

A POLÍTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES NO BRASIL: UM ESTUDO A PARTIR DE INSTITUIÇÕES-CHAVE

Data de submissão: 09/11/2023

Data de aceite: 02/05/2023

Robson Luis Mori

Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Maringá - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/0619480594637042>

THE POLICY FOR THE DEVELOPMENT OF SMART ELECTRICAL GRIDS IN BRAZIL: A STUDY FROM KEY INSTITUTIONS

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo central apresentar e discutir as principais políticas que vêm sendo realizadas no Brasil com potenciais impactos no desenvolvimento das redes elétricas inteligentes, a partir de três instituições-chave: ANEEL, BNDES e FINEP. Tais políticas têm sido observadas em muitos países visando o aumento da eficiência do sistema elétrico e de suas externalidades econômicas e ambientais. O trabalho, de caráter descritivo, é realizado com base na literatura pertinente e em documentos oficiais das instituições envolvidas. Como principais resultados, o trabalho aponta que as políticas para o desenvolvimento das redes elétricas inteligentes no Brasil ainda são incipientes e bem restritas ao âmbito regulatório tradicional e à programas ligados à fundos setoriais, mas que há espaços de expansão dentro e fora destes campos de atuação.

PALAVRAS-CHAVE: Política; Redes Elétricas Inteligentes; Instituições-chave; Brasil.

ABSTRACT: The main objective of this work is to present and discuss the main policies that have been implemented in Brazil with potential impacts on the development of smart electrical networks, based on three key institutions: ANEEL, BNDES and FINEP. Such policies have been observed in many countries aiming to increase the efficiency of the electrical system and its economic and environmental externalities. The work, of a descriptive nature, is carried out based on relevant literature and official documents from the institutions involved. As main results, the work points out that policies for the development of smart electrical grids in Brazil are still incipient and very restricted to the traditional regulatory scope and programs linked to sectoral funds, but that there are spaces for expansion within and outside these fields of activity.

KEYWORDS: Policy; Smart Electrical Grids; Key institutions; Brazil.

INTRODUÇÃO

A discussão sobre políticas para o desenvolvimento de redes elétricas inteligentes no Brasil começou a avançar com o aprofundamento do debate e os primeiros passos políticos dados na Europa e nos Estados Unidos na segunda metade da década de 2000. Entre esses passos está a publicação dos documentos Green Paper (2005), Green Paper (2006) e COM (2007) 723 Final, na União Europeia, e Energy Policy Act (2005) e Energy Independence and Security Act (2007), nos Estados Unidos¹.

Dentro deste contexto, em 2010 o Ministério de Minas e Energia (MME) criou, por meio da Portaria nº 440, de 15 de abril de 2010, um grupo de trabalho com o objetivo de analisar e identificar ações necessárias para subsidiar possíveis políticas para a implantação de um Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente - “Smart Grid”. O grupo foi composto por representantes do MME, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)² (MME, 2010).

Como resultado, o grupo apresentou uma conclusão otimista para a realização de políticas para o desenvolvimento de redes elétricas inteligentes no Brasil por meio de diversas instituições: ANEEL, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Ministério da Fazenda, entre outras. A ANEEL, por exemplo, poderia ter um papel relevante nos requisitos de arquitetura em diversas áreas: comunicação de dados, modelo de dados, segurança da informação, capacidade de processamento e armazenamento, medidores eletrônicos, enlaces de comunicação, gerenciamento de medição, manutenção e monitoração de equipamentos, barramento de serviços, entre outros. Além disso, fundos ligados ao setor, como o Reserva Global de Reversão (RGR) e o Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), poderiam ser usados como fontes de recursos para as referidas políticas.

Já o BNDES poderia assumir um papel relevante no financiamento de projetos de desenvolvimento de tecnologias inteligentes principalmente para as concessionárias de serviço público de distribuição de energia, as prováveis principais demandantes desta política. O banco, além de ter linhas de financiamento específicas para a indústria que poderiam ser aplicadas aos fornecedores de insumos para a implantação das redes elétricas inteligentes, poderia desenvolver uma política específica para essas redes a fim de melhorar as condições de financiamento dos investimentos.

O Ministério da Fazenda, por sua vez, poderia contribuir com políticas de incentivo de cunho tributário, a exemplo dos Regimes Especiais de Tributação, como o Regime Especial de Incentivo ao Desenvolvimento à Infraestrutura (REIDI), ou do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS), já usados

¹ Para maiores informações sobre esses documentos, ver União Europeia (2005; 2006; 2007) e United States (2005; 2007).

² Para maiores informações sobre o trabalho do grupo de estudos, ver MME (2010).

por outros segmentos da indústria que fornecem bens e serviços para operadores do setor elétrico.

Os anos que se seguiram, no entanto, foram marcados, no âmbito econômico, pelos maus resultados no crescimento do país. Nesta nova realidade, as políticas industriais e tecnológicas perderam espaço e as expectativas de desenvolvimento de redes elétricas inteligentes precisaram ser revistas. De qualquer forma, alguns espaços políticos continuaram abertos, como na regulação tradicional e nos fundos do setor ou mesmo no BNDES.

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo central apresentar e discutir as principais políticas que vêm sendo realizadas no Brasil com potenciais impactos no desenvolvimento das redes elétricas inteligentes, a partir de três instituições-chave: ANEEL, BNDES e Financiadora de Produtos e Projetos (FINEP). O trabalho, de caráter descritivo, é realizado com base na literatura pertinente e em documentos oficiais das instituições envolvidas.

Visando cumprir este objetivo, o trabalho está estruturado em três partes, além desta introdução e de suas considerações finais. Na primeira delas é apresentada uma breve revisão da literatura sobre o tema. Na segunda são exibidos os aspectos metodológicos seguidos no trabalho. Na terceira são apresentadas as principais políticas de impacto para o desenvolvimento de redes elétricas inteligentes no âmbito da ANEEL, do BNDES e da FINEP.

BREVE REVISÃO DA LITERATURA

A literatura sobre políticas para o desenvolvimento de redes elétricas inteligentes no Brasil ainda é escassa. Os poucos trabalhos disponíveis apresentam estágios de desenvolvimento e/ou avaliam potenciais políticas em sentido amplo (CGEE, 2012; Galo et al., 2014; Dias et al, 2018; Di Santo et al., 2015; Dantas et al., 2018; Dranka e Ferreira, 2020) ou mais restrito (estudos de caso, muitas vezes), envolvendo tecnologias, serviços, negócios, entre outras variáveis (Macedo et al., 2015; Drude, Pereira Júnior e Rüter, 2014; Guerhardt et al., 2020). Alguns trabalhos tratam do caso brasileiro juntamente com casos de outros países (Fadaeenejad et al., 2014; Ponce-Jara et al., 2017).

O documento “Redes Elétricas Inteligentes: Contexto Nacional”, publicado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em 2012, é um dos primeiros trabalhos que trazem informações amplas sobre iniciativas e estágios de desenvolvimento de projetos de redes elétricas inteligentes no Brasil, incluindo iniciativas de PD&I nacionais, projetos de concessionárias, atividades em universidades e centros de pesquisa e empresas atuantes na área. Embora não trate especificamente de políticas, o panorama apresentado pelo trabalho mostra, por exemplo, projetos catalogados pela ANEEL e iniciativas de universidades públicas para o desenvolvimento de redes elétricas inteligentes.

O trabalho de Galo et al. (2014), por sua vez, procura desenvolver uma metodologia de seleção de sistemas elétricos que podem ser implantados em redes elétricas inteligentes no Brasil, usando o método Delphi, com base em aplicações técnicas, financeiras e de recursos humanos e ambientais. O objetivo do trabalho é criar um fator de prioridade para determinar uma ordem de implantação das redes elétricas inteligentes a fim de atingir o melhor custo-benefício nos sistemas elétricos avaliados. Já Dias et al. (2018) avaliam o potencial impacto das políticas em diferentes objetivos. Também por meio do método Delphi, os autores consideram opiniões de 28 especialistas da área, que são traduzidas em pesos conforme os critérios pré-definidos.

Di Santo et al. (2015) realizam uma análise do desenvolvimento das redes elétricas inteligentes no Brasil, apresentando esforços de política, regulamentação e investimentos, bem como estudos de projetos de concessionárias do setor elétrico. Para os autores, a implementação completa das redes elétricas inteligentes pode levar décadas e requer esforços de vários atores: governo central, agência reguladora, consumidores, entre outros.

Dantas et al. (2018), por sua vez, aplicam um questionário para um grupo de especialistas do setor elétrico a fim de identificar a relevância de uma série de políticas para redes elétricas inteligentes. As políticas consideradas mais relevantes foram as de incentivos para promoção do gerenciamento do lado da demanda, geração distribuída e armazenamento, mudanças regulatórias para fomentar a inovação no setor de energia e regulação de novos modelos de negócios. As políticas apontadas como menos relevantes na pesquisa foram: implementação obrigatória de medidores inteligentes e estabelecimento de padrões de qualidade para a indústria de telecomunicações.

Já Dranka e Ferreira (2020) avaliam as potencialidades tecnológicas, de regulamentos e de políticas para o desenvolvimento das redes elétricas inteligentes no Brasil. Destacam que as políticas de geração distribuída, gerenciamento do lado da demanda e novos esquemas tributários estão avançando no país, mas que a implantação de tecnologias de armazenamento está em um ritmo mais lento. Também destacam a necessidade do desenvolvimento de novos modelos de negócios para atender as várias tecnologias e serviços de energia descentralizados que estão surgindo no setor.

Macedo et al. (2015), por sua vez, discutem o uso do gerenciamento do lado da demanda em um ambiente de rede inteligente no Brasil, bem como apresentam uma simulação para a criação de padrões de curvas de carga utilizando a técnica k-means, a partir de dados de consumidores de uma concessionária do sistema elétrico brasileiro. Já Drude, Pereira Júnior e Rütter (2014) analisam a transferência de energia do veículo para a rede (V2G) em um ambiente de redes elétricas inteligentes. O trabalho foca no mercado de pico de demanda de energia para V2G na região urbana de Florianópolis, descrevendo conceitos conhecidos de V2G e apresentando estratégias de despacho que podem ser adotadas no mercado de energia brasileiro.

Já Guerhardt et al. (2020) estudam a política da ANEEL de consumo consciente de energia elétrica por meio de uma nova modalidade de tarifa de energia sustentável (a tarifa branca), baseada no uso fora dos horários de pico. Entrevistas e análises documentais foram realizadas em um parque tecnológico que utiliza apenas a tarifa branca e em condomínios que usam a tarifa branca por meio de um grupo gerador ou de um sistema de célula fotovoltaica. O projeto de rede elétrica inteligente mostrou-se eficiente em termos de redução do consumo de energia ao longo do tempo tanto no caso do grupo gerador, quanto no sistema de célula fotovoltaica.

Fadaeenejad et al. (2014), por sua vez, analisam os desenvolvimentos iniciais de políticas em redes elétricas inteligentes em diversos países, incluindo o Brasil, e chega à conclusão de que o país, juntamente com China e Índia, teve planejamento e desenvolvimento inicial adequados para essas tecnologias. Já Ponce-Jara et al. (2017) destacam que o Brasil tem sido tomado como um exemplo de conceito e de desenvolvimento em redes elétricas inteligentes. No entanto, enfatiza que o país, ao contrário dos Estados Unidos e de países europeus, que lideram o desenvolvimento de sistemas de redes elétricas inteligentes no mundo, depende fortemente de tecnologias e investimentos estrangeiros.

Diante deste contexto teórico, cabe ressaltar que o presente trabalho se insere na linha de discussão mais ampla sobre o tema, procurando discutir o estado da arte das aplicações das políticas capazes de impactar no desenvolvimento das redes elétricas inteligentes no Brasil, com base em instituições-chave.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Dada a proposta deste trabalho de apresentar e discutir as principais políticas que vêm sendo realizadas no Brasil com potenciais impactos no desenvolvimento das redes elétricas inteligentes a partir de instituições-chave, são observados no âmbito dessas instituições documentos diversos, como lançamento de programas, abertura de editais, entre outras ações institucionais que possam ser configuradas como políticas relevantes para o escopo considerado.

No âmbito da ANEEL são observados tanto os documentos de regulamentação de serviços, tecnologias, etc., quanto os relacionados aos fundos setoriais de competência da autoridade de regulação. No BNDES são apresentados programas e produtos da instituição, bem como dados sobre desembolsos para o setor elétrico, a fim de identificar a sua participação (ou potencial participação) na política de financiamento de atividades no setor elétrico. Na FINEP são destacados os principais programas e produtos da instituição que envolvem ou podem envolver o desenvolvimento de redes elétricas inteligentes, incluindo chamadas públicas.

INSTITUIÇÕES-CHAVE

ANEEL

A ANEEL pode exercer papéis relevantes no desenvolvimento das redes elétricas inteligentes no Brasil tanto nas regulamentações dos produtos/serviços pertinentes, abrindo espaços, por exemplo, para a aplicação de novas tecnologias no mercado, quanto na gestão dos recursos provindos da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Esta lei obriga as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica a aplicar, no mínimo, 0,75% de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico e 0,25% em programas de eficiência energética no uso final (BRASIL, 2000).

Em relação às regulamentações, um passo importante da ANEEL nos serviços relacionados ao desenvolvimento das redes elétricas inteligentes no Brasil foi dado pela Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Esta resolução estabeleceu as condições gerais para o acesso da microgeração e da minigeração aos sistemas de distribuição de energia elétrica e ao sistema de compensação de energia elétrica. Resoluções normativas posteriores, como a nº 517, de 11 de dezembro de 2012, a nº 687, de 24 de novembro de 2015, e a nº 786, de 17 de outubro de 2017, fizeram ajustes à resolução inicial (ANEEL, 2012a; 2015 e 2017). A Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, por sua vez, trouxe um novo marco regulatório para as atividades de microgeração e minigeração de energia elétrica no Brasil (BRASIL, 2022).

Outro passo importante da ANEEL na regulamentação dos serviços da área foi dado por meio da Resolução nº 502, de 07 de agosto de 2012. Esta resolução definiu que, em dezoito meses, caso fosse de interesse dos consumidores residenciais, exceto os pertencentes aos grupamentos de baixa renda, deveriam ser instalados medidores inteligentes com as seguintes características mínimas: (i) mensuração de energia ativa; (ii) diferenciação tarifária em quatro pontos (conhecida por “tarifa branca”); e (iii) visualização, para o consumidor, da mensuração de energia. A resolução definiu também que os consumidores poderiam adquirir equipamentos com outras funcionalidades, como aferição de tensão e corrente de cada fase e data e horário das interrupções de fornecimento, desde que assumissem o ônus financeiro por tais serviços adicionais (ANEEL, 2012b).

A ausência de algumas definições na resolução, no entanto, foi vista, principalmente por empresas do setor, como fatores desmotivantes para o desenvolvimento de produtos/serviços ligados às redes elétricas inteligentes. Rivera, Esposito e Teixeira (2013), por exemplo, destacam que a resolução não trata da obrigatoriedade de um sistema de comunicação de dados nos medidores do Grupo B (consumidores de baixa tensão, exceto baixa renda e iluminação pública), deixa a troca de medidores submetida à adesão voluntária dos consumidores e não estabelece um cronograma para a substituição integral dos medidores.

Além disso, as concessionárias de energia elétrica indicaram como outros fatores desmotivantes a falta de definição de um equacionamento dos gastos na instalação das redes elétricas inteligentes entre o consumidor (com tarifas mais elevadas, por exemplo) e o governo (com desonerações tributárias, por exemplo) e a limitação de 10% dos lucros auferidos na prestação de serviços diferentes da comercialização de energia, conforme a política de modicidade tarifária adotada no setor (RIVERA, ESPOSITO e TEIXEIRA, 2013).

No que tange ao atendimento da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, para incentivo à P&D, a ANEEL conta com o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (PPD). Este programa visa a alocação de recursos humanos e financeiros em projetos originais, aplicáveis, relevantes e viáveis economicamente, abrangendo produtos e serviços nos processos e usos finais de energia. Seu foco é no estímulo à P&D e à inovação que contribuam com a segurança no fornecimento de energia elétrica, para a modicidade tarifária e para a redução dos impactos ambientais e da dependência tecnológica do país no setor. Em 2020, a movimentação financeira da ANEEL na área de P&D (em termos de P&D realizado) foi de R\$ 888,4 milhões. Em 2019 este valor superou R\$ 1 bilhão (ANEEL, 2023).

BNDES

O BNDES tem um amplo histórico de financiamento nos setores de infraestrutura do Brasil, incluindo papéis relevantes nos processos de reestruturação setorial na energia elétrica, como nas privatizações ocorridas no setor a partir da segunda metade da década de 1990. No entanto, após um período de forte expansão de seus desembolsos gerais desde o início dos anos 2000, com maior aceleração entre 2007 e 2013, a partir de 2014 o banco apresentou uma forte redução nestes recursos (ver Tabela 1).

Apesar desta queda, ainda há no âmbito do BNDES vários instrumentos de financiamento que podem ser acessados por agentes visando o desenvolvimento de atividades ligadas às redes elétricas inteligentes. Dada a amplitude das possibilidades, cabe aqui apenas alguns destaques sobre estes instrumentos.

Dentro da área de infraestrutura, as demandas por financiamento consideradas pelo BNDES podem envolver a realização de projetos, a implantação de planos de negócios, a aquisição de equipamentos para as empresas, reforço de capital, despesas correntes e reestruturação de dívidas, inovação, exportação e internacionalização, sustentabilidade social e ambiental e apoio à cultura (BNDES, 2023a). Todas estas demandas podem ser acessadas em maior ou menor grau por agentes envolvidos no desenvolvimento de redes elétricas inteligentes. De qualquer forma, dado o caráter inovativo das redes elétricas inteligentes, o tema inovação parece ser o mais próximo à realidade dessas atividades.

Para este segmento de inovação, o BNDES conta com três programas: o BNDES Finem – Crédito Inovação Direto, com financiamento a partir de R\$ 10 milhões para

investimentos em inovação, o BNDES Exim Pré-Embarque Empresa Inovadora, com financiamento à empresas inovadoras para exportação de bens de capital, bens de consumo e serviços de tecnologias da informação desenvolvidos no país, e o BNDES Finame Máquinas 4.0, com financiamento para aquisição de máquinas e equipamentos com tecnologia 4.0 que tenham características de serviços de manufatura avançada e de internet das coisas (IoT) (BNDES, 2023a).

A importância das atividades do setor elétrico nos produtos do BNDES pode ser verificada pelo valor total das operações de financiamento contratadas pelas concessionárias de energia elétrica junto ao banco. A Tabela 1 apresenta os desembolsos anuais total e para o setor de energia elétrica, do BNDES, no período 1995-2022.

Ano	Desemb. totais	Desemb. para o setor de energia elétrica	% dos desemb. totais (setor de energia elétrica)	Ano	Desemb. totais	Desemb. para o setor de energia elétrica	% dos desemb. totais (setor de energia elétrica)
1995	7.098	648	9,12	2009	136.356	14.165	10,38
1996	9.673	1.441	14,89	2010	168.423	13.600	8,07
1997	17.894	5.736	32,05	2011	138.873	15.958	11,49
1998	18.991	3.673	19,34	2012	155.992	18.887	12,10
1999	18.052	1.813	10,04	2013	190.419	19.935	10,46
2000	23.046	1.337	5,80	2014	187.837	19.018	10,12
2001	25.217	1.130	4,48	2015	135.942	21.899	16,10
2002	37.419	8.750	23,26	2016	88.257	9.607	10,88
2003	33.534	5.027	14,99	2017	70.751	13.842	19,56
2004	39.834	6.500	16,31	2018	69.303	15.841	22,81
2005	43.980	4.589	9,76	2019	55.314	13.163	23,79
2006	51.318	3.207	6,24	2020	64.921	14.821	22,82
2007	64.892	6.371	9,81	2021	64.302	15.798	24,56
2008	90.878	8.644	9,51	2022	97.521	16.716	17,13

Tabela 1 – Desembolsos anuais total e para o setor de energia elétrica, do BNDES, no período 1995-2022 (em milhões de R\$)

Fonte: BNDES (2023b).

Apesar da variabilidade dos dados apresentados na Tabela 1, decorrentes de diferentes momentos do setor de energia elétrica, como o avanço nas privatizações nos últimos anos da década de 1990 ou as crises energéticas ocorridas em 2001 e 2013, bem como do movimento de expansão dos desembolsos totais do banco a partir do primeiro governo Lula (2003-2007) até meados do primeiro governo Dilma (2011-2014), e depois a sua queda significativa, os dados da Tabela 1 mostram primeiramente que o setor conta com uma participação significativa nos desembolsos totais do BNDES ao longo do período.

Em segundo lugar, mostram um crescimento da importância relativa do setor no volume de desembolsos totais do banco no período de menor disponibilidade de recursos (2017-2021).

Dada a importância que o setor de energia elétrica vem recebendo no portfólio de desembolsos do BNDES, bem como o avanço da aplicação das redes elétricas inteligentes em nível internacional, o banco pode, nos próximos anos, assumir uma posição de destaque ainda maior para a aplicação dessas redes em território brasileiro.

FINEP

A FINEP pode contribuir para as políticas de desenvolvimento de redes elétricas inteligentes no Brasil principalmente por meio de sua atuação em vários programas e produtos reembolsáveis e não reembolsáveis que contam com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), muitas vezes em parceria com outras instituições, como a própria ANEEL e o BNDES.

A participação da FINEP no apoio à CT&I no setor de energia elétrica ocorre inclusive por meio de chamadas públicas. As áreas abrangidas pela FINEP são: Infraestrutura de C&T, Projetos de Pesquisa Científica, Bolsas de Pesquisa, Fomento ao Empreendedorismo Inovador, Desafios Relevantes da Sociedade, Cooperação ICT-Empresa, Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos, Estratégia de Inovação e Aquisição de Serviços e Aquisição de Produtos de Empresas Inovadoras³ (FINEP, 2023a).

Entre os programas e produtos da FINEP que podem englobar interesses do setor elétrico estão: Centelha, Finep Startup, Finep Tecnova, Finep Inovacred Expresso, Finep Inovacred, Finep Inovacred 4.0, Chamadas Temáticas, Finep Conecta, Finep Aquisição Inovadora, Finep IoT, Finep Educação, Finep Inova Empresa, Apoio Direto à Inovação e Apoio Direto à Pré-Investimento. Estes programas e produtos se enquadram em diferentes áreas, perfis e tamanhos de empresas⁴ (FINEP, 2023a).

No que tange às chamadas públicas, um exemplo de abertura à projetos que poderia envolver redes elétricas inteligentes foi a Chamada Pública MCTI/FINEP/Ação Transversal Materiais Avançados e Minerais Estratégicos 2020, que teve como objetivo geral apoiar projetos de PD&I, executados por ICTs, com recursos não reembolsáveis, na área de materiais avançados e minerais estratégicos (FINEP, 2023b).

Outro exemplo foi a Seleção Pública MCTI/FINEP/FNDCT Subvenção Econômica à Inovação – 05/2020 Materiais Avançados, que apresentou quatro linhas temáticas: a) performance de produtos em termos de resistência, desempenho, leveza, durabilidade e/ou armazenamento de energia; b) competitividade, por meio da aplicação de materiais avançados em componentes, processos e sistemas produtivos, c) impacto ambiental de produto ou processo industrial; e d) nova aplicação (processo, infraestrutura, ambiente

³ Para maiores informações sobre as áreas abrangidas pela FINEP, ver FINEP (2023a).

⁴ Para maiores informações sobre os programas e produtos da FINEP, ver FINEP (2023a).

operacional, mercado e modelo de negócios) resultante do desenvolvimento de novas tecnologias (FINEP, 2023c).

Editais mais amplos da FINEP também puderam receber propostas de projetos ligados às redes elétricas inteligentes. Este foi o caso, por exemplo, da Seleção Pública MCTI/FINEP/FNDCT Subvenção Econômica à Inovação – 04/2020 Tecnologias 4.0, principalmente no que tange à tecnologias habilitadoras, no item Armazenamento de Energia (FINEP, 2023d). Nestes casos, no entanto, a abrangência das chamadas públicas de projetos da FINEP normalmente coloca os projetos que envolvem redes elétricas inteligentes em competição com projetos de outras áreas ou naturezas, o que pode dificultar a escolha dos primeiros em tais editais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apresentação das principais políticas que vêm sendo realizadas por três instituições-chave (ANATEL, BNDES e FINEP) que podem impactar o desenvolvimento das redes elétricas inteligentes no Brasil mostraram, primeiramente, que o país ainda está em uma fase incipiente de realização dessas políticas, sendo que os problemas de crescimento da economia brasileira nos últimos anos tornaram as condições para o avanço das políticas menos favoráveis.

Com relação especificamente às instituições estudadas, é possível inicialmente destacar os primeiros esforços regulatórios da ANEEL no que tange à regulamentação de produtos e serviços ligados às redes elétricas inteligentes, como nos casos do estabelecimento das condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração aos sistemas de distribuição de energia elétrica e ao sistema de compensação de energia elétrica (Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012), bem como aos medidores eletrônicos (Resolução nº 502, de 07 de agosto de 2012). Mais recentemente, a Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, trouxe um novo marco regulatório para as atividades de microgeração e minigeração de energia elétrica no Brasil. Este papel de regulamentação de produtos/serviços da ANEEL será fundamental para o aproveitamento das oportunidades de mercado do país nas redes elétricas inteligentes nos próximos anos.

Além disso, a ANEEL realiza a gestão dos programas relacionados à Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, que determina o destino de um percentual das receitas das concessionárias e permissionárias de energia elétrica para o incentivo à P&D e à eficiência energética. Tais programas podem ser usados para o desenvolvimento de redes elétricas inteligentes, sendo estes recursos um dos mais estáveis do ponto de vista de política pública para o segmento.

O BNDES, por sua vez, apresentou uma queda significativa no volume total de desembolsos a partir de 2014. O setor elétrico, no entanto, aumentou significativamente sua participação relativa nestes desembolsos até 2021. Embora estes recursos para o

setor não sejam necessariamente voltados à área tecnológica e muito menos às redes elétricas inteligentes, o avanço dessas redes em nível internacional pode fazer com que o banco assuma uma posição de destaque no financiamento de atividades nesta área, principalmente no que tange à aplicação de produtos e serviços no mercado.

Já a FINEP, ao possuir uma extensa linha de programas e produtos de financiamento de atividades inovativas e gerir o FNDCT, pode apresentar uma política mais estável de incentivo ao desenvolvimento de CT&I no setor elétrico, abrindo espaços para apoio ao desenvolvimento de redes elétricas inteligentes.

Em suma, apesar de estas instituições já exercerem atualmente políticas capazes de impactar o desenvolvimento das redes elétricas inteligentes no Brasil, é possível destacar que as políticas específicas para o segmento ainda são incipientes e bem restritas ao âmbito regulatório e à programas ligados à fundos setoriais. No entanto, o próprio crescimento dos mercados no segmento em nível internacional deve abrir, nos próximos anos, novos espaços de expansão para tais políticas dentro e fora destes campos de atuação.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**, 2012a. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 502, de 07 de agosto de 2012**, 2012b. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012502.pdf>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**, 2015. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 786, de 17 de outubro de 2017**, 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2017786.pdf>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

ANEEL. **P&D - Programa de Pesquisa e Desenvolvimento: Movimentação Financeira**, 2023. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaMjY0NTdkYTEtNzM1OC00MGZmLWFkZGUtMDUzZjBjMmIwYTlhliwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYUctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>>. Acesso em: 7 de nov. de 2023.

BNDES. **Soluções para o seu negócio: infraestrutura**, 2023a. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento>>. Acesso em: 7 de nov. de 2023.

BNDES. **Estatísticas Operacionais do Sistema BNDES**, 2023b. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/estatisticas-operacionais-sistema-bndes>>. Acesso em: 7 de nov. de 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000**, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9991.htm>. Acesso em: 7 de nov. de 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022**, 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/l14300.htm>. Acesso em: 7 de nov. de 2023.

CGEE. **Redes elétricas inteligentes: contexto nacional**. Série Documentos Técnicos, nº 16. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, Brasília-DF, 2012.

DANTAS, Guilherme A. et al. Public policies for smart grids in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 92, 2018.

DIAS, Luis C. et al. A multi-criteria approach to sort and rank policies based on Delphi qualitative assessment and Electre Tri: the case of smart grids in Brazil. **Omega**, v. 76, p. 100-111, 2018.

DI SANTO, Katia G. et al. A review on smart grids and experiences in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 52, p. 1072-1082, 2015.

DRANKA, Géremi G. FERREIRA, Paula. Towards a smart grid power system in Brazil: challenges and opportunities. **Energy Policy**, v. 136, 2020.

DRUDE, Lucas. PEREIRA JUNIOR, Luis. C. RÜTHER, Ricardo. Photovoltaics (PV) and Electric Vehicle-to-Grid (V2G) strategies for peak demand reduction in urban regions in Brazil in a smart grid environment. **Renewable Energy**, v. 68, p. 443-451, 2014.

FADAEENEJAD, M. et al. The present and future of smart power grid in developing countries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 29, p. 828-834, 2014.

FINEP. **Matriz de programas e produtos**, 2023a. Disponível em: <http://download.finep.gov.br/matriz_programas.html>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

FINEP. **Chamadas Públicas: Materiais Avançados e Minerai s Estratégicos**, 2023b. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/655>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

FINEP. **Chamadas Públicas: Subvenção Econômica à Inovação – 05/2020 Materiais Avançados**, 2023c. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/645>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

FINEP. **Chamadas Públicas: Seleção Pública MCTI/FINEP/FNDCT – Subvenção Econômica à Inovação – 04/2020 – Tecnologia 4.0**, 2023d. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/643>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

GALO, Joaquim J. M. et al. Criteria for smart grid deployment in Brazil by applying the Delphi Method. **Energy**, v. 70, p. 605-611, 2014.

GUERHARDT, Flavio. et al. A smart grid system for reducing energy consumption and energy cost in buildings in São Paulo, Brazil. **Energies**, v. 13, 2020.

MACEDO, Maria N. Q. et al. Typification of load curves for DSM in Brazil for a smart grid environment. **International Journal of Electrical Power & Energy Systems**, v. 67, p. 216-221, 2015.

MME. **Relatório Smart Grid: Grupo de Trabalho de Redes Elétricas Inteligentes – Ministério de Minas e Energia**, 2010. Disponível em: <<http://antigo.mme.gov.br/documents/36148/342584/RELAT%C3%93RIO+SMART+GRID/cf509d1b-b503-5eda-5392-97738fe6f45a?version=1.0>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

PONCE-JARA, Marcos A. et al. Smart grid: assessment of the past and present in developed and development countries. **Energy Strategy Reviews**, v. 18, p. 38-52, 2017.

RIVERA, Ricardo. ESPOSITO, Alexandre. S. TEIXEIRA, Ingrid. **Redes elétricas inteligentes (smart grid): oportunidade para adensamento produtivo e tecnológico local**, 2013. BNDES, Biblioteca Digital. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2927/1/RB%2040%20Redes%20el%C3%A9tricas%20inteligentes_P.pdf>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

UNIÃO EUROPEIA. **Livro verde sobre a eficiência energética ou “fazer mais com menos” (COM(2005) 265 Final)**, 2005. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0265&from=EN>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

UNIÃO EUROPEIA. **Green Paper: a european strategy for sustainable, competitive and secure energy (COM(2006) 105 final)**, 2006. Disponível em: <https://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_en.pdf>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

UNIÃO EUROPEIA. **Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões (COM(2007) 723 Final)**, 2007. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0723&from=EN>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

UNITED STATES. **Energy Policy Act. Public Law 109-58 – Aug. 8**, 2005. Disponível em: <<https://www.congress.gov/109/plaws/publ58/PLAW-109publ58.pdf>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

UNITED STATES. **Energy Independence and Security Act of 2007. Public Law 110-140 – Dec.19**, 2007. Disponível em: <<https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-110publ140/pdf/PLAW-110publ140.pdf>>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.