

10. Análise Socioambiental

O conceito de sustentabilidade orientou a análise socioambiental do PDE 2029 considerando questões associadas à minimização dos impactos socioambientais na produção, geração e transmissão de energia e às discussões em âmbito nacional e internacional sobre mudança do clima.

A análise socioambiental do PDE 2029 tem como objetivo:

1) contribuir para a **definição da expansão do decênio**;

2) avaliar, com base na expansão decenal, as principais questões socioambientais, por meio de **análise socioambiental integrada**. Esta analisa qualitativamente as principais interferências da expansão, relacionando-as às sensibilidades socioambientais mais representativas das regiões brasileiras, através de *temas socioambientais* (EPE, 2012);

3) indicar os *temas prioritários* para a gestão ambiental do setor, antecipando questões socioambientais importantes e que podem representar riscos para a expansão, bem como vislumbrando oportunidades relacionadas à expansão planejada;

4) elaborar análise das **emissões de gases de efeito estufa (GEE)** da expansão prevista.

O resultado da análise socioambiental do PDE 2029 será apresentado nessa ordem neste Capítulo.

Destaca-se que, como subsídio à análise socioambiental integrada, é feita uma análise socioambiental de cada fonte energética, cujo resultado pode ser visto na Nota Técnica “Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2029” (EPE, 2019).

10.1 Análises Socioambientais para a definição da expansão

Desde as etapas iniciais do planejamento energético, busca-se a inserção da variável ambiental nos estudos de planejamento e a minimização dos impactos socioambientais da expansão. Os estudos variam conforme a natureza do projeto e, de maneira geral, evitam interferências em áreas sensíveis do ponto de vista socioambiental, como pode ser observado a seguir:

Nos estudos iniciais de linhas de transmissão (**relatórios R1 e R3**), na definição dos corredores e traçados, respectivamente, são evitadas interferências em áreas protegidas e outras áreas nas quais se identifique sensibilidade socioambiental relevante. A análise socioambiental nessas etapas iniciais também permite visualizar possíveis complicadores para a implantação dos empreendimentos, o que se refletirá no custo e no prazo de sua implantação.

Para os estudos de **inventário hidrelétrico**, fase inicial de identificação de projetos hidrelétricos, critérios ambientais são considerados na escolha pela melhor alternativa de divisão de quedas para uma bacia hidrográfica. Busca-se nessa análise, por meio da comparação das alternativas, a minimização dos impactos socioambientais negativos e a maximização dos positivos. No final do estudo é realizada a **Avaliação Ambiental Integrada (AAI)**, que avalia os efeitos cumulativos e sinérgicos do conjunto de aproveitamentos que compõem a alternativa selecionada no inventário hidrelétrico.

BOX 10.1 – ESTUDOS DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO PARTICIPATIVOS: MAIOR INTEGRAÇÃO ENTRE SETORES AMBIENTAL E ELÉTRICO

Essa é uma nova forma de desenvolvimento de estudos de inventário hidrelétrico, que propõe incluir os órgãos ambientais e possivelmente outras instituições na fase de identificação dos aproveitamentos hidrelétricos.

A partir da interação com os órgãos ambientais na fase de planejamento, busca-se melhorar a dinâmica do processo de implantação de um projeto e, assim, antecipar questões críticas, aumentando a segurança e a previsibilidade do andamento dos empreendimentos.

O primeiro estudo de inventário no modelo foi aprovado este ano para o rio Pardo, em ação integrada entre Aneel e Imasul (órgão ambiental do Mato Grosso do Sul).

Na etapa seguinte, dos estudos de viabilidade de um projeto hidrelétrico, é elaborado o **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**, onde são avaliados os impactos ambientais da usina, a partir de diagnóstico ambiental e socioeconômico da região, e sugeridas medidas e programas que minimizem os impactos negativos e maximizem os positivos. Ainda nessa fase, de acordo com as características do projeto, outros estudos também podem ser solicitados, como o Estudo do Componente Indígena (ECI).

Já no caso de petróleo e gás, nos estudos de longo prazo, são identificadas áreas de alta complexidade socioambiental para a exclusão de volumes de petróleo e gás natural nos cálculos das curvas de produção.

Sendo assim, ao se definir a carteira de projetos que compõe a expansão no horizonte decenal, os resultados desses estudos são levados em consideração.

Além disso, no que tange ao PDE 2029, a variável ambiental contribui para a definição da expansão prevista por meio das seguintes análises:

1) **análise processual das usinas hidrelétricas**, com o objetivo de estimar o ano possível para entrada em operação das UHEs. A análise considera os prazos para os estudos

ambientais e de engenharia, para o licenciamento ambiental e para a construção, levando em conta as características individuais e as informações mais atualizadas de cada projeto. São também considerados prazos adicionais para projetos com interferências em áreas protegidas ou que tenham que solucionar demandas técnicas, jurídicas e administrativas. Para a realização da análise processual são considerados os projetos que estão na fase de estudos de viabilidade.

Foram analisadas 47 UHEs com registro para estudos de viabilidade na Aneel. Desse conjunto, 26 UHEs estão situadas em áreas protegidas ou com os estudos parados. Das outras 22 UHEs, considerando a situação do andamento dos estudos, o processo de licenciamento ambiental e os prazos adotados na metodologia, o resultado indicou que apenas 9 UHEs teriam data de operação possível no horizonte decenal.⁶⁸ (ver Capítulo 3 - Geração de Energia e Nota Técnica “Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2029”);

2) **análise de complexidade socioambiental das unidades produtivas de petróleo e gás natural**, de modo a ajustar as previsões de produção conforme as preocupações refletidas pelos órgãos ambientais. Para as áreas da União, são descontados volumes de recurso sob áreas sensíveis e para as áreas com contratos de concessão, é realizada a classificação da

⁶⁸ Essas UHEs fazem parte da carteira de projetos oferecida para os cinco últimos anos do horizonte decenal, uma vez que os cinco primeiros anos são compostos por UHEs que já foram contratadas nos leilões de energia.

complexidade e estimado o tempo para o licenciamento ambiental.

Foram analisadas 23 Unidades Produtivas da União (UPUs). O resultado indicou uma redução de 14 e 17% do volume previsto para gás natural e petróleo, respectivamente, nas áreas da União ao longo do decênio. Quanto às áreas com contratos de concessão, foram analisadas 783 Unidades Produtivas (UPs), das quais 72 foram consideradas de alta complexidade socioambiental. Excluindo-se as unidades onde já há atividades de E&P⁶⁹, restaram 16 UPs, as quais foi aplicado o prazo adicional para o licenciamento ambiental.

Entretanto, destaca-se que não foi necessário atribuir esse tempo adicional às previsões de início de produção, uma vez que os prazos demandados pela logística e infraestrutura, para essas UPs, já superavam os tempos esperados para o

licenciamento ambiental. (ver Capítulo 5 - Produção de Petróleo e Gás Natural e Nota Técnica “Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2029”).

Dessa forma, a variável ambiental contribui para os modelos da expansão, sendo incorporada nos resultados da oferta de energia apresentada nesse PDE 2029

Vale ressaltar que outros estudos têm sido desenvolvidos no âmbito do planejamento energético e seus resultados poderão ser incorporados nos próximos ciclos do PDE. Um exemplo desses estudos são as Avaliações Ambientais de Áreas Sedimentares (AAAS) que estão sendo iniciadas com o intuito de conciliar as futuras atividades de petróleo e gás natural com aspectos socioambientais regionais, subsidiando ações governamentais e diminuindo as incertezas no licenciamento ambiental e na previsão da expansão.

BOX 10.2 – COMPARTILHAMENTO DE EXPERIÊNCIAS ENTRE O PLANEJAMENTO E O LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA EMPREENDIMENTOS DE TRANSMISSÃO

Em outubro de 2018 ocorreu, por iniciativa do Ibama e adesão da EPE, MME, Aneel e ONS, um evento de dois dias tendo como foco principal a inserção da componente socioambiental no planejamento, outorga, implantação e operação de empreendimentos de transmissão. No formato de workshop, foram elaborados conjuntamente, na ocasião, diagnósticos e plano de ação para diversas questões previamente apontadas como possíveis gargalos ou pontos a melhorar no processo, abrangendo desde os estudos preliminares dos empreendimentos, desenvolvidos pelo MME e EPE, até sua operação e manutenção.

Um dos principais desdobramentos do evento tem sido a realização de reuniões periódicas entre o Ibama, EPE e MME, visando o compartilhamento de experiências entre os planejadores e o órgão licenciador federal, de forma que haja retroalimentação nos dois sentidos. Outra medida acordada no evento foi a elaboração, pela EPE e ONS, de critérios associados a segurança do sistema para definição de linhas de transmissão em circuito duplo (na mesma linha de transmissão) ou em dois circuitos simples (em duas linhas separadas e paralelas), tema recorrente no planejamento e no licenciamento ambiental da transmissão. Essas e outras medidas derivadas daquele evento tendem a resultar em empreendimentos mais otimizados do ponto de vista socioambiental e em maior previsibilidade nos licenciamentos, o que, em última análise, minimiza riscos para o empreendedor e riscos de atraso na entrada em operação das instalações planejadas

⁶⁹ As UPs excluídas são unidades que já eram campos em produção (29) e UPs onde atividades de E&P têm sido desenvolvidas e licenciadas recentemente (27).

BOX 10.3 – DESAFIOS E INICIATIVAS DO SETOR DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

Nos últimos anos, podem ser destacados alguns desafios que permeiam questões socioambientais associadas ao setor de petróleo e gás natural.

O desenvolvimento das atividades de E&P em áreas de nova fronteira exploratória representa grandes oportunidades e também riscos, pelo baixo nível de conhecimento. Neste sentido, podem ser citados os desdobramentos do processo de licenciamento ambiental na Margem Equatorial, relacionados à descoberta de recife de algas calcárias na bacia da Foz do Amazonas e às preocupações sobre o atendimento ao cenário de pior caso de derramamento de óleo. Essas questões levaram ao indeferimento de licenças ambientais para atividades de exploração na região e a discussão permanece em pauta.

Em relação a aprimoramentos regulatórios para o setor de petróleo e gás, a ANP está revisando a Resolução nº 27/2006 que trata de descomissionamento de instalações. Isto porque, no Brasil, existem algumas instalações que encerraram as atividades e demandam descomissionamento para a sua correta desativação e recuperação ambiental. Para tal, há necessidade de adequação da regulamentação, qualificação de pessoal e desenvolvimento de serviços específicos.

No campo do planejamento, buscando antecipar questões que historicamente oneram o licenciamento ambiental, estão sendo realizadas as primeiras Avaliações Ambientais de Áreas Sedimentares (AAAS). Os Estudos Ambientais de Área Sedimentar do Solimões e de Sergipe-Alagoas e Jacuípe estão sendo conduzidos pela EPE e pela ANP, respectivamente, e serão acompanhados por grupos interministeriais compostos por MME, MMA e instituições vinculadas. Em 2017, o Conselho Nacional de Política Energética consolidou as AAAS como subsídios ao planejamento das Rodadas de Licitação de Blocos Exploratórios, mantendo a manifestação conjunta entre MME e MMA para áreas cujas avaliações não tenham sido concluídas. Para maiores informações sobre o EAAS Solimões, visite: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/estudo-ambiental-de-area-sedimentar-do-solimo>

Adicionalmente, estão em andamento discussões no âmbito do Novo Mercado de Gás Natural e do Programa de Revitalização das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural em Áreas Terrestres (Reate). Essas iniciativas promovem o aperfeiçoamento das políticas para solucionar entraves ao desenvolvimento das atividades, por meio do amplo diálogo e articulação com os atores. Um dos temas discutidos no Reate é o aproveitamento de recursos petrolíferos não convencionais com a utilização da técnica de fraturamento hidráulico, sobre o qual está prevista a execução de projeto piloto para avaliar e monitorar os impactos, além de capacitação técnica.

10.2 Análise Socioambiental Integrada

A análise socioambiental integrada apresenta uma visão holística das questões socioambientais associadas à expansão da oferta de energia.⁷⁰

A análise é composta de três etapas: 1) análise espacial da expansão, 2) temas socioambientais e 3) temas prioritários para a gestão ambiental.

ANÁLISE ESPACIAL DA EXPANSÃO

A análise espacial da expansão de energia no horizonte decenal apresenta o conjunto dos projetos planejados permitindo a identificação preliminar de possíveis efeitos cumulativos nas regiões de maior ocorrência dos empreendimentos. Nesse sentido, o mapeamento pode apontar áreas sujeitas a sobrecargas de seus recursos naturais ou à pressão sobre ambientes frágeis, necessitando, desta forma, de atuação mais estratégica para lidar com os novos empreendimentos. Outro aspecto da espacialização dos projetos planejados é a possibilidade de visualização de sinergias da própria expansão, como a complementariedade entre as fontes ou a otimização da expansão da transmissão, que contribui para um planejamento mais eficiente do setor energético brasileiro.

Destaca-se que foram mapeados os projetos contratados.⁷¹ A expansão de energia elétrica indicativa é estimada por subsistemas, devido a possibilidade de alternativa locacional dos projetos, e seu mapeamento para cada uma das fontes planejadas pode ser visto na Nota Técnica “Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2029” (EPE, 2019). No caso de exploração e produção de petróleo e gás natural, a expansão indicativa é apresentada na indicação de Unidades Produtivas da União (UPUs), que também estão mapeadas na Nota Técnica. Dessa forma, a Tabela 11-10 no capítulo XI apresenta o conjunto de projetos energéticos do PDE 2029.

A expansão hidrelétrica ocorre em todas as regiões brasileiras e é responsável por aumento de aproximadamente 4,6 GW (UHE: 1,9 GW; PCH: 2,7 GW) na oferta de energia elétrica no horizonte decenal. No Norte e Centro-Oeste, onde está o maior potencial remanescente, estão localizadas as UHEs com as maiores potências do decênio (3 UHEs; 1,1 GW), além das PCHs na porção central da região Centro-Oeste. As outras 7 UHEs (0,8 GW) localizam-se no Sul, região que também tem expansão relevante de PCHs. É também observada a expansão de PCHs no Sudeste. A expansão nessas duas regiões tem como vantagem a proximidade aos centros de carga. No Nordeste observa-se expansão de poucas PCHs.

Com relação **empreendimentos eólicos, está prevista a expansão de 24 GW localizados majoritariamente nas regiões Nordeste e Sul**, onde estão os maiores potenciais eólicos do país. Destaca-se que a região Nordeste concentra todos os parques eólicos contratados (3,5 GW) e 80% da expansão indicativa planejada. Já para a região Sul está previsto 20% da potência da expansão indicativa.

As usinas fotovoltaicas planejadas ocorrem no Nordeste (principalmente no semiárido) e no Sudeste, em áreas de elevada incidência de irradiação solar, com expansão aproximada de 8,5 GW. Cerca de 1,5 GW corresponde à expansão contratada sendo a maior parte localizada na região Nordeste.

As termelétricas a gás natural, diesel, nuclear e carvão devem aumentar a oferta de energia elétrica em 28,1 GW no horizonte decenal. Na expansão contratada, está previsto acréscimo de 7,1 GW de potência no sistema a partir de nove novas UTEs, sendo seis UTEs a gás natural, duas a diesel e uma nuclear. As unidades contratadas estão localizadas predominantemente na região costeira, próximas aos centros de carga, da fonte de



⁷⁰ Um resumo da expansão prevista no PDE 2029 é apresentado no item 11 - Consolidação dos resultados.

⁷¹ Para a energia hidrelétrica também foi mapeada a expansão indicativa uma vez que para essa fonte são estimados projetos para o período indicativo.

combustível ou da malha de gasoduto. Na expansão indicativa está prevista a entrada de 21 GW, com predomínio de UTE a gás natural, sendo 14,9 GW no subsistema Sudeste/Centro-Oeste, 5,2 GW no subsistema Sul e 0,9 GW no Nordeste.

Para as **usinas termelétricas a biomassa estima-se a instalação de 2,4 GW** no próximo decênio. Dessas, 584 MW já estão contratados, sendo 398 MW de usinas a bagaço de cana. Os projetos contratados localizam-se predominantemente no Sudeste e Centro-Oeste. A expansão indicativa também se concentra no Sudeste e Centro-Oeste com predominância de usinas a bagaço de cana (1.050 MW), seguida por usinas a cavaco de madeira (600 MW) e biogás (210 MW). Ressalta-se que há projetos contratados isolados no Sul, Nordeste e Norte.

A expansão da transmissão para os próximos 10 anos prevê a implantação de 48.998 km, ou seja, um aumento de 33% na extensão do sistema. Observa-se que parte significativa da expansão ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, com grandes troncos de interligação que aumentam a capacidade de intercâmbio elétrico entre os subsistemas e interligam regiões isoladas do SIN, como o estado de Roraima e a região oeste do Acre. Além disso, essas LTs visam escoar a geração das UHEs Belo Monte e Bem Querter, no Norte, e das usinas eólicas, fotovoltaicas e térmicas, no Nordeste e no Sudeste. Nota-se também grande expansão na região Sul, com troncos de LTs interligando os estados da região e permitindo escoamento de geração do parque eólico existente e das UHEs e PCHs planejadas. A ampliação da rede ocorre também para atendimento ao aumento da demanda por energia elétrica, em especial nas capitais, havendo neste caso, expansão em todas as regiões brasileiras.

Para os empreendimentos de petróleo e gás natural, está previsto o início da produção de recursos convencionais em 276 UPs (Unidades Produtivas), em áreas contratadas, e em 23 UPUs (Unidades

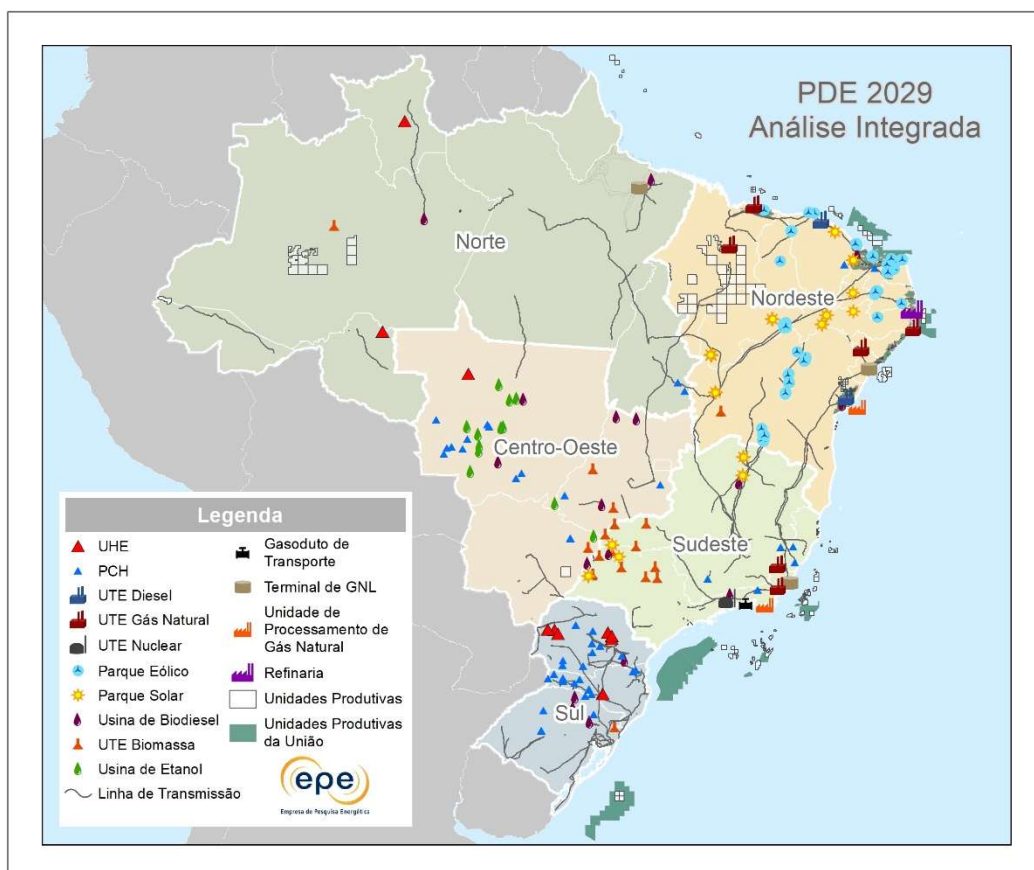
Produtivas da União) em áreas não contratadas. **As UPs onshore se concentram principalmente no Norte e Nordeste, enquanto as UPs offshore estão concentradas principalmente na região Sudeste**, com ocorrência também no Nordeste, ao longo da margem equatorial, e no Sul. Em relação ao abastecimento, estão previstos três terminais de regaseificação: no porto de Açu, no Sudeste, no porto de Sergipe, no Nordeste, e no porto de Vila do Conde, no Norte. Também está prevista a ampliação da capacidade de processamento, com a instalação do 2º trem da Refinaria Abreu e Lima (RNEST), em Recife. Há ainda um gasoduto com 11 km no Rio de Janeiro. Quanto às UPGNs, é prevista a instalação de duas, uma no Rio de Janeiro e outra na Bahia.

Para o etanol, está planejada a entrada em operação de 14 usinas localizadas no Centro-Oeste. Destas, quatro são *flex* (milho e cana-de-açúcar) e nove são *full* (milho), totalizando 2,6 bilhões de litros de etanol de capacidade adicional. Ainda se soma uma usina de cana (1,4 Mtc). A previsão da oferta de etanol é passar de 34 bilhões de litros, em 2020, para 47 bilhões de litros, em 2029. A indústria sucroalcooleira predomina na expansão indicativa da oferta. Destaca-se também o crescimento da produção de etanol de milho e etanol 2G, com estimativas de produção de 4 bilhões e 760 milhões de litros em 2029, respectivamente.



Já para o biodiesel, está prevista a instalação de oito novas usinas e nove ampliações, em todas as regiões do País. A maior parte está situada no Centro-Oeste e no Sul, regiões onde se observam as maiores concentrações de produção de soja do país. O cenário de oferta de biodiesel prevê expansão de aproximadamente 65% no horizonte decenal, passando de cerca de 6,9 bilhões de litros, em 2020, para 11,4 bilhões de litros em 2029.

Figura 10 - 1- Localização dos projetos previstos no PDE 2029



TEMAS SOCIOAMBIENTAIS

Os temas socioambientais têm o objetivo de sintetizar as interferências significativas ao meio ambiente e à sociedade do conjunto de projetos planejados, considerando as sensibilidades identificadas para cada região do país (EPE, 2012). Os temas são revistos a cada elaboração do Plano de acordo com a expansão prevista e as interferências a ela relacionadas.

A análise visa indicar aquelas **interferências que merecem maior atenção associadas ao planejamento da expansão** da oferta de energia no horizonte decenal. Portanto, não se pretende contemplar todos os possíveis impactos socioambientais dos projetos.

Vale destacar que, **desde a fase de planejamento e licenciamento, até a operação dos empreendimentos, são adotadas medidas para evitar, reduzir ou compensar os impactos negativos**. As medidas estão em constante evolução e sua eficiência aumenta à proporção que o

conhecimento sobre os impactos e as tecnologias evoluem.

É importante esclarecer que os riscos de acidentes associados a algumas fontes de produção de energia, como por exemplo os eventuais riscos de vazamento de óleo no mar ou da radiação de usinas nucleares, não são refletidos nos temas socioambientais. Por outro lado, essas questões são bastante discutidas entre o setor energético e ambiental, especialmente nos processos de licenciamento dos empreendimentos, e também são abordadas na Nota Técnica “Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2029” (EPE, 2019).

Sendo assim, a análise socioambiental integrada do PDE 2029 contempla **10 temas socioambientais**, apresentados a seguir:



Fauna

O tema busca refletir interferências sobre a fauna (vertebrados), que podem levar à perda de indivíduos e à transformação de ambientes relevantes ou únicos.

Para a geração hidrelétrica, o tema se sobressai pelas interferências dos empreendimentos sobre a fauna aquática, especialmente a ictiofauna. Ao se considerar a expansão de UHEs no Norte e no Centro-Oeste, o tema se destacou devido à sensibilidade associada à alta diversidade e à abundância de ambientes únicos, onde comumente há elevado grau de endemismo. No Sul, observa-se a concentração de empreendimentos planejados e existentes em uma mesma bacia, podendo gerar efeitos cumulativos e sinérgicos dada a fragmentação das rotas migratórias dos peixes.

No caso das PCHs, o tema é relevante no Sul, Sudeste e Centro-Oeste, em função de possíveis interferências em áreas importantes para a ictiofauna, associadas ainda a possibilidade de efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes da quantidade de barramentos.

A relação entre a ictiofauna e os empreendimentos hidrelétricos é amplamente estudada por universidades, institutos de pesquisa, órgãos ambientais e agentes do setor elétrico. Os estudos permitem conhecer e monitorar as populações de peixes e desenvolver medidas mitigadoras, como os sistemas de transposição de peixes.

Nas regiões Nordeste e Sul, onde está prevista a expansão eólica, o tema é importante em função da susceptibilidade de determinados grupos da fauna ao funcionamento dos aerogeradores, caso de aves e morcegos.

Posto isto, ressalta-se a necessidade de aprofundar o conhecimento relacionado às populações de aves e morcegos dessas regiões, de modo a subsidiar a adoção de medidas para evitar,

mitigar e compensar os impactos sobre estes animais. Com o mesmo objetivo, adaptações construtivas e sinalização adequada já são medidas atualmente utilizadas.

Para a exploração e produção de petróleo, o tema foi considerado relevante no Sudeste e no Nordeste em função das interferências na fauna marinha provocadas pela atividade sísmica (em especial nos golfinhos e nas aglomerações reprodutivas de peixes) e devido às interferências de embarcações e estruturas submarinas associadas à atividade.

No Sudeste, o tema se torna relevante devido ao efeito cumulativo nos ecossistemas marinhos, considerando o grande número de projetos existentes e planejados. Já no Nordeste, a relevância do tema reflete a sensibilidade das regiões onde estão previstas as atividades de E&P, que se caracterizam pela presença de ambientes de baixa profundidade, próximos da costa e com biodiversidade elevada.

Cabe mencionar que os setores energético e ambiental têm empreendido esforços conjuntos para melhor gerenciamento das questões ambientais sensíveis às atividades petrolíferas, promovendo discussões e desenvolvendo instrumentos e tecnologias voltadas para a redução de impactos.



Organização territorial

O tema⁷² está relacionado à atração de contingentes populacionais e à pressão sobre a infraestrutura local e seus equipamentos e serviços. Além disso, busca retratar potenciais conflitos de uso e ocupação do solo associados à implantação de projetos energéticos em áreas historicamente utilizadas pela população.

Em relação à expansão hidrelétrica, na região Norte, de forma geral as cidades são menos estruturadas e, portanto, mais sensíveis à pressão sobre a infraestrutura decorrente da implantação dos

⁷² Tema com conceito ampliado nesse PDE de forma a considerar o impedimento do acesso de populações a áreas antes utilizadas para a circulação e atividades tradicionais e de subsistência. O ícone foi alterado para refletir melhor o tema.

projetos. Já no Sul, que se caracteriza por cidades mais estruturadas por equipamentos e serviços, a sensibilidade em relação à pressão sobre a infraestrutura urbana e regional é menor. Contudo, a previsão de vários projetos em uma mesma bacia e a proximidade de alguns destes com as sedes municipais trazem relevância para o tema.

Para os empreendimentos eólicos, o tema foi considerado relevante no contexto da região Nordeste, em que estudos apontam interferências de empreendimentos na dinâmica territorial e nos modos de vida de comunidades locais, por meio de restrições de acesso e uso a áreas antes utilizadas para subsistência e lazer. Essa situação pode criar ou acirrar conflitos e, por este motivo, merece atenção.

Em relação às linhas de transmissão planejadas, no Norte, observa-se o efeito cumulativo de interferência em assentamentos de reforma agrária. Ainda que essas interferências sejam evitadas na definição dos traçados, na região há grandes extensões de áreas de maior restrição, como unidades de conservação e terras indígenas, o que, frequentemente, força a passagem pelos assentamentos.



Paisagem

O tema considera o impacto visual em paisagens naturais e urbanas e refere-se tanto à alteração de áreas de relevante beleza cênica, sobretudo nos locais com potencial turístico, quanto à percepção visual da população em relação a inserção de um empreendimento na paisagem local.

Para a expansão eólica, em função da transformação que os projetos trazem para a paisagem, o tema foi considerado relevante na região Nordeste, dada a concentração de projetos eólicos na paisagem litorânea, em locais turísticos de grande beleza cênica.

Com relação às linhas de transmissão, no Sul e no Sudeste, a relevância do tema é reflexo das interferências em regiões serranas, de reconhecida beleza cênica, e em paisagens urbanizadas, devido às linhas para atendimento a áreas de expansão urbana.

Com intuito de diminuir essas interferências, tem se optado pelo uso de subestações e torres compactas, que ocupam menor área e em áreas mais adensadas, frequentemente, os empreendimentos têm sido preconcebidos como subterrâneos.



Povos e terras indígenas

Esse tema está vinculado à diversidade étnica; à questão territorial; à necessidade de gestão dos conflitos pelo uso de recursos nas terras tradicionalmente ocupadas pelos povos indígenas; e à demanda dos povos indígenas por maior participação nas discussões de empreendimentos energéticos. Parte das questões mencionadas é tratada nos estudos de inventário hidrelétrico e no processo de licenciamento ambiental, no âmbito dos Estudos do Componente Indígena (ECI).

O tema é particularmente relevante para projetos hidrelétricos (UHEs e PCHs) e para as linhas de transmissão na região amazônica, considerando as prováveis proximidades e interferências com povos e terras indígenas. A região abriga 98% das TIs do Brasil que ocupam aproximadamente ¼ da Amazônia. Além das terras regularizadas, há terras tradicionalmente ocupadas pelos indígenas que podem se encontrar fora das TIs. A sensibilidade dos povos indígenas e das terras tradicionalmente ocupadas é reconhecida pela legislação brasileira, que busca garantir seus direitos e disciplinar o uso de recursos para aproveitamento energético em suas terras ou próximas a estas.

Em outra linha, cabe ainda citar duas questões que se referem aos povos indígenas que contribuem para potenciais conflitos em relação à implantação de projetos energéticos: as incertezas relacionadas ao procedimento de consulta previsto na Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho - OIT e a falta da regulamentação do §3º do artigo 231 da Constituição Federal.

O setor energético trabalha para solucionar essas questões, porém, é apenas um dos atores na discussão, que é complexa e envolve interesses diversos. Nesse sentido, desde 2011, o MME discute a regulamentação do artigo 231 § 3º com a Presidência

da República e outros entes do Governo Federal. Também desde 2012 vem sendo realizadas atividades com o objetivo de estudar, avaliar e apresentar proposta de regulamentação dos mecanismos de consulta prévia da Convenção 169 da OIT.

O retrato acima comprova a relevância do tema inclusive para a definição da expansão hidrelétrica, já que parte expressiva do potencial se sobrepõe a terras indígenas identificadas, por essa razão, não é considerado viável no horizonte decenal.



Comunidades quilombolas

Tema que considera a sensibilidade das comunidades quilombolas e a necessidade de gestão dos conflitos em função da interferência em terras tradicionalmente ocupadas por essas comunidades, tituladas ou não.

O tema tem especial relevância no Nordeste, onde há maior concentração de comunidades certificadas (FCP, 2019), e maior extensão de linhas de transmissão planejadas. Nesse contexto, se somam a insuficiência de dados sistematizados sobre a localização dessas comunidades, o número inexpressivo de titulações realizadas (Comissão Pró-Índio, 2019) e a indefinição regulatória sobre consulta conforme a Convenção 169 da OIT. Dessa maneira, a conjuntura observada favorece a existência de conflitos e incertezas quanto ao processo de planejamento e implantação de empreendimentos que interfiram nos modos e condições de vida dessas comunidades.



Qualidade do ar

Tema relacionado à emissão de poluentes atmosféricos na geração de energia elétrica ou na produção de combustíveis e que requer maior atenção em áreas onde já há fontes relevantes de emissão.

Para a geração termelétrica, no Sudeste, o tema é relevante tendo em vista a significativa expansão a gás natural prevista em áreas com qualidade do ar já comprometida, em função do alto índice de

urbanização e industrialização. Importante destacar que, dentre os combustíveis fósseis, o gás natural é aquele que apresenta os menores fatores de emissão de poluentes atmosféricos (MP, SO₂ e CO₂).

No Nordeste, o tema se destaca devido aos potenciais efeitos cumulativos da implantação da refinaria prevista, associada a outros empreendimentos emissores de poluentes.

Vale mencionar que atualmente os projetos são concebidos com tecnologias efetivas para abatimento de emissões de poluentes. Além disso, é frequente o emprego de modelos computacionais para simular, ainda na fase de planejamento, as condições da qualidade do ar considerando o empreendimento e, assim, avaliar sua viabilidade e possíveis adaptações necessárias.



Recursos hídricos

O tema merece atenção pois a implantação de projetos do setor energético pode ocasionar ou intensificar conflitos pelo uso dos recursos hídricos, especialmente em locais onde esses são escassos.

No Plano, o tema é considerado relevante para o Nordeste, em função da baixa disponibilidade hídrica e da previsão de implantação de usinas termelétricas a gás natural e a diesel.

Cabe lembrar que existem medidas de redução do consumo de água na geração de energia que podem evitar tais conflitos e, assim, permitir que a expansão termelétrica ocorra sem prejudicar a população e demais usuários. Dentre essas medidas, pode-se citar o uso de fontes alternativas (água do mar, por exemplo), reúso da água e emprego de tecnologias de resfriamento a ar ou sistemas híbridos ar-água.



Resíduos

Este tema está associado à produção de resíduos sólidos ou efluentes líquidos resultantes dos processos de transformação para geração de energia elétrica e produção de combustíveis. A gestão desses resíduos requer atenção em função da natureza perigosa ou do potencial poluidor.

No caso da geração termonuclear, presente na região Sudeste, o tema é importante pelo fato dos resíduos radioativos exigirem gestão especial e ainda carecerem de local para disposição definitiva. No caso dos elementos combustíveis usados, resíduos de alta atividade, a política brasileira atual é de mantê-los estocados para no futuro ter a opção de reprocessá-los.

Na produção de etanol, na região Centro-Oeste, o tema também se revela importante em função do alto volume de produção de vinhaça previsto. A vinhaça tem potencial poluidor elevado, caso não seja destinada corretamente. De forma geral, este resíduo é utilizado para fertirrigação das culturas de cana. Entretanto, em função do elevado volume projetado para o decênio, espera-se que outras soluções também sejam necessárias, como, por exemplo, o aproveitamento da vinhaça para produção de biogás.



Unidades de Conservação

O tema reflete a importância das unidades de conservação (UCs), que são espaços territoriais instituídos com objetivos de conservação da natureza. Representam áreas com características naturais relevantes, que possuem restrições de uso e requerem gestão especial do território e dos seus recursos ambientais.

Para a expansão de UHEs, esse é um tema relevante na região Norte, dada a proximidade de projetos com UCs e possíveis interferências aos recursos naturais desses espaços. Também contribui o fato de a Amazônia abrigar simultaneamente grandes extensões territoriais de unidades de conservação e significativo potencial hidrelétrico ainda não aproveitado sobreposto e ou próximo a unidades.

Esse panorama faz com que o tema seja relevante inclusive para a definição da expansão hidrelétrica no planejamento. De modo similar, a presença de UCs condiciona o traçado das linhas de transmissão, que busca evitar a interferência nesses territórios mais sensíveis.



Vegetação nativa

O tema busca refletir os efeitos associados à supressão da vegetação nativa, como a perda de habitats e de biodiversidade, tendo em vista ainda a importância das funções ambientais exercidas pela vegetação.

Em relação às UHEs, o tema se destaca no Norte, devido à perda de áreas de vegetação nativa íntegra e com alta diversidade para implantação de projetos de grande porte. Além disso, a vegetação é sensível à degradação por vetores de ocupação associados a novos empreendimentos. Já no Sul, tanto para UHE quanto para PCH, a importância do tema se justifica pela quantidade de projetos e a relevância ecológica dos remanescentes de Mata Atlântica ainda existentes, tendo em vista o grau de ameaça do bioma.

Para os empreendimentos eólicos e fotovoltaicos, destaca-se a expansão na região Nordeste, no semiárido, em remanescentes preservados. Especificamente para as eólicas, são esperadas ainda interferências na faixa litorânea sobre a vegetação de restinga, ambiente já pressionado. A relevância do tema decorre da soma das interferências dos empreendimentos eólicos, fotovoltaicos e das linhas de transmissão planejados para a região. Destaca-se a importância do licenciamento ambiental para a proposição de medidas e ajuste dos projetos de modo a reduzir o impacto sobre a vegetação.

No tocante às linhas de transmissão planejadas, ainda que a interferência na vegetação seja espacialmente dispersa e bastante minimizada pelas medidas adotadas, a magnitude da expansão torna o tema pertinente para as regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste.

No Sul e Sudeste, esse tema é relevante devido às interferências em vegetação de Mata Atlântica, bioma ameaçado, com poucos remanescentes que sofrem constante pressão pela ocupação humana. Especificamente no Sul, as interferências podem ser agravadas diante das dificuldades de acesso na região serrana. No Norte, o tema é importante ao se levar em conta a sensibilidade da região, com extensas áreas de vegetação nativa preservada, localizadas em regiões remotas com pouca infraestrutura, o que implica na abertura de novos acessos. De forma similar, o Nordeste é sensível em função da deficiente malha viária, que presume a implantação de infraestrutura de acessos para os empreendimentos e,

consequentemente, uma maior supressão de vegetação.

Vale destacar que o desafio de reduzir a supressão da vegetação levou o setor a desenvolver tecnologias inovadoras e adotar medidas efetivas, como o alteamento das torres e o lançamento dos cabos por drone ou helicóptero, em casos críticos. O setor elétrico também tem discutido outras práticas para otimizar os empreendimentos e minimizar interferências socioambientais. Como exemplo, cita-se a adoção da premissa de empregar linhas de transmissão em circuito duplo nos casos em que dois circuitos são planejados simultaneamente.

BOX 10.4 – BENEFÍCIOS E OPORTUNIDADES DA EXPANSÃO DE ENERGIA DECENAL

Todas as fontes de produção, geração e transmissão de energia trazem algum tipo de impacto ou benefício. A produção de energia é sem dúvida o maior impacto positivo das fontes energéticas. Seja através de combustíveis ou eletricidade, a disponibilidade de energia é condição fundamental para o crescimento do país e para o bem-estar da população.

O Brasil se destaca por possuir uma matriz energética com grande participação de renováveis (45%). A expansão prevista neste Plano mantém essa característica, 48 % de fontes renováveis em 2029. A escolha por fontes renováveis contribui para a geração de energia com baixas emissões de gases de efeito estufa (ver item 10.3 – Emissões de Gases de Efeito Estufa). Esse benefício está presente em todas as fontes renováveis de energia, que incluem os biocombustíveis, a geração nuclear e até mesmo a geração a gás natural, que em geral possui fator de emissão mais baixo que outros combustíveis fósseis.

A diversificação das fontes para a composição da matriz energética, como proposto neste Plano, é outro ponto favorável, uma vez que cada fonte energética pode trazer os benefícios atrelados às suas características, favorecendo a segurança energética e a modicidade tarifária. Exemplos dessa dinâmica podem ser observados no sistema elétrico, onde as hidrelétricas contribuem com capacidade de suporte à integração de fontes renováveis variáveis, como a eólica e a solar. Enquanto as usinas eólicas, em especial as do Nordeste, proporcionam complementariedade à geração hidráulica nos períodos secos. As termelétricas, que possuem flexibilidade locacional, trazem ganhos de confiabilidade ao sistema elétrico, aumentando a segurança energética do país. As UTEs a biomassa ainda têm potencial para agregar uma série de cobenefícios com o aproveitamento energético de resíduos urbanos, agrícolas e florestais. Outros exemplos também podem ser observados no caso do setor energético, com a produção de etanol e biodiesel, que são combustíveis renováveis utilizados como substituto à gasolina e misturado ao óleo diesel, reduzindo as emissões de poluentes.

Além dos benefícios que podem ser trazidos na composição da matriz energética, também são observados ganhos econômicos e sociais na produção de energia. A geração de emprego e renda decorre da instalação de todos os projetos. Em alguns casos é mais representativa quantitativamente, em outros, favorece regiões mais carentes em oportunidades e recursos, dinamizando a economia local. Por exemplo, a construção de PCHs prevista no decênio deve gerar 53 mil empregos diretos, dispersos em pequenos municípios brasileiros, especialmente no Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Já as fontes solar e eólica, devem criar 23 e 183 mil empregos, respectivamente, no decênio, trazendo oportunidades para o semiárido brasileiro, região economicamente pouco desenvolvida. O setor de petróleo e gás, por sua vez, além da geração de cerca de 52 mil postos de trabalho no horizonte decenal, tem previsão de pagamento de 670 bilhões de reais ao ano em royalties e participações especiais, trazendo recursos para a União, os estados e os municípios.

BOX 10.4 – CONT.

A potencialização do efeito dos impactos positivos deve ser uma constante busca do setor. Medidas de qualificação da mão de obra local e de apoio institucional a municípios para o melhor gerenciamento dos recursos recebidos através de impostos, compensação financeira, royalties ou participações especiais dos projetos implantados devem ser estimuladas. Para saber mais sobre os benefícios e impactos socioambientais positivos de cada fonte, consulte a Nota Técnica “Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2029” (EPE, 2019).



O mapa da Figura 10-2 ilustra as informações apresentadas na matriz e sintetiza o resultado da análise integrada das interferências dos projetos sobre as sensibilidades regionais, indicando as fontes associadas a essas interferências e os temas socioambientais que devem ser observados com atenção quando da elaboração de estudos e projetos

em cada região. Já a Tabela 10-1 apresenta, de forma sistematizada, os temas socioambientais relacionados aos projetos do Plano e às regiões onde estão localizados, sendo possível visualizar a interferência de diferentes projetos sobre uma mesma região.

Figura 10 - 2 - Mapa síntese da análise socioambiental integrada do PDE 2029

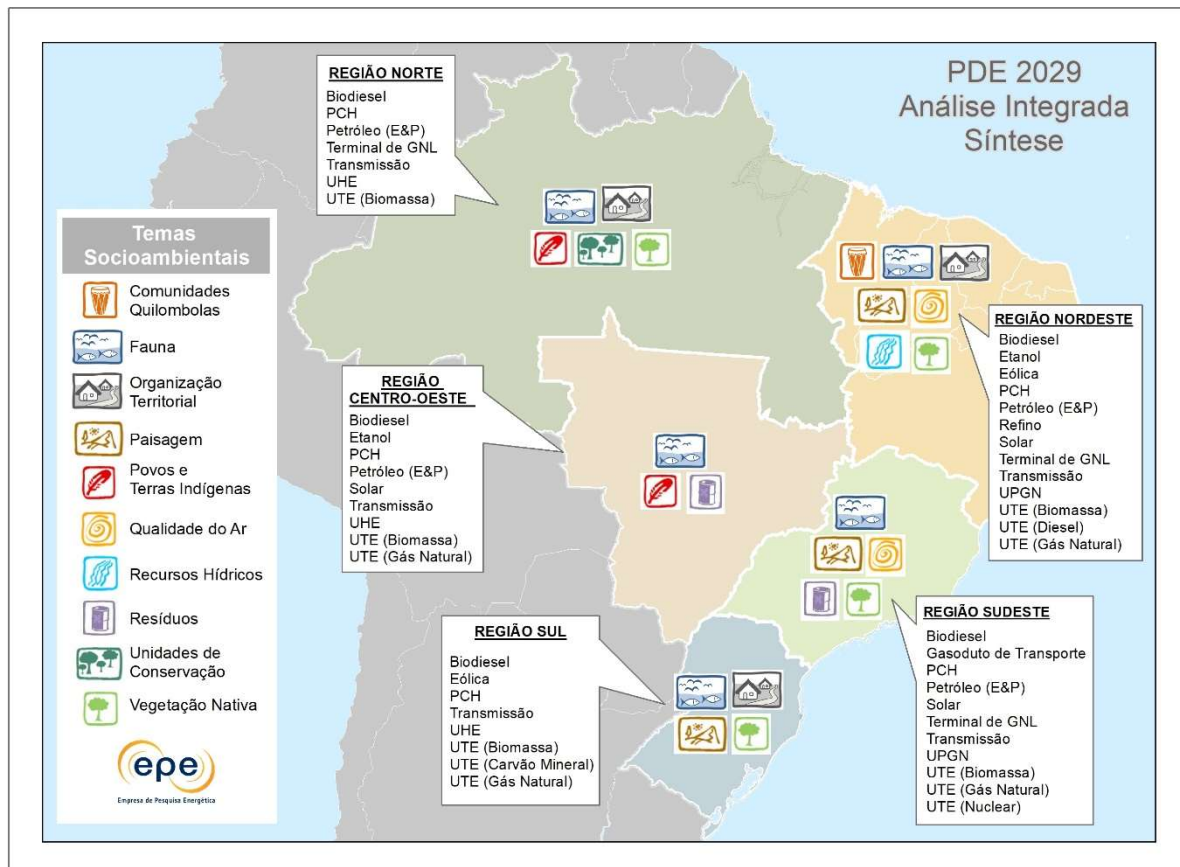


Tabela 10 - 1 - Matriz síntese da análise socioambiental integrada do PDE 2029

Regiões → Projetos ↓	Norte	Nordeste	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
 UHEs	 		 		 
 PCHs			 		 
 UTES fósseis					
 UTE nuclear					
 UTES a biomassa					
 Eólicas		 			
 Solar					
 Transmissão	 	 	 	 	
 E&P de petróleo e GN					
 Refinarias, UPGNs e Terminais de GNL					
 Gasodutos de transporte					
 Etanol					
 Biodiesel					

Legenda

 Unidades de Conservação	 Organização territorial	 Qualidade do ar	 Vegetação nativa
 Fauna	 Paisagem	 Recursos hídricos	 Interferências inexpressivas
 Comunidades quilombolas	 Povos e terras indígenas	 Resíduos	 Não há projetos planejados

- Notas: (1) A expressão "Interferências inexpressivas" significa que apesar dos impactos existirem, não são tão expressivos diante da expansão e das sensibilidades regionais, não sendo identificados temas socioambientais relevantes.
- (2) As células em azul significam que não há projetos planejados.
- (3) Para os temas socioambientais relacionados a E&P de petróleo e gás natural foram levadas em consideração as principais interferências, não sendo considerados os eventuais acidentes associados as atividades.

Créditos dos ícones: EPE e designed by Flaticon

BOX 10.5 – PLANEJAMENTO ENERGÉTICO E DIVERSIDADE DOS POVOS INDÍGENAS

Atualmente, no Brasil, a diversidade étnica e cultural dos povos indígenas está distribuída em 305 povos indígenas, falantes de 274 línguas, presentes em cerca de 70% dos municípios brasileiros.

A maior parte dos indígenas autodeclarados se encontra na região amazônica. Os povos indígenas com maior contingente populacional têm entre 30 e 50 mil indivíduos, mas a maioria dos indígenas compõem uma miríade de pequenas sociedades de até 5.000 pessoas (IBGE, 2012). Além destes, há os povos indígenas em isolamento voluntário, sob os quais há poucas informações disponíveis.

As 624 terras indígenas reconhecidas pelo Estado compõem cerca de 13% do território brasileiro, sendo que 98% da extensão delas se encontra na Amazônia, o que representa 25% da Amazônia brasileira. Do universo de quase um milhão de indígenas no Brasil, cerca de 30% vivia em áreas urbanas no Censo de 2010.

O desafio de compatibilizar projetos de aproveitamento energético em territórios indígenas – inclusive em áreas urbanas – e nos quais estes povos realizam os seus próprios projetos de futuro, gera a necessidade de conciliação de políticas intersetoriais que propiciem a manutenção dos recursos ambientais necessários à sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.

TEMAS PRIORITÁRIOS PARA A GESTÃO AMBIENTAL**Povos e terras indígenas.**

Além da indicação dos temas socioambientais que devem ser observados no processo de planejamento, acredita-se que alguns temas se configuram como prioritários para a gestão ambiental no âmbito do setor energético.

A definição desses temas prioritários leva em consideração os aspectos técnicos, jurídicos e institucionais envolvidos e não apenas a frequência com que os temas socioambientais se apresentam associados às regiões e as fontes de energia previstas para o decênio. O objetivo dessa seleção é destacar as questões que podem contribuir para a incerteza associada à expansão de energia planejada e, por esse motivo, impõem a necessidade de se canalizar esforços para tratar esses temas de maneira adequada.

Diante disso, dois temas foram selecionados no PDE 2029 como prioritários: **Povos e terras indígenas e Unidades de Conservação**. Esses temas têm sido indicados como prioritários nos últimos PDEs devido à importância para a definição da expansão e por ainda não ter se chegado a uma solução efetiva dessas questões.

O fato de cerca de 60% do potencial hidrelétrico brasileiro estar sobreposto a terras indígenas traz à tona não só a questão da exploração do recurso hídrico em TIs, mas, principalmente, a discussão de como lidar com as sensibilidades das sociedades indígenas no âmbito do planejamento.

Daí, surgem múltiplos desafios jurídicos e políticos expressos tanto na dificuldade de regulamentação do artigo 231 § 3º, quanto nas incertezas em relação ao procedimento de consulta aos povos afetados, previsto na Convenção nº 169 da OIT. A diversidade cultural e de interesses que perpassam o diálogo com esses povos, bem como as indefinições para lidar com o tema, retratam a complexidade e a relevância do tema.

Ainda que as questões referentes ao aproveitamento dos recursos hídricos nas terras tenham a perspectiva do longo prazo, o desafio que esse cenário representa para a expansão faz com que o tema seja considerado relevante e decisivo para sua definição no horizonte decenal.

Nesse sentido, para a implantação de projetos energéticos nessas áreas, há que se consolidar estratégias institucionais para conciliar as

perspectivas das sociedades indígenas com as demandas de desenvolvimento do setor energético.



Unidades de Conservação.

Em geral, ao se realizar os estudos para a implantação de um projeto de energia, evita-se a instalação em unidades de conservação. Entretanto, em alguns casos o potencial energético está dentro dessas áreas. Logo, esse tema costuma ser determinante ao se levar em conta a dificuldade de se conciliar os propósitos de uma UC com a expansão de oferta de energia, particularmente em situações em que não há alternativa locacional. Essa dificuldade é refletida pelas complexas discussões e negociações entre os atores, envolvendo os interesses diversos, além da complexidade nas tratativas do processo de licenciamento ambiental. Constantemente, esse processo é decisivo para as estratégias de planejamento, o que leva a crer que a busca por soluções que compatibilizem a conservação e a

geração de energia permanece como uma questão chave para o setor.

Os temas prioritários identificados podem contribuir para o planejamento estratégico do setor, fazendo com que a gestão das questões socioambientais e dos riscos associados à expansão da oferta de energia seja mais objetiva e efetiva.

Ainda assim, o setor de energia continuará enfrentando uma série de desafios que, de alguma forma, estão relacionados a outros setores. O desenvolvimento do país pode ser impulsionado por uma melhor integração e compatibilização das diferentes políticas setoriais. Ressalta-se, assim, a pertinência da discussão das questões socioambientais em uma escala mais ampla que permita avaliar os reais riscos e oportunidades associadas às decisões sobre as diversas possibilidades de uso dos recursos disponíveis.

BOX 10.6- O POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO E A RELAÇÃO COM AS ÁREAS PROTEGIDAS

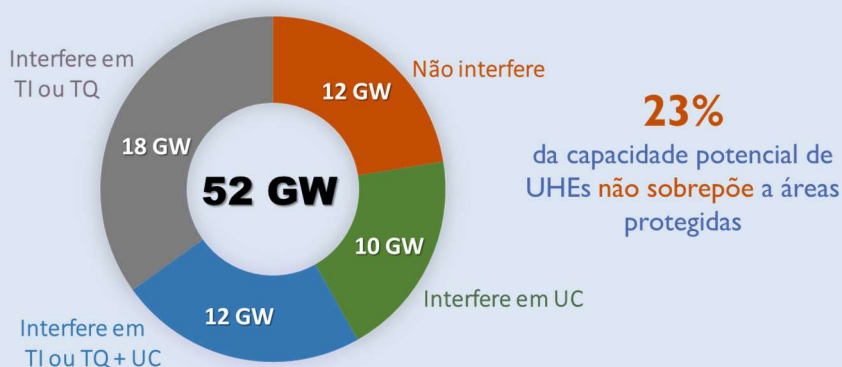
Historicamente, a hidreletricidade tem destaque no Brasil em função do grande potencial existente e das estratégias adotadas ao longo da história do setor elétrico, que elegeu como base um sistema hidrotérmico. Atualmente a hidroeletricidade é responsável por 64% da potência instalada no Brasil (ANEEL, 2019).

O potencial hidrelétrico atual é de **176 GW**, sendo 108 GW em operação e construção e 68 GW de potencial hidrelétrico inventariado. Desses 68 GW, **52 GW são de usinas maiores de 30 MW** de potência instalada e os outros 16 GW de pequenas centrais hidrelétricas – PCHs (EPE, 2018 a e b).

Potencial hidrelétrico estudado para o longo prazo (2050)

Embora ainda haja potencial considerável disponível, nota-se redução gradual na indicação de usinas hidrelétricas para a expansão nos últimos Planos Decenais. Pode-se inferir que isso é resultado tanto do crescimento significativo de outras fontes renováveis, quanto dos diversos desafios associados ao desenvolvimento de novas usinas hidrelétricas. Muitos têm caráter socioambiental, todavia, há também questões técnicas, econômicas e regulatórias que influenciam na atratividade dos projetos.

Em relação aos desafios socioambientais, destaca-se que, do potencial levantado (52 GW), 77% está localizado em áreas protegidas, como unidades de conservação (UC), terras indígenas (TI) e quilombolas (TQ). Isso reflete o fato de 64% do potencial estar localizado na região Amazônica, em áreas particularmente sensíveis sob a ótica socioambiental.

Potencial hidrelétrico e interferência em áreas protegidas

O cenário traz uma série de incertezas quanto aos encaminhamentos de UHEs, sobretudo aquelas com interferência em áreas protegidas. Como resultado, tem-se número reduzido de projetos em condições de se viabilizar no horizonte decenal, o que ajuda a explicar o decréscimo da expansão hidrelétrica nos últimos anos.

Diante do exposto, verifica-se a importância para o setor de energia do tratamento de questões relacionadas a áreas protegidas como, unidades de conservação e terras indígenas, além do horizonte decenal. Esses temas são decisivos para a definição de expansões futuras.

10.3 Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)

O Brasil, signatário do Acordo de Paris, se comprometeu em sua NDC à redução de 37% de suas emissões em 2025 (para todo o conjunto da economia), tendo como base as emissões de 2005. Especificamente no setor de energia, o texto da NDC brasileira apresenta contribuições indicativas para 2030 que incluem o aumento da participação das fontes renováveis na matriz energética e ganhos de eficiência.

É importante observar que não há distribuição – e compromisso – formal de metas entre os diferentes setores, de forma que o país é livre para alocar seus esforços nas medidas mais custo-efetivas, podendo, portanto, atingir as metas por diferentes caminhos. Atualmente estão em discussão estratégias e ações necessárias para implementação dos compromissos expressos na NDC brasileira. O assunto é pauta na agenda de diversos órgãos do governo, setor privado, academia e ONGs.

O setor de energia brasileiro se destaca por possuir uma matriz energética com grande participação de fontes renováveis, realidade verificada em poucos países do mundo. Isso significa que as emissões de GEE por unidade de energia consumida no Brasil são pequenas comparativamente a outros países.

Contudo, o Brasil ainda tem um caminho longo a percorrer para atingir padrões socioeconômicos comparáveis aos de países desenvolvidos. Por esse motivo, o consumo de energia per capita deverá aumentar consideravelmente até 2030. Portanto, não é esperada tendência de redução das emissões brutas do setor de energia. Como mostrado adiante, as emissões do setor serão crescentes, mesmo contando com ampla participação de fontes renováveis.

PROJEÇÕES

O total de emissões ao longo do horizonte decenal é crescente, refletindo a perspectiva de crescimento econômico do país. Em 2029, as estimativas para a trajetória de referência indicam o montante total de 514 MtCO_{2e} (Tabela 10-2 e Gráfico 10-1). A tendência é de aumento das emissões em todos os setores e a expectativa é de que a distribuição de emissões por setor não se altere significativamente ao longo do horizonte.

Atualmente, os principais responsáveis pelas emissões de GEE na produção e consumo de energia são os setores de transportes e industrial, que respondiam em 2018 por 46% e 19% do total de emissões, respectivamente. Ao longo do horizonte, esses setores continuarão, em conjunto, responsáveis pela maior parte das emissões do setor de energia, somando 67% em 2029. Vale destacar que, em ambos os setores, ações para redução das emissões de GEE

são consideradas nas projeções de oferta e demanda. Estas ações estão relacionadas à substituição de combustíveis com maiores fatores de emissão por combustíveis que emitam menos GEE, como o gás natural ou outros combustíveis renováveis, e medidas para se aumentar a eficiência energética dos meios de transporte e processos industriais.

Para o setor de transportes, é indicada a expansão da produção de etanol atingindo cerca de 47 bilhões de litros em 2029 e o gradual aumento da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel⁷³, cenário este alinhado com as perspectivas de expansão do setor com a adoção da Política Nacional de Biocombustíveis, o Renovabio. Além disso, as projeções de demanda de energia para o setor consideram cenário com ganhos em eficiência energética, alcançados por meio da evolução tecnológica (veículos novos, com melhor rendimento

⁷³ A Resolução CNPE n° 16/2018 estabeleceu o incremento gradual da mistura de biodiesel ao diesel mineral, com o B15 previsto para 2023. Entretanto, estão em andamento testes e ensaios para validação e utilização do B15 em motores de veículos.

energético, por exemplo). A conservação de energia resultante desses ganhos em eficiência supera 7% no último ano do horizonte.

Em relação às indústrias, foi realizada a mesma abordagem quanto aos ganhos de eficiência

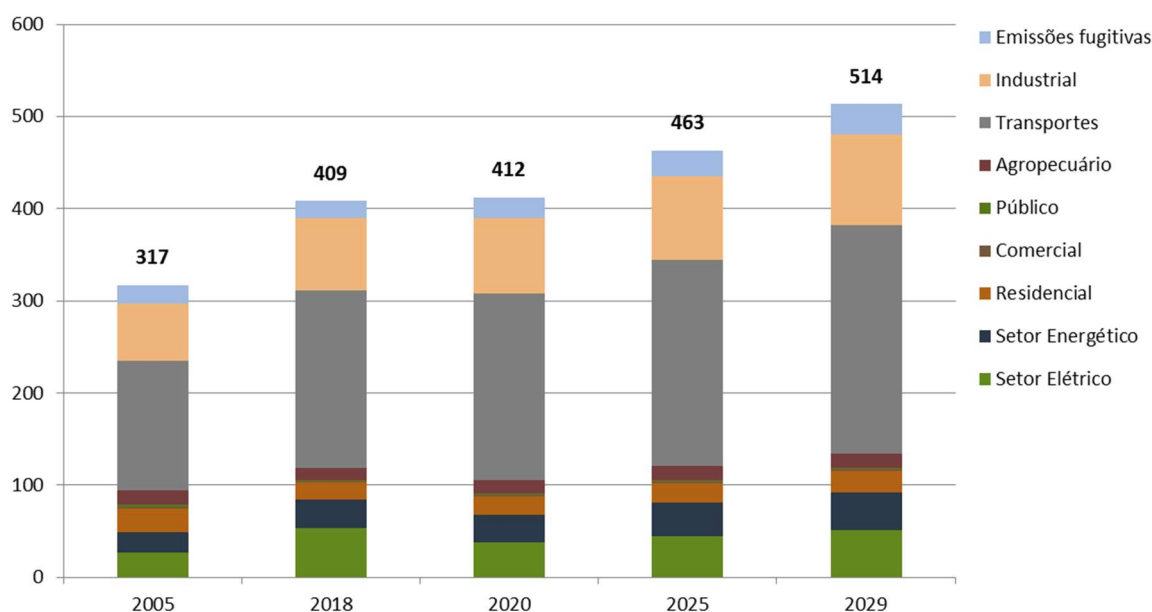
energética. No caso, são consideradas as tendências tecnológicas que possam aumentar a eficiência de equipamentos e processos, além de cenários de substituição de energéticos. A conservação de energia resultante desses ganhos em eficiência é de quase 8% para o último ano do horizonte

Tabela 10 - 2 - Evolução das emissões de GEE na produção, transformação e no uso de energia

Setores	2005	2018	2020	2025	2029
	MtCO ₂ e				
Setor Elétrico	27	53	38	45	51
Sistema Interligado Nacional - SIN	21	36	23	27	30
Autoprodução	6	17	15	18	21
Setor Energético	23	32	30	36	41
Residencial	26	18	20	22	23
Comercial	2	1,4	2	2	2,5
Público	2	0,8	1	1	0,9
Agropecuário	16	18	14	15	16
Transportes	140	194	203	224	247
Industrial	62	88	82	91	99
Emissões fugitivas	20	20	22	28	33
TOTAL	317	409	412	463	514

Notas: (1) A desagregação dos setores foi feita de acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN).
 (2) As emissões fugitivas incluem o transporte e processamento de gás natural e perdas nas atividades de E&P, além da mineração de carvão.
 (3) As emissões de 2005 foram atualizadas de acordo com o 3º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases De Efeito Estufa (MCTI, 2016) e Relatórios de Referência – Setor Energia (MCTI, 2015).
 (4) A partir do 3º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE as emissões devido ao uso de combustíveis como matéria-prima (consumo não-energético) passaram a ser contabilizadas na rubrica Processos Industriais, e não mais no subsetor Industrial do Setor Energia (MCTI, 2015).

Gráfico 10 - 1 - Evolução da participação setorial nas emissões de GEE pela produção e uso de energia



No SIN, as emissões de GEE podem variar substancialmente dependendo das condições hidrológicas. Situações de hidrologia desfavoráveis levam à necessidade de acionamento das termelétricas a combustível fóssil. Assim, em anos de baixa pluviosidade o setor emite maiores quantidades de GEE, como foi o caso dos anos 2014 e 2015 quando as emissões superaram 65 MtCO₂e. No horizonte decenal, estima-se que em condições hidrológicas médias as emissões voltem a patamares em torno de 25 MtCO₂e em 2020 e 30 MtCO₂e em 2029.

Os resultados da oferta de energia elétrica (simulação da operação) mostram que a geração elétrica a partir de fontes renováveis alcançará 91% em 2029, sobretudo em função do aumento de geração a partir das energias eólica, solar e biomassa. Ao se considerar a fonte nuclear, tem-se que a geração a partir de fontes não emissoras de GEE somam 94% do total da geração de energia elétrica em 2029.

Dessa forma, diferentemente do que ocorre na maioria dos países, no Brasil o setor elétrico contribui pouco para o total de emissões de gases de efeito estufa e a estratégia prevista neste PDE 2029 procura manter e ampliar essa condição. Considerando que o país cumpra o compromisso absoluto de sua NDC, de

1,3GtCO₂e em 2025, as emissões oriundas do SIN previstas neste PDE representariam menos de 3% desse total. Portanto, esforços adicionais para mitigação de gases de efeito estufa devem se concentrar em setores que apresentem oportunidades com melhor relação custo-benefício.

Nesse sentido, é fundamental que o país procure ampliar o conhecimento sobre os custos de abatimento de emissões nos diversos setores da economia (curvas de abatimento) a fim encontrar e priorizar as medidas mais custo-efetivas.

Tomando como base o terceiro inventário brasileiro de emissões (MCTI, 2016), o crescimento das emissões devido à produção e consumo de energia será de 63% entre 2005 e 2029. Esse incremento é inferior ao esperado para a oferta interna bruta no mesmo período (72%), conforme Tabela 10-3. Isso significa que, no cenário deste PDE, o indicador de intensidade de emissões de GEE no uso da energia em 2029 (kgCO₂e/tep) será menor que aquele verificado em 2005. O indicador de intensidade de emissões da economia (kgCO₂e/PIB) também deverá ser decrescente ao longo do horizonte decenal, chegando em 2029 a 92,9 kgCO₂e/R\$ mil [2010].

Tabela 10 - 3 - Intensidade de carbono na economia brasileira devido à produção e ao uso da energia

Item	Unidade	2005	2020	2025	2029
Emissões de GEE na produção e uso de energia	10 ⁶ tCO ₂ e	317	412	463	514
PIB	R\$ bilhões [2010]	3.122	4.254	4.910	5.526
Oferta Interna Bruta	10 ⁶ tep	218	298	338	376
Intensidade de carbono no uso da energia	kgCO₂e/tep	1.452	1.384	1.371	1.364
Intensidade de carbono na economia	kgCO₂e/R\$ [2010]	101,3	96,9	94,3	92,9

Nota: A equivalência de CO₂ é dada pela métrica do GWP para 100 anos conforme AR5 do IPCC (CH₄=28 e N₂O=265).

Fonte: EPE, considerando dados do MCTIC (2016) e IBGE (dados realizados de emissões e PIB).

ALINHAMENTO COM AS POLÍTICAS EM VIGOR

Os resultados apresentados demonstram que o cenário de expansão da oferta e do consumo de energia no horizonte decenal está totalmente alinhado com o disposto no decreto 9.578/18, que regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).⁷⁴ Com efeito, as emissões projetadas para 2020 neste PDE correspondem a uma redução de mais de 50% em relação às emissões projetadas que constam naquele decreto (868 MtCO₂ eq).

Embora a meta expressa na NDC brasileira para o ano 2025 seja para o conjunto da economia (não há meta setorial explícita), a comparação dos indicadores mencionados no anexo informativo da NDC com os números da trajetória do PDE 2029 (Tabela 10-4) deixam evidente que o setor de energia vem buscando manter e possivelmente superar o caminho originalmente concebido para a mitigação de emissões proposta na NDC.

Assim, pode-se afirmar que o objetivo do PDE 2029 está alinhado com a PNMC e com os

compromissos internacionais assumidos pelo Brasil no âmbito da UNFCCC.⁷⁵ As medidas incorporadas no Plano como: a expansão de fontes renováveis para a geração de energia elétrica, o crescimento do uso de biocombustíveis, o aumento das medidas de eficiência energética, entre outras, permitirão ao Brasil manter os indicadores de desempenho de sua matriz energética entre os países que menos emitem gases de efeito estufa na produção e consumo de energia.

Diante deste cenário e considerando o potencial brasileiro para produção de energia elétrica e combustíveis a partir de fontes renováveis, a principal estratégia do setor para mitigação das emissões de GEEs continua sendo justamente manter elevada a participação dessas fontes na matriz, a fim de garantir que as emissões decorrentes da produção e uso de energia continuem baixas. A tendência apresentada neste Plano reflete as diversas medidas governamentais para manter essa característica da matriz energética brasileira.

BOX 10.7 – A IMPORTÂNCIA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

Os biocombustíveis, além de renováveis, possuem menores emissões de gases poluentes e de efeito estufa (GEE), quando comparados à gasolina ou ao diesel de petróleo. A iniciativa mais importante para o setor de biocombustíveis é a Política Nacional de Biocombustíveis, conhecida como RenovaBio (Lei nº 13.576/2017). A lei busca fomentar a expansão dos biocombustíveis em padrões mais sustentáveis com a aplicação de dois instrumentos: metas nacionais de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para a matriz de combustíveis e certificação da produção de biocombustíveis, tratando-se da primeira iniciativa em nível nacional de precificação de carbono. A meta nacional é definida pelo CNPE e a ANP é responsável pelo seu desdobramento em metas individuais para os distribuidores de combustíveis. O cumprimento da meta se dará a partir da compra do Crédito de Descarbonização por Biocombustíveis (CBIO), emitido pelos produtores certificados. Dessa forma, o RenovaBio deve, além de reduzir a intensidade de carbono na matriz de combustíveis, incentivar a busca por efficientização da produção dos biocombustíveis, uma vez que a quantidade de CBIOs emitida será diretamente proporcional à nota de eficiência do processo produtivo da usina.

⁷⁴ O Decreto nº 9.578 de 22 de novembro de 2018 revogou o decreto 7.390/10 que anteriormente regulamentava a lei 12.187/09 (PNMC).

⁷⁵ UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

Tabela 10 - 4 - Comparação de indicadores da NDC e do PDE 2029

INDICADORES		NDC ⁽²⁾	PDE 2029
		Ano de Referência 2025	
Eficiência energética ⁽¹⁾	Eletricidade	8%	7%
Energia elétrica	Participação de eólica, solar e biomassa, incluindo GD e autoprodução	22%	25%
	Participação da hidroeletricidade na geração centralizada	71%	71%
	Participação de fontes renováveis, com exceção da hídrica	32%	35%
Matriz energética	Participação de bioenergia	18%	19%
	Participação total de fontes renováveis	45%	48%

Nota: (1) Para maior detalhamento consultar Cap. IX, Box 9.1 – “Eficiência Elétrica e a NDC”.

(2) Conforme NT O Compromisso do Brasil no Combate às Mudanças Climáticas: Produção e uso da Energia (EPE, 2016)

VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Sistema Elétrico Brasileiro é um sistema hidrotérmico de grande porte com forte predominância de usinas hidrelétricas. Essa característica pode torná-lo altamente susceptível às mudanças climáticas devido à restrição ou indisponibilidade do recurso hídrico no futuro. Projeções da precipitação sobre o território nacional têm mostrado indícios de redução da pluviosidade em algumas áreas do país com possíveis reflexos negativos sobre a capacidade de geração hidrelétrica no futuro. Estudos de LIMA et al. (2014) chegaram a resultados da ordem de 15% em média de redução na geração do parque existente a partir de 2041 e 25% de redução para o parque de UHEs futuras. Os modelos de projeção avaliados indicam redução da precipitação no norte e nordeste do Brasil. No Sul, por outro lado, as projeções indicam aumento da precipitação e consequentemente um possível aumento na disponibilidade hídrica para geração hidrelétrica. Na região centro-sul, os modelos indicam uma certa neutralidade, sem grandes variações na precipitação.

Com a tendência de aumento da participação de outras fontes renováveis como a eólica, solar e biomassa é importante avaliar também as demais variáveis climáticas de modo a identificar possíveis riscos e impactos na oferta de energia elétrica no futuro. Os estudos disponíveis até o momento tendem a concordar com a projeção de aumento na disponibilidade de recurso eólico e solar para geração de energia em cenários de mudanças climáticas. Já para a biomassa, há estudos que indicam que as mudanças climáticas poderão aumentar a área apta

para a cana de açúcar e reduzir a área apta para a silvicultura.

É importante ressaltar que os modelos de projeção climática de longo prazo incorporam uma série de incertezas, o que sugere que tais resultados devem ser avaliados com bastante cautela. De fato, esse assunto tem revelado importância crescente e a incorporação dessas avaliações nos estudos de planejamento energético são cada vez mais prementes. Nesse sentido, vale menção ao projeto **META nº 12/2018 “Análise dos reflexos das mudanças climáticas nas metodologias de planejamento”**, concluído em 2018, que além de avaliar o estado da arte sobre esse tema, traçou algumas recomendações para se avançar metodologicamente na incorporação de cenários de mudanças climáticas nos modelos de projeção de oferta de energia (MME, 2018).

Outra iniciativa nesse sentido é o Projeto CSI (*Climate Services for Infrastructure Investments*), desenvolvido pelo MMA, em parceria com a GIZ e INPE, que tem por objetivo aumentar a utilização dos serviços climáticos nacionais no planejamento e na avaliação dos riscos climáticos dos investimentos em infraestrutura no país (MMA, 2019).

A partir dessas iniciativas, espera-se que o desdobramento seja o desenvolvimento de novos estudos que ampliem a base de conhecimento sobre as vulnerabilidades do setor energético às mudanças climáticas.

PONTOS PRINCIPAIS DO CAPÍTULO

> A análise socioambiental do PDE 2029 tem como objetivo: 1) contribuir para a definição da expansão do decênio, 2) avaliar de forma integrada as principais questões socioambientais da expansão, 3) indicar os temas prioritários para a gestão ambiental do setor e 4) elaborar uma análise das emissões de gases de efeito estufa (GEE) da expansão prevista.

> De modo a contribuir para os modelos de oferta e para a definição da expansão prevista no PDE 2029, foram realizadas as seguintes análises: 1) análise processual das usinas hidrelétricas (das 47 UHEs analisadas, apenas 9 teriam data de operação possível no horizonte decenal) e 2) análise de complexidade socioambiental das unidades produtivas de petróleo e gás natural, que teve como resultados: 72 UPs do conjunto de 783 analisadas com contratos de concessão classificadas como de alta complexidade socioambiental; e a redução no decênio de 14 a 17% do volume previsto de petróleo e gás natural para as Unidades Produtivas da União.

> Com base na expansão prevista no PDE 2029 é elaborada a análise socioambiental integrada, que tem como base a espacialização dos projetos planejados e avalia qualitativamente as principais interferências da expansão sobre as sensibilidade socioambientais mais representativas das regiões brasileiras, por meio de temas socioambientais.

> Neste Plano, foram indicados 10 temas socioambientais que buscam sintetizar as interferências mais significativas do conjunto de projetos previstos no Plano: Fauna, Organização territorial, Paisagem, Povos e terras indígenas, Comunidades quilombolas, Qualidade do ar, Recursos hídricos, Resíduos, Unidades de conservação e Vegetação nativa.

> Como resultado, com o propósito de direcionar esforços para as questões que aumentam a incerteza associada ao planejamento previsto, foram selecionados dois temas como prioritários para a gestão ambiental do setor energético: “Povos e terras indígenas” e “Unidades de conservação”.

> O tema “Povos e terras indígenas” foi considerado prioritário pelos múltiplos desafios associados que envolvem a sensibilidade dos povos em função de sua diversidade cultural, o fato de cerca de 60% do potencial hidrelétrico brasileiro estar sobreposto a terras indígenas, além das indefinições sobre dispositivos legais e normativos em relação aos povos afetados por empreendimentos.

> O tema “Unidades de conservação” foi considerado prioritário pelas dificuldades de se conciliar os propósitos de uma UC com a expansão de oferta de energia.

> Em sua NDC, o Brasil propôs redução de 37% de suas emissões em 2025, tendo como base as emissões de 2005. Não há distribuição formal de metas entre os diferentes setores, de forma que o país pode atingir as metas por diferentes caminhos.

> As emissões de GEE por unidade de energia consumida no Brasil são pequenas comparativamente a outros países. Porém, o consumo de energia per capita deverá aumentar consideravelmente até 2030 e, assim, as emissões do setor serão crescentes.

> Considerando o potencial brasileiro para produção de energia elétrica e combustíveis a partir de fontes renováveis, a principal estratégia do setor para mitigação das emissões de GEEs é justamente manter elevada a participação dessas fontes na matriz.

> Os principais responsáveis pelas emissões de GEE na produção e consumo de energia são os setores de transportes e industrial que, ao longo do horizonte, continuarão responsáveis pela maior parte das emissões do setor de energia, somando 67% em 2029.

> No setor elétrico, a geração a partir de fontes não emissoras de GEE somará 94% do total da geração de energia elétrica em 2029. Portanto, esforços adicionais para mitigação de gases de efeito estufa devem se concentrar em setores que apresentem oportunidades com melhor relação custo-benefício. É fundamental que o país procure ampliar o conhecimento sobre os custos de abatimento de emissões nos diversos setores da economia (curvas de abatimento) a fim encontrar e priorizar as medidas mais custo-efetivas.

> O cenário de expansão da oferta e do consumo de energia no horizonte decenal atende com folga à meta para o ano de 2020, indicada no Decreto 9.578/18, que regulamenta a PNMC, e à trajetória estipulada na NDC brasileira para o setor de energia. Assim, pode-se afirmar que o cenário do PDE está alinhado com a PNMC e com os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris.

> A adaptação às mudanças climáticas é tema que tem ganhado cada vez mais relevância e a sua incorporação no planejamento energético é cada vez mais premente. Nesse sentido, foi concluído no final de 2018 o projeto META nº 12/2018 “Análise dos reflexos das mudanças climáticas nas metodologias de planejamento” que além de avaliar o estado da arte sobre esse tema, traçou algumas recomendações para se avançar metodologicamente na incorporação de cenários de mudanças climáticas nos modelos de projeção de oferta de energia. Espera-se novos estudos nessa seara nos anos vindouros, com rebatimentos sobre as metodologias de projeção de oferta de energia.