



**Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL**

Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética – SPE

**CHAMADA Nº 021/2016**

**PROJETO ESTRATÉGICO: “ARRANJOS TÉCNICOS E  
COMERCIAIS PARA A INSERÇÃO DE SISTEMAS DE  
ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NO SETOR ELÉTRICO  
BRASILEIRO”**

Brasília, DF

Julho de 2016

## **Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL**

### *Diretor-Geral*

Romeu Donizete Rufino

### *Diretores*

André Pepitone da Nóbrega

José Jurhosa Junior

Reive Barros dos Santos

Tiago de Barros Correia

### *Superintendente de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética – SPE*

Máximo Luiz Pompermayer

### *Superintendente de Regulação dos Serviços de Distribuição – SRD*

Carlos Alberto Calixto Mattar

### *Superintendente de Regulação dos Serviços de Geração – SRG*

Christiano Vieira da Silva

### *Superintendente de Regulação dos Serviços de Transmissão – SRT*

Sandoval de Araújo Feitosa Neto

### *Equipe Técnica*

Antonio Carlos Marques de Araújo

Aurélio Calheiros de Melo Junior

Bruno Goulart de Freitas Machado

Carmen Silvia Sanches

Cássio Borrás Santos

Elton Mario de Lima

Fabio Stacke Silva

Lucas Dantas Xavier Ribeiro

Maxwell Marques de Oliveira

Ronald E. Hardinge-Bailey de Amorim

Wesley Fernando Usida

## SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO .....	1
2.	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO.....	11
2.1.	PREMISSAS BÁSICAS .....	11
2.2.	RESULTADOS DO PROJETO ESTRATÉGICO .....	12
2.3.	PRAZO PARA EXECUÇÃO DO PROJETO .....	12
2.4.	ENTIDADES INTERVENIENTES .....	13
3.	CRITÉRIOS PARA PARTICIPAÇÃO.....	13
3.1.	ENTIDADES PARTICIPANTES DO PROJETO.....	13
3.1.1.	Empresas Proponente e Cooperadas .....	13
3.1.2.	Entidades Executoras .....	13
3.2.	COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DO PROJETO .....	13
3.2.1.	Coordenador do Projeto .....	14
3.2.2.	Gerente do Projeto .....	14
3.2.3.	Demais Membros da Equipe do Projeto.....	14
3.3.	CONTRATAÇÃO DO PROJETO ESTRATÉGICO.....	15
4.	PROCEDIMENTOS .....	15
4.1.	APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA .....	15
4.2.	AVALIAÇÃO INICIAL DA PROPOSTA.....	15
4.3.	EXECUÇÃO DO PROJETO .....	16
4.4.	AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO .....	16
4.5.	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	16
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	17
5.1.	PUBLICAÇÕES .....	17
5.2.	INFORMAÇÕES ADICIONAIS .....	17
6.	REFERÊNCIAS .....	17

## 1. APRESENTAÇÃO

De acordo com a regulamentação vigente do Programa de P&D, um projeto estratégico compreende pesquisas e desenvolvimentos que coordenem e integrem a geração de novo conhecimento tecnológico em subtema de grande relevância para o setor elétrico brasileiro, exigindo esforços conjuntos e coordenados das empresas de energia elétrica, entidades executoras e demais agentes interessados.

Entre as tendências do mundo contemporâneo estão a necessidade crescente de suprimento energético, o aumento das preocupações ambientais e uma maior participação social em temáticas relacionadas aos sistemas elétricos.

Em paralelo, observam-se preocupações crescentes com os custos, a segurança e a confiabilidade dos sistemas de suprimento de energia elétrica.

As fontes renováveis de energia, como a solar, eólica, biomassa e as células combustíveis, que vêm tendo presença significativa na matriz energética de países em todo o mundo, apresentam menor impacto ambiental na geração de eletricidade. Por outro lado, a inserção em grande escala dessas fontes no sistema elétrico adiciona insegurança e imprevisibilidade ao suprimento, tendo em vista a sua natureza intermitente de geração de energia.

Nesse contexto destacam-se as tecnologias e sistemas de armazenamento de energia, que podem compensar a intermitência dessas fontes, reduzir as emissões de gases de efeito estufa, atender a demanda por geração de energia no horário de pico, postergar investimentos em geração, transmissão e distribuição e fomentar inovações nos modelos de comercialização de energia elétrica.

Sistemas de armazenamento também oferecem a possibilidade de prover melhor qualidade da energia elétrica e aumentar a confiabilidade, a segurança e a disponibilidade do suprimento energético.

Como destacado pelos Laboratórios Sandia, do governo norte-americano, o armazenamento de energia tem o potencial para fornecer flexibilidade para o que é agora uma rede relativamente inflexível; pois opera tanto como geração quanto como carga, e pode fornecer respostas rápidas e precisas a mudanças na oferta e demanda de energia elétrica [1].

Os sistemas de armazenamento estão entre as fontes de inovação mais promissoras no setor de energia elétrica, conforme percepção de cerca de 53% dos mais de 400 executivos americanos entrevistados em estudo recente sobre o mercado de distribuição de energia elétrica nos Estados Unidos [2].

Na França, o armazenamento de energia foi escolhido como uma das sete metas estratégicas da Comissão de Inovação para o ano de 2030, para garantir a prosperidade do país e o emprego no longo prazo, com base em critérios como as expectativas da sociedade, envolvendo a preocupação ambiental, uma visão mais “individualista” do cidadão consumidor e a responsabilidade social crescente. Considerou-se, ainda, um contexto internacional complexo, incluindo o progresso econômico dos mercados emergentes, o aumento da expectativa de vida, o crescente urbanismo, as tensões prováveis decorrentes do acesso à água potável, energia e matérias primas e os efeitos crescentes das mudanças climáticas [3].

Na Grã-Bretanha, o armazenamento de energia foi selecionado pelo governo como uma das “Oito Grandes Tecnologias” que apoiam a ciência e a capacidade empresarial do país, sendo destacado seu “potencial para fornecer benefícios em massa – em termos de economia nos gastos de energia, benefícios ambientais, crescimento econômico e possibilidade de exploração de negócios com estas tecnologias em nível internacional” [4].

Nesse contexto, tem se tornado estratégico despertar o interesse de instituições de pesquisa, fabricantes de tecnologia e empresas de energia elétrica e estimular o desenvolvimento e aplicação de tecnologias e sistemas de armazenamento em todo o mundo.

Seguindo a categorização da Agência Internacional de Energia (IEA), as tecnologias de armazenamento de energia podem ser classificadas de acordo com o método de armazenamento – o qual depende essencialmente da fonte de energia utilizada – e podem ser distinguidos da seguinte forma [5]<sup>1</sup>:

- Eletromecânicos: sistemas que realizam o armazenamento em potenciais mecânicos (pressão, momento linear e/ou angular, etc.) ou gravitacionais. Incluem usinas hidráulicas reversíveis, volante de inércia, ar comprimido, etc;
- Eletromagnéticos: sistemas que realizam o armazenamento em campos elétricos e/ou magnéticos, a exemplo de ultracapacitores e bobinas supercondutoras;
- Eletroquímicos: sistemas que realizam o armazenamento de energia em potencial eletroquímico entre dois reagentes contidos em um recipiente, com conversão direta para eletricidade, a exemplo das baterias e excluindo células a combustível;
- Células a combustível: sistemas que realizam o armazenamento de energia em um combustível (por exemplo Hidrogênio) com conversão diretamente para eletricidade e calor, sem combustão, através de um processo eletroquímico;
- Térmicos: sistemas que realizam o armazenamento de energia em potencial térmico, para fins de uso final ou conversão em eletricidade. Incluem os Sistemas de termoacumulação de água gelada, vapor, sal fundido, etc;
- Químicos: sistemas que realizam o armazenamento em substâncias químicas para posterior conversão em eletricidade via métodos convencionais. Incluem sistemas de produção de Hidrogênio, Metano, sistemas "Power to Gas", "Power to Fuel", etc;
- Outros: incluem sistemas que realizam o armazenamento baseado em outros princípios físicos e/ou sistemas híbridos de armazenamento.

O estágio em que se encontram o desenvolvimento tecnológico e o uso comercial dessas tecnologias de armazenamento de energia depende do sistema utilizado.

Sistemas hidráulicos, com usinas reversíveis, são uma tecnologia madura e compreendem mais de 99% da capacidade total instalada das tecnologias de armazenamento de energia no mundo, que estavam avaliadas globalmente em mais de 141GW em 2014 [6].

Por sua vez, os sistemas de ar comprimido, as baterias (NaS, Li-ion, Pb-ácido), o armazenamento de hidrogênio e os volantes se encontram em condições eminentes para serem comerciais e operativas, e em acelerada expansão, com fortes perspectivas de redução de preços.

No caso de baterias de lítio, a queda de preço nos últimos anos foi da ordem de 10% ao ano e a estimativa é de que continue assim no futuro.

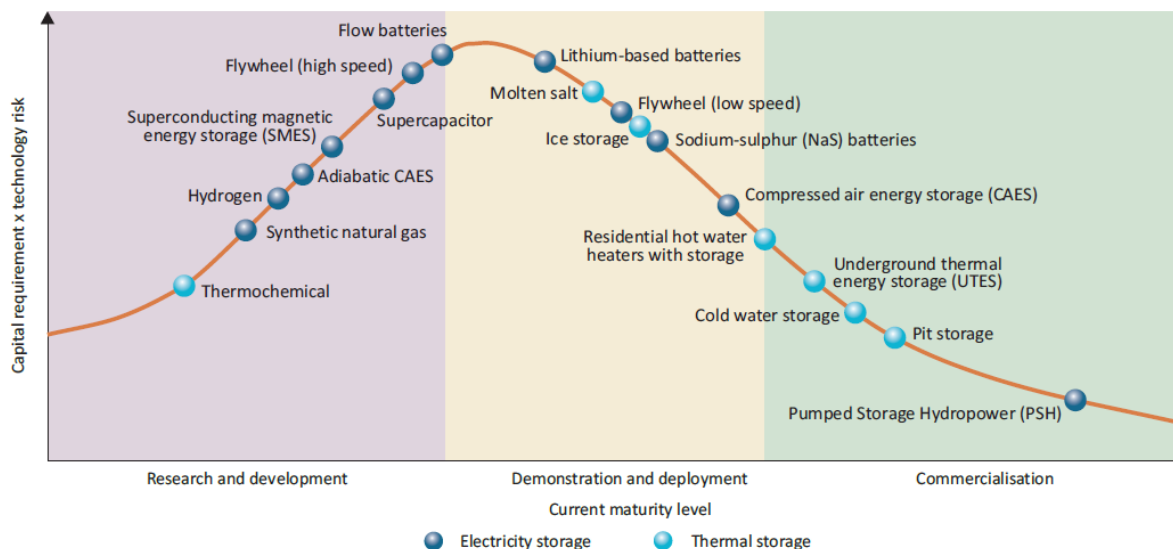
Cita-se, ainda, sistemas avançados de bateria chumbo-ácido e por fluxo (REDOX – Redução/Oxidação), supercondutores e capacitores que estão em fase de demonstração e testes. Processos de armazenamento adiabático ou por hidrogênio estão em fase inicial de desenvolvimento tecnológico [7].

Essas diferentes fases de maturidade das tecnologias podem ser vistas na Figura 1 [8].

---

<sup>1</sup> Com adaptações.

Figura 1: Maturidade das tecnologias de armazenamento de energia



FONTE: IEA (2014)

Desse modo, pode-se distinguir, em algumas partes do mundo, a existência de tecnologias de armazenamento operando há mais de 40 anos.

Outras estão em operação há menos tempo, com benefícios no aprimoramento das condições de operação do sistema elétrico, com redução de custos e melhoria da confiabilidade no suprimento de eletricidade.

Merecem destaque especial as tecnologias e os sistemas destinados à integração de fontes renováveis e intermitentes de energia, como a solar, eólica, hidrelétrica e biomassa.

Paralelamente, tem havido avanços importantes nas tecnologias e processos de armazenamento de energia, incluindo serviços ancilares, principalmente nos sistemas utilizados nas instalações do consumidor final, como por exemplo, os geradores de emergência e/ou de ponta instalados juntos aos consumidores e comandados à distância.

Uma série de estudos tem sido publicados, identificando os diversos serviços que o armazenamento de energia pode prover, como os apresentados na Tabela 1 [9].

Tabela 1: Escala das tecnologias de armazenamento de energia e suas aplicações em redes elétricas.

	STORAGE APPLICATION	DESCRIPTION
GENERATION AND SYSTEM LEVEL	WHOLESALE ENERGY SERVICES	Large centralised energy storage systems providing ancillary services and energy management
	RENEWABLES INTEGRATION	Large centralised/decentralised energy storage systems allowing for time-shifting of renewable generation to match demand
TRANSMISSION NETWORK	STORAGE FOR TRANSMISSION & DISTRIBUTION NETWORK SUPPORT	Storage systems that provide support or defer the need for transmission/distribution upgrades. Can be either stationary or portable
	DISTRIBUTED ENERGY STORAGE	Energy storage embedded in the distribution network providing reliability to customers, easing transmission constraints and providing energy management on a smaller scale
DISTRIBUTION NETWORK	POWER QUALITY FOR COMMERCIAL AND INDUSTRIAL USES	Providing high quality power for specialised applications and processes
	BACKUP AND RELIABILITY FOR COMMERCIAL AND INDUSTRIAL USES	Backup power for specialised applications and processes
END USERS	DOMESTIC ENERGY STORAGE	Small-scale energy storage systems providing backup, reliability, and time-shifting.

FONTE: RADCLIFFE et al. (2014)

Entre as múltiplas aplicações e benefícios das tecnologias de armazenamento de energia, incluindo usinas reversíveis, sistemas de ar comprimido, célula combustível, baterias, volantes e capacitores, destacam-se as seguintes: gerenciamento de demanda, potência de back-up, nivelamento de carga, armazenamento sazonal, regulação de frequência e estabilidade de tensão.

Adicione-se a esses o eminente processo de armazenamento de energia no consumidor final para uso conjugado com fontes renováveis e geração distribuída, como também a gestão da demanda em razão de tarifas horárias diferenciadas.

São mais de 100 utilizações das tecnologias de armazenamento, incluindo atendimento a cargas estratégicas (como centros de dados), respostas rápidas às oscilações do sistema, redução de custos e postergação de investimento ou processos de arbitragem comercial na compra e venda de energia [10].

Em termos de comparação de algumas dessas diferentes tecnologias, diferenciando vantagens e obstáculos, propósitos e compatibilidade com energias renováveis, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) [11] identificou em estudo particularmente voltado à América Latina e Caribe as seguintes - ainda que não se esgote aqui as possibilidades para a região, e particularmente para o Brasil:

Tabela 2: Visão geral de tecnologias de armazenamento de energia aplicáveis à América Latina e Caribe.

Technology	Fixed Cost (US\$/kWh or kW)	Unit Capital Cost (US\$/kWh)	Annual O&M Costs (US\$/kW)	Capacity Range (MW)	Duration (Hours)	Lifespan (Years)	Roundtrip efficiency (%)	Advantages	Drawbacks	Purposes	Good for RE
Deep-Cycle Lead Acid batteries	0.25-0.35	150-500	30	≤10	1-8	3-10	70-90	Cheap, Many Uses	Short Lifespan, Limited Capacity	PQ, T&D, Backup, EM	✓
Lithium-ion batteries	0.30-0.45	500-1,500	25	≤21	4-8	10-15	85-95	Efficient, Many Uses	Limited Capacity	PQ, T&D, Backup	✓
NaS batteries	0.05-0.15	125-250	15	≥100	4-8	15	80-90	Large Capacity, Many Uses	Expensive	PQ, T&D, EM, Backup	✓
Flow batteries	0.15-0.25	350-800	30	.025-10	1-8	10-20	70-85	Customizable Capacity, Many Uses	Expensive, Limited Capacity	PQ, T&D, Backup	✓
Pumped Hydro Storage	0.05-0.15	1,000-4,000	15	≥50	4-24	40	75-85	Cheap, Large Capacity	Difficult Siting	Backup, EM	✓
Compressed Air Energy Storage	0.10-0.20	800-1,000	5	≥100	4-24	30	45-60	Cheap, Large Capacity	Difficult Siting, Inefficient	EM	✓
Thermal Energy Storage	0.18-0.22	700-900	10	n/a	8-10	20	~100	Efficient	Difficult Siting, Not Commercial	EM, Backup	✓
Flywheels	n/a	2,000-4,000	5	.1-2	<1	20	85-95	Efficient, Responsive	Short Duration, Expensive	PQ	
Hydrogen storage	n/a	1,000	n/a	.1-10	≤24	20	25-35	Many Uses	Expensive, Inefficient, Not Commercial	Backup, EM	✓
Superconducting Magnetic Energy Storage	n/a	n/a	n/a	.2-4	.003	40	90-99	Responsive, Efficient	Expensive, Short Duration	PQ	

RE=Renewable Energy, PQ=Improving Power Quality, Backup=Providing Backup, EM=Improving Energy Management, T&D=Deferring transmission and distribution investment

Source: IRENA 2012, NREL 2010, APS 2007

FONTE: BALZA et al. (2014)

Assim, com o emprego em maior escala e com o foco na redução de custos, o armazenamento de energia tem sido desenvolvido fortemente nos últimos anos, alcançando estágio operacional em muitos projetos com mais de cinco anos de comercialização.

Países como Alemanha, Inglaterra, Estados Unidos, Espanha, Coreia do Sul, Itália, Japão e Austrália possuem projetos com testes em diferentes tecnologias e estágios de desenvolvimento ou operação.

Há similaridades na Europa e na Ásia, onde se verifica a existência concomitante de projetos pilotos, demonstrativos e comerciais.

Na América do Sul, destaca-se o Chile, onde se encontram em operação dois projetos de armazenamento por baterias de íon de lítio para reserva girante, totalizando 32 MW, um térmico para reserva firme de 10 MW e outros sete projetos previstos ou em construção, com o objetivo de ampliar a oferta de energia e aprimorar a confiabilidade da rede elétrica do país [12].

No Brasil, ainda que tenhamos utilizado a primeira turbina reversível do mundo, instalada na Usina Elevatória de Pedreira em 1939 e em operação pela EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia SA, com 30 MW reversíveis, ainda não há projeto piloto, demonstrativo ou experimental comparável ao que se verifica no exterior.

Verifica-se, ainda, a necessidade de fomentar o interesse de fabricantes nacionais, instituições de pesquisa e empresas de energia elétrica para o desenvolvimento e aplicação de tecnologias e sistemas de armazenamento de energia no país.

De uma forma global, o interesse dos governantes e reguladores no tema do armazenamento de energia tem se intensificado. Essas entidades vêm observando seriamente como a implementação generalizada do armazenamento de energia poderá ser viabilizada e quais consequências advirão disso.



Na opinião de alguns especialistas [6] as principais dificuldades em se lidar com o armazenamento de energia são: (i) as condições de mercado atuais e as políticas governamentais, especialmente as de natureza ambiental, ainda não deixaram claro quais os custos dos serviços de energia prestados pelas tecnologias de armazenamento de energia; e (ii) essas tecnologias normalmente não se encaixam naturalmente nos marcos regulatórios existentes.

Nesse contexto, observa-se uma preocupação também na transparência e acessibilidade do processo comercial e regulatório para as tecnologias de armazenamento energético e principalmente uma maior e mais efetiva participação da sociedade nos processos decisórios.

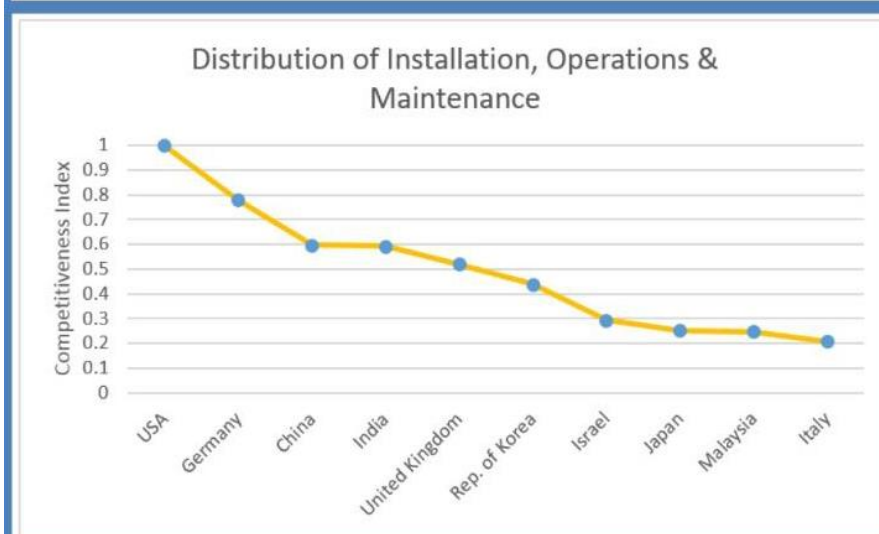
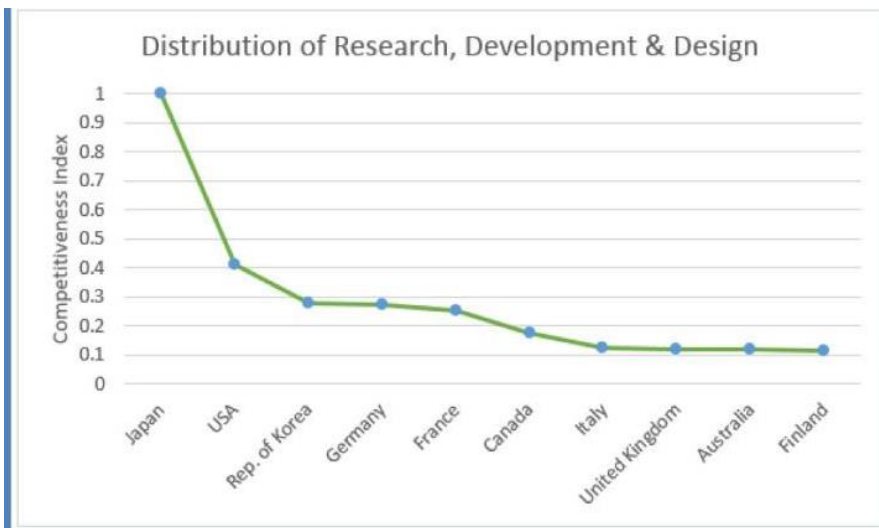
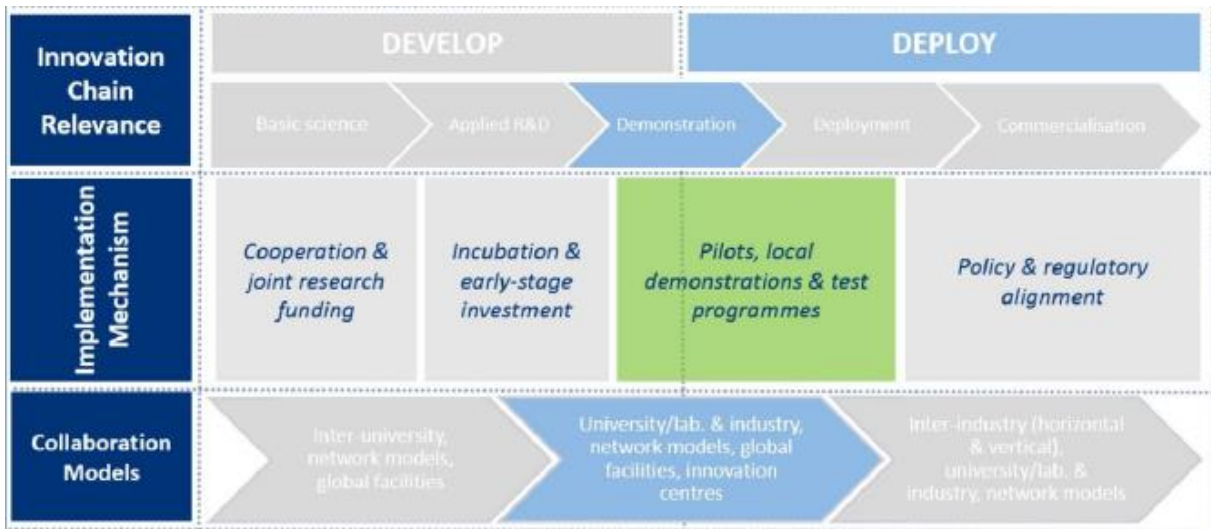
Cita-se, por exemplo, o caso dos Estados Unidos, onde têm sido criadas condições comerciais e regulatórias para o uso dessas tecnologias, tanto no mercado livre quanto no cativo [13]. Por sua vez nações como Japão, Alemanha, Itália e Coreia estão implementando mecanismos de políticas públicas e de mercado para apoiar o desenvolvimento e implementação de tecnologias de armazenamento de energia de forma mais rápida e efetiva [14].

Está se tornando claro também que, para o desenvolvimento e implantação de tecnologias de energia avançadas, a colaboração internacional é essencial, não somente para melhorar o desenvolvimento tecnológico e reduzir o custo associado, mas também para identificar os mercados potenciais que vão tornar as tecnologias viáveis.

As iniciativas de colaboração poderiam se dar através da cadeia de inovação, compatibilizando a pesquisa, o desenvolvimento e projetos realizados em alguns países com a capacidade de instalação, operação e manutenção de outros, podendo beneficiar os diferentes países envolvidos, conforme pode ser vislumbrado na Figura 2 [15].

HANG & RADCLIFFE (2016), inclusive, citam uma parceria potencial entre Grã-Bretanha e Brasil: a Grã-Bretanha, oferecendo a capacidade de pesquisa muito maior do que a do Brasil, uma vez que realizou recentemente vultosos investimentos em instalações e projetos de pesquisa; e o Brasil, que possui mercado e recursos naturais em maior proporção, poderiam incentivar suas comunidades de pesquisa a atuar no tema conjuntamente, já que seriam as beneficiadas diretas [14].

Figura 2 – Oportunidades de colaboração internacional através da cadeia de inovação



Source: Carbon Trust analysis (2015)

De uma forma global, verificam-se estímulos à pesquisa e ao desenvolvimento no tema de armazenamento de energia, e também para o estabelecimento de procedimentos normativos e regulatórios, buscando viabilizar a aplicação dessas tecnologias e avaliar os custos e benefícios para o sistema elétrico.

Isso tem estimulado o desenvolvimento e a instalação dos sistemas de armazenamento, a comercialização dos serviços prestados e o surgimento de vários investidores, fabricantes e empresas de engenharia.

Nesse âmbito, vale destacar as empresas startups produzindo baterias e capacitores impressos de filme fino e flexíveis, relevantes em aplicações de mobilidade, comunicação e armazenamento descentralizado, incluindo grandes superfícies, independentes de conexão à rede, bastante documentadas em editoriais especializados [16].

Independentemente do país e de como são abordados, pode-se apontar os seguintes desafios tecnológicos e de mercado que o sistema de armazenamento apresenta [17]:

- Garantir custo competitivo, não só do ponto de vista de fabricação, mas também de integração à rede, com desenvolvimento e aprimoramento de metodologias de avaliação econômica dos benefícios;
- Dirimir dúvidas, identificar possíveis lacunas e/ou barreiras em relação às questões normativa e regulatória, dependendo da tecnologia utilizada e das aplicações dos atores envolvidos;
- Estimular o envolvimento da sociedade, representando os diferentes estratos sociais impactados, e a adequação das formas de comunicação e da linguagem aos diferentes grupos sociais, com foco na “construção social” de soluções para o problema;
- Analisar a confiabilidade e segurança de tecnologias que precisam de respostas mais robustas e com maior número de registro em diversas aplicações e condições;
- Para potenciais investidores e usuários, proporcionar formas para compreensão do risco por tratar-se de tecnologias com histórico recente;
- Fomentar as melhores formas de incentivo ao desenvolvimento tecnológico nacional e cadeia produtiva do setor.

Para atender tais desafios, pode-se caracterizar os seguintes itens a serem tratados estrategicamente [17][18][19][20]:

Quadro 1: Desafios e estratégias a serem abordados em estudos sobre armazenamento de energia.

Desafios	Estratégias
<b>Custo Competitivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de metodologia de integração de tecnologias aos sistemas de T&amp;D, com análise de custos futuros.</li> <li>• Determinação de modelos de negócios que permitam alcançar custos competitivos das tecnologias, com garantia da disseminação de usos e regras.</li> <li>• Identificação de alternativas competitivas e de oportunidade para o suprimento energético sazonal e de picos de energia para atendimento da demanda de consumo.</li> <li>• Identificação da parte da cadeia tecnológica que possa ter processo de nacionalização inserido no curto prazo.</li> </ul>
<b>Avaliação de Benefícios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação dos benefícios das tecnologias aos sistemas de T&amp;D para fomentar modelo de investimento e permitir penetração no mercado, considerando tempo de vida útil de cada tecnologia empregada, de acordo com a área de aplicação;</li> <li>• Desenvolvimento de metodologia para avaliação do benefício sistêmico de sistemas de armazenamento integrados ao SIN, considerando aumento de flexibilidade e confiabilidade do suprimento.</li> </ul>

<b>Envolvimento da Sociedade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de ações e meios para disseminação da informação na sociedade (Vídeos, EAD, Redes Sociais, etc.)</li> <li>• Estímulo a participação social, principalmente por meio da utilização das novas tecnologias de TIC;</li> <li>• Desenvolvimento de metodologia para acompanhar e quantificar a participação da sociedade e o envolvimento com as novas tecnologias.</li> </ul>
<b>Regulação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterização e avaliação dos benefícios do armazenamento de energia em situação colaborativa entre público-privado.</li> <li>• Questões ambientais (descarte, ciclo de vida, reaproveitamento de componentes, etc.);</li> <li>• Criação de desenho de processo regulatório para avaliação de performance de cada tecnologia proposta, considerando aspectos técnicos e de comercialização tendo em vista as melhores práticas internacionais.</li> </ul>
<b>Confiabilidade e Segurança</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação de procedimentos de avaliação do atendimento integral dos procedimentos para solução do sistema.</li> <li>• Comprovação dos padrões de eficiência de cada uma das formas de armazenamento.</li> <li>• Comprovação da confiabilidade e da segurança para atendimento de regiões isoladas em substituição à queima de combustível fóssil.</li> <li>• Caracterização e avaliação dos impactos na rede elétrica para dispositivos e sistemas integrados à rede.</li> </ul>
<b>Histórico das Tecnologias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentação científica que suportou o desenvolvimento da tecnologia de armazenamento;</li> <li>• Criação de banco de dados com informações sobre, por exemplo, o desempenho de sistemas, visando promover padronização e normatização.</li> <li>• Compilação de dados técnicos e econômicos de projetos internacionais em operação ou fase de implantação.</li> <li>• Instalação de projetos pilotos e demonstrativos para estímulo a produção científica e tecnológica. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Instalação de uma unidade piloto em um consumidor de média tensão;</li> <li>○ Instalação de uma unidade piloto em um consumidor de baixa tensão;</li> <li>○ Instalação de uma unidade piloto em um consumidor com GD.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Desenvolvimento de Normas Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematização de informações para o desenvolvimento de normas técnicas e procedimentos visados a T&amp;D.</li> <li>• Desenvolvimento de normas técnicas e procedimentos para a cadeia produtiva, envolvendo, por exemplo, ABNT e ONS.</li> </ul>
<b>Incentivo Tecnológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação e promoção de mecanismos de fomento à pesquisa básica dirigida, diretamente às instituições nacionais.</li> <li>• Identificação de centros de pesquisa e desenvolvimento dos sistemas de armazenamento;</li> <li>• Avaliação do potencial de alavancagem dos processos de usinas reversíveis, notadamente as tecnologias de velocidade variável, sazonais e correlatas.</li> <li>• Promoção de áreas prioritárias para desenvolvimento de sistemas de armazenamento no Brasil, com incentivo a projetos pilotos para aplicação de tecnologia nacional.</li> </ul>

<b>Cadeia de produção nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação de empresas de engenharia, indústrias e demais, com expertise no desenvolvimento dessas tecnologias.</li> <li>• Identificação técnica das fases e/ou processos da cadeia de produção que possam ser desenvolvidos e produzidos no Brasil.</li> </ul>
------------------------------------	---

O Brasil possui áreas onde se pode vislumbrar a substituição da geração térmica convencional por geração renovável combinada com sistemas de armazenamento, visando à redução de custos, encargos tarifários, impactos ambientais e melhoria da confiabilidade do suprimento.

Outra possibilidade seria reduzir ou postergar investimentos em sistemas de transmissão e distribuição, por exemplo, pelo atendimento de cargas de pico.

Uma questão também a ser explorada é a associação das tecnologias de armazenamento e outras tecnologias emergentes à mobilidade elétrica, pois a evolução conjunta poderá ser um fator determinante para uma inserção mais rápida no mercado destas tecnologias, como destacam estudos que relacionam os desenvolvimentos referentes a mobilidade elétrica e as tecnologias de armazenamento [21].

O aumento do armazenamento sazonal de energia hidrelétrica, mediante usinas reversíveis, pode também agregar a potencialidade do armazenamento no país.

Nesse sentido, há oportunidades e necessidades para mitigar problemas relacionados à intermitência de fontes de geração, sazonalidade da geração e consumo de energia elétrica e às variações de tensão ou demanda, entre outras.

Há potencial, também, para que o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de energia ganhe impulso face ao avanço científico e tecnológico alcançado, conjugado com a necessidade premente de dotar sistemas de transmissão e distribuição, bem como outras unidades consumidoras, de alternativas modernas para fazer frente aos desafios no suprimento de energia elétrica.

Por isso, considera-se estratégico antecipar os movimentos do mercado para evitar os riscos de uma adoção intempestiva ou inapropriada de tecnologias e sistemas de armazenamento de energia no Brasil.

Diante do exposto, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, por meio de deliberação de sua Diretoria Colegiada e por iniciativa da Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética – SPE, em parceria com a Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição – SRD, Superintendência de Regulação dos Serviços de Geração – SRG e Superintendência de Regulação dos Serviços de Transmissão – SRT, torna público nesta Chamada as características do projeto, os critérios para participação e os procedimentos para a elaboração de proposta de projeto estratégico que contemple “Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro” e convoca os interessados para apresentar proposta nos termos aqui estabelecidos.

Ressalta-se que, embora não se exclua a possibilidade de projetos isolados, dar-se-á preferência a projetos cooperativos, buscando uniformizar critérios, somar esforços e evitar possíveis redundâncias e lacunas no desenvolvimento.

## 2. CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

As características do projeto são apresentadas neste item, por meio da exposição das premissas básicas, dos resultados esperados e do prazo de execução. Também são apresentadas as entidades intervenientes consideradas aptas a acompanhar e avaliar a execução e resultados dos projetos.

### 2.1. PREMISSAS BÁSICAS

O principal objetivo desta chamada é a proposição de arranjos técnicos e comerciais para avaliação e inserção de sistemas de armazenamento de energia no setor elétrico brasileiro, de forma integrada e sustentável, buscando também criar condições para o desenvolvimento de base tecnológica e infraestrutura de produção nacional.

O projeto deverá incluir a construção de uma planta piloto de armazenamento de energia conectada direta ou indiretamente à rede de distribuição e/ou transmissão de energia elétrica, observando os seguintes requisitos:

- a) Análise técnico-econômica da tecnologia proposta e comparação com outras opções tecnológicas;
- b) Instalação de um sistema de banco de dados para aquisição, monitoramento, análise e controle das informações indispensáveis à avaliação do desempenho técnico-econômico do projeto, tais como eficiência na transformação energética, entre outras que viabilizem a comparação com tecnologias existentes;
- c) Análise dos impactos na rede elétrica, na operação e no planejamento e dos limites de conexão na estrutura atual, decorrentes da interligação com geração de energia elétrica a partir de fonte de armazenamento de energia;
- d) Análise do impacto ambiental relacionado a instalação das tecnologias de armazenamento utilizadas na planta;
- e) Identificação de modelos de negócio que viabilizem e incentivem a inserção do sistema de armazenamento no mercado nacional de energia elétrica;
- f) Contrapartida com recursos financeiros externos ao programa de P&D regulado pela ANEEL e subvenções econômicas, a qual deve ser proporcional aos benefícios econômicos resultantes do projeto, caso haja comercialização.

Os seguintes itens devem ser incluídos no projeto:

- a) Identificação de lacunas e/ou barreiras legais e regulatórias e proposição de adequações para disseminação da tecnologia proposta;
- b) Capacitação técnica dos membros da equipe do projeto;
- c) Descrição do estado da arte e das funcionalidades da tecnologia proposta;
- d) Descrição dos locais mais adequados à instalação de plantas similares, considerando potencial de fornecimento de insumos, ponto de conexão na rede, condições climáticas, impactos ambientais, aspectos tributários, viabilidade logística, entre outros;
- e) Elaboração de um roteiro tecnológico (roadmap) para o fomento ao desenvolvimento tecnológico e infraestrutura de produção nacional; e
- f) Análise dos custos de formação de base tecnológica nacional, incluindo possível transferência de tecnologia e capacitação profissional e tecnológica/laboratorial.

## **2.2. RESULTADOS DO PROJETO ESTRATÉGICO**

Os resultados dos projetos devem contribuir para a criação de massa crítica e base tecnológica para o desenvolvimento de produtos e serviços nacionais na área de armazenamento de energia, melhorando a competitividade dessa tecnologia e aproveitando o potencial científico, tecnológico e econômico do país.

Devem, ainda, demonstrar a viabilidade técnico-econômica dos sistemas de armazenamento de energia para o Setor Elétrico Brasileiro, a diversificação da matriz energética nacional, a formação de parcerias estratégicas na área de armazenamento de energia e para o desenvolvimento de negócios sustentáveis e de grande relevância para o País.

O projeto deverá fornecer subsídios para o aprimoramento do arcabouço legal e regulatório que assegurem o bom funcionamento das tecnologias de sistemas de armazenamento de energia no setor elétrico brasileiro.

Portanto, deverão constar dos resultados do projeto os seguintes produtos e itens, a serem apresentados na forma de relatório técnico:

- a) Projeto básico e executivo da planta piloto;
- b) Estudo da vida útil dos componentes e desempenho da planta de armazenamento de energia;
- c) Estudo de viabilidade técnico-econômica e financeira da planta piloto, incluindo descrição de todos os custos de equipamentos, mão-de-obra, licenciamento (royalties), conexão, bem como o custo unitário de energia (R\$/MWh) e potência (R\$/MW), considerando a vida útil da planta piloto e outros possíveis benefícios econômicos;
- d) Arranjo técnico e comercial da planta piloto, caso haja comercialização;
- e) Avaliação do impacto ambiental e, quando couber, inclusão de um plano de descomissionamento;
- f) Estudo de melhorias e aperfeiçoamentos tecnológicos e/ou de cunho construtivo do sistema de armazenamento de energia proposto;
- g) Estudo de adequação da tecnologia às condições de operação do sistema elétrico nacional;
- h) Estudo do impacto da inserção em larga escala do sistema de armazenamento de energia no sistema elétrico nacional; e
- i) Roteiro tecnológico (roadmap) para o fomento ao desenvolvimento tecnológico e infraestrutura de produção nacional.

Poderão fazer parte ou constar como resultados os seguintes itens:

- a) Capacitação de laboratórios para que sejam dedicados a sistemas de armazenamento de energia;
- b) Propostas de alterações, devidamente justificadas, de atos legais e regulatórios para viabilizar plantas de armazenamento de energia.

Ressalta-se que os projetos poderão utilizar recursos da FINEP, do BNDES e afins, a critério da proponente e segundo regras específicas dessas instituições, de forma a ampliar o escopo dos projetos, o volume de recursos disponíveis e as possibilidades de parcerias com fabricantes e empresas de base tecnológica.

## **2.3. PRAZO PARA EXECUÇÃO DO PROJETO**

O prazo para execução dos projetos deverá ser de até 48 (quarenta e oito) meses.

A duração decorrerá após o cadastro da data de início da execução do projeto na base de dados da ANEEL.

Os prazos poderão ser prorrogados, conforme regulamentação vigente, desde que a necessidade seja devidamente justificada.

## **2.4. ENTIDADES INTERVENIENTES**

Tendo em vista as características e finalidades do projeto, o Ministério de Minas e Energia (MME), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Operador Nacional do Sistema (ONS), o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e Serviços (MDIC), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), a FINEP, a Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ) e universidades britânicas, notadamente Universidade de Birmingham, Universidade de Oxford, Imperial College, Universidade de Manchester e Universidade de Warwick, apoiadas pela Embaixada Britânica, poderão acompanhar a execução do projeto e participar do processo de avaliação (inicial e final) como entidades intervenientes.

## **3. CRITÉRIOS PARA PARTICIPAÇÃO**

Os critérios para participação no desenvolvimento do projeto são apresentados neste item, incluindo entidades elegíveis, composição dos membros da equipe e forma para contratação do projeto entre as entidades participantes.

### **3.1. ENTIDADES PARTICIPANTES DO PROJETO**

#### **3.1.1. Empresas Proponente e Cooperadas**

As empresas de energia elétrica elegíveis para financiamento deste projeto estratégico deverão ter contrato de concessão ou permissão ou termo autorizativo, firmado com a ANEEL, para o segmento de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica.

#### **3.1.2. Entidades Executoras**

Os projetos podem ser desenvolvidos pelas próprias empresas de energia elétrica, cooperativamente entre duas ou mais empresas de energia elétrica, com instituições públicas ou privadas de ensino e/ou pesquisa, bem como com fabricantes, empresas de consultoria e/ou empresas de base tecnológica.

Ressalta-se que dará preferência para proposta de projeto cooperativo, incluindo mais de uma entidade executora. Recomenda-se que, entre as executoras dos projetos, incluam-se instituições de ensino superior e/ou de pesquisa sediadas nas regiões Norte, Nordeste e/ou Centro-Oeste do Brasil, com o objetivo de alavancar a parceria entre instituições nessas regiões com as do Sudeste (SE) e Sul (S), bem como com entidades internacionais, promovendo um maior compartilhamento de conhecimento e capacitação de profissionais no país.

### **3.2. COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DO PROJETO**

Todos os membros da equipe do projeto devem ter seu currículo cadastrado no Sistema Eletrônico de currículos da Plataforma Lattes do CNPq, que pode ser acessado no endereço eletrônico <http://lattes.cnpq.br/index.htm>. Os currículos deverão ser enviados para a ANEEL, por meio magnético em formato PDF, para serem analisados.

Ressalta-se que as áreas temáticas deste projeto são: Armazenamento de Energia, Fontes Alternativas de Geração de Energia Elétrica, Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica, Operação de Sistemas de Energia Elétrica e Meio Ambiente.



### **3.2.1. Coordenador do Projeto**

Além do que consta na regulamentação vigente, o Coordenador deste projeto estratégico deverá atender aos seguintes requisitos:

- a) Ter obtido título de doutor há, pelo menos, 4 (quatro) anos em alguma das áreas temáticas desta Chamada;
- b) Ter experiência mínima de 4 (quatro) anos em área temática desta Chamada;
- c) Ser autor de pelo menos um artigo completo publicado nos últimos 5 (cinco) anos em periódico científico indexado ou ser autor de livro editado ou de capítulo de livro editado, cujo assunto esteja vinculado a alguma das áreas temáticas desta Chamada;
- d) Estar vinculado a uma entidade executora do projeto; e
- e) Não participar, simultaneamente, como coordenador, de outro projeto estratégico proposto pela ANEEL no âmbito do Programa de P&D regulado pela ANEEL.

O nível de qualificação técnica exigido justifica-se pela complexidade e relevância do tema para o setor de energia elétrica. A limitação de participação como coordenador em apenas um projeto estratégico busca assegurar tratamento prioritário, de modo a não comprometer os objetivos e resultados propostos.

### **3.2.2. Gerente do Projeto**

Além do que consta na regulamentação vigente, o Gerente deste projeto estratégico deverá atender aos seguintes requisitos:

- a) Possuir formação de nível superior com experiência profissional comprovada em alguma das áreas temáticas desta Chamada; e
- b) Estar vinculado, profissionalmente, à empresa proponente ou cooperada.

O nível de qualificação técnica exigido justifica-se pela complexidade e relevância do tema para o setor de energia elétrica.

### **3.2.3. Demais Membros da Equipe do Projeto**

Além do que consta no Manual de P&D vigente, os demais membros da equipe deste projeto estratégico deverão atender ao seguinte requisito: ter a função de Pesquisador, Auxiliar Técnico Bolsista ou Auxiliar Administrativo.

O Pesquisador deverá estar vinculado, profissionalmente, à entidade executora do projeto, à empresa proponente ou a empresas cooperadas e atender a um dos seguintes requisitos:

- a) Possuir formação de nível superior com pós-graduação (mestrado ou doutorado) em alguma das áreas temáticas deste projeto;
- b) Possuir formação de nível superior, com experiência profissional comprovada em alguma das áreas temáticas deste projeto de pelo menos 3 (três) anos;
- c) Possuir formação de nível superior e estar vinculado a curso de pós-graduação stricto sensu, com tema de pesquisa em alguma das áreas temáticas deste projeto.

Caso sejam incluídos na equipe do projeto, recursos humanos com a função de Auxiliar Técnico Bolsista ou Auxiliar Administrativo deverão estar vinculados à entidade executora.

### **3.3. CONTRATAÇÃO DO PROJETO ESTRATÉGICO**

O contrato a ser firmado entre a empresa proponente, as empresas cooperadas e as entidades executoras deverá definir a forma de participação de cada entidade.

## **4. PROCEDIMENTOS**

### **4.1. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA**

As Empresas interessadas em investir neste projeto estratégico deverão manifestar o interesse por meio de e-mail ao endereço eletrônico [pedestrategico@aneel.gov.br](mailto:pedestrategico@aneel.gov.br). A ANEEL divulgará os nomes destas Empresas no portal da ANEEL ([www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)), no vínculo Programa de P&D.

Decorrido o prazo para manifestação de interesse, as Empresas interessadas deverão definir qual delas será a proponente e quais serão as entidades executoras do projeto.

A proposta de projeto estratégico deverá ser elaborada utilizando-se o Arquivo Eletrônico de Projeto de P&D (XML), conforme disposto no documento “Instruções para Elaboração e Envio de Arquivos para Cadastro no Sistema de Gestão de P&D ANEEL”, disponibilizado no portal da ANEEL ([www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)), no vínculo *P&D e Eficiência Energética, Programa de P&D, Elaboração e envio de arquivos*.

Uma proposta detalhada, em formato PDF, deverá, também, ser elaborada conforme modelo anexo a essa Chamada e enviada ao endereço eletrônico [pedestrategico@aneel.gov.br](mailto:pedestrategico@aneel.gov.br).

O projeto deverá ser enquadrado nos seguintes aspectos:

- Segmento do projeto: Geração, Transmissão ou Distribuição;
- Tema: Armazenamento de Energia;
- Subtema: Sistemas de Armazenamentos Eletromecânicos, Eletromagnéticos, Eletroquímicos, em Células a combustível, Térmicos, Químicos e Outros (de acordo com o Método de Armazenamento);
- Fase da cadeia da inovação: Pesquisa Aplicada;
- Tipo de produto: Conceito ou Metodologia, Sistema, Material ou Substância, Componente ou Dispositivo ou Máquina ou Equipamento.

### **4.2. AVALIAÇÃO INICIAL DA PROPOSTA**

A avaliação inicial do projeto será obrigatória e presencial, realizada nas dependências da ANEEL ou em local acordado entre a ANEEL e a empresa proponente.

A empresa proponente será convocada para apresentação à banca de avaliação, que será composta por pesquisadores pós-graduados com qualificação no tema desta Chamada, por representantes das entidades intervenientes e pela ANEEL. A apresentação do projeto deverá ser feita pelo Coordenador do projeto.

Caso não seja possível a presença do Coordenador do projeto, a empresa deverá indicar um substituto, que deverá ser integrante da equipe do projeto e da entidade executora.

O resultado da avaliação inicial será comunicado à empresa proponente por meio Ofício emitido pela Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética - SPE.

Ao receber o Ofício, a empresa proponente deverá cadastrar, na base de dados da ANEEL, a intenção em executar ou não o projeto.

Caso haja interesse, a empresa proponente deverá cadastrar a data de início de execução do projeto, a qual servirá de referência para a data de abertura de sua respectiva Ordem de Serviço (ODS), e a forma de compartilhamento dos resultados do projeto.

Ressalte-se, ainda, a necessidade de ampla divulgação dos resultados do desenvolvimento, de forma que o tipo de compartilhamento dos resultados deverá ser cadastrado como “Domínio Público”, preservada a autoria.

#### **4.3. EXECUÇÃO DO PROJETO**

A execução do projeto deverá ocorrer conforme estabelecido nesta Chamada e na regulamentação vigente.

Os produtos previstos das etapas do projeto estabelecidas no termo de contrato firmado entre a empresa proponente, as empresas cooperadas e as entidades executoras deverão ser apresentados às entidades intervenientes e à ANEEL nas reuniões técnicas de acompanhamento da execução.

Os relatórios deverão ser encaminhados em prazo de até cinco dias antes da data agendada para a reunião.

Poderá haver prorrogação de prazo, conforme previsto na regulamentação vigente, a depender das justificativas apontadas durante tais reuniões.

Ressalta-se também que a ANEEL poderá, a qualquer momento, solicitar informações sobre a situação ou o andamento da execução do projeto, bem como convocar as empresas a apresentarem em workshop os avanços e resultados alcançados com a execução do projeto.

#### **4.4. AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO**

A avaliação final para reconhecimento dos investimentos ocorrerá conforme regulamentação vigente no tempo do cadastro do projeto.

#### **4.5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO**

A Tabela 3 apresenta os prazos envolvidos no cronograma de execução do projeto estratégico, a contar da data de publicação do Aviso que deu publicidade a esta Chamada.

Tabela 3: Cronograma.

<b>Fases</b>	<b>Prazos</b>
Demonstração de interesse das Empresas em financiar o projeto	+ 15 dias
Divulgação das Empresas interessadas em financiar o projeto	+ 5 dias
Envio de proposta de projeto à ANEEL	+ 120 dias
Divulgação do resultado da avaliação inicial da proposta	+ 60 dias
Demonstração de interesse na execução do projeto	+ 10 dias
Início da execução do projeto	+ 90 dias
Prazo para execução do projeto	+ 48 meses

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1. PUBLICAÇÕES

As publicações científicas e qualquer outro meio de divulgação dos dados resultantes do projeto estratégico ao qual se refere esta Chamada devem conter menção ao “Programa de P&D regulado pela ANEEL regulado pela ANEEL” e às empresas de energia elétrica que deram suporte financeiro ao projeto.

A ANEEL se reserva o direito de publicar os resultados do projeto, respeitando aspectos confidenciais, caso haja, e preservando a autoria dos trabalhos.

### 5.2. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Esclarecimentos e informações adicionais acerca desta Chamada deverão ser enviadas por meio de e-mail ao endereço eletrônico [pedestrategico@aneel.gov.br](mailto:pedestrategico@aneel.gov.br).

## 6. REFERÊNCIAS<sup>2</sup>

- [1] Sandia National Laboratories. **DOE/EPRI 2013 Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA**. SANDIA Report SAND2013-5131. Disponível em: <<http://www.sandia.gov/ess/publications/SAND2013-5131.pdf>>.
- [2] Utility Dive. **State of the Electric Utility 2015: Survey Results**. 2015. Disponível em: <[https://s3.amazonaws.com/dive\\_assets/rpys/utilitydive\\_seu\\_2015.pdf](https://s3.amazonaws.com/dive_assets/rpys/utilitydive_seu_2015.pdf)>.
- [3] FRANCE. Innovation Commission. **One Principle and Seven Goals for Innovation**. Ministère de L'Économie de L'Industrie et du Numérique, October 1, 2013. Disponível em: <[http://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions\\_services/innovation2030/sept-ambitions/one-principe-and-seven-ambitions-va-final.pdf](http://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/innovation2030/sept-ambitions/one-principe-and-seven-ambitions-va-final.pdf)>.
- [4] WILLETTS, David. **Eight great technologies**. UK Policy Exchange 2013. Disponível em: <<http://www.policyexchange.org.uk/images/publications/eight%20great%20technologies.pdf>>; e WILLETTS, David. **Eight great technologies - Speeches - GOV.UK**. 24 January 2013. Disponível em <https://www.gov.uk/government/speeches/eight-great-technologies>>.
- [5] IEA. **IEA Guide to Reporting Energy RD&D Budget/Expenditure Statistics**. International Energy Agency, IEA/OECD Publishing, June 2011. Disponível em: <<http://www.iea.org/statistics/RDDonlinedataservice/>>; e ENERGYSTORAGE.ORG.UK. **Types of Energy Storage**. Disponível em: <<http://www.energystorage.org.uk/types-of-energy-storage.html>>.

---

<sup>2</sup> Documentos www - Último acesso: 30/05/2016.

- [6] LANDRY, Mathieu; GAGNON, Yves. Energy Storage: Technology applications and Policy Options. **Energy Procedia**, Nº 79, November 2015, pp. 315-320. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215022262>>.
- [7] EASE/EERA. **Joint EASE/EERA recommendations for a European Energy Storage Technology Development Roadmap towards 2030**. EASE (European Association for Storage of Energy)/EERA (European Energy Research Alliance, March 2013. Disponível em: <<http://www.eera-set.eu/wp-content/uploads/148885-EASE-recommendations-Roadmap-04.pdf>>.
- [8] IEA. **Technology Roadmap: Energy Storage**. International Energy Agency, 19 March 2014. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapEnergyStorage.pdf> >.
- [9] RADCLIFFE, Jonathan et al. **Energy storage in the UK and Korea: Innovation, investment and co-operation**. Centre for Low Carbon Future, Report Nº 21, July 2014. Disponível em: <<http://www.lowcarbonfutures.org/sites/default/files/Energy Storage UK Korea V8.pdf> >.
- [10] UNITED STATES. Department of Energy. **Grid Energy Storage - December 2013**. US Department of Energy, December 2013. Disponível em: <<http://energy.gov/sites/prod/files/2014/09/f18/Grid Energy Storage December 2013.pdf> >.
- [11] BALZA, Lenin et al. **Potential for Energy Storage in Combination with Renewable Energy in Latin America and the Caribbean**. Inter-American Development Bank, Infrastructure and Environment Department Energy Division, IDB Technical Note Nº 626. February 2014. Disponível em: <<http://services.iadb.org/wmsfiles/products/Publications/38576266.pdf>>.
- [12] UNITED STATES. Department of Energy. **DOE Global Energy Storage Database**. Office of Electricity Delivery & Energy Reliability. 2016. Disponível em: <<http://www.energystorageexchange.org/>>.
- [13] Ver UNITED STATES. FERC. Order 890 Reform on Transmission Planning Process. Federal Energy Regulatory Commission, Issued February 16. 2007. Disponível em: <<http://www.ferc.gov/whats-new/comm-meet/2007/021507/E-1.pdf>>; UNITED STATES. FERC. Order 755 Frequency Regulation Compensation in the Organized Wholesale Power Markets. Federal Energy Regulatory Commission, Issued October 20. 2011. Disponível em: <<http://www.ferc.gov/whats-new/comm-meet/2011/102011/E-28.pdf> >; UNITED STATES. FERC. Order 784 Third-Party Provision of Ancillary Services; Accounting and Financial Reporting for New Electric Storage Technologies. Federal Energy Regulatory Commission, Issued July 18. 2013. Disponível em: <<http://www.ferc.gov/whats-new/comm-meet/2013/071813/E-22.pdf> >; e UNITED STATES. S.1030 - **STORAGE 2013 Act**. 113th Congress, 2013–2015. 2013. Disponível em: <<https://www.congress.gov/bill/113th-congress/senate-bill/1030> >.
- [14] HANG, Sanghyun; RADCLIFFE, Jonathan. **Energy Storage in the UK and Brazil: Capability, Challenges, and Opportunities**. Birmingham Energy Institute, 2016 (to launch).

- [15] JENNINGS, Tom, CASOLI, Alessandro, PAYNE, Julian. **United Innovations: Cost-competitive clean energy through global collaboration**. Carbon Trust, working with the United Kingdom's Foreign & Commonwealth Office (FCO). 2015. Disponível em: < <https://www.carbontrust.com/media/672125/united-innovations.pdf> >.
- [16] Ver FEHRENBACHER, Katie. 13 battery startups to watch in 2013. **GIGAOM – The industry leader in emerging technology research**, Jan 14. 2013. Disponível em: <<https://gigaom.com/2013/01/14/13-battery-startups-to-watch-in-2013>>; e WANG, Uclia. 3 Takeaways From Bosch's Purchase Of Battery Startup Seeo. **Forbes**, Aug 29. 2015. Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/uciliawang/2015/08/29/3-takeaways-from-boschs-purchase-of-battery-startup-seeo/#3b658e944c5e>>.
- [17] UNITED STATES. EAC. **2014 Storage Plan Assessment Recommendations for the US Department of Energy**. The Electricity Advisory Committee, September 2014. Disponível em: < [http://energy.gov/sites/prod/files/2014/10/f18/2014StoragePl\\_anAssessment-Recs-for-DOE-Sep2014.pdf](http://energy.gov/sites/prod/files/2014/10/f18/2014StoragePl_anAssessment-Recs-for-DOE-Sep2014.pdf) >.
- [18] PEDERSON, Allan Shroder (ed). **Status and Recommendations for R&D on Energy Storage Technologies in a Danish Context**. The Danish Energy Authority (EUDP and Green Labs DK), Energinet.dk (ForskEL and ForskVE), the Danish Council for Strategic Research and the Danish Energy Association (ELFORSK). February, 2014. Disponível em: < [http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/ny-teknologi/teknologi-strategier/Energilagring/rdd\\_energy\\_storage\\_incl\\_app.pdf](http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/ny-teknologi/teknologi-strategier/Energilagring/rdd_energy_storage_incl_app.pdf) >.
- [19] IEC. **White Paper: Electrical Energy Storage**. International Electrotechnical Commission, Document N° IEC-WP EES 2011-12. Disponível em: <http://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-energystorage-LR-en.pdf>>.
- [20] PIER. **2020 Strategic Analysis of Energy Storage in California**. Public Interest Energy Research (PIER) Program, Final Project Report, Prepared for California Energy Commission, CEC-500-2011-047, November 2011. Disponível em: < <http://www.energy.ca.gov/2011publications/CEC-500-2011-047/CEC-500-2011-047.pdf> >.
- [21] PARFOMAK, Paul W. **Energy Storage for Power Grids and Electric Transportation: A Technology Assessment**. Congressional Research Service, CRS Report for Congress 7-5700, March 27, 2012. Disponível em: <<https://www.fas.org/sqp/crs/misc/R42455.pdf>>



AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Endereço: SGAN 603 - Módulos "I" e "J"

Brasília, DF - CEP 70.830-030

Tel.: 55 (61) 2192-8600

[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)