# Consulta Pública MME nº 95/2020 – Plano Nacional de Energia (PNE) 2050

## Contribuições da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR

Primeiramente, a ABSOLAR cumprimenta o MME pela positiva e bem-vinda iniciativa de abrir a Consulta Pública nº 95/2020, referente ao relatório do Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050), apresentando à sociedade rotas de planejamento para a expansão dos setores energético e elétrico brasileiros, no horizonte de longo prazo.

A ABSOLAR reconhece e parabeniza as contribuições ao trabalho realizadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que aumentou significativamente a abrangência das projeções apresentadas anteriormente via PNE 2030. Com 64 análises de sensibilidade, foram incorporados temas estratégicos neste estudo de longo prazo, o que indica a capacidade de atualização da EPE para com as tendências globais políticas, econômicas e socioambientais. Dentre os destaques positivos deste PNE 2050, a ABSOLAR ressalta: a variedade de hipóteses para a projeção da matriz elétrica brasileira até 2050, a indicação de expansão da oferta de energia elétrica sob cenários de transição energética/elétrica sustentável, a exposição de questões de interesse para o planejamento de longo prazo, a incorporação de aspectos transversais relevantes para a projeção da oferta e demanda de eletricidade nas próximas décadas, bem como dos desafios e recomendações pertinentes à expansão de cada fonte no País.

Passados 13 anos desde o último plano de longo prazo publicado pela EPE, o PNE 2030, prazo este demasiadamente longo para o ciclo de decisões do poder público e da sociedade, recomendamos que o PNE 2050 seja um documento mais dinâmico, capaz de absorver as contribuições do setor e da sociedade. Fundamental sinal à sociedade foi dado pelo MME ao publicar a Portaria MME nº 006/2020, de 7 de janeiro de 2020, que estabelece a atualização periódica do PNE a cada de 5 anos, mantendo um horizonte de estudo de, no mínimo, 30 anos. Tal medida permitirá acompanhar e incorporar ao documento o continuado amadurecimento do mercado, das premissas macroeconômicas, político-institucionais, restrições ambientais e evolução das tecnologias energéticas e elétricas disponíveis à sociedade. Ainda neste sentido, sugere-se uma avaliação complementar pelo MME sobre a oportunidade de alinhamento do cronograma de publicação deste trabalho estruturante com o período de gestão governamental usado no Brasil, em âmbito de Governo Federal. A duração dos mandados presidenciais brasileiros é de apenas 4 anos, motivo pelo qual um horizonte de 5 anos para atualização do PNE resultará, eventualmente, em descasamento com o mandato presidencial, representando um desencontro negativo entre as políticas de longo prazo e a execução de diretrizes de trabalho pelo poder público que irá implementá-las.

A ABSOLAR apoia a premissa básica da política setorial estabelecida pelo MME, de manter o fundamental destaque, liderança e protagonismo das fontes renováveis na expansão e operação das matrizes energética e elétrica brasileiras. Tal diretriz está em linha com os anseios da sociedade, bem como com o desafio global de proporcionar uma transição energética sustentável para a matriz mundial e nacional. Tal transição deve abarcar tanto a matriz elétrica brasileira, quanto a matriz energética do País, dada a relevante contribuição de setores como transporte, indústria, comércio e agronegócio, entre outros, para as emissões de gases de efeito estufa do Brasil. Neste sentido é fundamental incorporar no planejamento de longo prazo uma avaliação dos critérios de participação das fontes renováveis aplicados também à matriz energética e não apenas à matriz elétrica, como feito neste PNE 2050. Exemplo positivo deste tipo de análise pode ser observado na Figura 22 (página 78) da versão do relatório para consulta pública, que se recomenda seja aplicada também a cenários da matriz energética como um todo.

De fato, o PNE inclui, dentre as 64 análises de sensibilidade, a predominância de fontes renováveis na grande maioria deles. Por outro lado, a pluralidade de cenários e a ausência de um cenário base ou de referência não permite ao setor o acesso ao direcionamento do planejador ou do Governo Federal, com relação à trajetória de longo prazo estabelecida para o País. Destaca-se que, pela primeira vez na história, o documento incorporou cenários de matriz elétrica atingindo 100% de participação de fontes renováveis em quatro das análises, uma evolução que merece ser destacada. Por outro lado, o documento deixou importante lacuna que precisa ser aprimorada em futuras versões: incorporar simulações de variação de parâmetros econômicos (ganhos expressivos de competitividade) das fontes renováveis, em especial no caso da fonte solar fotovoltaica e da fonte eólica, bem como das tecnologias de armazenamento de energia elétrica, especialmente considerando-se o histórico contundente de redução dos preços destas fontes e tecnologias. Tal abordagem foi aplicada neste PNE 2050 a tecnologias termelétricas a carvão e usinas nucleares (cenários 20, 21, 22, 23, 26, 55, 56, 57, 58 e 61), mesmo que esta evolução tecnológica não esteja sendo observada na prática.

Recomenda-se às próximas edições do PNE 2050 explicitar, de forma mais objetiva, a diretriz geral de ampliação da participação de fontes renováveis na matriz elétrica brasileira, em linha com os esforços nacionais e internacionais de transição energética para uma economia de baixas emissões, baixos impactos ambientais e, principalmente, menores custos médios globais à sociedade. O fato de o Brasil já ter uma matriz elétrica altamente renovável não significa que já esgotou seu vasto potencial de aproveitamento de recursos naturais disponíveis, muito menos que deva comparar o seu nível de compromisso com as fontes renováveis a partir de outros países, menos avançados neste aspecto. É mais adequado, portanto, avaliar as ambições brasileiras para a expansão das fontes renováveis na matriz elétrica do País pela ótica de uma evolução histórica da matriz elétrica nacional, bem como levando em

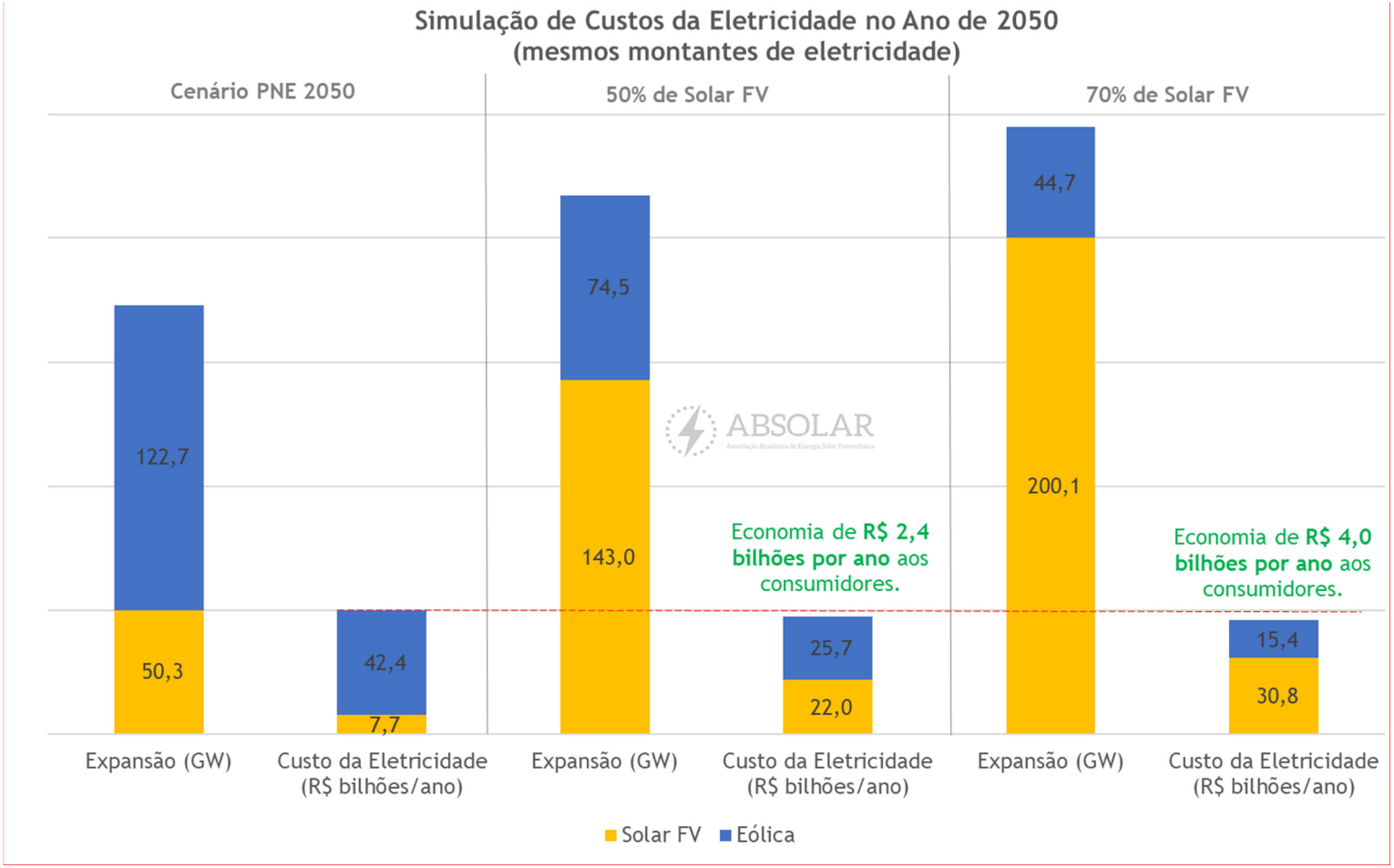
consideração os compromissos assumidos pelo Brasil para avançar, de forma estruturada, na diversificação de seu portfólio renovável de geração de energia elétrica e, simultaneamente, reduzir as emissões de gases de efeito estufa na matriz elétrica. Neste sentido, a ABSOLAR alerta que diversos países do mundo já deram início a um processo de ampliação da participação de fontes renovável de suas matrizes (elétricas e energéticas) e, em poucos anos, o Brasil corre o risco de perder seu protagonismo renovável, caso não avance no sinal nacional de ocupar a posição de liderança em renováveis no mundo.

Pela ótica da fonte solar fotovoltaica, a geração centralizada solar fotovoltaica permanece em trajetória acelerada de aumento de competitividade, destacando-se pela forte redução de seus preços, tendo consolidado um novo patamar de competitividade junto ao setor elétrico brasileiro (SEB), conforme verificado nos Leilões de Energia Nova (LEN) A-4 e A-6 de 2019, atingindo preços médios de aproximadamente R$ 68,00/MWh e R$ 85,00/MWh, respectivamente. Lamentavelmente, tal evolução da geração centralizada fotovoltaica não se reflete na maior parte das análises de sensibilidade do PNE 2050, que priorizam a expansão de fontes com preços médios de geração superiores aos da solar fotovoltaica, em prejuízo da modicidade tarifária dos brasileiros, situação que conflita com as diretrizes e pilares de trabalho do setor em prol da competitividade da economia nacional. Desse modo, recomenda-se incorporar valores atualizadas sobre a competitividade da fonte, aproveitando-a como um vetor de crescimento sustentável e competitivo, capaz de contribuir para a redução dos preços aos consumidores brasileiros, em linha com os princípios da eficiência alocativa, mínimo custo global e modicidade tarifária.

A título de relevante comparação, a expansão indicativa da fonte eólica foi sugerida atingindo patamares acima de 100 GW até 2050 em 56 dos 64 cenários, com um pico de 246.146 MW de capacidade nominal instalada (cenário 12). A geração centralizada solar fotovoltaica, por outro lado tem apenas 2 dos 64 cenários com projeções superando os 100 GW, com um máximo de 187.064 MW de capacidade nominal instalada (cenários 13 e 49). Considerando os 64 cenários apresentados pelo PNE 2050, a mediana da potência instalada de geração centralizada solar fotovoltaica no ano de 2050 foi de 53,4 GW, frente a 138,9 GW da fonte eólica. Estes valores estão descasados com os custos de energia elétrica destas fontes, dado que a fonte solar fotovoltaica já apresenta, desde 2019, preços médios de venda inferiores aos praticados pela fonte eólica. Com isso, a fonte solar fotovoltaica atingiu novo patamar de competitividade, sagrando-se a fonte renovável mais competitiva dos leilões de 2019.

Assim, a ABSOLAR efetuou simulação considerando uma expansão mediana utilizada no PNE 2050 e, conservadoramente, os preços médios obtidos no Leilão de Energia Nova (LEN) A-6/2019, apesar da tendência de redução acelerada dos preços da fonte solar fotovoltaica, a taxas mais acentuadas que a fonte eólica, nos próximos anos. Alocando-se o mesmo montante de energia

elétrica igualitariamente entre as fontes solar fotovoltaica (50%) e eólica (50%), dadas características técnicas de despachabilidade e flexibilidade semelhantes entre as fontes, os consumidores obteriam, apenas no ano de 2050, uma economia significativa, de mais de R$ 2,4 bilhões por ano. Alocando-se 70% do montante de energia elétrica para a fonte solar fotovoltaica e 30% para a fonte eólica, tal economia seria ainda maior, ultrapassando a marca de R$ 4,0 bilhões por ano. Os valores são apresentados esquematicamente no gráfico a seguir, evidenciando a necessidade de ajuste na metodologia utilizada pela EPE, de modo a capturar os avanços de competitividade da fonte solar fotovoltaica em prol de menores preços médios aos consumidores brasileiros.




**Simulação de custos da eletricidade em 2050 para diferentes composições da matriz.**

Outro fator que merece atenção redobrada nesta e em futuras edições do PNE 2050 refere-se ao potencial técnico da fonte solar no Brasil. Os expressivos índices de irradiação solar em todas as regiões do território nacional comprovam que esta fonte detém, com

folga, o maior potencial técnico energético do Brasil, superior à somatória do potencial técnico de todas as demais fontes renováveis e não renováveis disponíveis em território nacional, fator este não capturado apropriadamente pelo PNE 2050. Neste sentido, cabe uma correção técnica do documento, de modo a refletir os dados efetivos do potencial solar brasileiro (energético e elétrico). A restrição aplicada ao potencial técnico mostra-se inapropriada e subestima imensamente a representatividade e aplicabilidade do recurso solar no portfólio energético disponível ao País. Dado que tal não seria a intenção original da EPE ao descrever os recursos energéticos disponíveis ao País, recomenda-se apresentar os dados de potencial técnico da fonte solar integralmente.

Destaca-se, ainda, que a fonte solar fotovoltaica contribui com benefícios e vantagens transversais à economia nacional, agregando benefícios múltiplos e diversos serviços e atributos complementares e sinérgicos ao SEB. Em conjunto com outras fontes de geração de energia elétrica e tecnologias auxiliares (exemplos: armazenamento, serviços ancilares, resposta à demanda, intercâmbio elétrico, efeito portfólio, geração flexível, entre outros), a fonte solar fotovoltaica tem função estratégica na garantia do suprimento de energia elétrica renovável, limpa, segura, de qualidade e de baixo custo à sociedade brasileira, que deve ser adequadamente considerada e valorizada nas análises do PDE.

O Brasil possui elevado potencial para a expansão da geração de energia elétrica a partir das fontes renováveis, incluindo hídrica, solar, eólica, biomassa e outras. Apesar da discussão de tendências determinantes para o atendimento da demanda elétrica das próximas décadas, como transição energética, descentralização, descarbonização e digitalização da matriz, este PNE 2050 aprofunda pouco a caracterização de novas tecnologias para o atendimento da demanda do sistema, para além das tecnologias tradicionais baseadas em fontes fósseis. Como exemplo, cita-se o caso da seção sobre “Potência Complementar”, que aponta o grupo motogeradores de combustão interna como a alternativa de referência para o atendimento da potência complementar, em detrimento de tecnologias mais modernas de armazenamento. Considera-se tal premissa inapropriada para um documento de planejamento futuro com horizonte de longo prazo, em especial considerando-se a tendência de redução de preços e ganho de competitividade de novas tecnologias.

A integração das fontes renováveis na operação da matriz elétrica nacional, combinada ao papel de ferramentas complementares, como projetos híbridos, armazenamento, transmissão, redes inteligentes, mobilidade elétrica, resposta à demanda, geração distribuída, entre outros, reforça a segurança elétrica e energética, de flexibilidade operativa e de capacidade do sistema. Ainda, produz ganhos adicionais nas esferas econômica, social, ambiental, estratégica, tecnológica e de inovação, contribuindo para o

desenvolvimento sustentável do País, em prol de uma economia mais competitiva e alinhada à necessidade de baixas emissões de poluentes e de gases de efeito estufa, danosos à população, à sociedade, à economia nacional e ao meio ambiente.

No âmbito da geração distribuída (GD), 57 dos 64 cenários projetam uma capacidade instalada total de 49.888 MW em 2050, dos quais 86% (42.904 MW) foram alocados à fonte solar fotovoltaica. Tal premissa de 86% está defasada e já não reflete os dados do segmento de geração distribuída no Brasil. Dados da ANEEL de 01/10/2020 apontam que 95% da capacidade instalada operacional total de geração distribuída são provenientes da fonte solar fotovoltaica, não mais 86%, por isso, recomenda-se a atualização deste valor, em linha com a realidade do SEB. Em relação ao valor projetado de 49.888MW, a ABSOLAR entende que os fatores apontados para este número (revisão da tarifa binômia e determinantes econômicos, como o crescimento de renda das famílias e redução de custo da tecnologia de geração distribuída solar fotovoltaica) não se refletem no resultado da projeção. Apenas 2 cenários dos 64 projetam o avanço de GD para patamares acima de 50 mil MW, sendo o valor máximo de 74.831 MW, dos quais 64.354 MW alocados à fonte solar fotovoltaica.

Ainda sobre geração distribuída, a análise do potencial técnico da solar fotovoltaica está vastamente subestimado. Não foram incluídas as áreas de telhados, fachadas e estacionamentos de setores que hoje possuem papel representativo na geração distribuída, a saber: (i) comércio e serviços (responsável por 39,0% de toda a potência instalada operacional em GDFV); (ii) residências (37,7%, sendo esta a única classe de consumo considerada no potencial técnico calculado pela EPE e, mesmo ela, apenas parcialmente); (iii) produtores rurais (13,2%); (iv) indústrias (8,8%); (v) edificações e serviços públicos (1,3%); entre outros, como, habitações de interesse social (também não mapeadas pela EPE). Destaca-se, ainda, a existência de potencial representativo de aplicações em GDFV em áreas de terreno, no solo, nas modalidades de geração remota. Desse modo, a ABSOLAR recomenda a atualização dos potenciais técnicos da fonte solar fotovoltaica, em aplicações de geração centralizada, geração distribuída e sistemas isolados e remotos (*off-grid*), de modo a aprimorar os dados apresentados na Nota Técnica PR nº 004/2018 da EPE. O valor de 32 $GW_{médios}$ citado na página 143 desta edição do PNE 2050 refere-se apenas a uma parcela do potencial disponível em telhados residenciais sendo, portanto, incompleto e longe do efetivo potencial brasileiro para a tecnologia em seus diferentes segmentos.

Complementarmente, em relação à nomenclatura aplicada à fonte solar fotovoltaica e buscando contribuir, construtivamente, para o aprimoramento da terminologia setorial, em vistas da evolução tecnológica e mercadológica do setor, a ABSOLAR propõe ao MME

e à EPE a adoção e padronização, em seus documentos, das seguintes nomenclaturas de referência: (i) geração centralizada solar fotovoltaica (com sigla GCFV) e (ii) geração distribuída solar fotovoltaica (com sigla GDFV).

Por fim, a ABSOLAR parabeniza o MME e a EPE pela qualidade do trabalho desenvolvido e agradece aos profissionais destas instituições pelos esclarecimentos e discussões enriquecedoras ao longo do processo de formulação destas contribuições.

Com os nossos melhores cumprimentos,

Dr. Rodrigo Lopes Sauaia
Presidente Executivo, em representação à Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR)

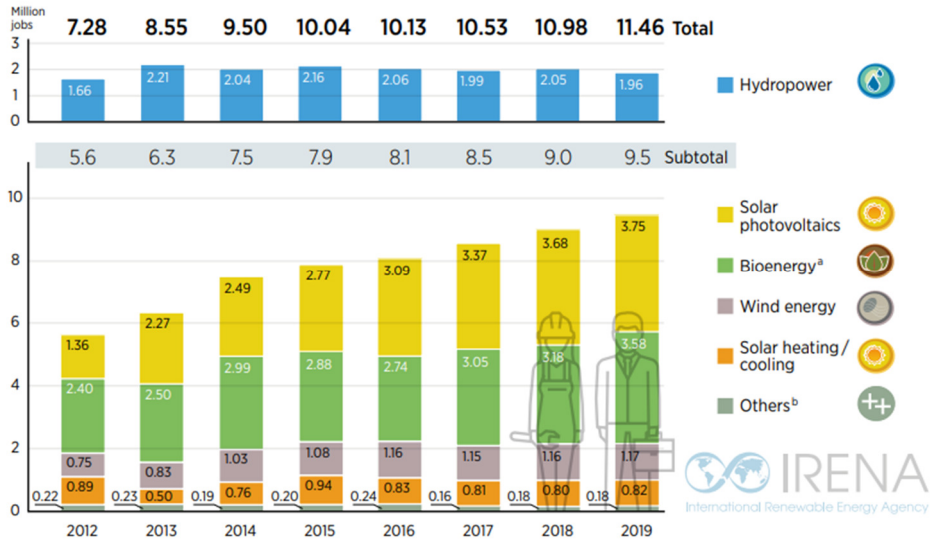
# II. Introdução

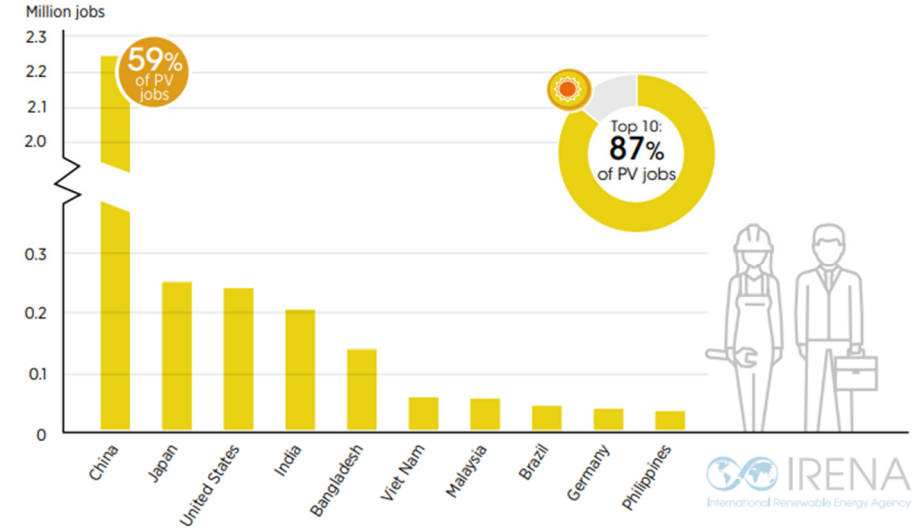
## 1. Estrutura do Relatório

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **(p.5)**<br><br>A estrutura desse relatório é composta de duas partes:<br><br>• Na primeira parte, são apresentados os principais fatores que condicionam (e, em vários casos são condicionadas por) a evolução do setor de energia e que foram, portanto, denominadas questões transversais. Adicionalmente, são descritos os resultados gerais do exercício de análise de longo prazo e os principais direcionamentos para o desenho da estratégia de longo prazo.<br><br>• Na segunda parte, a análise é desagregada por tipo de tecnologia, infraestrutura de transporte de energia (transmissão de energia elétrica e malha de gasodutos) e por segmentos de consumo. | A primeira parte do PNE 2050, além da caracterização das fontes energéticas, etapa tradicional e relevante em documentos de planejamento, traz um debate importante a respeito das questões de interesse referentes ao planejamento de longo prazo e seu impacto sobre a projeção da demanda nas próximas décadas. Por outro lado, uma das contribuições principais do relatório, suas análises de sensibilidade, ainda que mencionadas de maneira geral nos itens referentes às fontes energéticas, perdem destaque ao serem relegadas apenas ao Anexo. Isso pode ser dito também das premissas técnico-econômicas, pouco debatidas no texto principal do PNE 2050 e apresentadas de forma muito sucinta no Anexo, com pouco aprofundamento e justificativas em relação a uma parcela relevante das premissas adotadas no trabalho.<br><br>Ainda, muitas das bases numéricas referenciais do documento estão pautadas em valores de 2015 e não de 2019, ano de conclusão do estudo, o que deixa uma parcela do trabalho defasada frente à realidade nacional atual. Tal situação é especialmente evidente no caso do Cenário de Estagnação, discutido mais adiante nesta contribuição.<br><br>O pouco destaque dado às análises técnicas de sensibilidade ocorre, novamente, na versão de apresentação em PowerPoint do PNE 2050, disponibilizada entre os documentos de apoio da Consulta Pública. Com isso, perde-se a oportunidade de debater, de forma mais aprofundada, as premissas aplicadas a cada uma das fontes da matriz elétrica brasileira.<br><br>Assim, recomenda-se maior destaque ao debate técnico, econômico e estratégico sobre os diferentes cenários e suas premissas, tanto no relatório final, quanto na apresentação, incorporando as premissas do Anexo e detalhando suas justificativas de forma mais completa. |
| **(p.14)** | Apesar da citação à importância de políticas de educação técnica profissionalizante, falta ao PNE 2050 um olhar sobre os benefícios |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| De um lado, há uma visão mais ligada a um papel mais direcionador do governo, definindo prioridades e alocando recursos públicos de acordo. De outro lado, uma abordagem mais horizontal, na qual as políticas visam melhorar as condições gerais de contorno, tais como: garantir as regras de concorrência e de livre entrada, formação de capital humano (educação,<br>treinamento, etc.), coordenação dos agentes, criação de redes de divulgação e cooperação em pesquisa e tecnologia, entre outros. | socioeconômicos da cadeia de valor de geração, transmissão, distribuição, comercialização e consumo de eletricidade. Em especial os potenciais de atração de investimentos privados (nacionais e internacionais) deve ser complementado pelo potencial de geração de empregos e renda, destacando para a sociedade brasileira o setor elétrico como parte relevante do desenvolvimento da economia nacional.<br><br>As fontes renováveis e, particularmente, a fonte solar fotovoltaica lideram a geração de novos empregos no setor energético mundial. Neste sentido, o Brasil avançou de forma significativa ao longo das últimas décadas, sendo atualmente responsável por mais de 1 milhão de empregos renováveis, trazendo relevante contribuição para a economia nacional, o desenvolvimento humano e a geração de oportunidades aos brasileiros.<br><br>Neste cenário, a fonte solar fotovoltaica foi responsável pela geração de mais de 3,7 milhões de empregos no mundo em 2019, ou seja, um terço dos total gerado por energias renováveis, segundo relatório da IRENA [1] e conforme gráfico a seguir: |

[1] IRENA (2020). Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Fonte: IRENA (2020). Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020.**<br><br>Adicionalmente, graças ao positivo desenvolvimento da fonte solar fotovoltaica em geração centralizada e distribuída no Brasil no ano de 2019, pela primeira vez na história, o País assumiu a posição de 8ª nação com a maior geração de empregos em solar fotovoltaica no mundo. Este marco representativo evidencia os ganhos que o desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica agrega ao País, não apenas na esfera elétrica e ambiental, mas também nas dimensões social e econômica. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Fonte: IRENA (2020). Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020.**<br><br>Desse modo, falta ao PNE 2050 a inclusão de um debate sobre a temática de empregos e renda, bem como uma análise comparativa do potencial de geração de empregos em cada um dos cenários propostos pelo documento. Dada a relevância da geração de empregos no Brasil, em especial neste cenário de pandemia de COVID-19, é fundamental que a métrica de geração de empregos seja apresentada, lado a lado, com as métricas de VPL, investimentos e emissões de gases de efeito estufa (e, futuramente, poluentes), de modo que seja possível ao leitor uma comparação objetiva sobre as consequências, oportunidades e desafios de cada uma das trajetórias apresentadas no documento. |

## III. Produção e Uso de Energia

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **(p. 18)**<br><br>Os estudos do PNE apontam para um potencial energético de quase 280 bilhões de tep no horizonte até 2050. Este valor representa o potencial de recursos não renováveis da ordem de 21,5 bilhões de tep e o potencial anual de 7,4 bilhões de tep de recursos renováveis ao longo de 35 anos. A demanda de energia cresce de 300 milhões de tep para cerca de 600 milhões de tep e, ao longo de trinta e cinco anos, essa trajetória representa uma demanda de energia total acumulada do período equivalente a pouco menos de 15 bilhões de tep. Os valores podem ser ainda maiores se estudos mais detalhados do potencial de recursos energéticos forem realizados nos próximos anos. | Merece atenção redobrada nesta e em futuras edições do PNE 2050 o aprimoramento da análise do potencial técnico da fonte solar no Brasil.<br><br>Os expressivos índices de irradiação solar em todas as regiões do território nacional comprovam que esta fonte detém, com folga, o maior potencial técnico energético do Brasil, superior à somatória do potencial técnico de todas as demais fontes renováveis e não renováveis disponíveis em território nacional, fator este não capturado apropriadamente pelo PNE 2050.<br><br>Neste sentido, cabe uma correção técnica do documento, de modo a refletir os dados efetivos do potencial solar brasileiro (energético e elétrico). A restrição aplicada ao potencial técnico mostra-se inapropriada e subestima imensamente a representatividade e aplicabilidade do recurso solar no portfólio energético disponível ao País. Dado que tal não seria a intenção original da EPE ao descrever os recursos energéticos disponíveis ao País, uma vez que poderia ferir o princípio da isonomia no tratamento às fontes nacionais, recomenda-se apresentar os dados de potencial técnico da fonte solar integralmente. O mesmo princípio deve ser aplicado às demais fontes: (i) identificar, com clareza e transparência, seu potencial técnico efetivo e total; e (ii) justificar a aplicação de qualquer restrição ao potencial técnico, em diálogo junto ao setor e mercado que utiliza aquela respectiva tecnologia, de modo a não incorrer em subestimativas ou superestimativas dos valores viáveis em território nacional.<br><br>Deste modo, a ABSOLAR esclarece que o potencial teórico da fonte solar (geração de energia e de eletricidade) é imenso e precisa ser adequadamente incorporado no documento, permitindo à sociedade brasileira tomar consciência da dimensão deste recurso renovável nacional.<br><br>Com relação ao potencial técnico da geração distribuída solar fotovoltaica, há novamente vasta subestimação. O PNE 2050 não inclui o potencial das áreas de telhados, fachadas e estacionamentos de setores que hoje possuem papel representativo na geração distribuída, a saber: (i) comércio e serviços (responsável por 39,0% de toda a potência instalada operacional em |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | GDFV); (ii) residências (37,7%, sendo esta a única classe de consumo considerada no potencial técnico calculado pela EPE e, mesmo ela, apenas parcialmente); (iii) produtores rurais (13,2%); (iv) indústrias (8,8%); (v) edificações e serviços públicos (1,3%); entre outros, como, habitações de interesse social (também não mapeadas pela EPE). Destaca-se, ainda, a existência de potencial representativo de aplicações em GDFV em áreas de terreno, no solo, nas modalidades de geração remota.<br><br>Desse modo, a ABSOLAR recomenda a atualização dos potenciais técnicos da fonte solar fotovoltaica, em aplicações de geração centralizada, geração distribuída e sistemas isolados e remotos (off-grid), de modo a aprimorar os dados apresentados na Nota Técnica PR nº 004/2018 da EPE e demais estudos sobre a matéria. Os dados aplicados atualmente à fonte solar fotovoltaica encontram-se bastante incompletos e longe do efetivo potencial brasileiro para a tecnologia em seus diferentes segmentos. |
| **(p.19)**<br><br>Dessa forma, os recursos foram segregados em 2 grupos em função das condições de aproveitamento dos recursos em termos da acessibilidade, economicidade, desafio tecnológico, etc. Tais condições refletem, naturalmente, o conhecimento atual do levantamento do potencial e poderão ser alterados de acordo com informações mais precisas no futuro sobre a real disponibilidade e viabilidade de utilização do recurso. O grupo com maior facilidade de aproveitamento totaliza pouco mais 24 bilhões de tep, sendo 11 bilhões de tep de recursos não-renováveis. | Ainda que o documento exponha, na Figura 3, a ampla disponibilidade de recursos em território nacional em relação à demanda de energia total no horizonte até 2050, a participação do recurso solar na parcela dos “demais recursos”, dentre os 13 bilhões de tep de recursos com maior facilidade de exploração, representa um erro conceitual.<br><br>O potencial teórico da fonte solar (geração de energia e de eletricidade) é superior ao de qualquer outra fonte energética, fator que se observa tanto no Brasil quanto na vasta maioria dos países do mundo, em especial os de maior amplitude territorial. A solar é a fonte mais abundante, disponível e tecnicamente potente que o País possui. Seu potencial técnico supera, em muito, a somatória do potencial técnico de todas as demais fontes energéticas, fósseis e renováveis, somadas.<br><br>Em 2016, a EPE publicou livro com levantamento parcial do potencial técnico da fonte solar fotovoltaica no Brasil, avaliado em 28.519 GW para aplicações de geração centralizada (usinas de solo), em regiões com recurso solar de |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | 4,4 a 6,2 kWh/(m².dia)[2]. No entanto, o levantamento está sensivelmente defasado, uma vez que considerava UFVs com fator de capacidade de 14,88 até 18,84%, sendo que os valores efetivamente utilizados no Brasil para a tecnologia atual estão na faixa 29 a 30%, como utilizado no próprio PNE 2050. A simples atualização destas premissas irá demonstrar um potencial solar fotovoltaica bastante superior aos valores utilizados atualmente. Adicionalmente, o PNE 2050 considerou como viável uma faixa de radiação de apenas 6,0 a 6,2 kWh/(m².dia), faixa esta excessivamente restritiva e que leva a uma subestimação significativa do potencial solar disponível para aproveitamento técnico no Brasil. Desse modo, recomenda-se a ampliação desta faixa para o valor anteriormente aplicado de 4,4 a 6,2 kWh/(m².dia) e a atualização das premissas técnicas das UFVs, refletindo os fatores de capacidade e índices de desempenho atuais da tecnologia.<br><br>O mesmo problema foi identificado em relação ao potencial fotovoltaico offshore (esta nomenclatura é estranha para a fonte solar fotovoltaica, sendo mais adequado agrupar todas as aplicações de solar fotovoltaica flutuante, sejam elas onshore, em corpos dágua dentro do continente, ou offshore, na zona econômica exclusiva), que totalizava, segundo estudo da própria EPE, 257.502 GW[3] de potencial técnica para uma faixa de recurso solar de 4,4 até 6,87 kWh/(m².dia). No entanto,o PNE 2050 considerou como viável uma faixa de radiação apenas de 6,5 a 6,8 kWh/(m².dia), o que exclui a maior parcela do potencial técnico da fonte solar fotovoltaica em aplicações offshore. Desse modo, recomenda-se a ampliação da faixa de 4,4 a 6,2 kWh/(m².dia), bem como a citação explícita das premissas técnicas utilizadas no caso de aplicações offshore (CAPEX, OPEX, fator de capacidade, índice de desempenho, entre outros), refletindo os fatores de capacidade e índices de desempenho atuais da tecnologia neste conjunto de aplicações.<br><br>Adicionalmente, o PNE 2050 deve apresentar o potencial técnico da fonte solar fotovoltaica em aplicações flutuantes em corpos d'água dentro do |

[2] EPE (2016) – Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica.
[3] EPE (2018) – Nota Técnica PR 04/2018: Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | continente (lagos, açudes, lagoas, reservatórios de hidrelétricas, estações de tratamento de água e esgoto etc.), objeto de nota técnica específica da EPE[4]. Neste sentido, citamos a referida NT:<br><br>*"Referente ao potencial FVF no Brasil, Strangueto (2016) estimou uma capacidade de até 4.519 GWp, utilizando reservatórios de hidrelétricas, com uma geração de 4.443 TWh por ano."*<br><br>Ao avaliarmos uma projeção de longo prazo, até 2050, é fundamental que todos estes potenciais da fonte solar fotovoltaica, somados ainda ao potencial de aplicações em sistemas isolados, esteja devidamente presente no documento e objetivamente apontado. |
| **(p. 21)**<br><br>No cenário Estagnação (pois reflete uma trajetória em que o consumo de energia per capita mantém-se em torno do patamar de 2015), a expansão da demanda bruta de energia não é o elemento central da política energética, embora esta ainda tenha um papel em apontar caminhos para matriz energética mais adequada aos objetivos de modicidade e sustentabilidade técnica e ambiental. | As premissas, bem como os resultados apresentados no cenário Estagnação, não são válidos para a economia e matriz elétrica brasileiras, estando já inferiores aos valores observados para a matriz atual do País. Desta forma, recomenda-se a exclusão destes exercícios e cenários de análise, uma vez que acabam por desvalorizar o documento e o importante trabalho da EPE, já que contrastam de maneira profunda às premissas e análises relevantes nos demais cenários. |
| **(p. 22)**<br><br>O cenário Desafio da Expansão considera a realização de reformas importantes, com crescimento médio do PIB de 3,1% a.a. e de 2,8% do PIB per capita. | O crescimento médio do PIB, como apresentado nos cenários Estagnação e Desafios da Expansão, é determinante para a projeção da demanda ao final do horizonte de planejamento. Pelo histórico brasileiro, considerando as últimas décadas e o contexto econômico e político, nos parece implausível que o PIB médio seja superior a 2,5% ao ano. Neste sentido, a Bloomberg New Energy Finance projetou o PIB anual médio de 2,2% para a matriz brasileira de 2050[5].<br><br>Adicionalmente, o fato de a projeção econômica não ter incorporado a depressão econômica brasileira dos anos de 2015 e 2016 impacta o resultado. Ainda que a redução da atividade econômica de 2020 tenha efeito |

[4] EPE (2020) - Solar Fotovoltaica Flutuante: Aspectos Tecnológicos e Ambientais relevantes ao Planejamento.
[5] BNEF (2019) – Bloomberg New Energy Outlook, 2019.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | ainda maior sobre a demanda projetada em 2050, entendemos que o cenário foi concluído antes deste momento e a questão está bem endereçada nos cadernos preparatórios ao PNE 2030.<br><br>Para considerar o crescimento do PIB do Brasil, e comparar este com os outros PIBs mundiais, a edição de 2017 do relatório World in 2050 da PwC[6], apresentou projeções a longo prazo do crescimento econômico global. O Brasil, em 2016, se encontrava em sétimo lugar na classificação, caindo para oitavo em 2030. E quando a projeção é feita até 2050, o Brasil toma o quinto lugar da classificação com um crescimento do PIB desde 2016 de, aproximadamente, 141%.Nota-se que, a respeito do PNE 2050, comparando os mesmos valores e com uma mesma projeção, os Estados Unidos não se encontram em primeiro lugar da classificação e o Brasil tem um crescimento moderado e mais baixo do que o projetado pela EPE. |
| **(p.24)**<br><br>O consumo potencial de energia elétrica do País pode atingir até 3 vezes o patamar do ano base. | A estimativa do PIB médio resulta em uma expansão do consumo de eletricidade em 3,3 vezes entre 2015 e 2050. Pelas considerações macroeconômicas apresentadas no item anterior, ainda que a elasticidade-renda apresente valores positivos nos próximos anos, nos parece pouco provável que o consumo em 2015 alcance o patamar de 2.100 TWh. |

## IV. Questões Transversais

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **(p. 37)**<br><br>Desenvolver estratégias flexíveis para lidar com incertezas e baseadas nas vantagens competitivas do País, priorizando políticas sem arrependimento que evitem trancamento tecnológico. O País deve aproveitar suas vantagens competitivas nas escolhas associadas à transição energética. Desprezá-las | Em relação ao tema de lock-in, ou trancamento tecnológico, alertamos para os impactos negativos de iniciar investimentos em tecnologias em final de ciclo de desenvolvimento e que podem representar um investimento que não retorna como ganho para a sociedade brasileira em todo o seu potencial. Tal fato é especialmente relevante no caso de tecnologias termelétricas tradicionais que não agreguem consistentemente para a visão de longo prazo |

[6] PwC (2017) – World in 2050: The Long View.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| amplia os desafios e encarece a estratégia de reorientação. Não há rotas tecnológicas inequívocas na transição energética e nem certeza em relação ao momento de acelerar as transformações. Aproveitar as vantagens competitivas como base para desenvolver ou migrar competências é usualmente mais custo efetivo no longo prazo.<br><br>Além disto, deve-se priorizar políticas sem arrependimento (*no-regret policies*), bem como evitar o trancamento tecnológico (*technology lock-in*). | de matriz elétrica sustentável e competitiva. As fontes renováveis são nacional e internacionalmente reconhecidas como uma vantagem competitiva e comparativa brasileira, tanto em termos de disponibilidade de recursos, quanto na competitividade destas soluções em território nacional. Tal competitividade segue em curva de aprimoramento, graças ao avanço tecnológico de seus setores.<br><br>Outro ponto de atenção neste sentido está na continuada dependência da importação de diesel no horizonte do PNE 2050, para as atividades de transporte, que não condiz com o racional da visão mestra aplicada pela EPE neste trabalho de "promover o melhor uso de recursos nacionais". É possível reduzir significativamente tal dependência de diesel importado, mediante a combinação de soluções renováveis e disponíveis em território nacional, com ganhos complementares na redução de emissões de gases de efeito estufa e de poluentes atmosféricos, em comparação ao uso do diesel. Complementarmente, tal estratégia estaria alinhada com os compromissos assumidos pelo Brasil em sua NDC, (Contribuições Determinadas Nacionalmente para a redução de emissão de gases de efeito estufa), no âmbito do Acordo de Paris. |
| **(p. 42)**<br><br>A redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e da intensidade de carbono da economia têm sido apontados como os principais objetivos associados a uma transição para uma economia de baixo carbono, definida como aquela que possui uma produção mínima de GEE na biosfera, com baixo consumo de energia, baixa poluição ambiental e baixas emissões de carbono. Entretanto, existem diversos caminhos possíveis para atingimento destes objetivos. Usualmente, os países buscam concentrar seus esforços de descarbornização sobre uma estratégia que melhor se adeque aos seus contextos e represente vantagens em termos socioeconômicos e ambientais. | A ABSOLAR parabeniza a EPE por abordar a descarbonização do setor elétrico enquanto oportunidade transversal no planejamento de longo prazo. O Brasil tem todas as condições de apresentar um plano de descarbonização até 2050.<br><br>O compromisso de atingir 100% de eletricidade renovável já foi assumido por 61 países[7], segundo levantamento da IRENA. Recentemente, a China, o maior emissor de gases de efeito estufa do mundo, se comprometeu a atingir metas de neutralidade de emissões até 2060, um sinal paradigmático da geopolítica mundial nesta mesma direção. |

[7] IRENA, Towards 100% RE – Utilities in Transition, 2019.

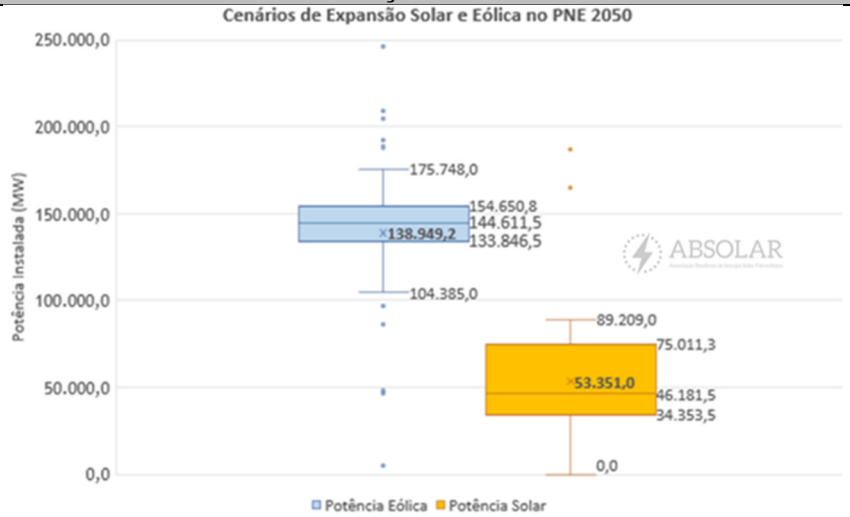
| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | É questão de tempo até que o Brasil atualize suas novas NDCs, de modo que o momento é extremamente oportuno para o PNE 2050 apresentar este debate à sociedade brasileira e aos tomadores de decisão do poder público. |
| **(p. 43)**<br><br>Produzir curva de custo de abatimento de emissões de GEE.<br><br>No sentido de atender aos compromissos internacionais (ainda que não vinculantes) e priorizar a competitividade da economia nacional, é relevante realizar um inventário das atividades, em todos os setores, para confirmar seus potenciais de contribuição e os custos de transação. O objetivo é assegurar a efetiva noção das medidas capazes de remover as barreiras que atualmente impedem a implantação das atividades de mitigação de baixo custo, em particular, ações de eficiência energética, que reduzem o consumo e os gastos com energia. | No horizonte 2050, o PNE afirma que o petróleo continuaria sendo fonte "indispensável" no Brasil e no mundo. Tal afirmação pode não se confirmar neste período, dado que está em curso uma profunda transformação da matriz elétrica e energética mundial na direção de fontes e soluções renováveis, em detrimento das tecnologias fósseis.<br><br>Complementarmente, há conjunto de esforços internacionais e até mesmo nacionais (Ministério da Economia) no sentido de precificar as emissões de carbono equivalente no Brasil. Havendo a implementação de um preço de emissões, a competitividade de tecnologias fósseis estaria direta e profundamente afetada, ensejando um cenário desafiador para novos investimentos nesta cadeia de valor.<br><br>Desse modo, recomenda-se uma avaliação detalhada, no âmbito do PNE 2050, sobre cenários de neutralidade de carbono em escala energética, não apenas elétrica, bem como das vantagens ao Brasil de acelerar uma transição energética aproveitando seus vastos potenciais renováveis, de modo a posicionar o País na dianteira da competitividade mundial do século XXI. |

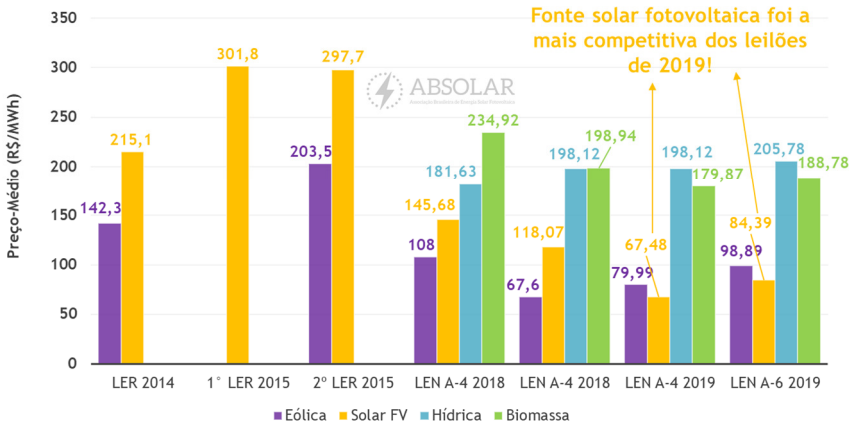
## V. Desafios e Recomendações por Fontes e Tecnologias Principis

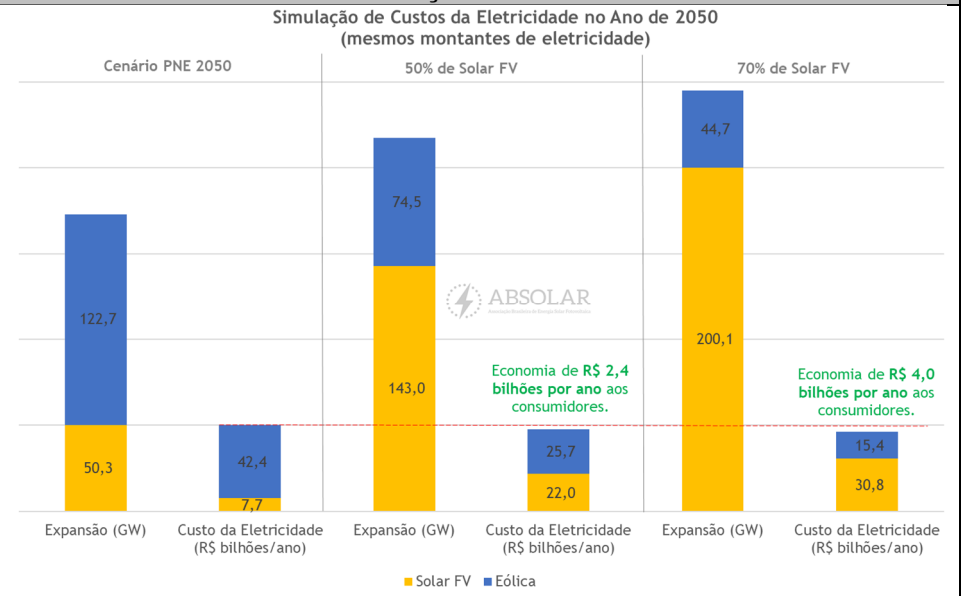
### 3. Energia Solar

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **(p. 108)** | Conforme mencionado anteriormente, o potencial de 307 GW considera apenas as áreas com melhor recurso solar fotovoltaico; a restrição de 6,0 a 6,2 kWh/m².dia não é adequada para representar o potencial solar brasileiro. O país |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| Para estimativa quantitativa do potencial indicado neste Plano, foram consideradas apenas as áreas já antropizadas, ou seja, não foram incluídas áreas com vegetação nativa. Considerando apenas as melhores áreas disponíveis, com radiação superior a 6 kWh/m².dia, seria possível a instalação de 307 GWp. | conta com recurso solar muito superior ao de outros países que fazem uso da tecnologia e é preciso mostrar o potencial de forma completa, atualizando o valor de 28.519 GW apresentado pela própria EPE em 2016. |
| **(p. 111)**<br>**Exercícios Quantitativos**<br><br>1. A competitividade relativa da geração solar fotovoltaica<br><br>Assim, como no caso da fonte eólica, espera-se uma expansão significativa da fonte solar fotovoltaica por conta daperspectiva de evolução de sua competitividade no horizonte do PNE 2050. Na maior parte dos casos rodados e, levando em conta apenas a geração centralizada, a fonte solar fotovoltaica atinge aproximadamente entre 27 a 90 GW em termos<br>de capacidade instalada e entre 8 a 26 GW médios em termos de energia em 2050 (Figura 43), denotando sua crescente<br>importância na matriz elétrica no horizonte (em torno de 5% a 16% da capacidade instalada total ou de 4% a 12% em termos de energia total em 2050, sem contar a parcela de GD FV na matriz). | A título de relevante comparação, a expansão indicativa da fonte eólica foi sugerida atingindo patamares acima de 100 GW até 2050 em 56 dos 64 cenários, com um pico de 246.146 MW de capacidade nominal instalada (cenário 12). A geração centralizada solar fotovoltaica, por outro lado tem apenas 2 dos 64 cenários com projeções superando os 100 GW, com um máximo de 187.064 MW de capacidade nominal instalada (cenários 13 e 49). Considerando os 64 cenários apresentados pelo PNE 2050, a mediana da potência instalada de geração centralizada solar fotovoltaica no ano de 2050 foi de 53,4 GW, frente a 138,9 GW da fonte eólica. Estes valores estão descasados com os custos de energia elétrica destas fontes, dado que a fonte solar fotovoltaica já apresenta, desde 2019, preços médios de venda inferiores aos praticados pela fonte eólica. Com isso, a fonte solar fotovoltaica atingiu novo patamar de competitividade, sagrando-se a fonte renovável mais competitiva dos leilões de 2019. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Simulações do PNE 2050 para expansão solar fotovoltaica centralizada e eólica.**<br><br>Assim, a ABSOLAR efetuou simulação considerando uma expansão mediana utilizada no PNE 2050 e, conservadoramente, os preços médios obtidos no Leilão de Energia Nova (LEN) A-6/2019, apesar da tendência de redução acelerada dos preços da fonte solar fotovoltaica, a taxas mais acentuadas que a fonte eólica, nos próximos anos. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Preços-médios de venda de energia por fonte.**<br><br>Alocando-se o mesmo montante de energia elétrica igualitariamente entre as fontes solar fotovoltaica (50%) e eólica (50%), dadas características técnicas de despachabilidade e flexibilidade semelhantes entre as fontes, os consumidores obteriam, apenas no ano de 2050, uma economia significativa, de mais de R$ 2,4 bilhões por ano. Alocando-se 70% do montante de energia elétrica para a fonte solar fotovoltaica e 30% para a fonte eólica, tal economia seria ainda maior, ultrapassando a marca de R$ 4,0 bilhões por ano. Os valores são apresentados esquematicamente no gráfico a seguir, evidenciando a necessidade de ajuste na metodologia utilizada pela EPE, de modo a capturar os avanços de competitividade da fonte solar fotovoltaica em prol de menores preços médios aos consumidores brasileiros. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Simulação de custos da eletricidade em 2050 para diferentes composições da matriz.** |
| **Mercado Livre de Energia Elétrica (ACL)**<br>**(NOVO ITEM)** | Ainda que o mercado livre tenha sido mencionado na seção de recursos energéticos distribuídos, no âmbito da escolha de energia por consumidores de diversos portes, não houve consideração à ascensão do ambiente de contratação livre e seu efeito positivo para a expansão das fontes solar fotovoltaica e eólica. O PNE 2050 relaciona a contratação das fontes ao mercado regulado e recomendamos a inclusão explícita de aspectos relevantes do mercado livre nas projeções da matriz elétrica até 2050, dado ser uma tendência de amplo acordo entre os agentes do SEB. |
| **Cadeia Produtiva**<br>**(NOVO ITEM)** | Atualmente, a energia solar fotovoltaica não possui condições de competição equivalentes às demais fontes renováveis da matriz elétrica brasileira, uma vez que a fonte ainda não recebeu o mesmo tratamento tributário (isenções e desonerações) em relação ao IPI, PIS, COFINS e ICMS. Como consequência disso, a energia solar fotovoltaica acaba onerada por uma carga tributária |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | desproporcionalmente elevada, que prejudica a competitividade da energia solar fotovoltaica no país. Aplicando-se a isonomia tributária à tecnologia para promover um nivelamento e equilíbrio em relação às outras fontes renováveis, seria possível reduzir sensivelmente o preço da energia solar fotovoltaica, tornando-a mais acessível à sociedade brasileira.<br><br>Assim, a fabricação nacional de módulos e células fotovoltaicas se encontra em visível desvantagem competitiva frente aos fabricantes de outros países. Como explicado anteriormente, a principal causa desta desvantagem advém da carga tributária interna demasiadamente elevada incidindo sobre insumos e maquinários utilizados na fabricação de módulos e celular fotovoltaicas.<br><br>Desse modo, recomendamos ao PNE 2050 a incorporação de uma avaliação sobre a cadeia produtiva solar fotovoltaica, suas oportunidades e desafios no Brasil, bem como benefícios à sociedade.<br><br>É importante que seja promovida a isonomia tributária entre produtos nacionais e importados, via desoneração de insumos produtivos, trazendo competitividade à fabricação de equipamentos e componentes fotovoltaicos no Brasil, por meio de ajuste aos anexos do PADIS, à luz das atualizações da Lei nº 13.696/2019 e Decreto nº 10.356/2020.<br><br>Assim, deve-se atualizar a lista de códigos tributários (NCM) descritos nos anexos do Decreto nº 6.233/2007 incluindo os NCMs de insumos e maquinários para a fabricação de módulos e células fotovoltaicas, como, também, incluir os NCMs mais importantes para a cadeia produtiva nos Convênios nº 101/1997 e 114/2007. |
| **Desafios Principais**<br>**(p. 110)**<br><br>2. Lidar com o descarte e reciclagem de equipamentos<br><br>O crescimento da tecnologia fotovoltaica é relativamente recente, sendo ainda uma questão a ser equacionada o tratamento dos equipamentos que não possuem mais utilidade para produção de energia. Na prática, | Conforme bem colocado pela EPE, é importante que se leve em consideração que estes equipamentos tem uma longa vida útil, já que o prazo de 25 anos é considerado como garantia para geração de 80% do valor nominal do equipamento (garantia de performance) e, mesmo após este prazo, não há empecilhos para que este sistema continue em atividade. De fato, há sistemas solares fotovoltaicos em operação há mais de 30 ou 40 anos, ininterruptamente. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| a vida útil dos módulos fotovoltaicos tende a ser maior que os 25 anos declarados por seus fabricantes, já que este é o tempo após o qual a potência do equipamento atinge 80% de seu valor nominal. Independente da data de ocorrência, contudo, o grande volume de equipamentos (da ordem de dezenas de bilhões de módulos fotovoltaicos) faz com que o impacto ambiental deste descarte seja relevante. | Deste modo, mediante um retrofit (repotenciação), uma usina solar fotovoltaica pode ser mantida em operação comercial por muitos anos além dos 20 anos iniciais de seu contrato no ACR, antes que seja necessário seu descomissionamento.<br><br>É importante mencionar que a energia solar fotovoltaica, além de ser sustentável durante sua vida útil, trazendo diversos benefícios sociais, ambientais e técnicos para o setor elétrico e para a sociedade, também o é ao final da vida útil de seus equipamentos.<br><br>Em 2019, a organização sem fins lucrativos PVCycle, que atua na gestão de resíduos do setor solar fotovoltaico, inclusive módulos fotovoltaicos, reportou que mais de 80% do volume reciclado pela entidade naquele ano foi de módulos FV de tecnologias de silício.[8] Esta tecnologia tem mais de 90% de sua massa composta por vidro, alumínio e polímeros, que são resíduos classificados como não perigosos e recicláveis. Já nas tecnologias baseadas em filme fino, que representam a segunda fatia de mercado (bastante minoritária), este montante chega até 98%[9]. Para além destes, é possível reciclar outros materiais, como o próprio silício, que possui um elevado grau de pureza. No ano de 2016, a organização PVCycle já reportava taxas de reciclagem de 96%[10] do módulo FV de silício cristalino.<br><br>Analisando sob a ótica do futuro, considerando o avanço que a tecnologia solar fotovoltaica vêm apresentando ao longo dos anos, neste horizonte de trinta anos estudado pela EPE, poder-se-ão observar diferenças consideráveis na tecnologia, tanto de reciclagem, permitindo um maior aproveitamento dos resíduos; no reuso destes equipamentos por meio de novos processos de retrofit, ou até mesmo novas tecnologias com diferentes materiais, mais duráveis, eficientes e recicláveis que os atuais. |

[8] PVCYCLE, 2019. “ACTIVITY REPORT 2019”.
[9] IRENA; IEA. End-of-Life Management - Solar PV Panels, 2016.
[10] PVCYCLE, 2016. “Breakthrough in PV module recycling - PV CYCLE achieves 96% recycling rate for silicon-based PV modules”. Disponível em: <http://www.pvcycle.org/press/breakthrough-in-pv-module-recycling/>. Acesso em: <08/10/2020>

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | Ao se comparar o mercado brasileiro com outros mais maduros como o europeu, o volume de resíduos do setor solar fotovoltaico ainda é extremamente pequeno. Em sua maioria, este montante advém de produtos reprovados no controle de qualidade, defeituosos, ou até mesmo danificados durante o manuseio ou logística, o que não representa um percentual relevante do mercado. Ainda assim, como iniciativa do próprio mercado, já existem focadas no gerenciamento, descarte e reciclagem destes resíduos, inclusive associados da ABSOLAR já estão neste mercado. Isso mostra a tendência de que, à medida que este volume de resíduos aumente, o próprio mercado se mobilizará e apresentará soluções, o que não diminui a importância do diálogo sobre o tema.<br><br>A legislação brasileira, por meio da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, institui em seu Art. 30º a responsabilidade compartilhada pelo produto ao longo de sua vida útil.<br><br>*"Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção."*<br><br>Sendo assim, as empresas do setor solar fotovoltaico já têm responsabilidades no descarte correto de seus equipamentos e já existem processos instituídos no mercado para cumprimento desta Lei.<br><br>Para o segmento de geração centralizada, a previsão de descarte correto dos equipamentos já costuma previsto contratualmente entre os empreendedores e seus fornecedores. No segmento de geração distribuída, os consumidores costumam ter um acompanhamento de performance do sistema fotovoltaico por parte do integrador, que na eventualidade de substituição de equipamentos, providencia o descarte adequado por meio de uma empresa recicladora. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | Especificamente para o mercado residencial, foi publicada em fevereiro de 2020 o Decreto nº 12.240/2020, que regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico, no qual foi incluído em seu anexo o módulo solar fotovoltaico e a string box. Entretanto, haja vista as especificidades do setor solar fotovoltaico, como longa vida útil, em contraposição com as metas anuais de reciclagem entrando em vigor a partir de 2021, caracterização como um equipamento de geração de energia elétrica e não um equipamento eletrodoméstico, dos quais trata o decreto, bem como o perfil técnico exigido para o manuseio desta tecnologia, a ABSOLAR entende que ainda são necessários aprimoramentos por parte do MMA, para adequar o processo descrito no dispositivo legal às características do setor solar fotovoltaico.<br><br>Adicionalmente, a ABSOLAR sabe da importância do tema dos resíduos e já vêm discutindo propostas com seus associados por meio do Grupo de Trabalho Ambiental e da Força Tarefa de Logística. Neste processo, oportunamente, será importantíssimo o diálogo com a EPE, MME e MMA, de modo a aprofundar propostas de um modelo adequado às características da tecnologia, como: vida útil, modelo de descarte e características do resíduo. |
| **(p.113)**<br><br>Desenvolver novas ferramentas, tecnologia e modelos de negócios para previsão da geração solar e gestão da operação do sistema elétrico. A perspectiva de aumento significativo da participação da geração não-controlável na matriz elétrica brasileira, como a solar e eólica, torna a previsão de geração dessas fontes um elemento central na sua integração ao SIN. Assim, como no caso da fonte eólica, tem havido um esforço no estudo e aprimoramento de modelos de previsão de curto prazo (dia seguinte) da geração dessas fontes, no sentido de otimizar os recursos do sistema e trabalhar com menores quantidades de reservas operativas. | Em que pese a concordância em relação ao importante desenvolvimento de ferramentas para a previsão da geração solar fotovoltaica e sua gestão de operação no sistema elétrico, cabe ressaltar algumas características de contribuição da fonte solar fotovoltaica para atendimento à potência.<br><br>Em períodos de seca, com baixa precipitação e hidrologia desfavorável, existe grande disponibilidade de radiação solar para a geração de energia elétrica. Com isso, a energia solar fotovoltaica contribui para a preservação dos recursos hídricos do País, aumentando a disponibilidade de água para usos nobres, como consumo humano, agricultura e agropecuária, demais atividades produtivas, bem como preservando os reservatórios das hidrelétricas para fornecer atendimento à demanda de potência e à flexibilidade do sistema, contribuindo para a redução de |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | riscos e minimização de despachos termelétricos com preços e impactos ambientais mais elevados.<br><br>De maneira similar, na região Nordeste, onde a fonte eólica apresenta perfil de geração matutino (primeiras horas da manhã) e noturno, a fonte solar fotovoltaica representa complemento estratégico à matriz elétrica, uma vez que gera energia elétrica ao longo do período diurno, em especial no meio do dia, período crítico e de maior demanda elétrica. Com a inclusão de geração solar fotovoltaica na região, teremos um perfil de geração mais estável ao longo do dia.<br><br>Com isso, o País terá condições de reduzir o despacho de termelétricas onerosas que é atualmente acionado para complementar a geração de energia elétrica no Nordeste, trazendo maior economia aos consumidores e segurança para a operação da matriz elétrica nacional.<br><br>Adicionalmente, por gerar energia de forma distribuída e próximo aos centros de consumo, a fonte solar fotovoltaica alivia os picos de demanda diária e reduz os gastos com o despacho de termelétricas nos demais centros de carga ao redor do País. Esta geração local também beneficia o Brasil ao reduzir as perdas elétricas do SIN e postergar a necessidade de novos investimentos em transmissão e distribuição de energia elétrica. |
| **(p. 114)**<br><br>Diante do potencial de expansão associado a usinas híbridas, merece destaque a importância da avaliação do conjunto de empreendimentos que também considere cumulatividades ou sinergias de impactos. | Cabe apontar a menção uma única vez no documento a usinas híbridas, que se caracterizam pela combinação de fontes distintas em um único perfil de geração, tornando claro o potencial de complementariedade entre estas, em prol da modicidade no atendimento à necessidade do sistema.<br><br>A ABSOLAR entende que as usinas de geração de energia elétrica de maneira híbrida, ou seja, pela exploração de duas ou mais tecnologias associadas, no mesmo local ou não, traz oportunidades significativas ao SEB. As oportunidades estão relacionadas tanto a: (i) aspectos comerciais através da minimização de risco e maximização de retorno, por exemplo; (ii) técnicos, dado o aproveitamento de infraestrutura e custos compartilhados e; (iii) estratégicos, aproveitando o potencial e a distribuição geográfica dos recursos energéticos. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | Considerando o cenário atual de expansão da matriz elétrica brasileira, que atualmente é composta, em sua maioria, de recursos renováveis incluindo as fontes solar fotovoltaica e eólica, deve-se dar celeridade aos estudos que promoverão a possibilidade de implementação dessas usinas. Considerando que já há investidores que anunciaram a instalação de projetos híbridos no Brasil, o que sinaliza que, mesmo sem todos os aproveitamentos possíveis, a alternativa híbrida é uma realidade viável e poderia ter sido melhor destacada e aprofundada no PNE 2050.<br><br>As usinas híbridas já são uma realidade no país em termos práticos, mas não gozam das características de tal tipo de empreendimento pela ausência de uma regulação específica, por isso a necessidade de maior celeridade processo. Tanto a EPE quanto os próprios agentes do setor, interessados e impactados pelo tema, estudam e já desenvolveram estudos e propostas regulatórias que, seguramente, podem contribuir para acelerar o uso de usinas híbridas no Brasil.<br><br>De forma coerente ao movimento de modernização que atualmente se organiza no ordenamento regulatório, atrelado ainda ao potencial natural que a localização geográfica do país ocasiona, entendemos que no horizonte 2050 já poderiam ser reconhecidos os benefícios que as usinas de natureza renovável, ao fazer uso dos expedientes aqui exemplificados, podem garantir conferindo equilíbrio e modicidade ao sistema, enxergada a possibilidade de que estas não só compitam de igual para igual, como obtenham êxito enquanto alternativa mais atrativa para uniforme atendimento da demanda, com ou sem a incorporação de tecnologias complementares de armazenamento de energia elétrica.<br><br>Sendo assim, a ABSOLAR considera oportuno que o PNE 2050 considere os projetos híbridos nas simulações realizadas para a expansão da oferta de energia. |

## 7. Potência Complementar

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **(p. 144)**<br><br>Contudo sendo um combustível fóssil, a inserção de UTE a óleo diesel na geração elétrica foi considerada não desejada, principalmente levando-se em conta a disponibilidade de combustível com menor emissão de poluentes locais e globais, como o biodiesel, que dispõe de produção nacional com fácil acesso, preços conhecidos internacionalmente e rede de abastecimento em todo o território nacional. Tomando-se como alternativa de referência para o suprimento de Potência Complementar o grupo motogerador de combustão interna com explosão através de compressão, abastecido com biodiesel, conclui-se que o volume de combustível necessário para esse serviço é pouco significativo diante do potencial de produção nacional. | A inserção de térmicas a óleo diesel como opção de atendimento de potência complementar é sabidamente evitada, não apenas por conta de sua alta emissão de gases de efeito estufa e seus impactos ambientais, como seu elevado custo variável unitário e impactos sobre a balança comercial decorrente da importação de seu combustível.<br><br>Cabe acrescentar, por outro lado, que a escolha do biodiesel enquanto opção para o atendimento da potência complementar, esbarra nos mesmos fatores citados acima, considerando que a mistura atual na composição do combustível ainda é de 88 a 90% de diesel em proporção ao biodiesel.<br><br>Desse modo, a ABSOLAR recomenda uma atenção maior às opções alternativas de fornecimento de potência complementar, especialmente aquelas baseadas em soluções tecnológicas não emissoras e não poluentes, alinhadas à visão de longo prazo de uma matriz elétrica competitiva e sustentável. |
| **(p. 148)**<br><br>**Potência Complementar:**<br><br>A oferta adicional para o atendimento à demanda máxima, denominada genericamente como Potência Complementar no relatório do PNE 2050, é definida como o montante de potência necessário no momento em que o sistema precisa de complementação. Em outras palavras, a Potência Complementar seria composta por um conjunto de tecnologias que contribuem, de forma segura, para o balanço de potência instantâneo considerando seus custos e a baixa probabilidade de despacho, dentre as quais podemos destacar:<br><br>i. Usinas termelétricas flexíveis;<br>ii. Repotenciação ou instalação de unidades geradoras adicionais em usinas hidrelétricas existentes;<br>iii. Usinas hidrelétricas reversíveis;<br>iv. Armazenamento químico de energia (baterias). | Como pode ser observado no gráfico adaptado pela ANEEL na Nota Técnica nº 094/2020-SRG/ANEEL, existem diversas tecnologias no segmento de armazenamento de energia elétrica, para além das baterias e usinas hidrelétricas reversíveis mencionadas no PNE 2050. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Tecnologias de Armazenamento[11]**<br><br>Para além das tecnologias armazenamento destacadas na figura, ainda existem tecnologias térmicas, como as usadas em usinas heliotérmicas, outras tecnologias de armazenamento gravitacional (elevação de blocos de |

[11] ANEEL, 2020. Nota Técnica nº 094/2020-SRG/ANEEL. Baseado em IVA (2016) – Energy Storage – Electricity storage Technologies, International Energy Agency (2014) – Technology Roadmap – Energy Storage e European Commission (2017) – Energy Storage – the role of electricity.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | concreto), entre outras novas tecnologias que poderão surgir no horizonte 2050.<br><br>Inclusive, desde que remuneradas adequadamente, soluções híbridas de fontes renováveis e armazenamento poderiam ser uma opção viável para prestação deste tipo de serviço de fornecimento de potência complementar ao sistema, como já acontece, por exemplo, na Califórnia[12], e no Colorado[13].<br><br>Se tratando de um horizonte de trinta anos, muitas destas tecnologias atingirão níveis de alta competitividade e poderão contribuir com potência complementar a preços competitivos. Assim sendo, a ABSOLAR recomenda uma análise mais detalhada da EPE deste tema e destas opções, em linha com as tendências internacionais já observadas em mercados mais maduros, bem como a apresentação de uma tabela comparativa das opções de tecnologias de flexibilidade e armazenamento de energia elétrica disponíveis.<br><br>Com esta análise, poderão ser quantificados os potenciais de aplicação no contexto brasileiro de cada tecnologia, direcionando ações regulatórias e de políticas públicas. |

## 8. Recursos Energéticos Distribuídos

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **Armazenamento Atrás do Medidor (ITEM NOVO)** | Mercados internacionais, especialmente EUA, Austrália, Alemanha, Japão e Coreia do Sul, tem aumentado o uso de sistemas de armazenamento de energia elétrica (SAE) descentralizados, localizados “atrás do medidor” (*behind-the-meter*) nas unidades consumidoras. Os motivos para o uso deste sistemas são variados e incluem fatores tais como: assegurar qualidade no fornecimento de energia, evitar consumo de energia da rede em horários com tarifação de ponta (por exemplo: tarifa binômia para usuários em baixa tensão |

[12] PV Magazine, 2018. https://www.pv-magazine.com/2018/12/06/u-s-energy-storage-storm-grows-in-strength/
[13] PV Magazine, 2018. https://pv-magazine-usa.com/2018/06/07/worlds-largest-lithium-ion-battery-1-gwh-solarpower-xcel-energy-colorado-wind-power/

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | na Califórnia), otimizando o uso da energia gerada por sistemas de geração distribuída ( para evitar "*curtailment*" de geração em vários estados dos EUA, ou tarifas de compensação desvantajosas na Alemanha e demais países da União Europeia). Adicionalmente, existem programas para substituir linhas de transmissão em áreas rurais por sistemas fotovoltaicos com baterias (por exemplo: programa da distribuidora Horizon Power no estado de Western, na Austrália).<br><br>No Brasil, recentemente foram implementados vários projetos de P&D, oriundos da chamada ANEEL 20/2016. No entanto, é importante ressaltar que também já existe um número crescente de projetos descentralizados operados por usuários comerciais, industriais e até residenciais conectados à rede. Na sua maioria, estes sistemas estão localizados nos estados de São Paulo, Paraná, Bahia, Maranhão e Minas Gerais e são operados por consumidores cativos conectados em média tensão. Vale a pena observar que muitos destes sistemas foram projetados ou estão sendo operados por associados da ABSOLAR.<br><br>Importante ressaltar a importância do marco regulatório para o avanço deste mercado. Sistemas existentes atualmente operam em uma situação de "vácuo regulatório", sendo que o marco legal não estabelece regras para sistemas de armazenamento, localizados em unidades consumidoras e conectados à rede.<br><br>A ABSOLAR propõe que para os sistemas atrás do medidor, sejam avaliados diferentes cenários para a tecnologia, tais como: ajuste no valor dos equipamentos aos preços do mercado (data base 2020), e considerando desonerações fiscais (em condições análogas a de sistemas térmicos). Além disso, propõe-se que a EPE elabore um *roadmap* de tecnologias, principalmente baterias de íons de lítio e baterias de fluxo e considerando previsão de redução de preços no horizonte do estudo.<br><br>SAEs são capazes de gerar múltiplos benefícios, tanto para consumidores, como para SEB, pois reduz nível de perdas, melhora a qualidade do |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | atendimento, e posterga investimentos em novos ativos de transmissão e distribuição. |
| **Sistemas Isolados**<br>**(NOVO ITEM)** | Os sistemas isolados e remotos (off-grid) são soluções capazes de contribuir, com ampla relevância, para o desenvolvimento e a qualidade de vida dos beneficiários em dimensões sociais, econômicas e ambientais.<br><br>Os sistemas isolados são caracterizados pela possibilidade de utilização de tecnologias baseadas em fontes renováveis, tais como solar fotovoltaica, eólica, biomassa, entre outras. Também existe a possibilidade de utilizar os recursos híbridos incluindo os sistemas de armazenamento, podendo, assim, substituir os sistemas isolados que utilizam geradores a diesel por sistemas mais sustentáveis e econômicos.<br><br>Existe também uma transversalidade com outros programas de desenvolvimento social e econômico da região amazônica, proporcionando melhores condições e qualidade de vida aos residentes dos lugares remotos, como a Amazônia Legal. Pode-se, por exemplo, ofertar equipamentos que contribuem para o desenvolvimento social e econômico destas comunidades, fomentando assim, atividades voltadas para o aumento da renda familiar. Além disso, há possibilidades de colaboração com outras iniciativas como a de ampliação do acesso à informação e telecomunicação, via programa de universalização do acesso à Internet, desenvolvido pelo Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). É notável a forte sinergia entre o acesso à energia elétrica e o acesso aos meios modernos e digitais de comunicação, estratégicos ao desenvolvimento social, econômico e ambiental da sociedade.<br><br>Adicionalmente, na referida região amazônica, muitos dos futuros beneficiários do Programa MLA possuem produtos eletrônicos antigos e/ou tecnologicamente defasados, incompatíveis com os padrões esperados de eficiência energética para o sucesso da iniciativa. Em decorrência disso, o consumo de energia elétrica poderá superar, em muito, os valores inicialmente previstos para cada unidade consumidora, seja ela unifamiliar ou comunitária. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | Desse modo, duas estratégias são necessárias: modernizar as resoluções normativas referentes aos sistemas isolados de fonte solar fotovoltaica e fomentar iniciativas de promoção de eficiência energética junto aos beneficiários, potencializando os resultados positivos do trabalho desenvolvido nestas diferentes frentes.<br><br>É importante que o PNE 2050 faça projeções, que podem ser futuramente comparadas com as Notas Técnicas da EPE as quais mostram um horizonte de 5 anos com dados das distribuidoras, e recomendações para os sistemas isolados, uma vez que a sua presença só tende a crescer com os programas Luz para Todos (LPT) e Mais Luz para a Amazônia (MLA).<br><br>Dentro das recomendações que o PNE 2050 deve articular para este tipo de sistemas tem-se:<br><br>• Necessidade de indicação de metas da quantidade de localidades a serem atendidas até 2050.<br>• A carga total estimada até 2050.<br>• A criação de um sistema de monitoramento por georreferenciamento dos sistemas off-grid operacionais no País, facilitando o acompanhamento, manutenção (ex: substituição periódica de componentes de armazenamento) e decomissionamento ao final da vida útil.<br>• Modernização das normativas da ANEEL para sistemas isolados e remotos.<br>• Fomento de iniciativas de promoção de eficiência energética junto aos beneficiários, potencializando os resultados positivos do trabalho desenvolvido nestas diferentes frentes. |

## ii. Tecnologias de Armazenamento

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **Tendências internacionais (NOVO ITEM)** | A ABSOLAR propõe uma análise das tendências em países que adotaram medidas regulatórias para inserção dos sistemas de armazenamento e incentivaram esse tipo de tecnologia. Com tais dados, é possível realizar uma análise do que o País pode fazer no futuro seguindo o exemplo dos países citados abaixo[14].<br><br>**Alemanha**<br><br>O país apresenta uma forte inserção de fontes intermitentes tais como a solar fotovoltaica e a eólica, tendo a necessidade de inserção de novas tecnologias de armazenamento, tendo mais de 300MW de baterias LI-ION instaladas no seu território.<br><br>O país investe bastante em projetos pilotos, tais como o *power to gas*¸ que tem como objetivo estabilizar a rede, criar flexibilidade, reduzir investimento, entre outros aspectos positivos para o sistema de energia elétrica do país.<br><br>**Itália**<br><br>O país pretende desligar todas as termelétricas a carvão até 2025, portanto tem necessidade de uma maior inserção de fontes de energias renováveis intermitentes, que com o apoio de sistemas de armazenamento garante a segurança no sistema.<br><br>Atualmente, as ilhas de Sicília, Sardenha e Sul da Itália possuem projetos pilotos de armazenamento. Em 2018 foi lançado o *Virtually Agregated Mixed Units* (UVAM), que permite que os recursos distribuídos de consumo participem do mercado de serviços ancilares.<br><br>**Califórnia** |

[14] Californa ISO (2019) – Energy Storage: Perspectives from California and Europe.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | O Estado americano tem metas ambiciosas para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Uma das atuais discussões é a inserção do armazenamento. A agência reguladora do estado estabeleceu metas de contratação de armazenamento para cada *utility,* com uma contratação esperada de 1.325 MW ainda no ano de 2020.<br><br>**Reino Unido**[15]<br><br>No Reino Unido permite que os sistemas de armazenamento prestem múltiplos serviços. O Ofgem (agência reguladora Britânica), está tentando reduzir as barreiras comerciais e regulatórias para a inserção de recursos de armazenamento. Dessa forma, os mercados estão sendo adaptados para permitir a participação de agregadores de recursos de pequeno porte.<br><br>Ainda, há incentivos de financiamento para adotar sistemas de armazenamento como o *Permanent Load Shifting* e o *Self Generation Incentive Program.*<br><br>O Reino Unido também tem investido na inserção de baterias em parques eólicos e solares, na reutilização de baterias em veículos elétricos, entre outros. |
| **(p.155)**<br><br>Embora as soluções de armazenamento não agreguem energia firme, elas podem ofertar potência em momentos de maior necessidade, para tanto, precisam consumir eletricidade a fim de estarem disponíveis nos momentos em que são exigidas. Os principais atributos requeridos dos sistemas de armazenamento são a alta disponibilidade e a flexibilidade. Na utilização junto com a GD, as tecnologias de armazenamento, em especial as baterias, podem reduzir a injeção do excesso de eletricidade na rede elétrica, aumentando o "autoconsumo" e o percentual de simultaneidade. Além disso, | O PNE 2050 apresenta uma visão imprecisa e muito reduzida das aplicações do armazenamento apenas como aspecto de recursos energéticos distribuídos. Ademais, não se aprofunda nas características e atributos que este tipo de tecnologia traz para o sistema interligado Nacional (SIN).<br><br>Existe a necessidade e viabilidade de inserção de tecnologia de armazenamento junto ao SIN, principalmente dado o aumento da participação das fontes renováveis na matriz elétrica brasileira, o que resulta em maior complexidade na operação do sistema dada a intermitência das fontes. Os benefícios da inserção de sistemas de armazenamento são potencializados, |

[15] Bird&Bird&Energy Storage (2018) – State of the market and key regulatory developments e HM Government e Ofgem (2018) – Upgrading our energy system – smart systems and flexibility plan: progress update.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| estas soluções podem auxiliar a deslocar o consumo de eletricidade da rede de acordo com as necessidades do Sistema Elétrico e do consumidor, desde que sinais tarifários sejam eficientes. Outra alternativa está relacionada à substituição do uso de motogeradores a diesel nos horários de ponta para consumidores industriais e comerciais atendidos em média e alta tensão no Sistema Elétrico, apesar de seu custo hoje ainda ser muito superior se comparado aos motogeradores. Além das vantagens econômicas, a substituição da geração a diesel também traz outros importantes ganhos de naturezas diversas, tais como a redução do ruído, a eliminação da etapa de logística de transporte deste combustível para a garantia do contínuo abastecimento (sujeita a alterações no preço) e a queda na emissão de poluentes, ajudando a descarbonizar o sistema. | com a implantação do preço horário. Adicionalmente, o sistema de armazenamento possibilita novos arranjos regulatórios e comerciais, como a prestação de serviços ancilares, a redução de "curtailment", a venda por capacidade da energia, a postergação de investimentos, redução de perdas elétricas, e a melhoria dos indicadores de qualidade da Energia Elétrica.<br><br>Destaca-se a importância de efetuar análises mais aprofundadas sobre a valoração dos atributos dos sistemas de armazenamento nas seguintes áreas:<br><br>• **Assegurar despachabilidade de fontes renováveis variáveis:** realizar uma comparação holística de benefícios de sistemas de armazenamento localizados próximos às fontes intermitentes, ou em pontos neurálgicos da rede vs. uso de usinas PCH, CGH ou gás + custos de reforços de rede;<br>• **Sistema de armazenamento como usinas de potência:** realizar comparação holística de benefícios focando em áreas não atendidas por gás natural e com pouca disponibilidade de recursos hídricos;<br>• **Sistemas de armazenamento para otimizar/adiar investimentos em T&D:**<br>  ○ Realizar análises que apontam à viabilidade desta opção (p.ex. case da Eletropaulo, apresentado no Storage Day na Intersolar South America 2019);<br>  ○ Exigir holística de benefícios em relação à expansão 'convencional' da infraestrutura T&D, principalmente levando em consideração as dificuldades apontadas pela própria EPE (Box 4.2. Desafios na transmissão, p. 106).<br><br>1. Integração de geração renovável intermitente ao SIN dando maior "despachabilidade" aos projetos solares fotovoltaicos e eólicos: fontes renováveis variáveis (solar fotovoltaica + eólica) atualmente representam 7%[16] da matriz elétrica brasileira. |

[16] EPE (2020) – Balanço Energético Nacional – Relatório Síntese / Ano Base 2019.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | Nas próximas décadas, haverá crescimento significativo destas fontes na matriz elétrica brasileira. Diante desta tendência, a questão da integração destas fontes em uma matriz predominantemente hidrotérmica fica cada vez mais relevante. No entanto, devido à redução rápida no custo de baterias, além de vantagens ambientais, sistemas de armazenamento de energia elétrica (SAEs) surgem como alternativa para assegurar a despachabilidade de fontes renováveis variáveis.<br><br>Destacamos o projeto internacional que teve início de operação em janeiro de 2019 e visa garantir ao Havaí que 100% de energia consumida seja renovável até 2045 (https://www.aes.com/news-and-views/press-releases/press-release-details/2019/AES-and-KIUC-Make-History-with-Worlds-Largest-Solar-PV-Peaker-Plant/default.aspx.).<br><br>No Brasil, atualmente não existem mecanismos de contratação de capacidade de armazenamento, seja como serviço independente ou no contexto de plantas 'híbridas' (geração intermitente + armazenamento) e, portanto, não existe nenhuma atividade de desenvolvimento deste tipo de projetos, exceto projetos de P&D.<br><br>2. Diferimento de investimentos nos sistemas de transmissão: um dos mais relevantes problemas enfrentados para a expansão das energias renováveis no Brasil é sua alta concentração no subsistema Nordeste, que sobrecarrega o sistema de transmissão visto que a demanda por energia não se concentra na mesma região.<br><br>O problema da falta de disponibilidade de conexão para tais projetos pode ser endereçado de duas formas distintas: (i) expansão condizente do sistema de transmissão associado para suportar a expansão da oferta de renováveis, ou (ii) expansão em outros subsistemas com menos recursos naturais, o que tira a atratividade primordial de tais fontes. SAEs entram aqui como uma solução interessante e com viés de otimização da rede de transmissão. Um SAE acoplado a um projeto solar fotovoltaico poderia permitir que um projeto de |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | 100 MW se conectasse a uma rede com uma capacidade menor que 100 MW, pois nos momentos de máxima irradiação armazenaria energia para nos momentos de menor irradiação injetar na rede. Isso gera uma capacidade de otimização dos investimentos no SEB através dos serviços agregados por meio de SAE.<br><br>O estado do Arizona, EUA, por meio de políticas públicas incentiva a inserção de armazenamento agregam, como aparentado no link https://blog.fluenceenergy.com/aps-aes-bring-energy-storage-to-arizona-customers.<br><br>No Brasil atualmente carece de um arcabouço regulatório que permita o uso de sistemas de armazenamento, seja uma alternativa à expansão dos sistemas de transmissão.<br><br>3. Regulação de frequência e outros serviços 'ancilares': para manter a estabilidade dos sistemas elétricos, toda a infraestrutura elétrica deve estar funcionando em uma frequência pré-determinada, dentro dos limites operativos aceitáveis. Pelo rápido tempo de resposta dos sistemas de armazenamento de energia, esta tecnologia pode contribuir para a manutenção de frequência, **injetando ou absorvendo** potência ativa com base em algoritmos desenvolvidos para esta aplicação.<br><br>Como referência internacional de serviços ancilares temos: http://www.greensmithenergy.com/greensmith-energy-selected-by-leclanche-for-grid-scale-20-megawatt-energy-storage-system/.<br><br>Atualmente, poucos serviços ancilares são remunerados no Brasil e quando são, recebem basicamente o ressarcimento dos custos incorridos ou são prestados por valores baixos, sem um modelo competitivo com viés de mercado, como se vê na experiencia internacional. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | Armazenamento de energia elétrica para facilitar despachabilidade de fontes renováveis intermitentes: a ABSOLAR propõe para discussões iniciais os seguintes pontos:<br><br>• Análise dos benefícios de contratação via leilão para atendimento de ponta do SIN, onde SAEs sejam considerados como passíveis de ofertar através de plantas hibridas (como solar fotovoltaica e eólica).<br>• Cálculo dos atributos para os SAEs, que visará equalizar todas as fontes de geração de acordo com os reais benefícios que cada uma traz ao sistema, deveria constar a contribuição dos SAEs, na flexibilidade operativa que fornece através de plantas híbridas e ao real alívio operativo que pode trazer ao sistema ao disponibilizar geração na ponta da carga do SIN.<br><br>Diferimento de investimentos em T&D através de sistemas de armazenamento: nesta linha, a ABSOLAR propõe para discussões iniciais os seguintes pontos:<br><br>• Criação de um novo produto nos leilões regulados: SAE.<br>• Os SAEs poderiam ser dimensionados de modo a otimizar a utilização da rede de transmissão em projetos já existentes e/ou em projetos novos ofertando no mesmo leilão.<br>• Como todo novo produto/tecnologia, seria necessária inicialmente uma reserva de demanda para atendimento dos SAEs.<br>• No cálculo dos atributos para os SAEs, que visará equalizar todas as fontes de geração de acordo com os reais benefícios que cada uma traz ao sistema, deveria constar zero investimento em transmissão, posto que eles estariam utilizando a rede já existente.<br><br>Armazenamento para serviços ancilares: nesta linha, a ABSOLAR propõe para discussões iniciais os seguintes pontos: |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | • Necessidade de revisão do marco regulatório de modo a trazer mecanismos de mercado para a remuneração dos serviços ancilares no Brasil, especialmente no que tange a regulação de frequência.<br>• Realização de estudos mais aprofundados para avaliar, justificar e finalmente viabilizar de forma adequada a entrada do SAE num serviço prestado, que atualmente está limitado as usinas hidráulicas.<br>• Como a Agenda Regulatória da ANEEL prevê para Q1 2020 a revisão da REN ANEEL n° 697/2015, a EPE deve se preparar no sentido de contribuir para os dois pontos acima (encontrar o melhor enquadramento para os SAEs dentro da legislação corrente e futura de serviços ancilares; e propor metodologias de remuneração dos serviços ancilares com visão de promoção de competitividade). |
| **Armazenamento no contexto de sistemas elétricos isolados (NOVO ITEM)** | É imprescindível que a EPE faça uma avaliação mais aprofundada sobre o potencial de sistemas de armazenamento de grande porte e de armazenamento no contexto de sistemas elétricos isolados. Existem diversas aplicações de grande porte para a tecnologia, como prestação de serviços ancilares e de auxílio na despachabilidade de fontes renováveis com alta variabilidade que também devem ser analisadas.<br><br>Para aprofundar a análise sobre o potencial de armazenamento no contexto de sistemas elétricos isolados, o PNE deve realizar análise de holística de benefícios de sistemas solares fotovoltaicos com armazenamento em comparação com sistemas termoelétricos no Norte do Brasil.<br><br>Além disso, importante também que a avaliação incorpore pelo menos cenários de atrasos na implantação de projetos de suprimento de gás natural cenários hidrológicos adversos, e condições tributarias para sistemas de armazenamento idêntico aos dos sistemas térmicos ora vigentes. |
| **Perspectivas Tecnológicas (p. 156)**<br><br>As formas de armazenamento que terão impacto efetivo na distribuição de energia elétrica serão aquelas que têm dinâmica rápida e flexibilidade de operação como: volantes de inércia, Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR), | O PNE 2050 foca os estudos de perspectivas tecnológicas no armazenamento de UHR, sem colocar uma análise mais profunda dos diversos tipos de sistemas de armazenamento que existem e como estes estão evoluindo tecnologicamente e comercialmente. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| armazenamento de ar comprimido (Compressed Air Energy Storage Systems – CAES) e as baterias. Estas últimas se apresentam como a melhor opção para várias aplicações, devido à portabilidade, escalabilidade e velocidade de atuação, podendo ser instaladas em praticamente qualquer ponto da rede, inclusive no interior da instalação do consumidor (INT/MCTIC, 2017). | A tendência de crescimento da capacidade de armazenamento é exponencial. Segundo relatórios da Agência Internacional de Energia (IEA), estima-se que a capacidade total de armazenamento crescerá 4,67 TWh (incluindo as usinas reversíveis) até 2030, isto irá permitir que a participação de energias renováveis dobre até a data. A IEA em seu cenário de desenvolvimento sustentável, projeta um mercado de aproximadamente 600 GW de armazenamento instalado, somente em baterias, até o ano de 2040.<br><br>Dessa forma, vale por parte da EPE um maior aprofundamento no *roadmap* das tecnologias de armazenamento e como estas tem evoluído. Fato reforçado a com a abertura da Tomada de Subsídios n° 011, de 22 de setembro de 2020, pela ANEEL, que entende que os sistemas de armazenamento estão fazendo cada vez mais parte do setor elétrico, em um horizonte de médio prazo.<br><br>Também, dentro das perspectivas tecnológicas o PNE deveria mostrar uma avaliação de custos. Uma vez que, previsões feitas pelo BloombergNEF em 2019[17] mostram que as instalações de armazenamento de energia em todo o mundo irão saltar de um mercado entre 9GW/17GWh em 2018 para um mercado de 1.095GW/2.850GWh em 2040, sendo este um crescimento de 122 vezes. Assim, as baterias passam a ganhar espaço por ganho de competitividade das tecnologias, flexibilidade para diversas aplicações (desde pequeno armazenamento residencial até sistema de armazenamento estacionários na rede de transmissão), maior densidade energética e aplicações multisetoriais, como as baterias dos veículos elétricos. |
| **Desafios**<br>**(p. 157)** | Dentre os desafios para as tecnologias de armazenamento e o seu crescimento no país o PNE deve analisar os seguintes pontos:<br><br>• O peso tributário para os componentes de sistemas de armazenamento. Para poder tornar o sistema de armazenamento viável para o consumidor final quanto para o SEB, é importante que este seja competitivo. A ABSOLAR recomenda que a EPE realize |

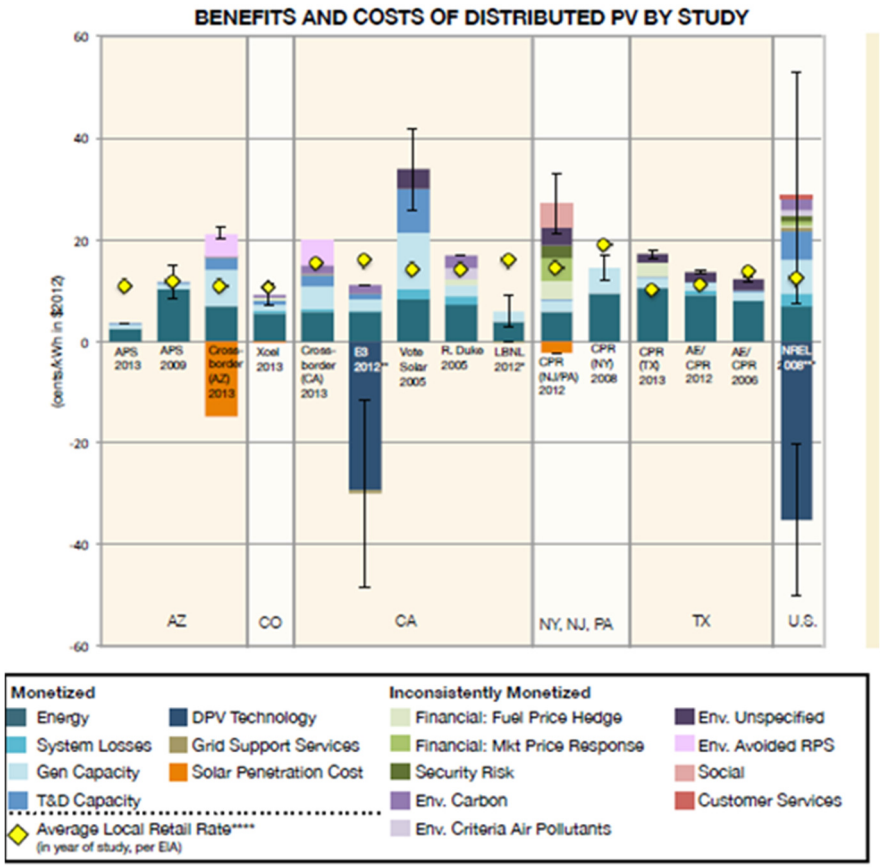
[17] BloombergNEF (2019) – Energy Storage Investments Boom as Battery Costs Halve in the Next Decade.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | análises com cenário de sensibilidade de desoneração para poder mensurar de forma mais adequada o potencial de sistemas de armazenamento e como estes agregam valor.<br>• A falta de um marco regulatório. Somente em setembro de 2020, que a ANEEL abriu a Tomada de Subsídios n° 011, a qual procura responder alguns pontos importantes para poder elaborar uma proposta de marco regulatório para a inserção de sistemas de armazenamento.<br>• Outro desafio que os sistemas de armazenamento enfrentam é a falta de normas técnicas para a sua utilização nos diferentes projetos nos quais são implementados.<br>• O MME também deve esboçar políticas públicas voltadas ao fomento do setor de armazenamento tomando como exemplo os países do hemisfério norte que estão investindo cada vez mais nesse tipo de tecnologia, e na substituição de sistemas de medição que comportem os serviços de armazenamento. |
| **Recomendações**<br>**(p. 157)**<br>**(NOVO ITEM)** | A ABSOLAR recomenda a elaboração de um estudo por parte da EPE para avaliação das tecnologias de armazenamento no sistema elétrico brasileiro, avaliando os seguintes itens:<br><br>• Panorama internacional dos principais mercados de armazenamento, bem como suas principais tendências tecnológicas e melhores práticas regulatórias.<br><br>• Avaliação do mercado brasileiro atual: análise dos projetos atuais e lições aprendidas nos programas de P&D da ANEEL, tributação, normas técnicas e panorama regulatório.<br><br>• Avaliação das principais tecnologias e aplicações para o mercado brasileiro, bem como seus benefícios não só ao setor elétrico, mas também socioeconômicos como geração de investimentos, empregos, renda, redução de emissão de gases de efeito estufa, arrecadação, entre outros. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | Estes dados poderão ser utilizados aprofundamento dos diálogos com as entidades do setor elétrico e do governo, de modo a direcionar avanços regulatórios e em políticas públicas. |

## iii. Geração Distribuída

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **Benefícios da Geração Distribuída (NOVO Item)** | Em relação à valoração de atributos, a GD traz benefícios tangíveis ao sistema elétrico, que devem ser corretamente quantificados e alocados aos seus usuários. Diversos estudos técnicos e científicos internacionais já realizaram análises detalhadas quanto às suas contribuições à sociedade, comparando inclusive seus benefícios e custos. Tais estudos – conforme já mencionados pela ABSOLAR em contribuições anteriores ao PDE e outras consultas públicas – comprovam que o saldo líquido entre benefícios e custos da inserção de geração distribuída em matrizes elétricas é vastamente positivo, sendo que os benefícios superam, por ampla margem, os custos. Em especial, os benefícios da geração distribuída não se limitam unicamente aos ganhos à infraestrutura do sistema elétrico e incorporam uma série de outros eixos estratégicos ao País, conforme figura abaixo: |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| |  |



**Custos de Benefícios da Geração Distribuída Solar FV.**[18]

[18] Rocky Mountain Institute. A Review of Solar PV Benefits and Costs Studies, 2013. Disponível em: https://rmi.org/wp-content/uploads/2017/05/RMI_Document_Repository_Public-Reprts_eLab-DER-Benefit-Cost-Deck_2nd_Edition131015.pdf

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | Por fim, a ABSOLAR recomenda uma extensa bibliografia sobre o tema para o MME e a EPE realizarem um benchmarking aprofundado dos estudos e metodologias existentes até o momento:<br><br>• Minnesota Department of Commerce - Value of Solar: Methodology, 2014.<br>• Crossborder Energy - CA Net Metering Cost Benefit, 2013.<br>• CAISO - Draft 2017-2018 Transmission Plan, 2018.<br>• Lawrence Berkeley National Lab - Putting the Potential Rate Impacts of Distributed Solar into Context, 2017.<br>• Brookings - Rooftop solar Net metering is a net benefit, 2016.<br>• Berkeley - Puting the DG Impacts into Context, 2017.<br>• CAISO - Briefing on Renewables and Recent Grid Operations, 2018.<br>• - EPE - Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil - Condicionantes e Impactos, 2014.<br>• E-Source - Net-Metering Wars - What do Customers Think, 2015.<br>• EU PVTP Grid Integration White Paper, 2015.<br>• IEA PVPS - Future PV LCA, 2015.<br>• IEA PVPS - Transition from unidirectional to bidirectional distribution grids, 2014.<br>• IRENA - Renewable Energy Benefits - Measuring the Economics, 2016<br>• IRENA Understanding Socio-Economics, 2017.<br>• Lawrence Berkeley National Lab - Putting the Potential Rate Impacts of Distributed Solar into Context, 2017.<br>• NC Clean Energy Technology Center - Rethinking Standby and Fixed Cost Charges, 2014.<br>• NC Clean Energy Technology Center - The 50 States of Solar, 2015.<br>• NREL - Environmental and Public Health Benefits of Solar in USA, 2016.<br>• NREL - High Penetration PV Case Study Report, 2013.<br>• NREL - High Penetration PV Integration Handbook for Distribution Engineers, 2016. |

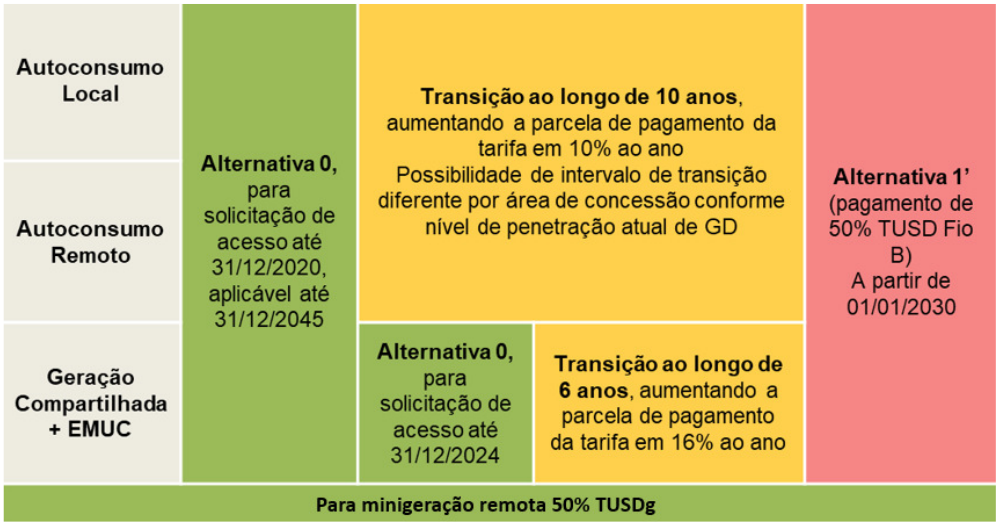
| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | • NREL - Maximum PV Penetration Levels on Typical Distribution Feeders, 2012.<br>• NREL - Methods for Analyzing the Benefits and Costs of Distributed PV Generation in the US, 2014.<br>• NREL - Utility Regulatory and Business Model Reforms for Addressing the Financial Impacts of Distributed Solar on Utilities, 2016.<br>• Rocky Mountain Institute - A Review of Solar PV Benefit and Cost Studies, 2013.<br>• SEIA - Rate Design Guiding Principles for Solar Distributed Generation. Disponível em:<br>• <https://www.seia.org/research-resources/rate-design-guiding-principles-solar-distributed-generation-0>. Acesso em: 17/07/2018.<br>• Vote Solar - Charge Without Cause, 2016. |
| **Desafios Principais**<br>**(p. 160)**<br><br>1. Endereçar a questão do modelo de compensação líquida integral com tarifas volumétricas<br><br>Considera-se que no longo prazo o modelo de compensação líquida integral com tarifas volumétricas não é sustentável, tendo que ser revisto em algum momento. Adicionalmente, apesar da importância da revisão da REN 482, esse processo resolve apenas parte do problema de transferência de custos entre os consumidores. A simples mudança do modelo de compensação não é suficiente para representar o quanto o consumidor exige em capacidade da rede e o quanto é realmente reduzido com a instalação do sistema de geração | Diante do compromisso público assumido pelo Congresso Nacional de estabelecer um marco legal estável, previsível, equilibrado e transparente para o avanço da geração distribuída a partir de fontes renováveis no Brasil, faz-se necessária uma concatenação do cronograma de revisão da REN 482/2012 com o referido dispositivo legal a ser disciplinado pelo Poder Legislativo Federal.<br><br>É importante garantir a necessária estabilidade jurídica, regulatória, previsibilidade de regras e redução da percepção de risco do mercado de geração distribuída solar fotovoltaica, respeitando, no entanto, o protagonismo e a liderança assumidos pelo Congresso Nacional, representante máximo da sociedade brasileira.<br><br>A ABSOLAR enfatiza que implementar novos modelos tarifários sem a adequada medição dos serviços utilizados e proporcionados por cada consumidor não evitará a ocorrência de transferência de custos entre consumidores, na medida em que sempre se utilizará de aproximações que podem trazer efeitos adversos para grupos específicos de consumidores. Por exemplo, quando a tarifa não varia de acordo com o perfil de consumo, os consumidores que usam mais eletricidade nos horários de pico do sistema são subsidiados por aqueles que consomem menos nos horários de pico, independentemente de seus investimentos próprios em ações de gestão de energia. Ou seja, sem a medição adequada, qualquer modelo tarifário resultaria em |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | um conjunto de subsídios cruzados, capazes, neste caso, de resultar em prejuízos para parcela considerável de consumidores, em detrimento justamente dos consumidores de menor poder aquisitivo.<br><br>A variação da carga em períodos de menor atividade econômica e a redução de consumo por parte dos consumidores representam riscos inerentes ao negócio da distribuição, para os quais existem processos de revisão e reajuste tarifário periódicos capazes de promover o necessário equilíbrio econômico-financeiro para as distribuidoras. Blindar as distribuidoras destes riscos representaria uma transferência destes para os consumidores, em favor dos agentes de distribuição de energia elétrica e em prejuízo dos consumidores, dando origem a um novo mecanismo de aumento tarifário sobre os últimos.<br><br>Desse modo, a ABSOLAR propõe que quaisquer mudanças ao modelo tarifário da baixa tensão sejam acompanhadas da incorporação de equipamentos de medição mais modernos e apropriados para uma nova fase de desenvolvimento do setor elétrico brasileiro, com maior nível de granularidade, capazes de incorporar sinais locacionais, horários e a valoração dos benefícios sistêmicos das medidas de gestão de energia, aprimorando de forma estrutural a alocação de custos entre todo os usuários do sistema. Tal medida trará maior aderência entre preços e custos ao modelo tarifário da baixa tensão, conforme observado em países desenvolvidos que já aplicam sistemas de medição inteligente em suas redes há mais de uma década.<br><br>A ABSOLAR avalia que a transição para a medição inteligente e os estudos necessários devem ser iniciados no âmbito do processo atual de revisão do modelo tarifário, acompanhando as tendências internacionais, sem postergá-los para uma desnecessária fase seguinte de aprimoramento do modelo tarifário.<br><br>Sugere-se que a EPE e o MME comecem a avaliar modelos de transição para medidores inteligentes e tarifas horárias (TOU - *Time of Use*). Está prevista para 2021 a implantação dos preços horários no ambiente de contratação livre e deve-se aproveitar as informações e conhecimentos advindos da implantação desta evolução |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | das tarifas do ACL para avaliar como se comporta a variação de preços da tarifa de energia elétrica neste novo cenário, bem como para que se possa aproveitar este conhecimento agregado para a definição de aprimoramentos dos mecanismos tarifários de consumidores do ACR, incluindo na baixa tensão. Cabe destacar que a operação sombra dos preços horários para o ACL sinaliza a existência de uma demanda elevada por energia elétrica nos períodos diurnos, que precisa ser adequadamente representada nos sinais de preço apresentados à sociedade. Tais sinalizações realistas contribuirão de forma contundente para ações responsivas de gestão de energia por parte dos consumidores de baixa tensão, contribuindo para o alívio da operação e manutenção das redes de baixa tensão, bem como proporcionando a postergação de investimentos em nova infraestrutura de distribuição e transmissão para atendimento da demanda em períodos de maior consumo de energia elétrica pela sociedade.<br><br>De maneira equivalente, modelos tarifários que incorporem sinais locacionais junto à baixa tensão, neste caso de implementação um pouco mais complexa do que a tarifação horária, poderão contribuir significativamente para uma valoração mais realista e justa das tarifas de energia elétrica da baixa tensão. Tal medida complementa, de forma sinérgica, a tarifação horária anteriormente descrita e também serve de adequado sinal econômico e financeiro para fomentar iniciativas de gestão da energia, novas tecnologias (como sistemas de armazenamento de energia) e o desenvolvimento de novos serviços e produtos capazes de minimizar gargalos operacionais, de expansão e de planejamento da infraestrutura de baixa tensão do País.<br><br>Ou seja, propõe-se uma metodologia de valoração, de maneira neutra e completa, dos benefícios e impactos da geração distribuída, considerando aspectos elétricos, energéticos, sociais, ambientais, econômicos e estratégicos, com o objetivo de prover maior embasamento técnico para amadurecer a discussão sobre novos modelos tarifários. Um modelo tarifário que se baseia na tarifação binômia, da forma como aplicada atualmente no SEB, inviabilizaria a geração distribuída para a baixa tensão, impactando negativamente na possibilidade de escolha do consumidor de gerar a sua própria energia a partir de fontes renováveis. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **Análise dos Exercícios Quantitativos**<br>**(p. 161)**<br><br>De modo a ter uma melhor compreensão em relação ao deslocamento da GD sobre a expansão centralizada foram feitos dois exercícios em comparação ao caso com expansão das hidrelétricas sem utilização do potencial em áreas protegidas: uma em que a capacidade instalada da GD é 50% menor em 2050 e outra com expansão 50% maior em 2050. | Apesar da projeção da capacidade instalada em geração distribuída até 2050, a EPE faz apenas duas variações na análise de sensibilidade desta capacidade instalada média, expandindo ou reduzindo o total de 49.888 MW em 50% em 2050. Recomenda-se a inclusão da análise sobre o número de sistemas ou acessantes em 2030, 2040 e 2050.<br><br>Adicionalmente, a ABSOLAR recomenda o estabelecimento de uma meta nacional de 1 milhão de telhados fotovoltaicos instalados até 2022 e 5 milhões até 2030, como programas de governo para o desenvolvimento da geração distribuída solar fotovoltaica no País. Seria importante citar explicitamente no PNE o número total de sistemas e acessantes previstos nas próximas décadas e vincular o exercício de sensibilidade a essas projeções, incluindo informações como nível de penetração da GDFV no atendimento da baixa tensão (em energia elétrica), levando em consideração o aumento orgânico do número de consumidores do mercado regulado.<br><br>O crescimento das aplicações de GD em sistemas isolados (off-grid), impulsionado pelos programas Luz para Todos e Mais Luz para a Amazônia, também deveria ser avaliado num horizonte de longo prazo, considerando uma meta nacional de universalização do acesso à energia elétrica para a população brasileira. |
| **Recomendações**<br>**(p. 162)**<br><br>1. Estabelecer transição de modelo de compensação integral para modelo com correta sinalização dos custos associados à expansão da GD.<br><br>A adequada cobrança pelo uso da rede de micro e minigeradores passa pela correta sinalização de custos associados à expansão da GD, em substituição ao modelo de compensação integral com cobrança volumétrica. Além disso, se, por um lado, o ajuste do modelo de compensação deve reduzir a atratividade financeira do investimento para os geradores, por outro lado, a remuneração | Diante do compromisso público assumido pelo Congresso Nacional de estabelecer um marco legal estável, previsível, equilibrado e transparente para o avanço da geração distribuída a partir de fontes renováveis no Brasil, faz-se necessária uma concatenação do cronograma de revisão da REN 482/2012 com o referido dispositivo legal a ser disciplinado pelo Poder Legislativo Federal.<br><br>É importante garantir a necessária estabilidade jurídica, regulatória, previsibilidade de regras e redução da percepção de risco do mercado de geração distribuída solar fotovoltaica, respeitando, no entanto, o protagonismo e a liderança assumidos pelo Congresso Nacional, representante máximo da sociedade brasileira. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| relativa ao valor locacional e demais serviços ancilares podem mais do que compensar tal movimento. Por fim, a venda de excedentes do gerador distribuído no mercado livre, a entrada do preço horário, a possibilidade de competição no varejo de eletricidade, a participação em mercados de serviços ancilares, por exemplo, trariam um novo cenário para a expansão da geração distribuída no setor elétrico brasileiro. | A ABSOLAR reforça a importância de que esta avaliação leve em consideração os benefícios da geração distribuída solar fotovoltaica à sociedade brasileira, de modo a garantir um tratamento justo à GD em território nacional.<br><br>A ABSOLAR propõe a modificação do atual modelo de compensação para um que continue com o incentivo e a redução de barreiras à GD, proporcionando um crescimento robusto e sustentável a esta inovação positiva e desejada pela sociedade brasileira, uma vez que:<br><br>• A GD se insere e é parte integrante da política energética vigente, promovendo valiosos benefícios ao SEB e à sociedade;<br>• Considerando o arcabouço legal e regulatório atual, a GD por fontes incentivadas é elegível à redução da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD);<br>• Além disso, a GD possui atributos que fornecem serviços elétricos ao SEB, tornando-a elegível a reduções em outras componentes tarifárias também, garantindo a correta valoração de atributos e justa alocação de custos da GD; e<br>• Por fim, o período de transição para qualquer mudança do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) bem como os respectivos gatilhos de alteração, devem estar alinhados com os princípios da previsibilidade, segurança jurídica e estabilidade regulatória.<br><br>Com base neste racional conceitual, a ABSOLAR apresenta a seguinte proposta, enviada por meio da Consulta Pública nº 025/2019, para o aprimoramento do SCEE e da valoração da energia elétrica injetada na/ rede pela GD: |

<table>
<tr><th>Item PNE 2050</th><th>Contribuições ABSOLAR</th></tr>
<tr><td></td><td>


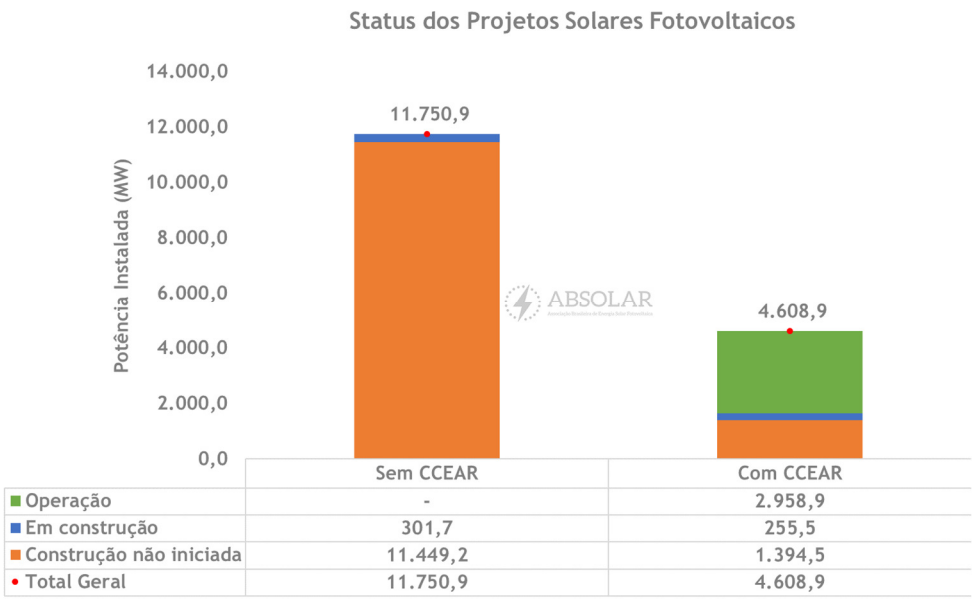
Resumo da proposta da ABSOLAR para a revisão do SCEE da REN 482/2012.
</td></tr>
<tr><td>Recomendações<br>(p. 162)<br>(NOVO ITEM)</td><td>Como recomendações para a alavancagem econômica do País por meio do incentivo à geração distribuída solar fotovoltaica, a ABSOLAR propõe:<br><br>• Ampliar o acesso a crédito para geração distribuída solar fotovoltaica:<br>○ Melhorar as condições de financiamento ao mercado;<br>○ Estabelecer um fundo garantidor para projetos de geração distribuída solar fotovoltaica;<br>○ Reconhecer a geração distribuída solar fotovoltaica como investimento em infraestrutura, permitindo o acesso às debentures de infraestrutura e debêntures de infraestrutura incentivada (via REIDI);<br>○ Simplificar o processo de enquadramento de projetos de geração distribuída solar fotovoltaica (até 5 MW) no REIDI; e</td></tr>
</table>

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | ○ Permitir, por prazo determinado, o uso de recursos do FGTS para o financiamento de geração distribuída solar fotovoltaica.<br>• Ampliar o acesso à energia solar fotovoltaica por meio de ações, programas e iniciativas do governo nas áreas de universalização e eficiência energética, com recursos já disponíveis e alocados para tais finalidades, incluindo:<br>○ Programa Casa Verde e Amarela;<br>○ PROCEL;<br>○ Programa de Eficiência Energética da ANEEL;<br>○ Programa Luz para Todos;<br>○ Programa Mais Luz para a Amazônia;<br>○ Conta de Consumo de Combustíveis (CCC); e<br>○ Instalação de sistemas solares fotovoltaicos em consumidores de baixa renda.<br>• Incluir sistemas solares fotovoltaicos nas linhas de financiamento dos programas para o agronegócio:<br>○ Plano Safra;<br>○ AgroNordeste;<br>○ Plano ABC; e<br>○ Programa ABC.<br>• Corrigir o Artigo 8º da Lei nº 13.169/2015, permitindo a isenção de PIS/COFINS para todas as modalidades de geração distribuída (isonomia).<br>• Estabelecer ambiente de negócios favorável para a atração de investimentos e empregos pela geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil:<br>○ Aprimorar a Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST; e<br>○ Fiscalizar, punir e prevenir descumprimentos e abusos pelas distribuidoras frente à GD.<br><br>É fundamental que a EPE e o MME passem e incorporar tais análises e dados em suas avaliações, políticas, programas e demais iniciativas de interesse público e setorial. |

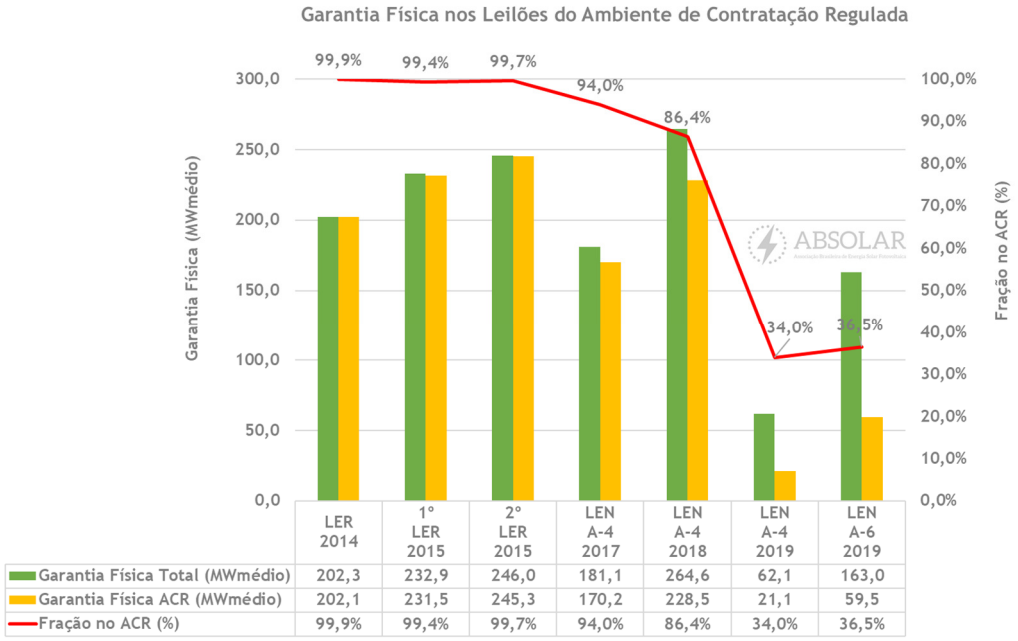
# VI. ANEXO

## I. Hipóteses Gerais

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **(página. A-3)**<br><br>**I. Hipóteses Gerais**<br><br>11. Término de contrato: As usinas cujos contratos terminam durante o horizonte têm o seguinte tratamento, por tecnologia:<br>• UHEs e Nucleares são mantidas por todo o período analisado;<br>• Eólica e Solar PV são retiradas do portfólio;<br>• Biomassa, Gás Natural e Carvão são ofertadas por 40% do CAPEX, apenas nos 2 anos subsequentes.<br>  • As UTEs a óleo Diesel e óleo combustível, que atualmente somam 5,2 GW, serão retiradas do<br>  • sistema até 2030, não se considerando a possibilidade de recontratação. | A EPE considera, para a análise no PNE 2050, a vida útil das usinas solares fotovoltaicas em conformidade com o prazo de contrato no mercado regulado, de vinte anos. Entretanto, de acordo com o § 2º do Art. 11º da Resolução Normativa nº 876, de 10 de março de 2020 (REN 876/2020), a duração de uma outorga para usina solar fotovoltaica é de trinta e cinco anos.<br><br>Conforme bem colocado pela EPE no Capítulo 3, específico de energia solar fotovoltaica, é importante que se leve em consideração que estes equipamentos tem uma longa vida útil, já que o prazo de 25 anos é considerado como garantia para geração de 80% do valor nominal do equipamento (garantia de performance) e, mesmo após este prazo, não há empecilhos para que este sistema continue em atividade. De fato, há sistemas solares fotovoltaicos em operação há mais de 30 ou 40 anos, ininterruptamente.<br><br>Sendo assim, a ABSOLAR recomenda que a EPE ajuste o período de vida útil das usinas solares fotovoltaicas centralizadas para pelo menos trinta e cinco anos, em linha com o seu prazo de outorga.<br><br>Assim sendo, mesmo após o término do contrato da usina no ACR, não há empecilhos para que este empreendimento continue a comercializar energia a preços extremamente competitivos no ACL até que aconteça o seu descomissionamento, ou o término do seu período de outorga. Mediante um retrofit (repotenciação), uma usina solar fotovoltaica pode ser mantida em operação comercial por muitos anos além dos 20 anos iniciais de seu contrato.<br><br>Adicionalmente, com o ganho de competitividade da fonte solar fotovoltaica no ACL e com a contratação no ACR abaixo das expectativas de mercado, a partir do ano de 2019, tem-se observado um volume considerável de projetos outorgados sem Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR). |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Status dos projetos solares fotovoltaicos por modo de contratação.**<br><br>Segundo mapeamento da ABSOLAR, com base em dados oficiais, existem mais de 11.750,9 GW de projetos outorgados sem CCEAR, um volume mais de duas vezes e meia superior a potência outorgada com CCEAR, mostrando a grande relevância do ACL para o setor solar fotovoltaico. |

| | Sem CCEAR | Com CCEAR |
|---|---|---|
| Operação | - | 2.958,9 |
| Em construção | 301,7 | 255,5 |
| Construção não iniciada | 11.449,2 | 1.394,5 |
| Total Geral | 11.750,9 | 4.608,9 |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| |  |

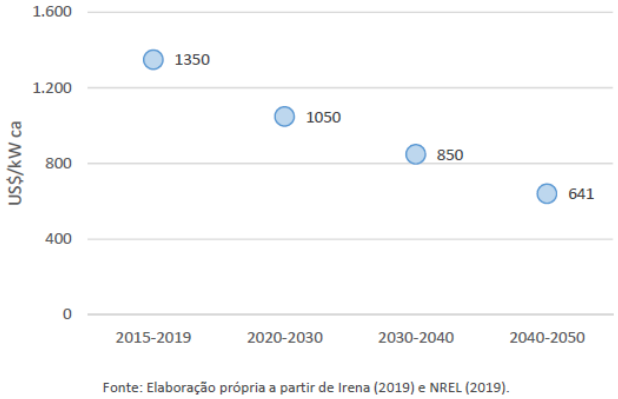


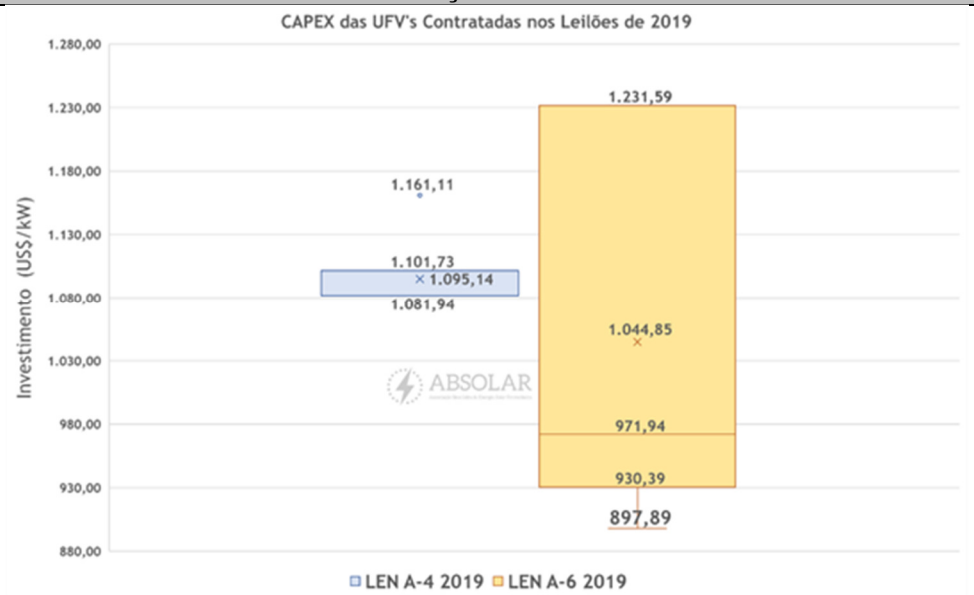
| | LER 2014 | 1° LER 2015 | 2° LER 2015 | LEN A-4 2017 | LEN A-4 2018 | LEN A-4 2019 | LEN A-6 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Garantia Física Total (MWmédio) | 202,3 | 232,9 | 246,0 | 181,1 | 264,6 | 62,1 | 163,0 |
| Garantia Física ACR (MWmédio) | 202,1 | 231,5 | 245,3 | 170,2 | 228,5 | 21,1 | 59,5 |
| Fração no ACR (%) | 99,9% | 99,4% | 99,7% | 94,0% | 86,4% | 34,0% | 36,5% |

**Garantia física comprometida com o ACR por leilão.**

De maneira complementar, mesmo os projetos contratados no ACR, têm destinado uma parcela menor de sua garantia física ao mercado regulado, atingindo patamares inferiores a 37% nos leilões de 2019.

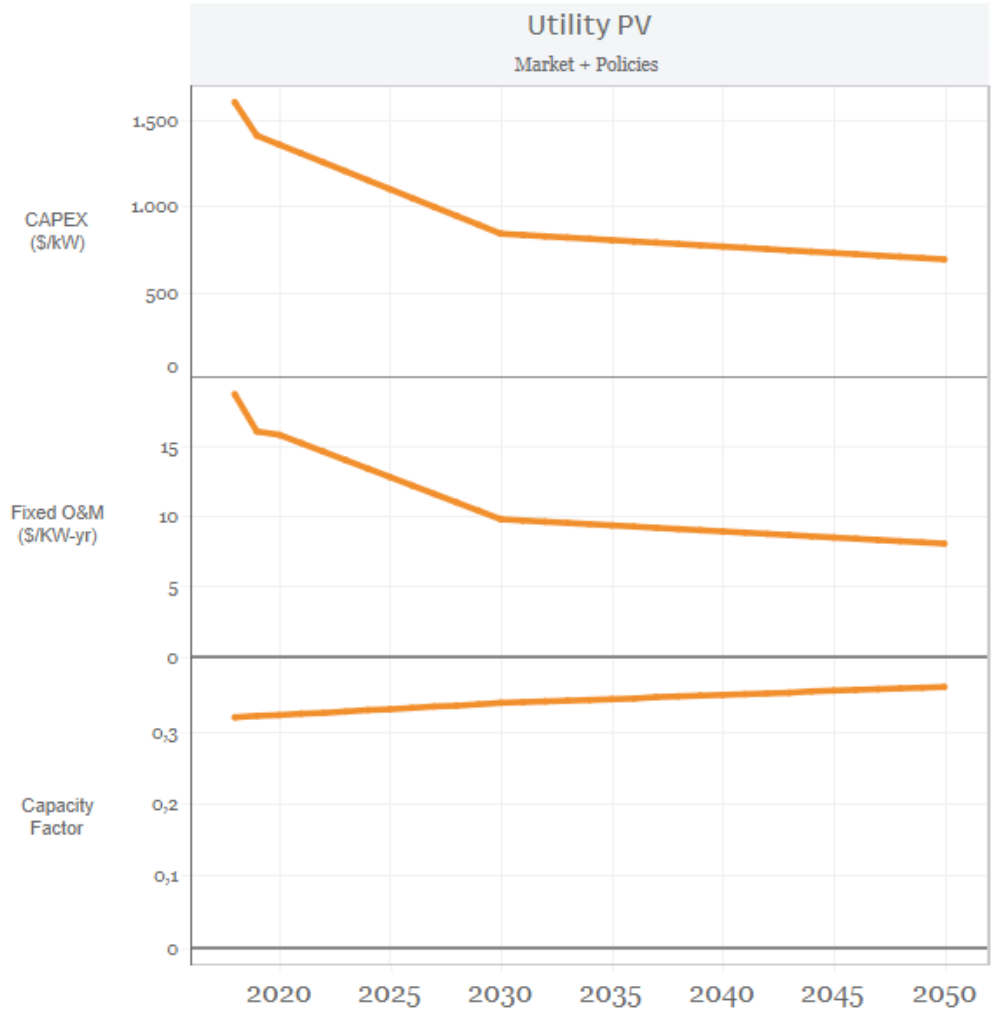
Sendo assim, dada a crescente relevância do ACL para a fonte solar fotovoltaica, a ABSOLAR recomenda que a EPE ajuste o período de vida útil das usinas solares fotovoltaicas centralizadas para pelo menos trinta e cinco anos, em linha com o seu prazo de outorga.

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| **4. Solar**<br><br>**a) Fotovoltaica (página A-7)**<br><br>• Potencial considerado: 307 GWp na faixa de irradiação 6.000-6.200 Wh/m2.dia. | Conforme mencionado anteriormente, o potencial de 307 GW considera apenas as áreas com melhor recurso solar fotovoltaico; a restrição de 6,0 a 6,2 kWh/m².dia não é adequada para representar o potencial solar brasileiro. O país conta com recurso solar muito superior ao de outros países que fazem uso da tecnologia e é preciso mostrar o potencial de forma completa, atualizando o valor de 28.519 GW apresentado pela própria EPE em 2016. |
| **a) Fotovoltaica (página A-7)** | Além das premissas referentes à geração centralizada solar fotovoltaica, referida como "energia solar" no documento, recomenda-se incluir as premissas para os segmentos de geração distribuída e sistemas isolados (*off-grid*). A proposta se justifica pelo fato de que cada solução fotovoltaica é composta por um conjunto diferente de equipamentos e tecnologias e tem, portanto, CAPEX e OPEX diferentes na vida útil dos projetos. |
| • Curva de Custo:<br><br><br>Fonte: Elaboração própria a partir de Irena (2019) e NREL (2019).<br>**Figura A.4 – CAPEX de Usina Solar FV - Rastreamento 1 eixo** | A ABSOLAR recomenda a incorporação explícita nas análises da fonte solar fotovoltaica no PNE dos valores calculados para os preços-médios de venda da energia da fonte, em R$/MWh, permitindo uma comparação objetiva pelo setor com os dados de mercado hoje aplicados.<br><br>A ABSOLAR realizou um levantamento dos projetos contratados no LEN A-4 2019 e LEN A-6 2019, com dados de investimentos oficiais divulgados pela CCEE, corrigidos pelo valor do dólar da data do respectivo leilão. Este levantamento, mostra que os valores projetados pela EPE para o horizonte de 2020-2030 já são uma realidade no setor solar fotovoltaico, conforme figura abaixo: |

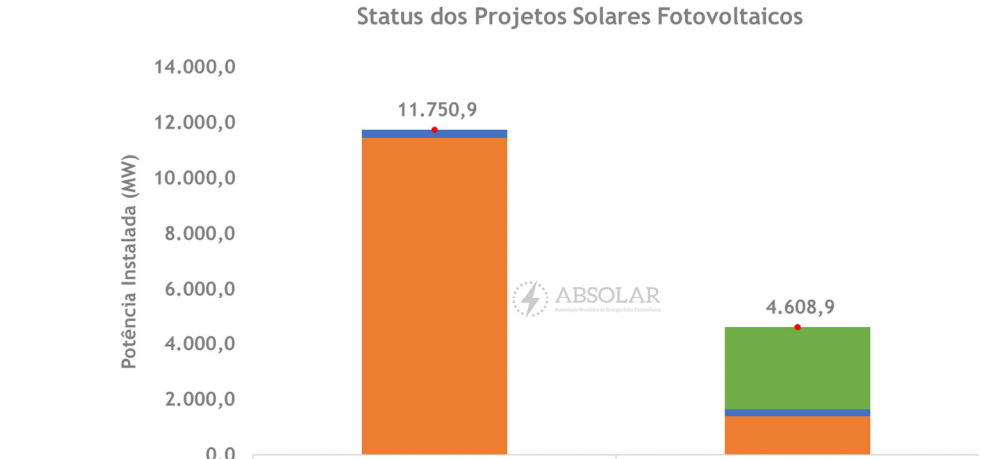
| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Fonte: ABSOLAR / CCEE, 2019. Última atualização: 01/10/2020. Preço em dólar calculado a partir da cotação na data do leilão.**<br><br>O LEN A-6 2019 registrou projetos vencedores com valores de CAPEX muito próximos aos esperados no horizonte 2030-2040, evidenciando a necessidade de ajuste das premissas utilizadas no PNE 2050.<br><br>Dado o exposto, a ABSOLAR recomenda a revisão dos valores de CAPEX utilizados no documento. A medida proporciona maior transparência nas análises, permitindo aos agentes e ao setor avaliar, criticamente e detalhadamente, as premissas adotadas pelo PNE 2050 em seus modelos matemáticos, comparando-as com os dados mais recentes do setor e do mercado, em busca de premissas cada vez mais realistas frente à rápida evolução da tecnologia e seu ganho de competitividade no Brasil. |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | Neste sentido, cabe mencionar o recente estudo da NREL de 2020, mostrando novas curvas de custo do preço da fonte, a partir de análise técnico-econômica usando projeções do mercado até 2050. A projeção parte dos mesmos valores de CAPEX contemplados pelo PNE para 2019, mas prevê um ritmo mais elevado de ganho de eficiência de módulos em comparação aos anos anteriores, resultando em uma queda no custo de capital superior a 50% entre 2020 e 2030, nos cenários conservador e intermediário. O gráfico de CAPEX abaixo aponta a tendência, o que favorece o papel da fonte solar fotovoltaica no planejamento de longo prazo[19]. |

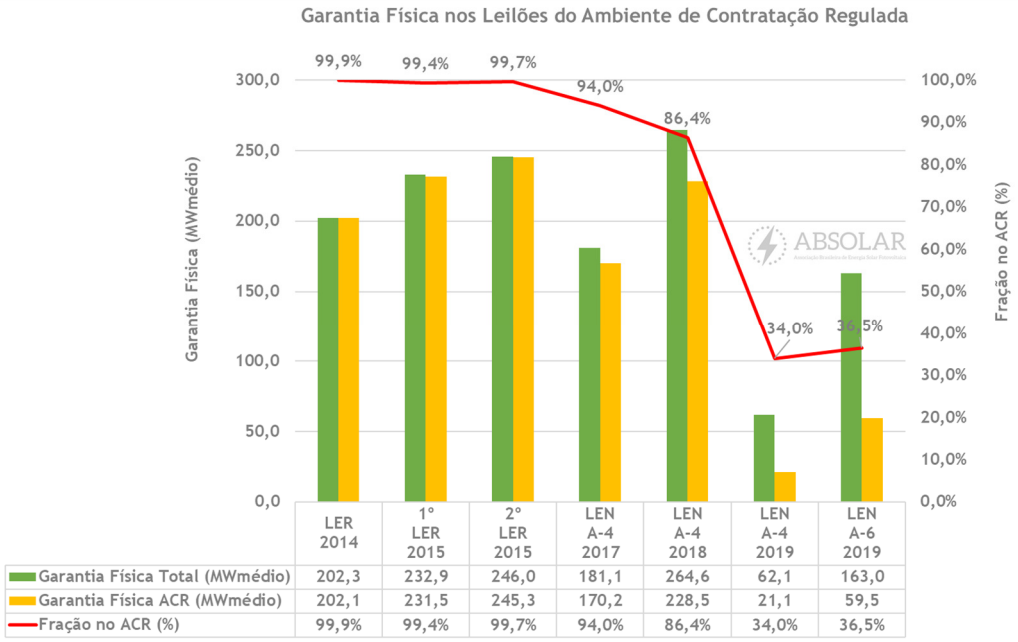
[19] NREL (2020) – Annual Technology Baseline. Disponível em https://atb.nrel.gov/

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| |  |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | **Projeções de valor de parâmetro por cenário.** |
| **Parâmetros:**<br>• (...)<br>• Vida útil: 20 anos | A EPE considera, para a análise no PNE 2050, a vida útil das usinas solares fotovoltaicas em conformidade com o prazo de contrato no mercado regulado, de vinte anos. Entretanto, de acordo com o § 2º do Art. 11º da Resolução Normativa nº 876, de 10 de março de 2020 (REN 876/2020), a duração de uma outorga para usina solar fotovoltaica é de trinta e cinco anos.<br><br>Conforme bem colocado pela EPE no Capítulo 3, específico de energia solar fotovoltaica, é importante que se leve em consideração que estes equipamentos tem uma longa vida útil, já que o prazo de 25 anos é considerado como garantia para geração de 80% do valor nominal do equipamento (garantia de performance) e, mesmo após este prazo, não há empecilhos para que este sistema continue em atividade. De fato, há sistemas solares fotovoltaicos em operação há mais de 30 ou 40 anos, ininterruptamente.<br><br>Assim sendo, mesmo após o término do contrato da usina no ACR, não há empecilhos para que este empreendimento continue a comercializar energia a preços extremamente competitivos no ACL até que aconteça o seu descomissionamento, ou o término do seu período de outorga. Mediante um retrofit (repotenciação), uma usina solar fotovoltaica pode ser mantida em operação comercial por muitos anos além dos 20 anos iniciais de seu contrato.<br><br>Adicionalmente, com o ganho de competitividade da fonte solar fotovoltaica no ACL e com a contratação no ACR abaixo das expectativas de mercado, a partir do ano de 2019, tem-se observado um volume considerável de projetos outorgados sem Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR). |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Status dos projetos solares fotovoltaicos por modo de contratação.**<br><br>Segundo mapeamento da ABSOLAR, com base em dados oficiais, existem mais de 11.750,9 GW de projetos outorgados sem CCEAR, um volume mais de duas vezes e meia superior a potência outorgada com CCEAR, mostrando a grande relevância do ACL para o setor solar fotovoltaico. |

| | Sem CCEAR | Com CCEAR |
|---|---|---|
| Operação | - | 2.958,9 |
| Em construção | 301,7 | 255,5 |
| Construção não iniciada | 11.449,2 | 1.394,5 |
| Total Geral | 11.750,9 | 4.608,9 |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | <br>**Garantia física comprometida com o ACR por leilão.**<br><br>De maneira complementar, mesmo os projetos contratados no ACR, têm destinado uma parcela menor de sua garantia física ao mercado regulado, atingindo patamares inferiores a 37% nos leilões de 2019.<br><br>Sendo assim, dada a crescente relevância do ACL para a fonte solar fotovoltaica, a ABSOLAR recomenda que a EPE ajuste o período de vida útil das usinas solares fotovoltaicas de grande porte para pelo menos trinta e cinco anos, em linha com o seu prazo de outorga. |
| Cenários 1. e 36. Estagnação | As premissas, bem como os resultados apresentados no cenário Estagnação, não são válidos para a economia e matriz elétrica brasileiras, estando já inferiores aos valores observados para a matriz atual do País. Desta forma, recomenda-se a exclusão destes |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | exercícios e cenários de análise, uma vez que acabam por desvalorizar o documento e o importante trabalho da EPE, já que contrastam de maneira profunda às premissas e análises relevantes nos demais cenários. |
| Cenários 2. e 37. Matriz 100% Renovável | Em um cenário baseado apenas em fontes renováveis, entendemos que a fonte solar fotovoltaica centralizada deveria apresentar crescimento maior do que o registrado em comparação a eólica, na qualidade de fonte mais competitiva nos leilões de energia nova, bem como pelo alinhamento entre oferta e demanda horária nos horários de maior necessidade do sistema elétrico brasileiro.<br><br>Conforme análise conservadora realizada pela ABSOLAR e apresentada no item 3 específico sobre energia solar fotovoltaica desta contribuição, alocando-se o mesmo montante de energia elétrica igualitariamente entre as fontes solar fotovoltaica (50%) e eólica (50%), dadas características técnicas de despachabilidade e flexibilidade semelhantes entre as fontes, os consumidores obteriam, apenas no ano de 2050, uma economia significativa, de mais de R$ 2,4 bilhões por ano. Alocando-se 70% do montante de energia elétrica para a fonte solar fotovoltaica e 30% para a fonte eólica, tal economia seria ainda maior, ultrapassando a marca de R$ 4,0 bilhões por ano. Estes dados evidenciam a necessidade de ajuste na metodologia utilizada pela EPE, de modo a capturar os avanços de competitividade da fonte solar fotovoltaica em prol de menores preços médios aos consumidores brasileiros. |
| Cenários 3 e 38: Matriz Elétrica com expansão a partir de tecnologias não emissoras de GEE | Analogamente aos argumentos expostos no item anteriores, na qualidade de fonte mais competitiva nos leilões e considerando seu potencial de redução de GEE, a fonte solar fotovoltaica centralizada apresenta baixa participação em comparação à fonte eólica.<br><br>A ABSOLAR recomenda uma reavaliação das distribuições entre as fontes nestes cenários, com base nas premissas atualizadas de preços médios de oferta de energia elétrica aos consumidores brasileiros. |
| Cenários 9, 10, 11, 44, 45 e 46: Integração Elétrica com países da América do Sul | As projeções da geração centralizada solar fotovoltaica variam entre 28.450 a 44.334 MW enquanto a fonte eólica apresenta capacidade instalada entre 96.659 e 147.446 MW nestes mesmos cenários, ou valores três vezes superiores. Considerando os argumentos econômicos apresentados nos dois itens anteriores, recomenda-se que o segmento de geração centralizada tenha sua participação revista e ampliada nos referidos exercícios. |
| Cenários 12 e 47: Frota de veículos leves integralmente elétrica em 2050 | A geração solar fotovoltaica apresenta grande sinergia com o abastecimento veicular, principalmente em aplicações de geração distribuída. Esta sinergia não é refletida nos |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | cenários considerados, nos quais a geração centralizada apresenta 27.796 e 43.015 MW, ou valores inferiores à média identificada nos demais cenários. Recomendamos a revisão destes exercícios, com ampliação da participação da geração solar fotovoltaica centralizada. |
| Cenários 14 e 49: Capacidade Instalada Total de Eólica e de PV Solar limitada a 50 GW (cada uma) no horizonte | Não foi explicitado o racional técnico, climático ou a conjuntura política ou econômica para a limitação simultânea das capacidades eólica e solar. Consideramos que um cenário de restrição simultânea das fontes eólica e solar não deveria ser sequer contemplado, considerando as condições técnicas e de economicidade de ambas as fontes, bem como suas relevantes contribuições socioambientais ao País. |
| Cenários 15 e 50: Capacidade Instalada Total de PV Solar limitada a 50 GW no horizonte | Não foi explicitado o racional técnico ou a conjuntura política ou econômica para a limitação da capacidade solar em um cenário. No sentido de potencializar o papel da geração centralizada na matriz brasileira, a ABSOLAR recomenda a inclusão de dois novos cenários dentre as análises de sensibilidade: (i) garantir que a fonte solar fotovoltaica corresponda a, no mínimo, 70% do montante de energia elétrica (MWh) contratado entre as fontes solar e eólica nos próximos leilões. A competitividade da fonte solar, poderá propiciar uma importante redução de custos aos consumidores brasileiros, e (ii) um cenário sem limite máximo de contratação da fonte solar fotovoltaica (tanto para a GCFV, quanto para a GDFV) aplicando os preços-médios de venda de energia elétrica observados no ano de 2019 como parâmetro para a competitividade fonte. A acredita que há um espaço considerável para que a fonte apresente um ponto novo ótimo em relação ao volume de contratação, superior aos limites estabelecidos atualmente nos cenários do PNE 2050. |
| Cenários 20, 21, 22, 23, 26, 55, 56, 57, 58 e 61: Redução de CAPEX de Usinas Nucleares e Termelétricas a Carvão | Sugerimos a incorporação de simulações de variação de parâmetros econômicos (ganhos expressivos de competitividade) das fontes renováveis, em especial no caso da fonte solar fotovoltaica e da fonte eólica, bem como das tecnologias de armazenamento de energia elétrica, especialmente considerando-se o histórico contundente de redução dos preços destas fontes e tecnologias. Tal abordagem foi aplicada neste PNE 2050 a tecnologias termelétricas a carvão e usinas nucleares, mesmo que esta evolução tecnológica não esteja sendo observada na prática. |
| Cenários 28 e 63: Capacidade Instalada de GD limitada a 25 GW em 2050 | A ABSOLAR recomenda a exclusão deste cenário, já que o crescimento da geração distribuída acontece por meio de escolhas dos consumidores e uma limitação artificial do crescimento deste segmento não estaria em linha com a agenda de liberalização de mercado do Governo Federal e do setor elétrico, nem reforçaria o papel do consumidor como agente ativo no setor elétrico brasileiro, representando um retrocesso à |

| Item PNE 2050 | Contribuições ABSOLAR |
|---|---|
| | modernização do setor e um sinal de desincentivo à atração de investimentos, empregos e novos negócios no País. |
| **Proposta de novos cenários (NOVO ITEM)** | Como sugestões adicionais de análises de sensibilidade e exercícios para a próxima edição do PNE 2050, propõe-se:<br>• Equilíbrio de fontes variáveis solar fotovoltaica centralizada e eólica com 50% de geração para cada;<br>• Distribuição de fontes variáveis de 70% da geração para solar fotovoltaica centralizada e 30% para eólica;<br>• Antecipação do cenário de eletricidade 100% renovável para os anos de 2030 e 2040;<br>• Cenário energético carbono neutro em 2050: Considerando o uso de fontes fósseis no setor industrial e de transportes, esta projeção é extremamente relevante para esclarecer o compromisso do Brasil com as metas de descarbonização nos próximos 30 anos;<br>• Economia total decorrente de cenário energético carbono neutro em 2050: De forma análoga à proposta do cenário carbono neutro energético, busca-se mensurar a economia registrada com a opção por fontes renováveis em 2050, considerando-se todos os setores de consumo;<br>• Cenário energético considerando um orçamento máximo de emissões de $CO_2$ equivalente até 2050. |