

Introdução

O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) é um documento informativo voltado para toda a sociedade, bem como aos agentes e investidores, com uma indicação, e não determinação, das perspectivas de expansão futura do setor de energia sob a ótica do Governo. Tal expansão é analisada a partir de uma visão integrada para os diversos energéticos, além da energia elétrica, no horizonte de 10 anos. Para agentes e investidores, o PDE facilita o acesso à informação relevante para a tomada de decisões.

O PDE também é instrumento de comunicação e apoio ao planejamento do setor de energia para identificar e investigar as estratégias indicativas para a expansão da oferta de energia nos próximos anos e as sinergias entre os setores, com benefícios em termos de aumento de confiabilidade, redução de custos de produção e redução de impactos ambientais.

O PDE é construído com base nas dimensões mais importantes associadas ao planejamento energético: econômica, estratégica e social.

Na dimensão econômica, o PDE visa apresentar a visão das necessidades energéticas sob a ótica do planejamento para permitir o desenvolvimento da economia nacional e, por conseguinte, a competitividade do País. Na dimensão estratégica, os estudos do PDE destacam o melhor aproveitamento dos recursos energéticos nacionais, dentro de uma visão de médio e longo prazo e encorajando a integração regional. Por fim, na dimensão social, a expansão da oferta de energia deve ser feita com acesso a toda população brasileira, e considerando seriamente os aspectos socioambientais.

Nesse sentido, são elementos típicos do PDE:

- Análise da segurança energética do sistema;
- Balanço de oferta e demanda de garantia física;
- Disponibilidade de combustíveis, em particular do gás natural;

- Cronograma dos estudos de inventário de novas bacias hidrográficas; e
- Recursos e necessidades identificados pelo planejador para o atendimento à demanda.

O PDE é construído sob hipóteses prédefinidas e os desafios envolvidos na construção dessas são muitos e complexos. Adicionalmente, o plano precisa ser ancorado em critérios coerentes para a elaboração de uma estratégia de expansão, mantendo-se a compatibilidade com o marco regulatório vigente .

Reconhece-se a incerteza envolvida em qualquer visão de futuro, especialmente no atual momento da quadro nacional. Dessa forma, o PDE não deve ser lido como um plano estático que determina o que vai acontecer, justamente pelas incertezas envolvidas no processo de planejamento.

Uma forma de considerar incertezas na construção do plano é representá-las através de cenários e construir um único plano sob incerteza em relação a esses cenários. O PDE 2026 ainda não apresenta esse paradigma, mas traz uma nova abordagem para reconhecer estas incertezas. No PDE 2026 há a construção de uma trajetória de referência – realização de um conjunto de incertezas – e apresentamos análises de sensibilidade, às quais nos referimos como cenários what-if. Essas análises objetivam fornecer à sociedade a resposta do planejamento a alterações em variáveis-chave da trajetória de referência (ou hipóteses subjacentes), conforme o interesse de cada tema, mantendo-se as demais características inalteradas.

Além disso, os cenários *what-if* são também importantes meios de comunicar, por um lado, a incerteza das escolhas feitas nos estudos de planejamento, bem como avaliar os fatos portadores de futuro mais relevantes. Dessa forma, possibilitam avaliação dos efeitos resultantes de outras hipóteses feitas e a sensibilidade das escolhas feitas.



Assim, os cenários *what-if* analisados no PDE 2026 constituem apenas algumas alternativas de interesse. Certamente, na discussão do PDE 2026 com a sociedade, novas questões podem ser levantadas e análises diferentes podem ser feitas, de acordo com o interesse específico. Entre esta edição e a próxima do PDE, poderão ser realizados novos cenários *what-if*, como exercícios prospectivos que possam lançar luz à evolução do setor de energia e a incerteza que a ronda.

Ao mostrar como o planejamento vislumbra o desenvolvimento do sistema de energia brasileiro sob condições distintas de sua evolução, o PDE fornece importantes sinalizações para orientar as ações e decisões dos agentes no sentido de compatibilizar as projeções de crescimento econômico do país e a necessária expansão de oferta, de forma a garantir à sociedade o suprimento energético com adequados custos, em bases técnica e ambientalmente sustentável.

Por fim, visando discutir a complexidade do planejamento e aumentar a interação com a sociedade, este PDE faz uso de quadros (ou "boxes") que ressaltam mensagens, fazem provocações e buscam trazer a discussão e o livre pensamento para dentro do documento.

O PDE 2026 também passou por um processo de reformatação e redação executiva, com diminuição de sua extensão. Ao buscar maior transparência e diálogo mais direto com o leitor, é importante ressaltar que tal mudança não significou redução do seu conteúdo informacional. Explicações mais detalhadas (por exemplo, sobre a meta de emissões de gases de efeito estufa e a colaboração do setor de produção e uso de energia na meta), bem como as dificuldades associadas aos exercícios prospectivos (por exemplo, a incerteza no crescimento econômico), são explicitadas em boxes ao longo dos capítulos. Além disso, os dados de gráficos e tabelas, as figuras, textos explicativos e notas metodológicas estão disponíveis na página do PDE no site da EPE.

Como de costume, a elaboração pela EPE dos estudos associados ao PDE 2026 se desenvolveu contando com as diretrizes e o apoio da equipe da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento

Energético (SPE/MME) e da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis (SPG/MME).

A preparação do plano foi iniciada em outubro de 2016 e concluída em junho de 2017, prazo este que buscaremos reduzir nas próximas edições. O PDE 2026 incorporou avanços e inovações possíveis nesse período (uma delas é a disponibilidade das planilhas dos dados dos gráficos na página da EPE), ficando outras inovações já identificadas para o próximo plano.

Nesse sentido, contamos com o diálogo sempre franco e direto com a sociedade para que, por meio de seus comentários, críticas e sugestões, o PDE possa se consolidar como a principal referência para o setor de energia, fonte de dados para pesquisas e desenvolvimentos acadêmicos e da sociedade em geral, e exercendo seu papel de estudo técnico que aponte os caminhos para o desenvolvimento energético do país. Assim, sua importância como instrumento de planejamento para o setor energético nacional será reforçada, contribuindo para o delineamento das estratégias de desenvolvimento do país a serem traçadas pelo Governo Federal.

ENFOQUE DOS ESTUDOS

Para os próximos 10 anos, é esperado um crescimento econômico mundial médio de 3,8% ao ano. Dentre os países desenvolvidos, espera-se melhor desempenho da economia americana, enquanto dentre os emergentes, a China manterá sua importância no cenário mundial, ainda que se espere uma desaceleração suave de sua economia.

Com relação à economia brasileira, estima-se que um melhor resultado da economia mundial e a existência de capacidade ociosa são alguns dos fatores que possibilitam a retomada do crescimento econômico brasileiro. Importante ressaltar a grande incerteza a respeito das perspectivas econômicas no horizonte decenal. Seguramente, um crescimento econômico mais forte e sustentável exigirá uma maior capacidade de oferta da economia e menor restrição dos gargalos existentes, com efeitos que podem ser bastante sensíveis no caso do setor energético.



Assim, em um cenário em que o crescimento econômico se dê de forma mais acelerada ou onde a retomada de alguns setores industriais ocorra de maneira mais acentuada, a demanda energética poderá responder de maneira bastante variada. Por sua vez, nesse caso poderá haver impactos pronunciados sobre os requisitos de oferta de energia para atender à demanda energética estimada. Em particular, a evolução da demanda de gás natural estará fortemente condicionada à competitividade deste energético frente a outros energéticos substitutos e do volume de oferta disponível a preços competitivos pelos setores de consumo. A competitividade é avaliada segundo as lógicas de uso por setor e por faixa de consumo, assumindo-se que nesse horizonte o gás natural se mostra competitivo frente a outros energéticos em grande parcela de setores da economia. Em se confirmando a competitividade do gás natural frente a outros energéticos, estima-se que o setor industrial se consolida como principal consumidor de gás natural em 2026, elevando sua participação ao longo do horizonte de estudo.

No capítulo de Geração de Energia Elétrica são apresentados os estudos para a expansão do parque de geração de energia elétrica e das principais interligações entre os subsistemas no horizonte decenal, visando garantir o abastecimento adequado para o crescimento da demanda de energia elétrica do sistema interligado do País.

Para esse capítulo em particular, o PDE 2026 traz novas abordagens para a avaliação da expansão da oferta de energia elétrica, apresentando visões de futuro, em particular mais de um cenário de projeção da demanda de energia elétrica, variações na expansão de referência da oferta de energia, restrições ambientais e diversas análises sobre as condições de atendimento.

Destaque especial deve ser dado à inclusão do Modelo de Decisão de Investimento (MDI) como apoio para a indicação da evolução da expansão da oferta, que sinaliza para a expansão ótima do sistema pela minimização dos custos totais de investimento e operação, em adição aos critérios de risco e economicidade definidos pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Como subproduto desse modelo, também é obtido o custo marginal de expansão.

A partir da análise da expansão indicada pelo MDI são feitos ajustes através de simulações com o Modelo de despacho hidrotérmico Newave. Resultados para avaliações de atendimento à demanda máxima instantânea e análise horária foram também incluídas.

Além do MDI, são também descritos os critérios metodológicos, as premissas e as diretrizes que orientaram as simulações das alternativas de oferta que garantirão o atendimento à carga de energia e demanda de potência de forma segura. Análises comparativas entre os casos, com os Planos de Expansão respectivos, serão feitas, destacando-se as principais diferenças econômicas entre eles.

No capítulo de Transmissão de Energia Elétrica foi dado destaque ao desafio imposto ao planejamento da transmissão, de natureza determinativa, vis-à-vis às incertezas advindas do fato de a expansão da geração ser de caráter indicativo. Nessas condições, o processo de elaboração dos estudos de transmissão reconhece a importância do papel da rede elétrica planejada de proporcionar, além das condições adequadas de confiabilidade da operação e do suprimento elétrico, a flexibilidade necessária em acomodar diferentes estratégias de implantação das fontes de geração.

Ademais, a realidade dos prazos crescentes de implantação das instalações de transmissão, devido a dificuldades de diversas naturezas, faz com que se tenha que adotar no planejamento a postura de antecipar a recomendação dos reforços estruturantes de transmissão no sistema interligado.

Nesse contexto, torna-se fundamental a antecipação dos estudos de planejamento para a harmonização entre os cronogramas de implantação das usinas e dos sistemas de transmissão a elas dedicados, possibilitando uma estratégia combinada de contratação de geração e transmissão, visando evitar os descompassos entre esses cronogramas.

Cabe ressaltar que os planos de transmissão emitidos pela EPE, que consubstanciam os resultados dos mesmos estudos cujos resultados são expostos neste PDE, são, juntamente com as recomendações do ONS para ampliações e reforços da rede, submetidos à aprovação final do MME antes da determinação do conjunto de instalações que serão licitadas ou cuja implantação será diretamente autorizada pela ANEEL às transmissoras.



Vale ainda destacar o aprimoramento metodológico e de ferramental de análise integrada da expansão da geração e transmissão que se julga necessário para contemplar os diversos graus e variáveis de incerteza presentes no processo de planejamento, acrescido da crescente complexidade do sistema elétrico, com a inclusão de montantes crescentes de geração renovável de alta variabilidade, a exemplo das fontes eólicas e solares.

Considerando essas condicionantes, é apresentada a rede elétrica existente e sua expansão nos primeiros seis anos do período decenal a partir dos estudos realizados, bem como uma visão prospectiva dos montantes de instalação previstos para o final do horizonte, o que representa uma evolução de cerca de 135.000 km de linhas em 2016 para 197.000 km em 2026.

No capítulo de Produção de Petróleo e Gás Natural, são abordados tópicos relevantes na Exploração e Produção (E&P), tais como: a previsão de produção de petróleo; previsão de produção de gás natural; a contribuição do pré-sal na produção nacional; evolução da reserva provada e da relação R/P (razão entre reserva provada e produção); além da previsão de investimentos no setor e das demandas por plataformas do tipo UEPs, além do Conteúdo Local na aquisição de bens e serviços.

O processo de elaboração das projeções de produção de petróleo e gás natural deste PDE teve como referência o dia 30 de junho de 2016, data até quando foram incorporadas informações sobre dados de reserva, previsão de produção de campos, dados de áreas em avaliação e dados do Banco de Dados de Exploração e Produção da ANP, dentre outras informações sobre as concessões exploratórias.

As previsões de produção de petróleo e gás natural são elaboradas para Unidades Produtivas (UP) com recursos descobertos, ou seja, com comercialidade declarada ou sob avaliação exploratória, e para UP com recursos não descobertos, com base no conhecimento geológico das bacias sedimentares brasileiras, tanto em áreas já contratadas com empresas quanto em áreas da União, não contratadas.

No caso da produção de recursos da categoria de reservas, um fator importante que influencia fortemente, balizando a previsão nos cinco anos iniciais do plano, são as informações do PAP, previsões de produção das Concessionárias enviadas anualmente à ANP.

Já na segunda metade do decênio, a produção proveniente das reservas sofre forte influência dos volumes excedentes estimados para as concessões da Cessão Onerosa. No PDE 2026, os excedentes da Cessão Onerosa correspondem aos volumes médios do intervalo divulgado para estas concessões, que foram incorporados às reservas, proporcionando o aumento do fluxo da produção.

Por fim, a previsão de produção da reserva, toma também como base as indicações das empresas operadoras sobre a entrada de módulos de produção e outras informações, disponibilizadas em seus planejamentos apresentados ao mercado.

A previsão de produção dos recursos na categoria de contingentes leva em conta que tais unidades, apesar de terem o potencial petrolífero confirmado, ainda estão sob avaliação e não possuem declaração de comercialidade. Uma premissa adotada para todas as unidades desta categoria é a que terão sua comercialidade declarada, aplicando-se um fator redutor relacionado ao risco de comercialidade de cada um dos recursos contingentes.

Um caso atípico considerado entre os recursos contingentes é o prospecto de Libra, contratado em regime de Partilha da produção, que embora ainda não tenha declaração de comercialidade, é considerado livre de risco, possuindo previsão de entrada em produção na segunda metade do decênio, de acordo com o planejamento divulgado pela Petrobras.

As previsões de produção dos recursos não descobertos, tanto em áreas já contratadas com empresas, quanto em áreas da União, são embasadas por premissas relacionadas às estimativas de descoberta, declaração de comercialidade e ao início da produção.

As datas de descobertas dos recursos não descobertos contratados são definidas como sendo



na metade do período exploratório previsto, geralmente com base nos contratos de concessão firmados nas licitações. Assim, as declarações de comercialidade desses recursos são estimadas na metade restante do prazo exploratório, ou seja, entre a data de descoberta e o vencimento do período exploratório. A data para início da produção dos recursos não descobertos é estimada de acordo com o tipo de fluido (óleo ou gás não associado) esperado, com o VRF estimado para a UP, além do ambiente de E&P em que está localizada. Desse modo, a depender destes parâmetros, estima-se uma data para iniciar a produção.

No caso dos recursos não descobertos não contratados, na área da União, prevê-se ainda que as áreas com restrição ambiental, ou seja, consideradas não aptas para atividades de E&P por instrumentos ambientais formais, tem seus volumes correspondentes excluídos das previsões de produção.

No capítulo de Oferta de Derivados de Petróleo, analisam-se as condições de atendimento ao mercado doméstico, ressaltando as necessidades de importação e as possibilidades de exportação de petróleo e seus derivados, e a importância dos investimentos no parque de refino e na infraestrutura logística.

O balanço dos principais derivados indica que o País deverá continuar como importador líquido dos principais derivados, durante todo o horizonte de estudo, com destaque para os grandes volumes importados de nafta, QAV e óleo diesel A. Este fato sinaliza que haverá espaço para construção de novas refinarias até 2026, ainda que existam poucos investimentos projetados para o período. Cumpre ressaltar que o PDE 2024 continha projeções de investimentos em *downstream* mais significativos que o atual. Os principais impactos de eventual realização de investimentos incrementais em refinarias existentes também são avaliados.

Destaca-se, ainda, que o mercado nacional de derivados médios (QAV e óleo diesel A), assim como sinalizado no PDE 2024, permanecerá deficitário durante todo o horizonte decenal. O óleo diesel A, derivado com maior mercado no Brasil, apresentará também o maior volume de importação no período considerado. As importações de GLP decrescerão ao

longo do decênio, principalmente pelo crescimento da produção das UPGNs, porém em valores inferiores ao PDE 2024. O balanço entre a oferta e a demanda de gasolina A sinaliza períodos em que o País atuará no limiar da autossuficiência ou como importador deste derivado. No PDE 2026, as incertezas associadas à demanda do Ciclo Otto foram analisadas a cenários do tipo what-if, associados a um menor e um maior volume de consumo de gasolina A. A produção de óleo combustível, que permanece com excedentes ao longo de todo o período de análise, atenderá suficientemente a todo o mercado opcional de bunker para navios estrangeiros. Destacam-se, neste estudo, mudanças significativas quanto às especificações (teor de enxofre) de diversos derivados (óleo diesel A, bunker), comparativamente ao PDE 2024. O quadro de maior movimentação de petróleo e derivados poderá exigir maior atenção em relação à infraestrutura e logística do País para garantir do abastecimento em todo o território nacional.

Prevê-se, para o próximo decênio, um papel mais relevante para o Brasil no mercado mundial de petróleo, atuando como exportador líquido deste produto, em função da produção em campos já delimitados e do desenvolvimento da produção das acumulações descobertas na área do pré-sal.

No capítulo de Oferta de Gás Natural, são apresentados os resultados dos estudos da evolução do balanço de demanda e oferta de gás natural e de sua estrutura no período de 2017 a 2026. Inicialmente, discorre-se sobre a infraestrutura existente e em construção. A seção de projeção de preços de gás natural apresenta a faixa mais provável de preços nacionais, entre outras projeções de preços. O capítulo apresenta ainda, a perspectiva de oferta de gás natural seco no Brasil (composto pela oferta nacional e pelo gás natural importado), o balanço entre a demanda e a oferta de gás natural da malha integrada e, ainda, a simulação termofluidohidráulica para a malha integrada de gasodutos de transporte. Finalmente. são apresentadas estimativas dos investimentos previstos, no decênio estudo, para projetos de expansão da infraestrutura de transporte de gás natural no País.

No capítulo de Oferta de Biocombustíveis, as análises já refletem os sinais positivos advindos do RenovaBio, iniciativa lançada pelo Ministério de



Minas e Energia, que visa expandir a produção de biocombustíveis no Brasil.

Estima-se que haverá expansão da oferta de etanol no próximo decênio, visando suprir tanto o mercado brasileiro quanto o internacional. O mercado nacional de etanol carburante deverá continuar sua trajetória de expansão nos próximos 10 anos, para o atendimento à demanda do Ciclo Otto. No mercado internacional, estima-se um crescimento marginal das exportações brasileiras, devido à manutenção das tendências protecionistas dos mercados, adiamento das metas de usos de biocombustíveis em diversos países, adoção de tecnologias mais eficientes e preocupação com a independência energética.

horizonte No decenal, espera-se que investimentos nos principais indicadores deste segmento, adicionados aos sinais produtivos provenientes de políticas públicas como o RenovaBio, desdobrem-se em aumento competitividade do etanol frente à gasolina. Na área industrial, três fatores deverão proporcionar o crescimento da oferta de etanol: ocupação de capacidade ociosa de moagem e expansão das unidades existentes, além da implantação de novas unidades produtoras. Nesse contexto, vislumbram-se empreendimentos direcionados a facilitar e reduzir os custos de transporte e armazenagem de etanol.

Buscando antecipar possíveis ameaças ao abastecimento nacional de combustíveis para os veículos leves, foi realizada uma análise de sensibilidade para a Oferta de Etanol, considerando um cenário menos favorável para o setor sucroenergético. Para tal, reduziu-se a diferenciação tributária entre a gasolina e o etanol, adotada como referência para a oferta de biocombustíveis desse plano, que considera os sinais positivos do RenovaBio.

Os resíduos da indústria sucroenergética destacam-se como fonte de energia para o processo produtivo e de excedente de eletricidade para a comercialização. Neste estudo, são apresentadas a avaliação da quantidade de energia já contratada pelo setor elétrico, a análise de seu potencial técnico e a projeção de oferta de bioeletricidade, a partir do comportamento histórico da geração advinda do bagaço. Evidencia-se que há um montante

significativo a ser explorado, apontando para uma inserção crescente da bioeletricidade na matriz elétrica nacional.

As prospecções que contemplam participação do biodiesel para os próximos 10 anos consideram o atendimento à mistura mandatória, para o que será necessária a produção de volumes crescentes do biocombustível. Os percentuais de mistura ao diesel fóssil variarão de 7% a 10%, conforme a legislação em vigor até 2025, quando este teor se elevará a 11%, visando o atendimento da NDC do Brasil, no âmbito do Acordo de Paris. Para atendimento desta demanda, foi analisada a disponibilidade de insumos, assim como a capacidade de processamento e de escoamento da produção.

No capítulo de Eficiência Energética e Geração Distribuída, são apresentados os resultados da energia conservada que indicam a diferença entre a projeção do consumo final de energia, incorporando ganhos de eficiência energética, e o consumo de energia que ocorreria caso fossem mantidos os padrões tecnológicos observados no ano base, 2016. Além disso, é analisado o efeito da mudança de relação do consumidor com a energia nos últimos anos. O aumento do poder de escolha - uma tendência geral na sociedade – tem se materializado no setor de eletricidade através da popularização das tecnologias de micro e minigeração distribuída. O consumidor, podendo gerar sua própria energia, evolui de uma posição passiva para ativa no setor elétrico. Em 2016 houve um salto de mais de quatro vezes no número de instalações, terminando o ano com 81 MW instalados, distribuídos em 7,7 mil unidades (ANEEL, 2017). Apesar do crescimento recente, essa modalidade de geração ainda é insignificante no Brasil, havendo espaço para se desenvolver muito mais na próxima década.

No capítulo de Análise Socioambiental, as análises foram embasadas no conceito de sustentabilidade considerando questões associadas à minimização dos impactos socioambientais na expansão da oferta de energia e às discussões em âmbito nacional e internacional sobre mudança do clima.

É apresentada uma análise socioambiental integrada, baseada na expansão prevista no PDE



2026, cujo resultado indica os temas socioambientais prioritários para os quais devem ser orientados esforços do setor, de modo a contribuir para a minimização de riscos da expansão. Povos e terras indígenas, áreas protegidas e biodiversidade aquática foram identificados como os principais desafios socioambientais para a expansão planejada.

O PDE 2026 tem como uma de suas premissas socioambientais a compatibilização das emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas à expansão da produção e uso da energia com as diretrizes propostas na NDC (Nationally Determined Contribution – Contribuição Nacionalmente Determinada) brasileira, apresentada às Nações Unidas na COP-21, em 2015. A NDC expressa a ambição brasileira diante do Acordo de Paris.

No horizonte do PDE 2026, o grau de renovabilidade da matriz energética brasileira amplia-se em relação a 2016, mantendo o destaque mundial do país em termos de grande participação de fontes renováveis.

A contribuição brasileira expressa em sua NDC é um compromisso firme na redução de GEE, mas é flexível na forma do atendimento dessa meta, ou seja, se baseia em caminhos flexíveis para atingir

seus objetivos. Assim, o sucesso da NDC poderá ocorrer com contribuições dos vários setores da economia, cabendo ao país adotar as medidas mais custo-efetivas. Nesse sentido, existe uma gama de trajetórias possíveis na esfera de decisão do Brasil no consumo e geração de energia. Dessa forma, o cenário de expansão do PDE 2026, ao priorizar a expansão de fontes renováveis de energia mantém o Brasil no rumo da contribuição esperada do setor energético brasileiro para a NDC brasileira.

Por fim, no capítulo final são consolidados os principais resultados dos estudos do PDE 2026 para referência, destacando-se a evolução da oferta interna de energia e da matriz energética e o conjunto de resultados das projeções, abrangendo as informações de economia e energia, de consumo final energético e de oferta interna de energia.