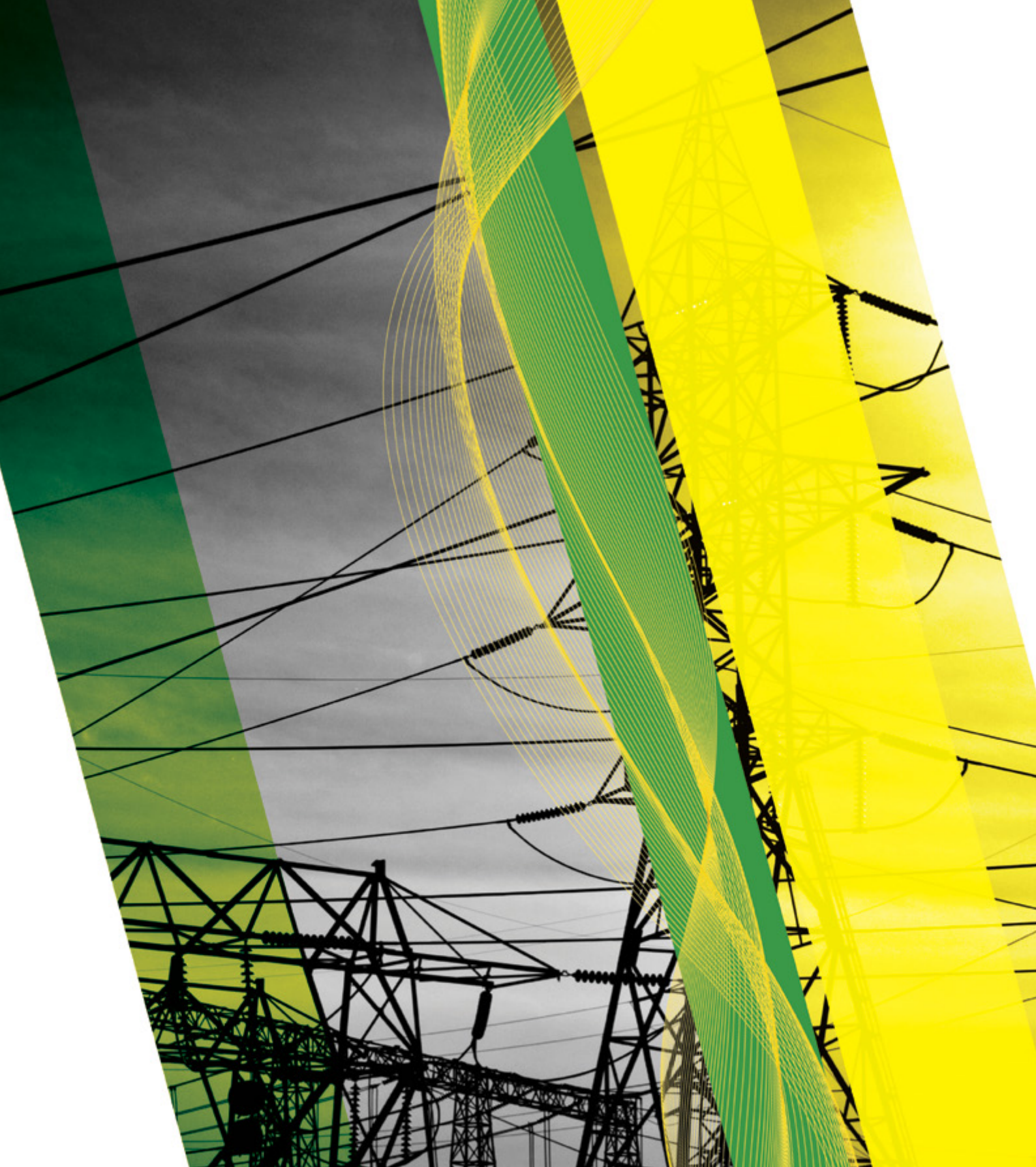
[91] European Commission, Horizon 2020 – Excellent Science, Global Challenges, Competitive Industry Open to the world! Funding of applicants from non-EU countries & international organisations, 2014

[92] European Commission - Directorate-General for Research and Innovation, Investing in European success Horizon 2020 - Research and Innovation to boost growth and jobs in Europe, 2013

[93] European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Energy Technologies and Innovation, 2013

[94] European Commission - Directorate-General for Research and Innovation, The Grand Challenge - The design and societal impact of Horizon 2020, 2012





União Europeia



DIÁLOGOS SETORIAIS UNIÃO EUROPEIA
BRASIL

Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

Ministério do
Planejamento, Orçamento
e Gestão

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA