



Empresa de Pesquisa Energética

NOTA TÉCNICA

ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DAS FONTES ENERGÉTICAS DO PDE 2030

DEZEMBRO DE 2020

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



■ Colaboradores

Coordenação Geral

Giovani Vitória Machado

Coordenação Executiva

Elisângela Medeiros de Almeida

Coordenação Técnica

Hermani de Moraes Vieira

Equipe Técnica

Alfredo Lima Silva

Ana Dantas Mendez de Mattos

André Cassino Ferreira

André Viola Barreto

Bernardo Regis de G. de Oliveira

Carina Renno Siniscalchi

Carolina M. H. de G. A. F. Braga

Clayton Borges da Silva

Cristiane Moutinho Coelho

Daniel Dias Loureiro

Daniel Filipe Silva

Glauce Maria Lieggio Botelho

Guilherme de Paula Salgado

Gustavo Fernando Schmidt

Kátia Gisele Soares Matosinho

Juliana Velloso Durão

Leyla Adriana Ferreira da Silva

Leonardo de Sousa Lopes

Luciana Álvares da Silva

Marcos Ribeiro Conde

Maria Fernanda Bacile Pinheiro

Mariana Lucas Barroso

Mariana R. de Carvalhaes Pinheiro

Paula Cunha Coutinho

Pedro Ninô de Carvalho

Robson O. Mattos

Silvana Andreoli Espig

Thalles Fonseca Casado Lins

Thamires Dutra da Silva

Valentine Jahnel

Verônica S. M. Gomes

Vinicius Mesquita Rosenthal

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Ministro de Estado

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior

Secretária-Executiva

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Paulo Cesar Magalhães Domingues



Presidente

Thiago Vasconcelos Barral Ferreira

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Erik Eduardo Rego

Diretora de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloísa Borges Bastos Esteves

Diretora de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

<http://www.epe.gov.br>

■ Sumário

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introdução | 4 |
| 2 | Critérios utilizados..... | 5 |
| 3 | Subsídios socioambientais para a expansão decenal..... | 7 |
| 3.1 | Avaliação processual das usinas hidrelétricas | 7 |
| 3.2 | Análise da complexidade socioambiental das unidades produtivas de petróleo e gás natural | 9 |
| 4 | Análise socioambiental da oferta de energia elétrica | 13 |
| 4.1 | Hidrelétricas..... | 13 |
| 4.2 | Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas | 22 |
| 4.3 | Termelétricas de fontes não renováveis | 28 |
| 4.4 | Termelétricas a biomassa | 35 |
| 4.5 | Eólicas | 40 |
| 4.6 | Usinas solares fotovoltaicas..... | 49 |
| 4.7 | Transmissão de energia elétrica | 56 |
| 5 | Análise socioambiental da oferta de petróleo, gás natural e biocombustíveis | 65 |
| 5.1 | Produção e oferta de petróleo, gás natural e derivados..... | 65 |
| 5.2 | Etanol | 76 |
| 5.3 | Biodiesel..... | 81 |
| 6 | Conclusão..... | 90 |
| 7 | Referências bibliográficas..... | 91 |

■ Lista de Ilustrações

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Premissas da análise socioambiental do PDE..... | 4 |
| Figura 2 – Objetivos da análise socioambiental do PDE 2030..... | 4 |
| Figura 3 – O PDE 2030 e as etapas da análise socioambiental | 5 |
| Figura 4 – Análise socioambiental das fontes energéticas para compor a análise socioambiental integrada | 6 |
| Figura 5 – Fluxograma com os prazos utilizados na avaliação processual..... | 8 |
| Figura 6 – Critérios utilizados para exclusão de volumes de produção de áreas de UPUs sobrepostas a eles | 10 |
| Figura 7 – Etapas de análise das UPs como subsídio à alocação temporal da previsão de início da produção | 11 |
| Figura 8 – Procedimento de análise das UPs offshore | 11 |
| Figura 9 – Procedimento de análise das UPs onshore | 12 |
| Figura 10 – Resultado da classificação de complexidade das UPs | 12 |
| Figura 11 – Localização das usinas hidrelétricas planejadas no PDE 2030 | 14 |
| Figura 12 – Localização das PCHs e CGHs contratadas e áreas indicativas para expansão no PDE 2030... | 23 |
| Figura 13 – Localização das usinas termelétricas não renováveis contratadas e indicativas no PDE 2030 | 30 |
| Figura 14 – Localização das usinas termelétricas a biomassa planejadas no PDE 2030 | 36 |
| Figura 15 – Localização dos parques eólicos planejados no PDE 2030 | 41 |
| Figura 16 – Localização das usinas fotovoltaicas contratadas e indicativas no PDE 2030..... | 51 |
| Figura 17 - Linhas de transmissão planejadas no PDE 2030 e áreas legalmente protegidas | 58 |
| Figura 18 – Unidades produtivas, UPGNs, terminais e gasoduto de transporte planejados no PDE 2030 | 67 |
| Figura 19 – Localização das usinas de etanol planejadas no PDE 2030 | 77 |
| Figura 20 – Usinas de biodiesel planejadas e em ampliação no PDE 2030..... | 83 |

■ Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Prazos utilizados na avaliação processual | 8 |
| Tabela 2 – Avaliação processual PDE 2030 | 8 |
| Tabela 3 – Etapas do Licenciamento Ambiental e prazos (em meses) distribuídos por classe de complexidade | 12 |
| Tabela 4 - Síntese da análise socioambiental das usinas hidrelétricas do PDE 2030..... | 16 |
| Tabela 5 – Indicadores socioambientais da expansão hidrelétrica contratada | 21 |
| Tabela 6 - Síntese da análise socioambiental das PCHs e CGHs do PDE 2030 | 25 |
| Tabela 7 – Indicadores socioambientais da expansão de PCHs e CGHs | 28 |
| Tabela 8 - Síntese da análise socioambiental das usinas termelétricas do PDE 2030 | 31 |
| Tabela 9 – Indicadores socioambientais da expansão termelétrica | 34 |
| Tabela 10 - Síntese da análise socioambiental das usinas termelétricas a biomassa do PDE 2030 | 37 |
| Tabela 11 – Indicadores socioambientais da expansão termelétrica a biomassa | 40 |
| Tabela 12 - Síntese da análise socioambiental das usinas eólicas do PDE 2030..... | 44 |
| Tabela 13 – Indicadores socioambientais da expansão eólica..... | 48 |
| Tabela 14 – Síntese da análise socioambiental das usinas fotovoltaicas do PDE 2030..... | 52 |
| Tabela 15 – Indicadores socioambientais da expansão fotovoltaica | 55 |
| Tabela 16 - Extensão das linhas de transmissão por região..... | 57 |
| Tabela 17 – Extensão das linhas de transmissão planejadas em áreas com restrição socioambiental | 59 |
| Tabela 18 – Síntese da análise socioambiental das linhas de transmissão do PDE 2030 | 61 |
| Tabela 19 – Indicadores socioambientais da expansão da transmissão de energia elétrica..... | 64 |
| Tabela 20- Síntese da análise socioambiental da expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados | 69 |
| Tabela 21 – Indicadores socioambientais da expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados | 75 |

| | |
|--|----|
| Tabela 22 - Síntese da análise socioambiental da oferta de etanol do PDE 2030..... | 79 |
| Tabela 23 – Indicadores socioambientais da expansão da oferta de etanol..... | 81 |
| Tabela 24 - Síntese da análise socioambiental do biodiesel do PDE 2030 | 84 |
| Tabela 25 – Indicadores socioambientais da expansão do biodiesel | 88 |

■ Lista de Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão hidrelétrica..... | 17 |
| Quadro 2 – Principais desafios e iniciativas socioambientais relacionados à expansão hidrelétrica | 20 |
| Quadro 3 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão de PCHs e CGHs | 25 |
| Quadro 4 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão de PCHs e CGHs..... | 27 |
| Quadro 5 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão termelétrica..... | 32 |
| Quadro 6 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão termelétrica..... | 33 |
| Quadro 7– Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão termelétrica a biomassa..... | 39 |
| Quadro 8 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão eólica | 44 |
| Quadro 9 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão eólica | 47 |
| Quadro 10– Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão fotovoltaica | 53 |
| Quadro 11– Principais desafios e iniciativas socioambientais relacionados à expansão solar fotovoltaica | 54 |
| Quadro 12 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão transmissão | 61 |
| Quadro 13 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão da transmissão | 63 |
| Quadro 14 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados..... | 70 |
| Quadro 15 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados..... | 73 |
| Quadro 16 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da oferta de etanol | 79 |
| Quadro 17 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão da oferta de etanol | 80 |
| Quadro 18 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão do biodiesel | 87 |

1 Introdução

O conceito de sustentabilidade orientou a análise socioambiental do PDE 2030. Neste sentido, o planejamento da expansão do setor energético considerou questões associadas à minimização dos impactos socioambientais na produção, geração e transmissão de energia e às discussões em âmbito nacional e internacional sobre as mudanças do clima.

Para este ciclo, observam-se os efeitos da pandemia de Covid-19, considerados no PDE através da construção de diferentes cenários econômicos. As possibilidades de duração da pandemia e de recuperação econômica tiveram impacto nas previsões de demanda e oferta de energia do PDE. Conseqüentemente, aspectos ambientais também foram afetados, mesmo que temporariamente, como, por exemplo, as emissões de gases de efeito estufa¹.

A Figura 1 apresenta as premissas consideradas no desenvolvimento da análise socioambiental do PDE 2030.

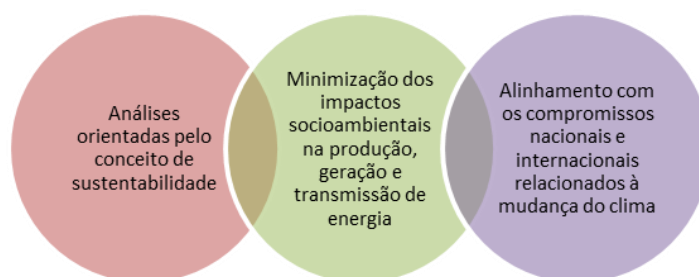


Figura 1 – Premissas da análise socioambiental do PDE

Com base nas premissas mencionadas, a análise socioambiental do PDE 2030 tem como objetivo: 1) contribuir para a definição da expansão do decênio; 2) avaliar, de forma integrada, as principais questões socioambientais da expansão planejada para o horizonte decenal; 3) com base nas principais questões e desafios levantados, indicar os desafios e oportunidades socioambientais estratégicos para a expansão; e 4) elaborar uma análise das emissões de gases de efeito estufa (GEE) da oferta de energia prevista. A Figura 2 ilustra os objetivos da análise socioambiental do PDE.



Figura 2 – Objetivos da análise socioambiental do PDE 2030

De forma a atender os objetivos propostos, a análise socioambiental do PDE 2030 compreende quatro etapas:

1. **Subsídios para a expansão decenal**, cuja avaliação socioambiental tem o objetivo de contribuir para a definição da expansão a ser apresentada no PDE.
2. **Análise de cada fonte energética**, com base na expansão decenal, que visa avaliar as condições em que as interferências da expansão prevista poderão ocorrer sobre o meio natural e a sociedade.

¹ Nos primeiros semestres de 2020 houve uma redução de 19% nas emissões do setor elétrico e de 11% nas emissões do setor de transportes, comparadas com o ano anterior (EPE, 2020).

3. **Análise socioambiental integrada**, que, a partir das análises da etapa anterior, agrupa as principais interferências associadas à expansão decenal em *temas socioambientais* e busca avaliá-las de acordo com as sensibilidades mais significativas de cada região brasileira. A análise tem como base a espacialização dos projetos que permite visualizar a distribuição do conjunto e verificar seus efeitos cumulativos e sinérgicos. Diante dos temas socioambientais indicados e dos desafios para cada fonte energética apresentados na etapa anterior, são identificados os *desafios e oportunidades socioambientais estratégicos* para a expansão, antecipando questões socioambientais importantes e que podem representar riscos, bem como oportunidades relacionadas à expansão no horizonte de planejamento.
4. **Análise das emissões de gases de efeito estufa (GEE)**, decorrentes da oferta de energia planejada, tendo como referência as negociações internacionais sobre mudança do clima e os compromissos assumidos pelo país. Também são discutidos os desafios, as iniciativas e as oportunidades relacionadas especificamente a esta temática.

A Figura 3 apresenta a relação entre a estrutura do PDE 2030 e a estrutura da análise socioambiental.



Figura 3 – O PDE 2030 e as etapas da análise socioambiental

A presente Nota Técnica trata da primeira e segunda etapas, que compreendem os subsídios socioambientais para a expansão decenal (avaliação processual de usinas hidrelétricas e análise de complexidade socioambiental das unidades produtivas de petróleo e gás natural); a análise socioambiental da oferta de energia elétrica (hidrelétricas, pequenas centrais hidrelétricas e centrais geradoras hidrelétricas, termelétricas de fontes não renováveis, termelétricas a biomassa, eólicas, usinas solares fotovoltaicas e transmissão de energia elétrica); e a análise socioambiental da oferta de petróleo, gás natural e biocombustíveis (produção e oferta de petróleo, gás natural e derivados; etanol; e biodiesel).

A análise socioambiental integrada e a análise das emissões de gases de efeito estufa são apresentadas no documento do PDE 2030.

2 Critérios utilizados

Nos estudos de planejamento energético de médio e longo prazo, busca-se a inserção da variável ambiental ao se definir a expansão energética planejada. No caso da elaboração do Plano Decenal são elaborados **subsídios socioambientais para a definição da expansão**, cuja ideia é justamente contribuir para a definição da expansão energética que será apresentada no Plano.

Nesse sentido, para o PDE 2030 foi elaborada uma **avaliação processual das usinas hidrelétricas**, com o objetivo de estimar o ano possível para entrada em operação das UHEs que poderão compor a expansão hidrelétrica no decênio, e uma **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 a realização dessas avaliações, foram elaboradas metodologias específicas, cujo resumo e o resultado são apresentados no item 3. SUBSÍDIOS SOCIOAMBIENTAIS PARA A EXPANSÃO DECENAL.

Diante da expansão decenal, é realizada a análise socioambiental de cada fonte de energia prevista no Plano. Para essas análises, foi elaborado um roteiro de perguntas com o objetivo de padronização, uniformidade e objetividade, sendo respeitadas as especificidades de cada uma das fontes previstas. Dessa forma, a análise de cada fonte energética foi orientada pelas seguintes questões:

1. Quais os principais benefícios do uso da fonte?
2. Como é o parque existente?
3. Como será a expansão da fonte nos próximos 10 anos?
4. Quais as principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão da fonte?
5. Quais os principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à fonte?
6. Quais os indicadores socioambientais da expansão da fonte?

Destaca-se que para o PDE 2030 foram feitos aprimoramentos nos critérios utilizados incluindo a abordagem de medidas mitigadoras para as interferências identificadas e de recomendações para os desafios listados. De forma a facilitar o entendimento do leitor, foram elaborados quadros resumos para as perguntas 4 e 5, que tratam das interferências e dos desafios. A nomenclatura das interferências socioambientais também foi ajustada de modo a ter uma padronização entre as fontes.

Para a classificação de medidas mitigadoras, iniciativas e recomendações foram estabelecidos critérios, conforme explicação abaixo:

- As medidas mitigadoras em geral são na escala de projeto, consolidadas no processo de licenciamento ambiental e já são obrigações legais.
- As iniciativas têm abordagem estratégica, podem ou não ser em escala de projeto (iniciativas voluntárias ou inovadoras, ainda não consolidadas como medidas) e, em geral, estão mais vinculadas à etapa de planejamento, antes da concepção do projeto.
- As recomendações compreendem ações que poderiam trazer soluções para o desafio, mas que ainda não possuem tratativas em andamento para realizá-las, não sendo, portanto, iniciativas.

Os resultados da análise de cada uma das fontes energéticas são apresentados nos itens 4. ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA e 5. ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA OFERTA DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Esses resultados irão subsidiar a análise socioambiental integrada, apresentada no documento do PDE 2030, como pode ser observado na Figura 4.

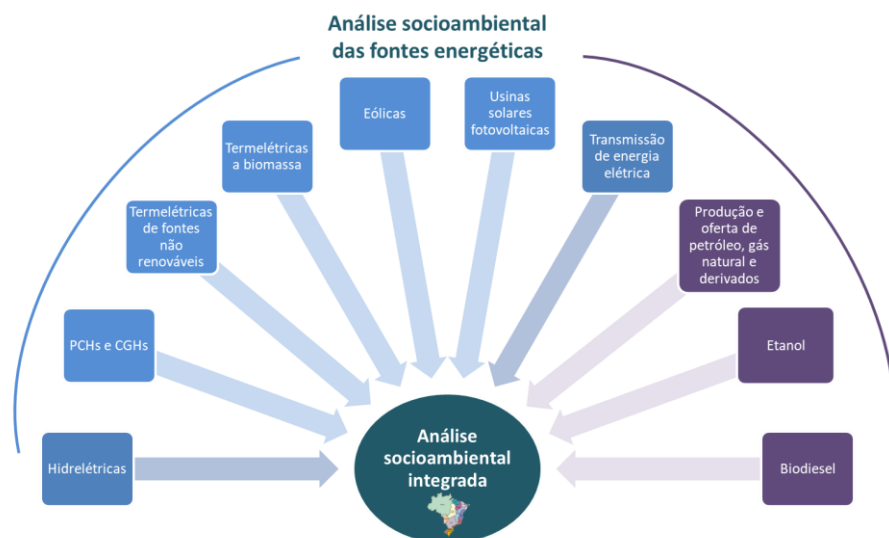


Figura 4 – Análise socioambiental das fontes energéticas para compor a análise socioambiental integrada

3 Subsídios socioambientais para a expansão decenal

3.1 Avaliação processual das usinas hidrelétricas

A avaliação processual tem por objetivo **estimar o ano possível para entrada em operação das UHEs** que se encontram em fase de estudos e que poderão compor a expansão da oferta de energia no horizonte decenal (EPE, 2018).

A avaliação processual considera os prazos necessários para a elaboração dos estudos técnicos de engenharia e ambientais, para o licenciamento ambiental e para a construção de cada usina hidrelétrica. O resultado da avaliação apresenta a lista de UHEs com possibilidade de operação no horizonte decenal e que serão colocadas à disposição para o Modelo de Decisão de Investimento - MDI. Após as simulações energéticas são definidas as UHEs que farão parte da expansão decenal no período indicativo, ou seja, de 2026 a 2030. As UHEs do período 2021-2025 já foram contratadas por meio de leilões de energia nova.

Para a avaliação processual são consideradas usinas hidrelétricas com potência superior a 50 MW e com registro ativo para a elaboração de estudos de viabilidade na Aneel. Ou seja, projetos que possuem empresa responsável pela elaboração do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) e do Estudo de Impacto Ambiental (EIA). As informações sobre a situação dos projetos são obtidas junto à Aneel, às empresas responsáveis pela elaboração dos estudos e aos órgãos ambientais licenciadores.

A estimativa da data de entrada em operação das UHEs foi feita com base nos prazos para desenvolvimento dos estudos anteriores ao leilão, adicionados do prazo de implantação (cinco anos). Assim, para a etapa que antecede o leilão, é contabilizado o tempo necessário para a emissão do termo de referência (TR) pelo órgão ambiental, para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Estudo do Componente Indígena (ECI), quando necessário, para a conclusão do Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica (EVTE) e para a obtenção da licença prévia (LP). Já para a fase posterior ao leilão é considerado tempo para construção.

Dependendo do projeto, foram ainda acrescentados prazos necessários para as tratativas de projetos com interferência em unidades de conservação (UC) ou em terra indígena (TI) e atendimento a eventuais demandas judiciais ou técnicas e administrativas solicitadas pelos órgãos ambientais e demais órgãos intervenientes. Destaca-se que, diante da complexidade das tratativas necessárias a UHEs que se sobrepõem a terras indígenas, optou-se por considerar que esses projetos não serão viabilizados no horizonte decenal, ainda que seus estudos estejam em andamento.

Excepcionalmente para o PDE 2030 foi adotado o prazo adicional de um ano para todos os aproveitamentos candidatos em função da crise do Covid-19. Levou-se em consideração o fato de que os processos de licenciamento ambiental, entre outras atividades, dependem de trabalhos de campo e reuniões públicas que ficaram temporariamente paralisados. Assim, o ano base para os cálculos foi 2021 e não 2020 como seria esperado.

A Tabela 1 e a Figura 5 apresentam os prazos utilizados na avaliação processual (EPE, 2018).

Para mais informações sobre a metodologia da avaliação processual de usinas hidrelétricas para os Planos Decenais, ver a Nota Técnica EPE 027/2018 “Metodologia para avaliação processual de usinas hidrelétricas”

<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2027>

Tabela 1 – Prazos utilizados na avaliação processual

| Etapa | Prazo (meses) |
|--|---------------|
| Tratativas para UHEs que se sobrepõem à UC de Proteção Integral (UC PI) | 24 |
| Tratativas para UHEs que se sobrepõem à UC de Uso Sustentável (UC US) | 12 |
| Atendimento a demandas judiciais, técnicas ou administrativas | 12 |
| Emissão do Termo de Referência (TR) | 12 |
| Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) ou Estudo do Componente Indígena (ECI) | 24 |
| Obtenção da Licença Prévia (LP) | 24 ou 36 |

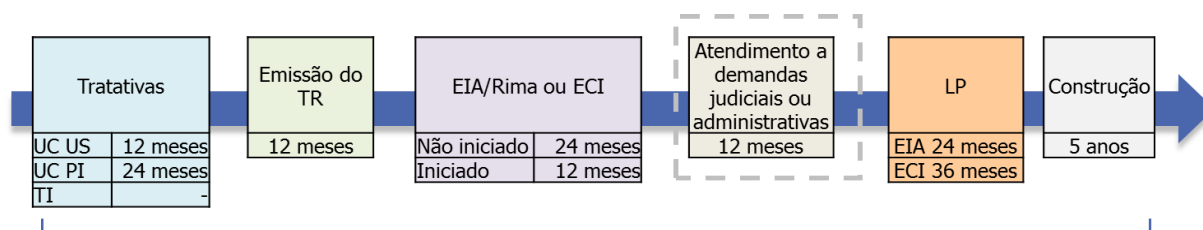


Figura 5 – Fluxograma com os prazos utilizados na avaliação processual

Tendo como referência a data de março de 2020, foram identificadas **47 UHEs** com potência superior a 50 MW e com registro para estudos de viabilidade na Aneel. Destas, 25 não tiveram o prazo estimado para implantação por estarem situadas em terras indígenas (10 UHEs), por estarem situadas em unidades de conservação de proteção integral (3 UHEs), por terem a licença prévia indeferida, cancelada ou vencida ou ainda o processo de licenciamento ambiental arquivado (12 UHEs).

Dentre os demais 22 projetos, considerando os critérios apresentados e a situação dos estudos de cada projeto, o resultado da avaliação indicou que **sete usinas hidrelétricas teriam a possibilidade de entrar em operação nos cinco últimos anos do horizonte decenal**. A Tabela 2 apresenta o resultado da avaliação processual para o PDE 2030.

Tabela 2 – Avaliação processual PDE 2030

| UHE | Bacia Hidrográfica | UF | Pot. (MW) | Situação dos estudos | TR | EIA + ECI | Outras dem. | LP | Av. Processual PDE 2030 |
|-----------------------|--------------------|-------|-----------|---|----|-----------|-------------|----|-------------------------|
| Davinópolis | Paranaíba | MG/GO | 74 | EVTE aprovado. LP obtida. DRDH vencida. | - | - | 12 | - | 2027 |
| Apertados | Piquiri | PR | 139 | EVTE entregue. Audiências Públicas realizadas. DRDH vencida. | - | - | 12 | 12 | 2028 |
| Castanheira (ARN-120) | Juruena | MT | 140 | EVTE e EIA/Rima entregues. | - | - | - | 24 | 2028 |
| Ercilândia | Piquiri | PR | 87,1 | EVTE entregue. Audiências Públicas realizadas. DRDH vencida. | - | - | 12 | 12 | 2028 |
| Comissário | Piquiri | PR | 140 | EVTE e EIA/Rima entregues. DRDH vencida. | - | - | 12 | 24 | 2029 |
| Tabajara | Ji-paraná | RO | 400 | EVTE e EIA/Rima entregues. Necessários ajustes no EIA e ECI. | - | 12 | - | 24 | 2029 |
| Telêmaco Borba | Tibagi | PR | 118 | EVTE entregue. Audiências Públicas realizadas. Realização de ECI. | - | 24 | - | 12 | 2029 |

Como observado, o resultado da avaliação processual indicou sete UHEs com data de entrada em operação no horizonte decenal. Desse conjunto, uma usina já obteve a licença prévia (Davinópolis) e seis usinas estão com o EIA/Rima entregue (Apertados, Castanheira, Comissário, Ercilândia, Tabajara e Telêmaco Borba), não sendo necessário prazos para a elaboração dos estudos.

A UHE Davinópolis, apesar de ter obtido a LP em 2015 e sua renovação em 2019, necessita da renovação da Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH. Sendo assim, estima-se o prazo de 12 meses para a solução dessa demanda. Somando-se os cinco anos para a construção, estima-se o ano de 2027 para entrada em operação dessa UHE.

Já as UHEs Apertados e Ercilândia tiveram Audiências Públicas realizadas em 2014 e estão aguardando encaminhamentos do órgão ambiental. Ambas necessitam também da renovação da DRDH. Dessa forma, estima-se o prazo de 12 meses para emissão da LP e mais 12 meses para renovação da DRDH. Castanheira teve o EIA/Rima entregue em 2018 e as audiências públicas marcadas e canceladas. Neste caso, estima-se o prazo de 24 meses para a realização das atividades visando a obtenção da LP. Assim, a data mínima para entrada em operação dessas três UHEs seria o ano de 2028.

Comissário teve o EIA/Rima entregue em 2012, sendo necessária a análise do estudo pelo órgão ambiental. Estima-se o prazo de 24 meses para a realização das atividades visando a obtenção da LP e mais 12 meses para renovação da DRDH, que está vencida. Tabajara teve o EIA/Rima entregue em 2017, mas ainda necessita de ajustes e complementações no EIA e ECI. Para essa UHE estima-se 12 meses para ajustes nos estudos e 24 meses para a obtenção da LP. Por fim, Telêmaco Borba teve as Audiências Públicas realizadas em 2014 e está aguardando encaminhamentos do órgão ambiental. Adicionalmente terá de produzir um ECI. Então, estima-se o prazo de 12 meses para emissão da LP e 24 meses para o ECI. Adicionando o prazo para construção, estima-se o ano de 2029 para possível entrada em operação dessas UHEs.

Dessa forma, essas UHEs e suas respectivas datas de possível entrada em operação foram colocadas à disposição para o Modelo de Decisão de Investimento - MDI. Entretanto, em função da menor projeção de demanda de energia devido à crise do Covid-19 e da oferta de projetos de ampliação de usinas hidrelétricas existentes, o modelo de expansão não apontou a necessidade de construção de novas UHEs para o período indicativo.

3.2 Análise da complexidade socioambiental das unidades produtivas de petróleo e gás natural

Em conformidade com a nomenclatura utilizada no Capítulo V do PDE 2030, as áreas com potencial para petróleo e gás natural são denominadas Unidades Produtivas. As unidades que não possuem contratos de concessão são as Unidades Produtivas da União (UPUs). Todas as concessões de exploração e produção de petróleo e gás natural, incluindo os projetos com status de blocos exploratórios (em avaliação ou não) ou campos de produção, são referidas no PDE como Unidades Produtivas (UPs). As UPUs e UPs foram analisadas quanto à complexidade socioambiental das áreas em que estão inseridas, conforme explicado a seguir.

Para mais informações sobre as análises socioambientais para a expansão da produção de petróleo e gás natural, ver a Nota Técnica DEA 29/14 “Abordagem socioambiental da expansão da Produção de Petróleo e Gás Natural”

<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/notas-tecnicas-estudos-socioambientais>

Análise das Unidades Produtivas da União (UPUs)

Algumas áreas do território nacional são tradicionalmente excluídas pelo Ibama e órgãos estaduais de meio ambiente (Oemas) e evitadas pela ANP para oferta nas Rodadas de Licitação, tipicamente

Unidades de Conservação (UCs) e Terras Indígenas (TIs). Nesse sentido e com o objetivo de diminuir as incertezas nas previsões de produção e buscar um planejamento energético compatível com a crescente preocupação com o meio ambiente, a EPE incorporou o procedimento já adotado por essas instituições e desconsiderou recursos de petróleo e gás natural nas Unidades Produtivas da União, ainda não contratadas. Aliado a isso, também foram desconsideradas parcelas de volumes da produção para áreas sedimentares sobre as quais o uso atual do solo tende a restringir a exploração de recursos petrolíferos: zonas de amortecimento de unidades de conservação, terras ocupadas por remanescentes das comunidades quilombolas, áreas urbanas e áreas marinhas com ocorrência de espécies sensíveis.

As áreas marinhas com ocorrência de espécies sensíveis foram obtidas nas Diretrizes Ambientais para a 9ª Rodada de Licitações, a última Rodada que disponibilizou arquivos georreferenciados editáveis. Este documento tem sido utilizado como referência para o mapeamento de complexidade esperada no processo de licenciamento ambiental, definindo também as áreas de restrição permanente às atividades de E&P. A distribuição das espécies discutidas nesta NT eram aquelas que definiam as áreas de restrição permanente às atividades de perfuração nas Diretrizes.

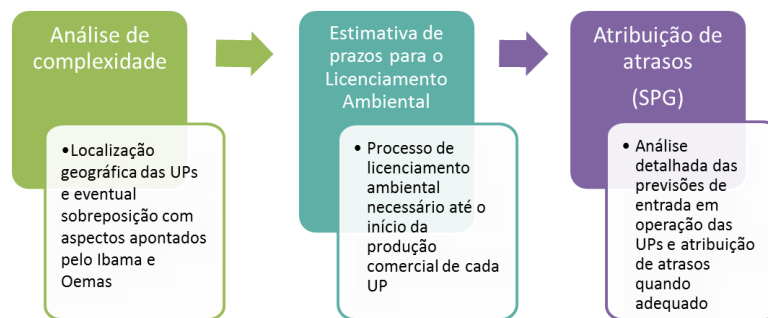


Figura 6 – Critérios utilizados para exclusão de volumes de produção de áreas de UPUs sobrepostas a eles

Com base nos critérios apresentados, **para as 21 UPUs estimadas ao longo do decênio 2021-2030, houve um desconto de 11 e 9% do volume previsto para gás natural e petróleo, respectivamente.** As UPUs representam menor contribuição nas curvas de previsão de produção, para esse período, do que as UPs. Mesmo sendo baixa a contribuição das UPUs, a análise permitiu ajustes na acurácia da previsão de produção. Destaca-se que a realização da produção dependerá de decisões da ANP na oferta de blocos, do arremate das áreas, bem como da emissão das licenças ambientais.

Análise das Unidades Produtivas (UPs)

As Diretrizes Ambientais para as Rodadas de Licitações de Blocos, elaboradas pelo Ibama e por órgãos estaduais de meio ambiente, indicam preocupações com áreas de alta sensibilidade ambiental e que podem ser refletidas na complexidade do licenciamento ambiental. Para a análise deste item, essas preocupações foram transformadas em critérios para classificar as UPs nas classes de alta, média e baixa complexidade.



SPG - Superintendência de Petróleo e Gás Natural/EPE.

Figura 7 – Etapas de análise das UPs como subsídio à alocação temporal da previsão de início da produção

O Ibama realiza o licenciamento ambiental das atividades de E&P na área costeira e *offshore*, associadas ao maior volume potencial de petróleo a ser produzido no país. Para essas regiões, as Diretrizes Ambientais da 9ª Rodada de Licitações produzidas pelo Ibama apresentaram o mapeamento georreferenciado de seis níveis de exigência esperados para o Licenciamento Ambiental: Simplificado, Considerável, Moderado, Elevado, Muito Elevado e Extremo. Além disso, essas Diretrizes indicam também áreas com restrição permanente (conforme explicado no item anterior) e áreas com restrição temporária às atividades de E&P. Os níveis de exigência e as áreas com restrição temporária foram utilizados como critérios para classificação da complexidade das UPs *offshore* e costeiras. As Unidades de Conservação marinhas também foram apontadas como áreas sensíveis pelo Ibama na 9ª Rodada e nas seguintes. Portanto, com base nos aspectos apontados pelo Ibama, as UPs costeiras e marítimas foram analisadas conforme sua localização geográfica e eventual sobreposição com algum dos critérios apresentados na Figura 8 e classificadas em três classes de complexidade: alta, média ou baixa.

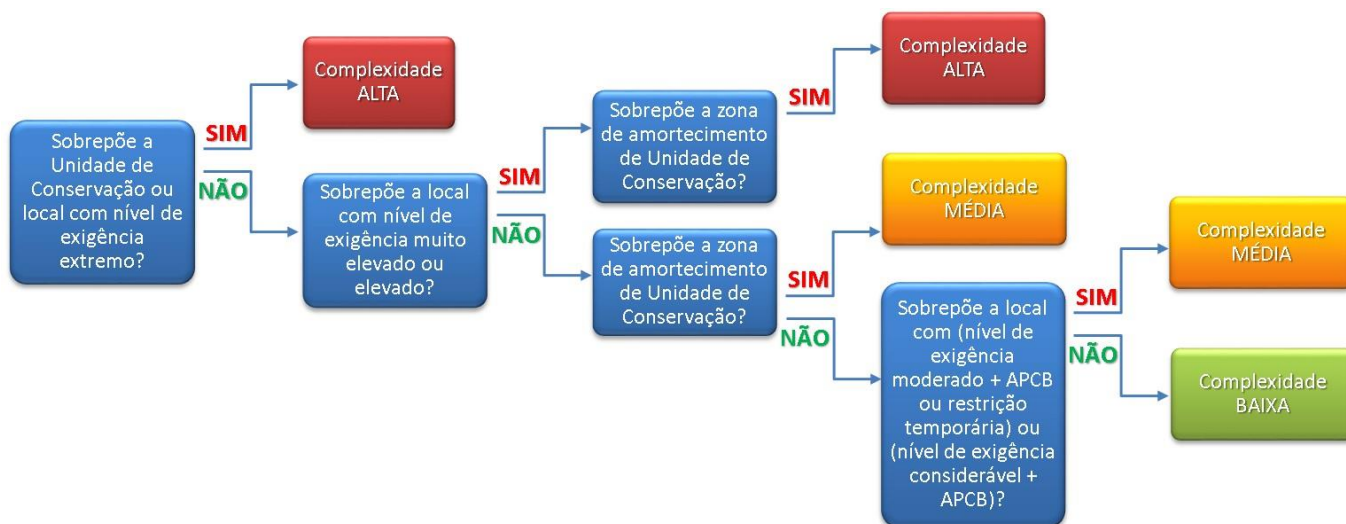


Figura 8 – Procedimento de análise das UPs offshore

Já as atividades *onshore* são licenciadas pelos Oemas e os critérios adotados para as UPs terrestres se basearam nas preocupações recorrentes destes órgãos manifestadas nas Diretrizes Ambientais das Rodadas de Licitações. As preocupações mais comuns foram as UCs e as Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (APCBs), especialmente aquelas indicativas para criação de UCs. Então, com base nos aspectos apontados pelos Oemas, as UPs terrestres foram analisadas conforme sua localização geográfica e eventual sobreposição com algum dos critérios apresentados na Figura 9 e classificadas em três classes de complexidade: alta, média ou baixa.



Figura 9 – Procedimento de análise das UPs onshore

Diante dos critérios apresentados, para o PDE 2030, foram analisadas 784 UPs, sendo 326 offshore e 458 onshore. A frequência encontrada para a classe de alta complexidade foi bastante inferior à classe de baixa sensibilidade, como apresentado na Figura 10.

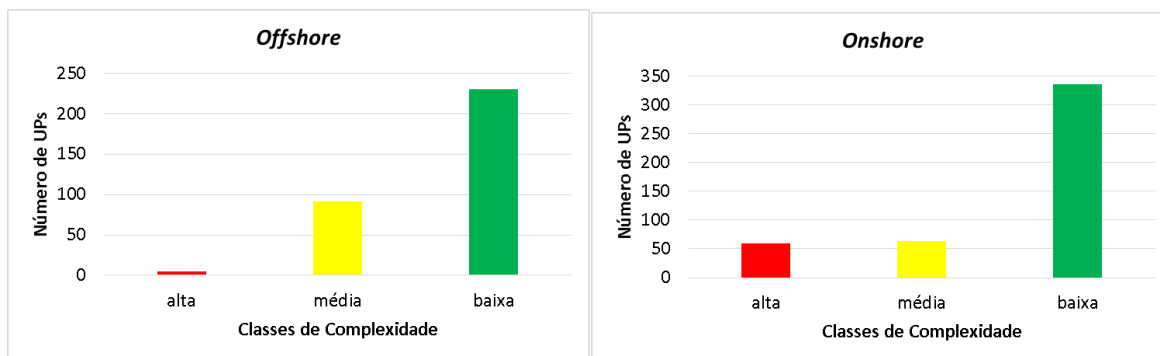


Figura 10 – Resultado da classificação de complexidade das UPs

A partir da complexidade das UPs estabelecida, foram atribuídos prazos esperados para o processo de licenciamento ambiental necessário até o início da produção comercial. Os prazos que constam da legislação foram então distribuídos pelas etapas de licenciamento ambiental, equivalentes às etapas de desenvolvimento das UPs, bem como distribuídos em três classes de complexidade ambiental, sendo tempos máximos para UPs em áreas de alta complexidade e tempos mínimos para áreas de baixa complexidade, conforme apresentado na Tabela 3. Os prazos estimados partiram das etapas e prazos estabelecidos na Portaria MMA nº 422/2011, considerando os prazos máximos para deferimento, além da suspensão dos prazos durante a elaboração dos estudos ambientais, adotados para a classe de alta complexidade.

Tabela 3 – Etapas do Licenciamento Ambiental e prazos (em meses) distribuídos por classe de complexidade

| Complexidade | Licenciamento da Perfuração (LO) | | Licenciamento do TLD | | | | Licenciamento da produção | | | |
|--------------|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|----------------|-----------------------|---------------------|
| | Estudos Ambientais | Prazo de análise | Estudos Ambientais | Licença prévia | Licença de instalação | Licença de operação | Estudos Ambientais | Licença prévia | Licença de instalação | Licença de operação |
| Baixa | 6 | 6 | 6 | 0 | 1 | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 |
| Média | 9 | 9 | 9 | 9 | 3 | 3 | 9 | 9 | 3 | 3 |
| Alta | 12 | 12 | 12 | 12 | 6 | 6 | 12 | 12 | 6 | 6 |

Das 784 UPs analisadas, 64 foram classificadas como de alta complexidade. Dentre elas foram excluídas as UPs onde as atividades de E&P têm sido desenvolvidas e licenciadas recentemente, restando

no total seis UPs. **Nestas seis UPs restantes foram aplicados os prazos máximos do licenciamento**, considerando que ainda seria necessário licenciar a perfuração, o TLD (Teste de Longa Duração) e a produção, totalizando 96 meses.

Ao comparar os prazos para o licenciamento ambiental dessas seis UPs com os prazos necessários para viabilização da produção, que consideram logística e infraestrutura de E&P, não foi necessário atribuir atrasos adicionais relacionados ao licenciamento ambiental especificamente para essas UPs, uma vez que os prazos para viabilização da produção ultrapassam 96 meses.

4 Análise socioambiental da oferta de energia elétrica

4.1 Hidrelétricas

Benefícios

- ✓ fonte renovável
- ✓ baixa emissão de gases de efeito estufa
- ✓ flexibilidade operativa
- ✓ atendimento à ponta
- ✓ capacidade de suporte às fontes variáveis
- ✓ armazenamento de energia
- ✓ desenvolvimento social e econômico

Benefícios específicos da modernização

- ✓ aumento da capacidade do sistema sem impactos socioambientais significativos
- ✓ otimização do aproveitamento dos recursos hídricos

Hidrelétricas e modernização

- A hidroeletricidade é uma **fonte renovável** de energia, uma vez que utiliza água como força motriz.
- As hidrelétricas, em geral, apresentam **baixa emissão de gases de efeito estufa** (CO₂ e CH₄)² quando comparadas a usinas termelétricas que utilizam combustíveis fósseis.
- Possuem **flexibilidade operativa**, já que são capazes de assumir, de forma rápida e eficaz, as oscilações de tensão e frequência decorrentes de eventuais desbalanços entre oferta e demanda, além de sua eficiência para **atendimento à ponta**. Destacam-se por sua **capacidade de suporte** à expansão de fontes renováveis variáveis no sistema elétrico (eólica e solar) e por sua eficiência no **armazenamento de energia** na forma de volume de água, especificamente para os empreendimentos dotados de reservatórios de acumulação.
- Por fim, ressalta-se o **desenvolvimento social e econômico** obtido a partir do avanço da indústria hidrelétrica no Brasil. O investimento nessa fonte tornou o país uma referência no mercado internacional e exportador de tecnologia para outros países.

Sobre a modernização das usinas hidrelétricas existentes podem ainda ser observadas algumas vantagens específicas:

² O Projeto Balcar (Brasil, 2014) realizou medições e análises dos fluxos de gases de efeito estufa em 8 reservatórios de usinas hidrelétricas brasileiras em operação. Os resultados indicaram que, com exceção da UHE Balbina, as UHEs apresentam emissões de GEEs menores do que usinas termelétricas.

- **Aumento da capacidade do sistema sem impactos socioambientais significativos**, uma vez que a capacidade do sistema aumenta sem que seja necessária a construção de novos projetos e implantação de reservatórios.
- Racionalização e **otimização do aproveitamento dos recursos hídricos**, aumentando a eficiência da geração da geração hidrelétrica para uma mesma vazão disponível.

Parque hidrelétrico atual

A hidroeletricidade é responsável por 59% da potência instalada atualmente no Brasil (ANEEL, 2020). O parque hidrelétrico existente é composto por 219 usinas hidrelétricas (UHEs) em operação, totalizando **103 GW de potência instalada**. A maior parte das UHEs existentes situa-se nas bacias do Paraná e Atlântico Sudeste, no Sudeste e Sul do Brasil. Em relação à modernização, o Brasil apresenta importante potencial, já que historicamente a hidroeletricidade apresenta papel primordial na geração elétrica. Levantamento realizado pela EPE (2019) identificou que cerca de 3.800 MW já foram adicionados ao sistema por meio de ações de modernização e há potencial para adicionar mais cerca de 11.000 MW de capacidade.



Expansão hidrelétrica nos próximos 10 anos

A expansão da oferta de energia elétrica prevê a **inserção de 4.537 MW ao parque hidrelétrico brasileiro** no horizonte decenal. Desse total, 204 MW serão oriundos de 2 UHEs em fase de implantação previstas para o primeiro período do horizonte (2021-2025) e 4.333 MW a serem obtidos através de ações de modernização e repotenciação de usinas hidrelétricas antigas, realizadas ao longo do segundo período, o período indicativo (2026-2030). A Figura 11 apresenta a distribuição espacial das UHEs previstas no PDE 2030, por região geográfica e período de entrada em operação.

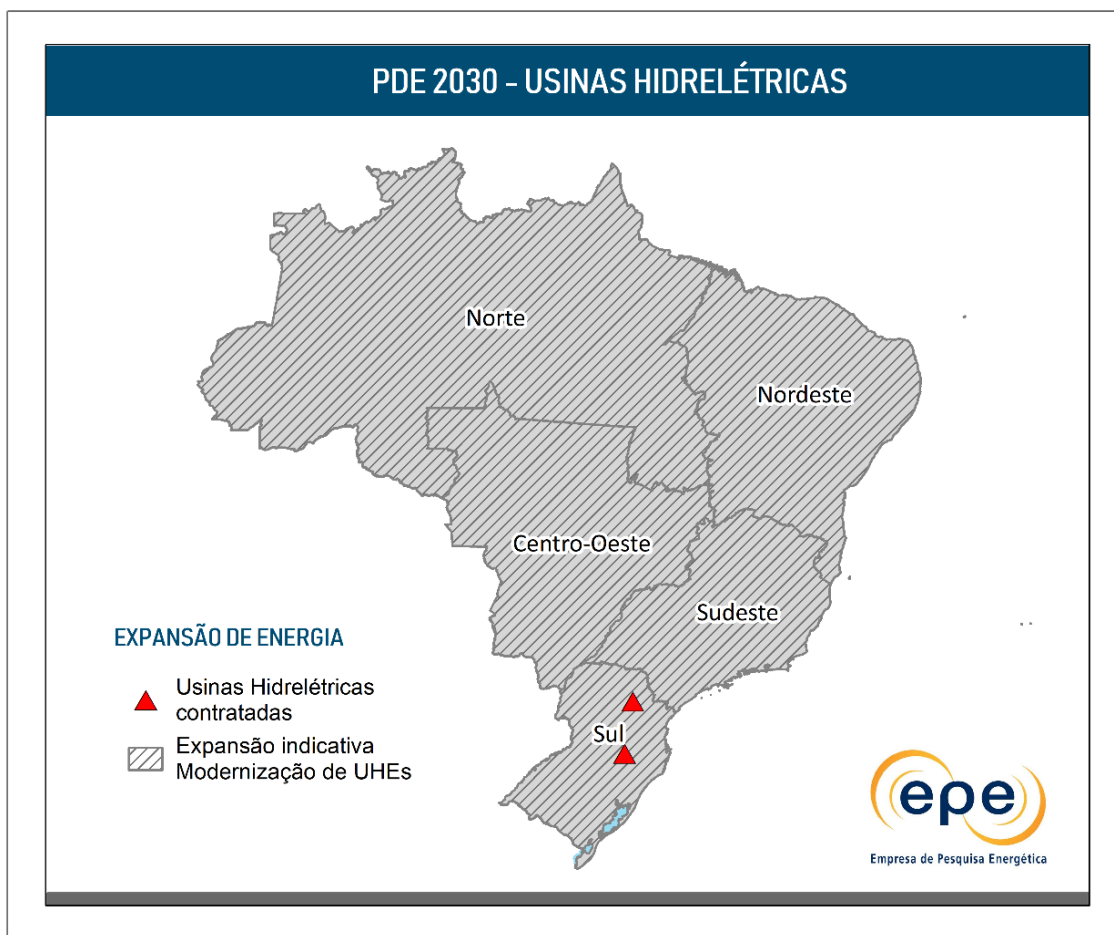


Figura 11 – Localização das usinas hidrelétricas planejadas no PDE 2030

A região Sul do país abriga os dois projetos em implantação, a UHE Santa Branca está situada na bacia do rio Paraná e a UHE São Roque na bacia do rio Uruguai. Já os projetos de modernização e repotenciação são esperados para todas as regiões do país, porém devem se concentrar mais naquelas regiões com maior histórico de desenvolvimento hidrelétrico.

Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão hidrelétrica

Em síntese, a expansão hidrelétrica prevista decorre da modernização de UHEs existentes, além de duas UHEs já contratadas e em fase avançada no processo de licenciamento ambiental.

A modernização de UHEs representa uma otimização do aproveitamento do recurso hídrico, evitando novas interferências socioambientais. A repotenciação de UHEs passa pelo aumento da eficiência das máquinas que envolve adição ou substituição de equipamentos ou pequenas intervenções na planta da usina existente, e por isso, não são esperadas interferências socioambientais expressivas. Todavia, eventuais necessidades de alteração na operação de reservatórios, sobretudo onde há histórico de conflitos pelo uso da água, pode trazer a discussão dos usos múltiplos para o processo de modernização das usinas.

Quanto aos projetos contratados, os impactos socioambientais associados a essas usinas, assim como as medidas de mitigação e os programas necessários para sua implantação já foram objeto de avaliação por parte dos órgãos ambientais, que atestaram a viabilidade ambiental dos projetos e autorizaram a instalação. No entanto, notam-se algumas questões determinantes para a implantação dessas usinas e por essa razão foram selecionadas como temas socioambientais relevantes.

O tema **vegetação nativa** foi considerado relevante para região Sul, dado que, atualmente, há um impasse em relação à autorização para supressão de vegetação para a implantação da UHE Santa Branca. O órgão ambiental contestou a área e o volume a serem suprimidos e, embora o empreendedor tenha apresentado novos estudos, ainda não há posicionamento do órgão ambiental sobre a questão.

A respeito da proteção dos remanescentes de vegetação nativa no contexto do bioma Mata Atlântica, medidas mitigadoras são usualmente adotadas no sentido de evitar, minimizar, remediar e compensar os impactos da supressão dessa vegetação, algumas inclusive reguladas pela Lei nº 11.428/2006³. Ainda na etapa de projeto, alternativas de arranjo da usina e estruturas associadas são avaliadas com o objetivo de reduzir a extensão da área de vegetação nativa alagada ou suprimida observando os diferentes estágios dos remanescentes. Para a etapa de instalação são previstas medidas de minimização e remediação com destaque para o resgate da flora anteriormente à supressão, e a recomposição vegetal e paisagística das áreas alvo de intervenção temporária como acessos e canteiro de obra. Medidas de compensação ambiental pela vegetação suprimida são realizadas por meio de destinação de área quanti e qualitativamente equivalente, enquanto a compensação pela perda de biodiversidade segue o estabelecido na Lei nº 9.985/2000⁴. Além disso, cabe ao projeto estabelecer a área de preservação permanente no entorno do reservatório, que inclui a aquisição das áreas do entorno do reservatório e elaboração do seu plano de conservação e uso público.

O tema **povos e terras indígenas** também sobressaiu no processo de implantação da UHE Santa Branca. Apesar de não haver sobreposição a terras indígenas e as mesmas se localizarem a mais de 70 Km do projeto, vigora a decisão judicial que declara a bacia do rio Tibagi, onde está situada a usina, como território indígena. Com isso, hoje há um entendimento de que deve ser

³ A Lei nº 11.428/2006 dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

⁴ A Lei nº 9.985/2000 regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

realizado um estudo específico sobre os povos e terras indígenas, o Estudo do Componente Indígena (ECI) para avaliar os impactos do empreendimento nessas populações.

O processo de elaboração do ECI constitui uma oportunidade de diálogo com as comunidades indígenas envolvidas, resultando na identificação de ameaças e potencialidades a essas comunidades e seus territórios. Nessas bases, as medidas para evitar ou reduzir os potenciais impactos podem incluir alterações de localização e arranjo de acessos e canteiros de obra, até ajustes de cronograma das atividades da obra. Medidas compensatórias propostas em resposta aos impactos identificados são habitualmente discutidas com as comunidades ao longo do processo para que sejam compatíveis aos seus modos de vida e aderentes aos planos de gestão territorial e ambiental dessas áreas.



Apesar do ECI ser um estudo importante para os povos e terras indígenas, há uma série de questionamentos quanto à pertinência da realização desse estudo específico para todos projetos da bacia, dado seu contexto diferenciado. Aliado a isso, a solicitação do estudo foi feita numa fase avançada do processo de licenciamento ambiental, após a emissão da LI. O andamento desses trâmites pode influenciar e trazer complexidade para o processo de implantação da usina.

Os dois temas citados acima acabam por protagonizar a judicialização do processo de implantação da UHE Santa Branca, e de outras hidrelétricas em estudo o que tem resultado em inúmeras tratativas do setor para solucionar as questões.


Portanto, os temas **vegetação nativa** e **povos e terras indígenas** se mostram relevantes para a região Sul. Estes temas estão sintetizados na Tabela 4, conforme metodologia empregada na análise socioambiental integrada.

Tabela 4 - Síntese da análise socioambiental das usinas hidrelétricas do PDE 2030

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|--|--|--|---|--|--|
| UHEs  | não há projetos planejados | não há projetos planejados |   | não há projetos planejados | não há projetos planejados |
| Modernização de UHEs | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas |



Legenda

 Vegetação Nativa

 Povos e terras indígenas

O Quadro 1 resume as principais interferências socioambientais relacionadas à expansão hidrelétrica no PDE 2030; os temas socioambientais associados a essas interferências, conforme metodologia da análise socioambiental integrada; a justificativa pela escolha da interferência na região na qual está prevista a expansão e por último as medidas mitigadoras relacionadas as interferências listadas.

Quadro 1 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão hidrelétrica

| Interferência | Tema | Região e justificativa | Medidas mitigadoras |
|---|---|---|--|
| inundação e supressão de vegetação nativa | vegetação nativa  | S: Impasse para emissão da autorização de supressão de vegetação. Judicialização do processo. | -Etapa de projeto: seleção de arranjos de projetos com menor supressão vegetal. -Etapa de instalação: medidas de minimização e remediação, como resgate da flora anteriormente à supressão, e a recomposição vegetal e paisagística das áreas alvo de intervenção temporária como acessos e canteiro de obra. -Compensação pela perda da biodiversidade e estabelecimento de APP no entorno do reservatório. |
| interferências em povos e terras indígenas | povos e terras indígenas  | S: Projeto em bacia declarada como território indígena, sendo necessária a elaboração de ECI após emissão da LI. Judicialização do processo. | Elaboração de ECI. |

Principais desafios e iniciativas socioambientais relacionados à expansão hidrelétrica

Nos últimos PDEs nota-se uma redução gradual na indicação de usinas hidrelétricas para a expansão da geração de energia elétrica. Os leilões de UHEs também refletem essa redução. Entre 2007 e 2013 ocorreram 13 leilões de UHEs (22 GW) e, de 2014 até 2020, apenas 3 leilões de UHEs (239 MW), tendo o último ocorrido em 2016. Esse quadro é resultado tanto do crescimento significativo de outras fontes, quanto dos diversos desafios associados à **implantação de novas usinas hidrelétricas**. Nesse sentido, o setor reconheceu a importância de trazer discussões socioambientais para a esfera do planejamento energético e tem promovido discussões a fim de identificar gargalos e soluções para a questão hidrelétrica⁵, assim como o melhor aproveitamento do parque hidrelétrico existente⁶.

O PDE 2030 reflete essas discussões uma vez que traz a repotenciação e modernização de usinas hidrelétricas existentes na expansão de energia elétrica prevista para o horizonte decenal, como vimos anteriormente. A expansão de energia hidrelétrica dessa forma aprimorará os níveis de confiabilidade e eficiência do parque hidrelétrico existente, sem impactos socioambientais significativos.

Para a expansão hidrelétrica futura, ou seja, projetos que venham a ser implementados num horizonte além do PDE, um dos grandes desafios é **compatibilizar a conservação ambiental com a geração de energia**. A adoção de guias e protocolos de sustentabilidade para projetos hidrelétricos tem se mostrado uma oportunidade para difusão das melhores práticas internacionais, além de evidenciar o comprometimento do proponente com a biodiversidade. A partir dos critérios de desempenho é possível endereçar questões relacionadas à gestão da biodiversidade como manutenção dos recursos ambientais, valoração de serviços ecossistêmicos, manejo de habitat e vazões ecológicas. No âmbito da compatibilização do planejamento hidrelétrico e da conservação ambiental, discussões interministeriais

⁵ Como exemplo, os fóruns de discussão “Incentivos ao Desenvolvimento de Hidrelétricas no Brasil”, realizados pela EPE e Apine, em 2017 e 2018.

⁶ Discussões sobre ações de modernização e repotenciação de UHEs, como a publicação da Nota Técnica - EPE-DEE-088/2019 “Repotenciação e Modernização de Usinas Hidrelétricas - Ganhos de eficiência, energia e capacidade instalada” (EPE, 2019) e sobre o papel das UHEs existentes para o atendimento a requisitos de potência e flexibilidade do SIN, como a publicação pela EPE do artigo “O trade off entre o custo da operação hidrotérmica garantindo níveis elevados de armazenamento e a expansão de capacidade para o atendimento dos requisitos de potência no horizonte de Planejamento” no SNPTEE 2019.

buscam alinhamento prévio, especialmente acerca da sobreposição de potencial hidrelétrico com unidades de conservação existentes e com áreas propostas para criação ou ampliação de UCs⁷.

Sem dúvida, outro desafio relevante do setor é a **exploração dos recursos hídricos em terras indígenas**, dada a falta de regulamentação do §3º do artigo 231 da Constituição Federal que trata deste aproveitamento. Vale ressaltar os esforços direcionados para esta regulamentação, que culminou no Projeto de Lei nº 191/2020⁸ que está em debate no Congresso Nacional desde 2019.

BOX 1 – EXPANSÃO ENERGÉTICA E AS INICIATIVAS GOVERNAMENTAIS EM TERRAS INDÍGENAS

Parte do potencial energético identificado no País possui interferência em territórios indígenas. Na perspectiva de implantação desses empreendimentos com interferência em Terras Indígenas é recomendada a regulamentação de processos consultivos e da compensação financeira, previstas, respectivamente, na Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e no §3º do artigo 231 da Constituição Federal. Dada a complexidade da matéria e a necessidade de compatibilizar desenvolvimento econômico à garantia de participação dos povos indígenas no processo decisório e nos resultados financeiros, o governo brasileiro trabalha para consolidar instrumentos normativos que, a partir de diretrizes gerais, assegurem a segurança jurídica necessária.

Regulamentação do artigo 231 da Constituição Federal e o Projeto de Lei n. 191/2020

Desde 1989, há iniciativas de regulamentação do §3º do Art. 231, que estabeleceu a obrigatoriedade de autorização do Congresso Nacional para a efetivação de aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei. Mais recentemente, debates promovidos considerando o posicionamento de diferentes instituições governamentais resultaram na construção do Projeto de Lei n. 191/2020, submetido ao Congresso Nacional pelo Poder Executivo. Esse Projeto se encontra disponibilizado numa enquete virtual para colher contribuições via participação popular antes da deliberação pelo Poder Legislativo. A proposta do Projeto que busca estabelecer as condições específicas para o aproveitamento de recursos hídricos com a finalidade de geração de energia elétrica, institui a realização de estudos técnicos prévios à oitiva das comunidades indígenas com vistas a autorização do Congresso Nacional, além do pagamento a título de compensação financeira pelo aproveitamento dos recursos e indenização pela restrição do usufruto de terras indígenas.

Regulamentação de processos consultivos com base na Convenção n. 169 da OIT

Visando estabelecer procedimentos gerais de consulta prévia a comunidades tradicionais com base nas diretrizes oriundas da Convenção n. 169 da OIT, o governo federal trabalha para consolidar uma proposta que considere a garantia de participação dessas comunidades na definição de políticas públicas. A expectativa é que a proposta de normativa contribua, a partir de diretrizes gerais, na definição de sujeitos de direitos, dos responsáveis pela realização das consultas, dos meios de validação, dentre outras. Essas questões podem contribuir para a redução de judicialização de processos, face a discricionariedade de entendimento quanto ao alcance de seus efeitos frente à definição de políticas públicas e à implantação de empreendimentos setoriais, bem como garantir que a consulta aos povos interessados seja efetuada livremente, prévia à decisão e informada, de forma a chegar a um entendimento das medidas administrativas ou legislativas propostas.

⁷ Em 2017, o MME articulou junto à Casa Civil da Presidência da República, MMA e ICMBio, gestão para manifestação prévia à edição de decretos, buscando sempre que possível a compatibilização do planejamento energético com a política de conservação ambiental. Dessa forma, em 2018, o MME se manifestou sobre proposta de criação ou de ampliação de 27 unidades de conservação.

⁸ Dentre outros temas, no PL 191/2020 foram consolidadas as condições específicas para aproveitamentos de potenciais de energia hidráulica; os critérios mínimos para realização de consultas; o procedimento administrativo para autorização do Congresso Nacional; a participação nos resultados do aproveitamento de energia hidráulica; e a indenização pela restrição de usufruto de terras.

O setor também se depara com a necessidade de diretrizes formais para realização de consulta aos povos indígenas e tradicionais, para a **exploração dos recursos hídricos próximos a terras indígenas**. Desde 2012, o governo tem se empenhado para sanar as indefinições acerca dos procedimentos de consulta prévia previstos na Convenção n. 169 da OIT⁹. Atualmente, o Governo Federal trabalha na consolidação de diretrizes para a elaboração de uma proposta normativa. Espera-se que uma normatização traga clareza e segurança jurídica para lidar com a questão. O Box 1 traz mais informações sobre o tema.

Além das questões citadas, outros fatores também contribuem para que a construção de grandes UHEs siga uma **complexa dinâmica no processo de licenciamento ambiental**. Em muitos casos, são necessários estudos específicos e tratativas com diferentes órgãos (Incra, Iphan, Funai, etc.). Soma-se a isso uma tendência à judicialização das questões, evidenciada pelos diversos inquéritos e ações civis públicas movidos pelo Ministério Público, o que torna o processo cada vez mais longo. O caso da hidrelétrica Santa Branca, prevista na expansão decenal, exemplifica essas questões, como visto no item anterior. A fim de melhorar essa dinâmica, o setor se mobilizou para a regulamentação da atuação de órgãos intervenientes (Funai, Iphan e FCP) no licenciamento ambiental federal¹⁰. Além disso, contribui, em grupos de trabalho, para os guias de avaliação de impactos ambientais para empreendimentos de energia. Os guias são uma das iniciativas do Ibama que têm como objetivo o fortalecimento do licenciamento ambiental federal.

Numa perspectiva mais abrangente e integrada, é fundamental **ampliar a participação da sociedade nas etapas de planejamento** dos projetos. Contudo, ainda há dúvidas em relação ao alcance e ao momento mais adequados. Com intuito de ampliar a participação ao longo do processo e antecipar questões, podem ser citadas algumas iniciativas de estudos hidrelétricos que envolveram órgãos ambientais na fase de planejamento, como o inventário participativo, que até o momento só foi aplicado em bacias menores, com potencial de PCH, mas que também pode ser estendida para inventários de UHEs. Na escala de projeto, destacam-se os planos de comunicação e relacionamento com a sociedade que buscam a ampla divulgação de informações do projeto e a melhoria da qualidade do estudo de impacto ambiental a partir de ferramentas de participação social, como o caso das UHEs Castanheira e Bem Querer. Observa-se a importância do tema também na revisão, em maio de 2020, das diretrizes de sustentabilidade do Manual Internacional de Boas Práticas do IHA, que trouxe maior detalhamento em tópicos relacionados à comunicação e consulta no desenvolvimento de projetos hidrelétricos.

Por último, cabe ainda pontuar os desafios associados à **gestão dos usos múltiplos da água**. Eventuais necessidades de alteração na operação de reservatórios devido a mudanças nos regimes hidrológicos, relacionadas a alterações climáticas ou ao aumento dos usos consuntivos, ou ainda uma operação diferenciada visando o atendimento à ponta e aos requisitos de flexibilidade do sistema, por exemplo, traz à tona a necessidade de aprimoramento da gestão dos usos múltiplos da água, sobretudo onde há histórico de conflitos pelo uso do recurso.

Atualmente, conflitos de usos múltiplos da água já vêm sendo tratados pelo setor elétrico, como por exemplo a interferência na operação do reservatório de Furnas/MG. A questão está em discussão no Senado Federal, envolvendo um grupo de trabalho composto pelo setor elétrico (MME, EPE, Aneel, ONS), ANA, entidades técnicas e órgãos do executivo e legislativo sobre as condições de operação da usina. O setor elétrico, representado pelo MME, EPE, Aneel e ONS também está interagindo com o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e a Agência Nacional de Águas (ANA) para contribuições na elaboração do novo Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), nas questões relativas à hidroenergia.

Quanto às alterações climáticas, a hidroeletricidade é apontada como uma das fontes mais sensíveis devido à sua vulnerabilidade às mudanças nos regimes hidrológicos. O resultado do estudo “Análise dos



⁹ O Decreto nº 5.051/2004 promulga a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho - OIT sobre Povos Indígenas e Tribais.

¹⁰ Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015 – Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Ibama. As Instruções Normativas específicas de cada órgão ou entidade também foram publicadas.

reflexos das mudanças climáticas nas metodologias de planejamento” (projeto META nº 12/2018), realizado pelo MME através de acordo com o Banco Mundial, confirmou isso e trouxe uma análise sob a ótica de planejamento, ressaltando a necessidade de considerar cenários de mudanças climáticas nos modelos de projeção de oferta de energia. No contexto de projetos, o guia de sustentabilidade de hidrelétricas, publicado recentemente pela IHA (IHA, 2020), apresenta entre as boas práticas internacionais um tópico específico para mitigação e resiliência a mudanças climáticas que envolve avaliação dos riscos e medidas para cada uma das fases do projeto, entre outros.

O Quadro 2 resume os principais desafios socioambientais e as iniciativas, do setor de energia, associadas. Ressalta-se que os desafios apresentados se referem a todo o potencial hidrelétrico e não especificamente à expansão indicada no PDE 2030.

Quadro 2 – Principais desafios e iniciativas socioambientais relacionados à expansão hidrelétrica

| Desafio | Iniciativas |
|--|--|
| Implantação de novas usinas hidrelétricas | <ul style="list-style-type: none"> - Discussões socioambientais na esfera do planejamento energético, com a promoção de fóruns a fim de identificar gargalos e soluções para a questão hidrelétrica. - Discussões sobre o melhor aproveitamento do parque hidrelétrico existente e ações de modernização e repotenciação de UHEs. |
| Compatibilizar a conservação ambiental e a geração de energia  | <ul style="list-style-type: none"> -Adoção de guias e protocolos de sustentabilidade para projetos hidrelétricos evidenciando o comprometimento com a biodiversidade. - Articulação interministerial acerca da sobreposição de potencial hidrelétrico com unidades de conservação existentes e com áreas propostas para criação ou ampliação de UCs. |
| Exploração do recurso hídrico próximo e/ou em terras indígenas  | <ul style="list-style-type: none"> - Esforços para a regulamentação do art. 231 da CF que culminou no PL 191/2020 e está no Congresso Nacional para debate e contribuições. - Esforços para a regulamentação dos mecanismos de consulta nos moldes da Convenção nº 169 da OIT, por meio da elaboração de proposta normativa, pelo Governo Federal. |
| Melhorar a dinâmica do processo de licenciamento ambiental | <ul style="list-style-type: none"> - Participação do setor energético em atividades para melhorar a dinâmica do processo de licenciamento ambiental: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Discussões para a regulamentação da atuação dos órgãos e entidades federais envolvidos (Funai, Iphan, FCP) no processo de licenciamento ambiental - Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015. ✓ Contribuições, em grupos de trabalho, para os guias de avaliação de impactos ambientais, para empreendimentos de energia, iniciativa do Ibama que tem como objetivo o fortalecimento do licenciamento ambiental federal. |
| Ampliar a participação da sociedade nas etapas de planejamento e construção de projetos | <ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de inventários hidrelétricos participativos, envolvendo o setor elétrico e os órgãos ambientais, para bacias menores, com potencial de PCH. - Elaboração de planos de comunicação e relacionamento com a sociedade, na fase dos EIAs, a partir de ferramentas de participação social. - Revisão, em maio de 2020, das diretrizes de sustentabilidade do Manual Internacional de Boas Práticas do IHA, trazendo maior detalhamento em tópicos relacionados à comunicação e consulta. |
| Gestão dos usos múltiplos da água | <ul style="list-style-type: none"> -Participação do setor elétrico (MME, EPE, Aneel, ONS) nas discussões para elaboração do Novo PNRH, promovidas pelo MDR e pela ANA. - Formação de grupo de trabalho composto pelo setor elétrico (MME, EPE, Aneel, ONS), ANA, entidades técnicas e órgãos do executivo e legislativo sobre as condições de operação da UHE Furnas/MG, para discussão no Senado Federal. - Elaboração do estudo “Análise dos reflexos das mudanças climáticas nas metodologias de planejamento” (projeto META nº 12/2018), realizado pelo MME através de acordo com o Banco Mundial, de modo a antecipar-se às mudanças nos regimes hidrológicos. |

- Publicação do Guia de sustentabilidade de hidrelétricas da IHA, que apresenta entre as boas práticas internacionais um tópico específico para mitigação e resiliência a mudanças climáticas.

Indicadores socioambientais da expansão hidrelétrica

Com o objetivo de representar os impactos (ambientais e socioeconômicos) e benefícios socioeconômicos da expansão hidrelétrica do PDE 2030 foram avaliados os seguintes indicadores¹¹: perda de vegetação nativa, transformação de ambiente lótico em lêntico, interferência em unidade de conservação, população afetada, interferência em terra indígena, interferência na infraestrutura, geração de empregos, incremento temporário na arrecadação municipal (ISS) e incremento permanente na arrecadação municipal (compensação financeira).

Destaca-se que os indicadores foram calculados apenas para a expansão contratada, que compreende duas hidrelétricas. A expansão indicativa, composta por modernização de hidrelétricas, não foi considerada uma vez que não se tem dados suficientes para cálculo dos indicadores.

Os indicadores apresentados na Tabela 5 não possuem a pretensão de abordar todas as questões relativas à UHEs, mas buscam representar os principais impactos e benefícios de âmbito local que são frequentemente associados à implantação de projetos hidrelétricos.

Tabela 5 – Indicadores socioambientais da expansão hidrelétrica contratada



| Indicadores Socioeconômicos | |
|--|--|
| População diretamente afetada (hab.) | 1.231 |
| População diretamente afetada por MW (hab./MW) | 6 |
| Interferência na infraestrutura (população atraída/população dos municípios) | 0,18 |
| Nº de UHEs que interferem em quilombos | nenhuma das 2 UHEs |
| Nº de UHEs que interferem diretamente em TI | nenhuma das 2 UHEs |
| Nº de UHEs situadas até 40 km de TI na Amazônia Legal e 15 km nas demais regiões | nenhuma das 2 UHEs |
| Empregos diretos gerados no pico das obras ⁽¹⁾ | 1.705 |
| Empregos diretos gerados no pico das obras por MW (empregos/MW) | 8,4 |
| Compensação financeira em 2030 (R\$ milhões) ^{(2) (3)} | 5,48 (0,3% da CF paga em 2019 por todas as UHEs em operação) |
| Compensação financeira para os estados no decênio (R\$ milhões) ⁽²⁾ | 8 |
| Compensação financeira para os municípios no decênio (R\$ milhões) ⁽²⁾ | 20 |
| ISS gerado nas obras no decênio (R\$ milhões) | 34 |

Notas: (1). Esse dado considera apenas os empregos gerados no período de pico das obras para as 2 UHEs, informado nos estudos ambientais ou nos estudos de inventário ou viabilidade. Ou seja, há empregos gerados ao longo do período que não estão sendo considerados. (2). Considera somente a geração das usinas cuja operação se inicia no horizonte deste PDE. Os montantes de compensação financeira foram calculados considerando a TAR 2020 (R\$ 79,62) para todo o horizonte decenal. (3). Montante de arrecadação, no ano de 2030, da compensação financeira definida pela Lei nº 9.884/2000, considerando as parcelas destinadas aos estados, municípios e à União.

¹¹ Os indicadores têm como base a metodologia da avaliação socioambiental de UHEs (EPE, 2012), e foram selecionados considerando os principais impactos e benefícios associados à implantação de hidrelétricas e outros aspectos como a mensuração do indicador e a existência e a qualidade de dados.



| Indicadores Ambientais | |
|---|---|
| Área alagada (km ²) | 60 |
| Área alagada por potência instalada (km ² /MW) | 0,29 (UHEs existentes: 0,44 km ² /MW) |
| Perda de vegetação nativa (km ²) | 33 |
| Perda de vegetação nativa por MW (km ² /MW) | 0,16 |
| Transformação do ambiente lótico em lêntico (km) | 114 |
| Nº de UHEs com interferência em UC de proteção integral | nenhuma das 2 UHEs |
| Nº de UHEs com interferência em UC de uso sustentável | 1 das 2 UHEs |

4.2 Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas

Benefícios

- ✓ Fonte renovável
- ✓ Baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE)
- ✓ Baixo custo de operação
- ✓ Próximas aos centros consumidores de energia
- ✓ Movimenta a economia das cidades
- ✓ Promovem o desenvolvimento econômico do país e a geração de empregos
- ✓ Reservatórios com pequenas áreas alagadas

Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas

- É fonte de energia elétrica **renovável** e de **baixo custo de operação**.
- Apresenta **baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE)** e contribui com a estratégia de redução de emissões proposta na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).
- Contribuem para a estabilidade da operação do sistema elétrico, já que possuem geração previsível, com alguma flexibilidade proporcionada pelos reservatórios, além de outros serviços prestados.
- São geralmente construídas em pequenos e médios rios, **próximas aos centros consumidores de energia**, o que reduz custos e perdas no sistema, uma vez que não é necessária a construção de extensas linhas de transmissão.
- A implantação dos projetos **movimenta a economia das cidades** e, como são desenvolvidas com conhecimento, tecnologia, equipamentos e materiais totalmente nacionais, **promovem o desenvolvimento econômico e a geração de empregos no país**, ao longo de toda a cadeia produtiva.
- Apresentam elevada vida útil, que pode superar os 100 anos sem a necessidade de grandes investimentos.
- Possuem **reservatórios com pequenas áreas alagadas**, operados normalmente a fio d'água. Esta condição faz com que os impactos socioambientais frequentemente relacionados à formação de reservatórios, como a interferência em áreas de vegetação nativa ou em propriedades/população, sejam menores.

Parque de PCHs e CGHs atual

Atualmente, a capacidade instalada de PCHs e CGHs no Brasil é de **6.221 MW**, que representa **3,55%** de toda a potência do país (ANEEL, 2020). Esse total está distribuído em 419 PCHs e outras 736 CGHs, localizadas principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.



Expansão de PCHs e CGHs nos próximos 10 anos

Para todo horizonte decenal é prevista a **expansão de 2.246 MW** de potência instalada, o que representa avanço de 36% em relação ao parque atual. Na primeira metade do horizonte, é considerada a entrada de **746 MW de potência, distribuídos em 57 PCHs e CGHs já contratadas**, e que tem seu início de operação previsto para ocorrer entre 2021 e 2025. Já a partir de 2023, é estimada a entrada de outros **1.500 MW de potência instalada (expansão indicativa)** nos subsistemas Sudeste/Centro-Oeste e Sul.

Nota-se que, para todo o horizonte decenal, **a maior parte da expansão**, contratada e indicativa, ocorrerá **nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste** do país. No Norte e no Nordeste, a expansão é pouco expressiva e ocorre a partir de reservatórios já existentes em três dos quatro empreendimentos previstos. A Figura 12 indica a localização da expansão planejada.

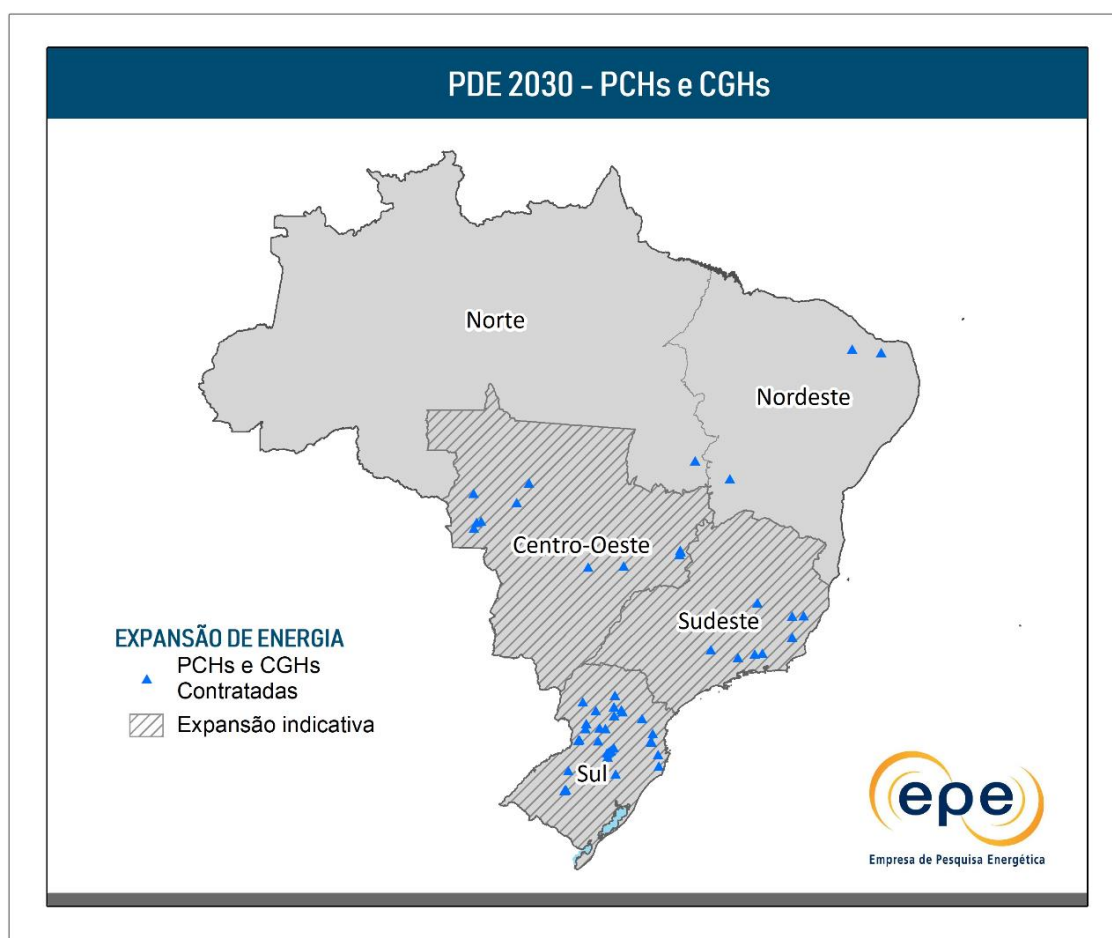


Figura 12 – Localização das PCHs e CGHs contratadas e áreas indicativas para expansão no PDE 2030

Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão de PCHs e CGHs

As principais interferências socioambientais da expansão da fonte no horizonte do Plano dizem respeito à vegetação nativa, fauna aquática e povos e terras indígenas. Os dois primeiros estão relacionados aos efeitos cumulativos e sinérgicos resultantes da concentração de projetos em um mesmo rio ou bacia hidrográfica. Já o segundo está ligado ao fato de que parte da expansão planejada tende a ocorrer em direção às regiões onde há maior presença de povos e terras indígenas.

No tocante à **vegetação nativa** o tema foi considerado relevante no contexto da **região Sul** do país. Ainda que as áreas alagadas pela implantação dos projetos sejam relativamente pequenas, há interferência na vegetação marginal dos rios, ambientes que muitas vezes são os principais corredores de vegetação nativa da região e possuem grande importância ecológica. A isso, acrescenta-se o alto nível de ameaça do bioma Mata Atlântica. Sobre o assunto, é importante ressaltar a necessidade de que os empreendimentos atendam à Lei da Mata Atlântica (Lei Federal 11.428/2006) que exige a compensação da vegetação suprimida no bioma Mata Atlântica em área equivalente aquela retirada e em condições ecológicas equivalentes. Também pode-se citar a instituição de Área de Proteção Permanente (APP) no entorno dos reservatórios, ampliando assim a vegetação na região.

No que diz respeito à **fauna aquática**, a implantação de um conjunto de empreendimentos em uma mesma bacia hidrográfica pode causar a fragmentação dos rios na medida em que são construídas barreiras ao deslocamento dos peixes migradores. Os projetos, em geral, são implantados em rios de menor porte e regiões de cabeceira das bacias hidrográficas, áreas importantes para a fauna aquática por serem estratégicas para a reprodução de peixes. Pode haver também alterações no fluxo hidrológico e no transporte de sedimentos. Essa situação é particularmente importante para as **regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste**, haja vista a expansão prevista e a grande quantidade de barragens já existentes.







Para contornar essas interferências existe a possibilidade de se implantar Sistema de Transposição de Peixes (STP) nos rios em que ocorram espécies migradoras. No entanto, é frequente a instalação de usinas nas cabeceiras dos rios e em locais que se apresentam como barreira natural ao deslocamento de peixes, para os quais não são necessários/recomendados STPs. Durante as fases de construção e operação dos empreendimentos, é usualmente realizado o monitoramento das espécies da ictiofauna e, quando verificada a necessidade, são propostas ações de manejo.

Por fim, o tema **povos e terras indígenas** é relevante para o desenvolvimento de PCHs no **Centro-Oeste** devido à elevada concentração de populações indígenas na região. Assim, há maior probabilidade dos projetos planejados estarem próximos ou causarem alguma interferência, ainda que pequena, sobre os modos de vida destas populações. 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. Além disso, também se pressupõe maior complexidade no processo de desenvolvimento do projeto, considerando necessidade de articulação com as populações próximas e estudos e procedimentos específicos a fim de evitar possíveis conflitos.

A elaboração de avaliação dos efeitos associados aos povos indígenas e proposição de medidas específicas, auxiliam a mitigação dos possíveis impactos gerados pela implantação das PCHs. Sobre o tema, é necessário ampliar a participação das comunidades envolvidas, buscando sua participação na definição de medidas efetivas de mitigação e compensação das interferências e evitando possíveis conflitos.

Com base na análise apresentada acima, três temas socioambientais foram considerados relevantes para a expansão das PCHs e CGHs no PDE 2030: **vegetação nativa, fauna e povos e terras indígenas**. A Tabela 6 apresenta estes temas, por região geográfica, conforme modelo da matriz síntese da análise socioambiental integrada do PDE 2030.

Tabela 6 - Síntese da análise socioambiental das PCHs e CGHs do PDE 2030

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|---|--|--|--|---|---|
| PCHs e CGHs  |  interferências inexpressivas |  interferências inexpressivas |  |  |  |

Legenda



Fauna






Vegetação nativa



Povos e terras indígenas

O Quadro 3 apresentado a seguir, resume as principais interferências socioambientais relacionadas à expansão de PCHs e CGHs no PDE 2030. Além disso, apresenta-se os temas associados, conforme metodologia da análise socioambiental integrada, à justificativa pela escolha da interferência na região na qual está prevista a expansão e, por último, às principais medidas mitigadoras relacionadas às interferências listadas.

Quadro 3 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão de PCHs e CGHs

| Interferência | Tema | Região e justificativa | Medidas mitigadoras |
|--|---|---|--|
| interferência em vegetação nativa (Mata Atlântica) | vegetação nativa  | S: quantidade de projetos e a relevância ecológica dos remanescentes de Mata Atlântica ainda existentes, tendo em vista o grau de ameaça do bioma. | Compensação da vegetação suprimida no bioma Mata Atlântica, conforme legislação específica. Reposição florestal pela supressão de vegetação e de área de preservação permanente. Instituição de APP no entorno do reservatório. |
| interferência na fauna aquática: fragmentação dos rios | fauna  | S, SE e CO: concentração de empreendimentos planejados e existentes em uma mesma bacia, podendo gerar efeitos cumulativos e sinérgicos em função de projetos instalados em cascata. | Possibilidade de implantação de Sistema de transposição de peixes (STP) nos rios em que ocorram espécies migradoras. Vale ressaltar, no entanto, a frequente instalação de usinas nas cabeceiras dos rios e locais que se apresentam como barreira natural ao deslocamento de peixes. Monitoramento de espécies da ictiofauna e, quando necessário, indicação do manejo adequado. |
| interferência em povos e terras indígenas | povos e terras indígenas  | CO: maior concentração de populações indígenas, as quais podem sofrer algum tipo de interferência a depender da localização dos projetos futuros. | Avaliação específica dos impactos associados aos povos e terras indígenas e proposição de medidas direcionadas. Comunicação e diálogo com as comunidades envolvidas a fim de garantir sua participação na definição de medidas efetivas de mitigação e compensação das interferências e evitar possíveis conflitos. |

Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão de PCHs e CGHs

O **processo de licenciamento ambiental** é um dos desafios que devem ser discutidos para ampliar a participação da fonte na matriz. Na maioria dos casos, segue os mesmos ritos processuais de empreendimentos hidrelétricos de maior porte, sendo exigidos complexos Estudos de Impacto Ambiental. Nesse processo, há, ainda, a necessidade de manifestação de outros órgãos, como Funai, Iphan e Fundação Cultural Palmares.

Há também o fato de cada unidade da federação ter sua própria legislação ambiental. Assim, os procedimentos de licenciamento são heterogêneos. As diversas exigências implicam em processos longos, complexos e, por vezes, imprevisíveis, o que dificulta a avaliação dos riscos financeiros associados aos projetos e influencia a atratividade econômica da fonte.

Sobre o licenciamento ambiental, existem iniciativas que visam dar celeridade, transparência, objetividade e reduzir os custos envolvidos nos processos, como as visitas técnicas aos órgãos estaduais de meio ambiente realizadas pelo MME com o objetivo de apresentar as vantagens do desenvolvimento de projetos de PCHs e para difusão do trabalho da Aneel de elaboração de inventários participativos.

Para discutir os instrumentos de planejamento e licenciamento ambiental de PCHs o MME articulou junto à Associação Brasileira Estadual de Meio Ambiente (Abema), a criação do GT-ENERGIA com a participação de representantes dos órgãos ambientais estaduais, MME, Aneel e ANA. A expectativa é de que os órgãos ambientais realizem um mapeamento das bacias para desenvolvimento de inventário participativo e conseqüentemente, possibilidade de implantação de PCHs; bem como, analisem a carteira de PCHs que aguardam licenciamento ambiental.

Sobre os Estudos de Inventário Hidrelétricos participativos, seu objetivo é ampliar a participação de representantes das instituições relacionadas ao meio ambiente no processo de estudos para implantação de empreendimentos. Fato que resulta em maior segurança para os empreendedores, antecipando questões que possam vir a dificultar o processo de licenciamento ambiental. Como projeto piloto, foi aprovado o estudo do rio Pardo, em Matos Grosso do Sul, ação integrada entre Aneel e Imasul. Atualmente, a Aneel tem discussão avançada com vários estados (PA, RS, SC e TO) para desenvolvimento de inventários participativos.

Há também iniciativas por parte dos órgãos ambientais estaduais a fim de aumentar a produtividade e dar celeridade aos processos de licenciamento ambiental, como é o caso dos órgãos ambientais de estados como Minas Gerais e Goiás que vem modernizando seus procedimentos. Nesse sentido há uma remodelação e informatização dos processos, normatização das análises, estabelecimento de árvores de decisão e definição de metas. Com esse esforço a expectativa é que se possa dar celeridade e destravar processos parados e ampliar a capacidade de investimentos nesses estados.

Outro desafio diz respeito a **compatibilizar a conservação ambiental e a geração de energia**, sobretudo em regiões em que ocorre uma grande concentração de projetos. Para lidar com essa questão algumas iniciativas têm sido desenvolvidas, como a elaboração de estudos mais abrangentes para a definição e avaliação dos locais onde serão implantados os projetos, à exemplo da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) e do Estudo Integrado de Bacia Hidrográfica (EIBH). Esses instrumentos visam avaliar a implantação de um conjunto de empreendimentos em uma mesma bacia hidrográfica, considerando os efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos socioambientais ocasionados pelos projetos hidrelétricos. Neles busca-se avaliar a região de maneira mais abrangente e não individualmente por projeto.

Como exemplo, para projetos no estado de Minas Gerais é necessária a elaboração da AAI como instrumento de apoio ao planejamento da implantação de novos empreendimentos hidrelétricos (UHEs e PCHs) situados em bacias classificadas como prioritárias (resolução Semad 2777/2019). Já em Santa Catarina (Lei 14.652/2009) é obrigatória para UHEs e em casos específicos para PCHs. Por sua vez, o estado de Goiás exige o Estudo Integrado de Bacia Hidrográfica (EIBH) previamente ao licenciamento ambiental e, em alguns casos, AAI para sub-bacias (Instrução normativa SEMARH n°3/2015).

No caso de alguns estados, há ainda o estabelecimento de áreas não passíveis ao processo de licenciamento ambiental para as PCHs e CGHs, como realizado pelo Rio Grande do Sul (Resolução nº 388/2018 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul). Por um lado, este tipo de iniciativa reduz o risco do empreendedor em desenvolver estudos em áreas de maior sensibilidade socioambiental; mas, por outro lado, elimina a possibilidade de desenvolver projetos eventualmente viáveis técnico e socioambientalmente.



Outra iniciativa veio da Agência Nacional de Águas (ANA), que realizou, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai, os Estudos de Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na Região Hidrográfica do Paraguai – RH Paraguai. Esses estudos estão subsidiando as ações de gestão dos recursos hídricos da bacia. Também vinculado à ANA, existe o Programa Produtor de Águas, que já tem um caso de implementação no entorno de PCHs localizadas na bacia do rio Doce (MG).

Compatibilizar a geração de energia com o respeito aos povos indígenas do entorno dos empreendimentos é outro desafio a ser enfrentado pela fonte, à medida que a expansão avance para áreas próximas a territórios indígenas, fato que começa a ocorrer sobretudo na região Centro-Oeste. Para empreendimentos que possam ter interferência com populações indígenas, recomenda-se ampliar a comunicação e diálogo com as comunidades envolvidas a fim de garantir sua participação na definição de medidas efetivas de mitigação e compensação das interferências e evitar possíveis conflitos.

Ainda que não relacionados a questões socioambientais, cabe destacar que alguns dos principais desafios para essa expansão das PCHs e CGHs estão relacionados a **questões econômicas e financeiras que afetam a competitividade da fonte**. Nessa linha, avanços na remuneração dos serviços associados à geração de energia, como por exemplo, o preço horário da energia e a valoração dos atributos de capacidade e flexibilidade, trariam benefícios ao setor, aumentando a competitividade dessa fonte. Novos modelos de negócio também podem ser pensados de forma a viabilizar a expansão da fonte.

O Quadro 4 resume os principais desafios relacionados à expansão de PCHs e CGHs no PDE 2030 e as iniciativas e recomendações associadas.

Quadro 4 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão de PCHs e CGHs

| Desafio | Iniciativas e Recomendações |
|--|--|
| <p>Processo de licenciamento ambiental burocrático, complexo e dispendioso. Abordagens distintas entre os entes federados quanto ao processo de licenciamento.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Reuniões entre MME e órgãos ambientais estaduais. - Criação do GT-ENERGIA com o objetivo de discutir os instrumentos de planejamento e licenciamento ambiental de PCHs. - Estudos de Inventário Hidrelétricos participativos em parceria entre Aneel e órgãos ambientais. - Modernização e dos procedimentos de licenciamento ambiental a exemplo dos que vem sendo implementados pelos estados de GO e MG. |
| <p>Compatibilizar a conservação ambiental e a geração de energia.</p> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;">   </div> | <ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de Estudos mais abrangentes para a avaliação do conjunto de projetos, à exemplo de AAI e EIBH. - Estabelecimento de áreas não passíveis ao processo de licenciamento ambiental para as PCHs e CGHs, caso do Rio Grande do Sul. - Estudos de Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na Região Hidrográfica do Paraguai – RH Paraguai, da ANA. - Programa Produtor de Águas, vinculado a ANA. |

Compatibilizar a geração de energia com o respeito aos povos indígenas do entorno.



- Recomenda-se ampliar a comunicação com as populações indígenas para empreendimentos que possam ter interferência com Terras Indígenas.

Questões econômicas e financeiras que afetam a competitividade da fonte

- Discutir as iniciativas relacionadas à remuneração dos serviços associados à geração de energia, como por exemplo o preço horário da energia e a valoração dos atributos de capacidade e flexibilidade.

Indicadores socioambientais da expansão de PCHs e CGHs

Para representar, ainda que de modo simplificado, as alterações decorrentes da implantação das PCHs e CGHs planejadas são avaliados dois indicadores socioambientais (Tabela 7 Tabela).

O primeiro é relativo à área dos reservatórios previstos e representa principalmente os impactos nos meios físico e biótico, tais como a perda de vegetação e as interferências sobre a biodiversidade local. A relação da área alagada por potência instalada referente à expansão prevista no próximo decênio é de 0,10 km²/MW. Para comparação, essa mesma relação para as PCHs hoje em operação é de 0,14 km²/MW e para as UHEs é de 0,44 km²/MW.

O segundo indicador se refere aos empregos diretos gerados no pico das obras. Representam, em princípio, o aumento das oportunidades de trabalho e a dinamização da economia dos locais onde estes projetos se inserem. Ao longo do horizonte decenal é esperada a geração de cerca de 45 mil empregos diretos, considerando os trabalhadores no pico da obra de cada projeto. Esta estimativa considerou o valor de 20 empregos para cada MW instalado, valor médio obtido com base em informações de PCHs cadastradas em leilões de energia. Esse dado considera apenas os empregos gerados no período de pico das obras, ou seja, há empregos gerados ao longo do período que não estão sendo contabilizados.

Tabela 7 – Indicadores socioambientais da expansão de PCHs e CGHs



| Indicadores Ambientais | |
|--|------|
| Área alagada (km²) | 225 |
| Área alagada por potência instalada (km²/MW) | 0,10 |



| Indicadores Socioeconômicos | |
|--|--------|
| Empregos diretos gerados no pico das obras | 45 mil |
| Empregos diretos gerados durante a operação (empregos/MW) | 20 |

4.3 Termelétricas de fontes não renováveis

Benefícios

- ✓ **segurança energética**
- ✓ **otimização dos recursos energéticos no SIN**
- ✓ **flexibilidade locacional**
- ✓ **áreas relativamente pequenas**
- ✓ **geração de empregos**

Termelétricas de fontes não renováveis (gás natural, diesel e nuclear)

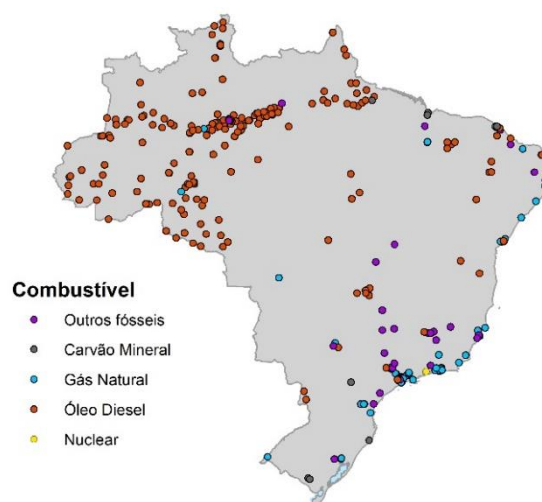
- Apresentam características técnicas que trazem ganhos de confiabilidade ao sistema elétrico e aumentam a **segurança energética** do país.
- Possibilitam a **otimização dos recursos energéticos** no sistema interligado nacional (SIN) compensando as variabilidades e sazonalidades de outras fontes.
- Apesar da disponibilidade e transporte de combustível serem fatores relevantes para a locação das usinas, possuem **flexibilidade locacional**, permitindo implantar as usinas em áreas próximas aos centros de carga, reduzindo custos, perdas e impactos socioambientais inerentes a extensas linhas de transmissão.
- Necessitam de **áreas relativamente pequenas** quando comparadas a outras fontes de energia, fato que, associado à flexibilidade locacional, evita conflitos pelo uso do solo e possibilita a seleção de locais com menor sensibilidade socioambiental para sua implantação. Nesse sentido, é frequente a instalação desses empreendimentos dentro de complexos industriais ou portuários já estabelecidos.
- Existem benefícios econômicos e sociais associados à implantação e operação dos projetos termelétricos, relacionados à **geração de empregos** diretos e indiretos, ao aumento da demanda por bens e serviços, e ao aumento da arrecadação tributária, contribuindo para o dinamismo econômico da região de implantação do empreendimento.

A depender do tipo de combustível utilizado, existem benefícios específicos:

- O **gás natural** se destaca por apresentar menor emissão de poluentes atmosféricos e de gases de efeito estufa (GEEs). Isso se deve à baixa concentração de contaminantes e à elevada eficiência dos processos de geração de energia atuais.
- O **diesel** contribui principalmente para a segurança energética, pela confiabilidade de suprimento de combustível, devido à extensa infraestrutura de distribuição.
- A **termonuclear** não emite diretamente gases poluentes, nem GEEs, já que o calor necessário para a geração de energia elétrica não provém da queima de combustíveis, e sim da fissão nuclear. Além disso, devido à alta densidade energética do combustível nuclear, são necessárias pequenas quantidades de combustível para a produção de energia, facilitando o armazenamento e logística (ELETRONUCLEAR, 2014). Destaca-se que o urânio também contribui para a segurança energética nacional, devido às características de geração da fonte e à existência de reservas no país. Com a possibilidade de reciclagem e evolução tecnológica, pode-se ainda aumentar o aproveitamento do elemento combustível.

Parque termelétrico não renovável atual

De acordo com o Sistema de Informações da Geração da ANEEL (ANEEL, 2020) a potência das usinas não renováveis outorgadas em operação no país é de cerca de **15 GW para gás natural** (66 usinas), **3 GW para carvão mineral** (11 usinas), **3 GW para óleo diesel** (223 usinas), **6 GW para demais fósseis** (56 usinas) e **2 GW para nuclear** (2 usinas).



Expansão termelétrica nos próximos 10 anos

Neste decênio está prevista a entrada de **17.101 MW de usinas térmicas a gás natural, diesel e nuclear** (Figura 13). Na expansão contratada é prevista a entrada de 6.396 MW de potência, distribuídos em 11 UTEs, das quais oito a gás natural (4.703 MW), duas a diesel (288 MW) e uma nuclear (1.405 MW). Além disso, está prevista a entrada de 40 MW de uma usina a gás de refinaria. Já para a expansão indicativa estão previstos 10.705 MW de UTEs a gás natural distribuídas nos seguintes subsistemas: 10.000 MW no Sudeste/Centro-Oeste, 705 MW no Sul.

As unidades previstas para a primeira metade do decênio estão localizadas predominantemente na região costeira, próximas ao centro de carga ou da fonte de combustível, como gasodutos ou áreas de exploração de gás natural (no caso das usinas a gás natural). Já a expansão indicativa está concentrada nos subsistemas de maior demanda (Figura 13).

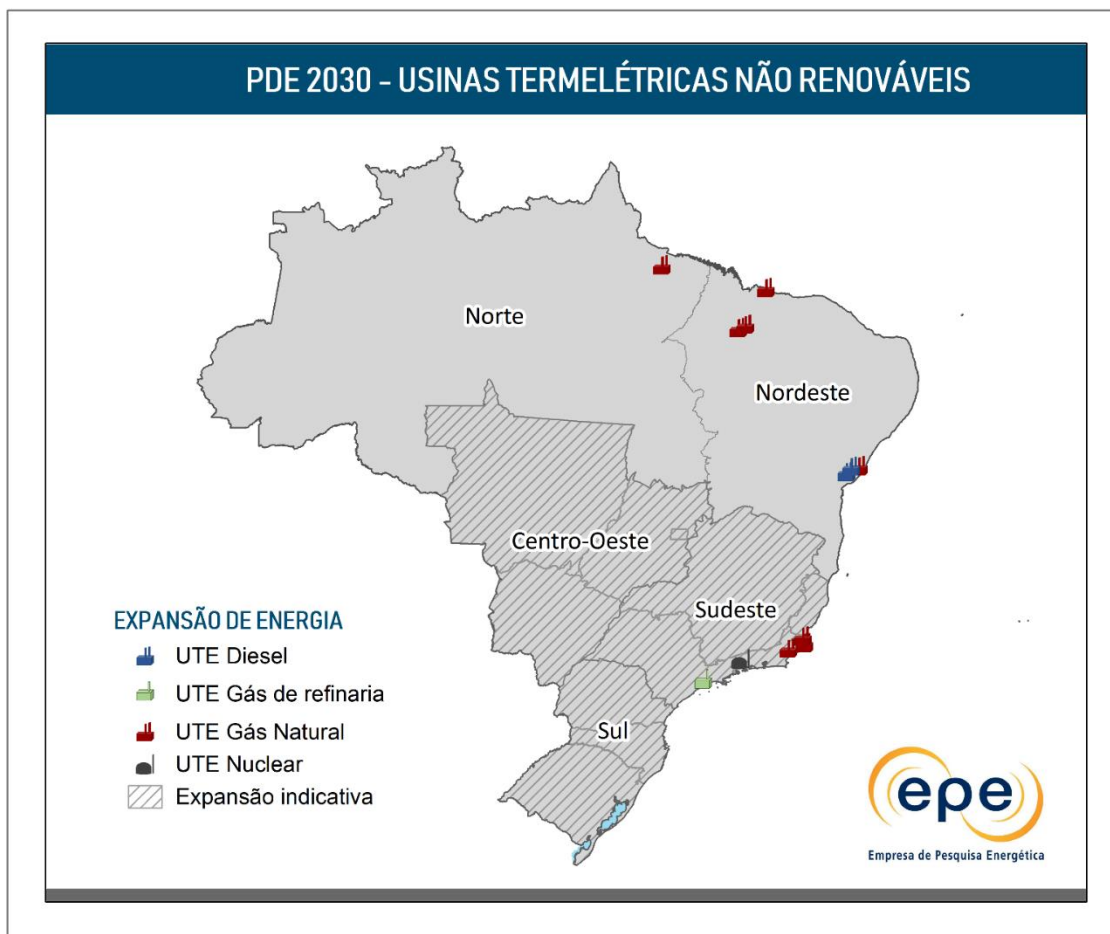


Figura 13 – Localização das usinas termelétricas não renováveis contratadas e indicativas no PDE 2030

Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão termelétrica

As principais interferências socioambientais de usinas termelétricas envolvem a emissão de poluentes atmosféricos e GEE, destinação de efluentes e resíduos e o consumo de água. Ainda que estas e outras interferências sejam mitigáveis, usualmente gerenciadas no âmbito dos projetos e observadas no licenciamento ambiental, vale destacar alguns temas socioambientais relevantes para a expansão prevista.

A primeira interferência destacada corresponde às **emissões de poluentes atmosféricos e de GEEs** oriundas da queima de combustíveis fósseis. Neste sentido, o tema **qualidade do ar** foi considerado relevante para a região Sudeste frente à expansão planejada. Apesar do predomínio de usinas a gás natural, combustível menos poluente entre fósseis, a região apresenta grandes centros urbanos e industriais com qualidade



do ar afetada. Dentre as medidas mitigadoras utilizadas estão a seleção de local com dispersão atmosférica favorável e afastado de receptores importantes, combinado com uso de tecnologias eficientes, equipamentos de abatimento de emissões e monitoramento adequado. Ressalta-se que essas medidas são definidas no licenciamento ambiental considerando a legislação vigente¹² sobre limites de emissões e qualidade do ar, e pode incluir restrições adicionais a depender das especificidades locais.









Sobre as emissões de GEE, cujos impactos são em escala global, é importante que os empreendimentos realizem inventários de emissões de GEE e busquem soluções que minimizem as suas emissões. Dentre as medidas possíveis estão a substituição total ou parcial por combustíveis de baixa emissão, uso de equipamentos mais eficientes, uso de tecnologias de captura e armazenamento ou uso de carbono (CCS e CCUS), e aplicação de soluções baseadas na natureza (nature-based solutions - NBS, como exemplo pode-se citar projetos de conservação e restauração florestal).

Por fim, o tema **resíduos** se destaca para a expansão do único projeto termonuclear previsto no decênio, Angra 3, a ser instalada no mesmo sítio das demais usinas existentes também na região Sudeste. Considera-se a interferência de **disposição de resíduos radioativos** relevante devido a sua elevada periculosidade. Destaca-se que o acondicionamento e disposição das diferentes classes de resíduos radioativos são regidos por legislação específica e sujeitos a fiscalização, além disso as medidas para o seu gerenciamento são tratadas e acompanhadas tanto no licenciamento ambiental quanto no licenciamento nuclear das atividades. No caso de Angra 3, os combustíveis nucleares irradiados (alta atividade) serão armazenados inicialmente em piscina próxima ao reator, indo, em seguida, para armazenamento complementar, e, por fim, para a destinação final (armazenagem ou reprocessamento) (ELETRONUCLEAR, 2014). A estimativa de quantidade gerada durante toda sua vida útil (40 anos) é de 10.880 kg de urânio 235 e 12.640 kg de plutônio total (ELETRONUCLEAR, 2015). Os demais resíduos de média e baixa atividade são armazenados em depósitos locais.

Por fim, cabe ressaltar que a instalação de projetos em locais onde o balanço hídrico é desfavorável pode ocasionar **alteração na disponibilidade de água**, seja pela baixa disponibilidade de água, ou pela elevada demanda de outros usuários. Para minimizar esses conflitos é importante que as outorgas concedidas considerem os usos múltiplos, e que sejam aplicadas boas práticas que minimizem o consumo de água doce, tais como o uso de fontes alternativas (água do mar, por exemplo) e reuso da água, além do emprego de tecnologias de resfriamento que requeiram menos água como sistemas a ar ou híbridos ar-água. Considerando a flexibilidade locacional das usinas termelétricas, as medidas mitigadoras existentes e a predominância da expansão no subsistema Sudeste/Centro-Oeste, região que apresenta criticidade hídrica concentrada nas áreas próximas aos centros urbanos, o tema recursos hídricos não foi destacado.

De acordo com a análise apresentada acima, dois temas socioambientais foram considerados relevantes no contexto do Plano, a saber: **qualidade do ar e resíduos**. Estes temas estão sintetizados na Tabela 8, conforme metodologia empregada na análise socioambiental integrada.

Tabela 8 - Síntese da análise socioambiental das usinas termelétricas do PDE 2030

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|--|---|---|---|---|---|
| UTES fósseis  |  interferências inexpressivas |  interferências inexpressivas |  interferências inexpressivas |  |  interferências inexpressivas |
| UTE nuclear  | não há projetos planejados | não há projetos planejados | não há projetos planejados |  | não há projetos planejados |

Legenda



Qualidade do ar





Resíduos

¹² Resolução CONAMA nº 382/2006, nº 436/2011 e nº 491/2018.

O Quadro 5 resume as principais interferências socioambientais relacionadas à expansão termelétrica no PDE 2030; os temas socioambientais associados a essas interferências, conforme metodologia da análise socioambiental integrada; a justificativa pela escolha da interferência na região na qual está prevista a expansão e por último as medidas mitigadoras relacionadas às interferências listadas.

Quadro 5 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão termelétrica

| Interferência | Tema | Região e justificativa | Medidas mitigadoras |
|---|--|---------------------------------------|---|
| emissão de poluentes atmosféricos e emissão de GEE | qualidade do ar  | SE: qualidade do ar afetada. | Poluentes atmosféricos locais: seleção de local com dispersão atmosférica favorável e afastado de receptores importantes, combinado com uso de tecnologias eficientes, equipamentos de abatimento de emissões e monitoramento adequado. Para a redução das emissões de GEE: substituição total ou parcial por combustíveis de baixa emissão, uso de equipamentos mais eficientes, uso de tecnologias de captura e armazenamento ou uso de carbono (CCS e CCUS), e aplicação de soluções baseadas na natureza (nature-based solutions - NBS). |
| geração de resíduos radioativos | resíduos  | SE: elevada periculosidade do resíduo | Acondicionamento e disposição das diferentes classes de resíduos radioativos segundo legislação específica e conforme estabelecido no licenciamento ambiental e nuclear. |

Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão termelétrica

Um dos principais desafios para as termelétricas que utilizam combustíveis fósseis é a **redução das emissões de GEE** para minimizar as consequências das mudanças climáticas. Observa-se o aumento e predomínio da participação do gás natural na expansão prevista. E apesar de ser o combustível fóssil com menor emissão de GEE, é importante que se ampliem os esforços para reduzir essas emissões com desenvolvimento de tecnologias de remoção de carbono com custos baixos, como captura e armazenamento e uso de carbono (CCS ou CCUS) e soluções baseadas na natureza (SBN), além do incentivo substituição por combustíveis renováveis ou de baixa emissão. Ressalta-se que com o lançamento do Programa Novo Mercado de Gás e a criação do Comitê de Monitoramento da Abertura do Mercado de Gás Natural existe expectativa de avanços na sua participação inclusive no setor elétrico (BRASIL, 2019 e MME, 2020).



Para as fontes fósseis existe também a preocupação com o **comprometimento da qualidade do ar** pela emissão de poluentes atmosféricos. A questão é especialmente relevante para a expansão indicativa em áreas onde já existam outras fontes significantes de poluição. Deste modo, a ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar e as modelagens de dispersão de poluentes são instrumentos importantes para se evitar o comprometimento da qualidade do ar nesses locais.

A **redução da demanda de água para resfriamento** também é um desafio, especialmente para implantação de projetos em regiões que apresentem criticidade hídrica. Tendo em vista a relevância, a ANA começou a apresentar as estimativas e projeções relativas à geração termelétrica (ANA, 2019). Essas estimativas permitem melhor compreensão dos impactos desse tipo de atividade na disponibilidade de recursos hídricos contribuindo para aprimoramentos da sua gestão. Sendo assim, emprego de tecnologias de baixo consumo de água é fundamental minimizar possíveis conflitos pelo uso da água. É importante

que esses tipos de tecnologias de baixo consumo de água continuem a serem desenvolvidas e implementadas.

Por fim, para as term nucleares, que não emitem diretamente gases poluentes, nem GEEs, os principais desafios envolvem a **disposição final de resíduos radioativos**, a manutenção da cadeia industrial e de serviços e da percepção de risco de acidente pela sociedade.



Sobre o gerenciamento de rejeitos radioativos, a CNEN tem a incumbência legal de construir o Repositório Nacional de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação (RBMN). Sobre os rejeitos de alta atividade, combustíveis irradiados, a Eletronuclear está construindo, no complexo nuclear de Angra, uma Unidade de Armazenamento a Seco (UAS), para receber o combustível irradiado atualmente armazenado nas piscinas das usinas de Angra I e II. Com relação ao longo prazo, a política brasileira ainda é de postergar a decisão sobre o reprocessamento ou armazenamento definitivo, mantendo-os em estoque (CNEN, 2019). Sendo assim, é importante comunicar sobre o andamento do processo de implantação do RBMN e das perspectivas sobre a disposição final ou reprocessamento.


A Eletronuclear, com a cooperação da empresa americana Westinghouse, planeja estender a vida útil de Angra I até o ano de 2044. A medida visa reduzir a necessidade da expansão da matriz energética devido à manutenção da atual capacidade instalada, além de garantir a **manutenção da cadeia industrial e de serviços** associada a insumos nucleares bem como a manutenção da mão-de-obra qualificada na operação deste tipo de usina por mais 20 anos. A realização de campanha de comunicação apresentando os benefícios da extensão da vida útil podem auxiliar uma melhor compreensão sobre essas vantagens.

Com relação à **percepção de risco de usinas**, para aumento da aceitação pública desta fonte, deve-se investir em estratégias de comunicação para informar a sociedade sobre seus benefícios socioambientais e riscos, além de esclarecer como os rígidos padrões de segurança internacionais exigidos minimizam a possibilidade de ocorrência de acidentes.

O Quadro 6 resume os principais desafios relacionados a expansão termelétrica no PDE 2030 e as iniciativas e recomendações associadas.

Quadro 6 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão termelétrica

| Desafio | Iniciativas | Recomendações |
|--|---|---|
| Redução das emissões de GEE para minimizar mudanças climáticas  | | <ul style="list-style-type: none"> - Incentivar o desenvolvimento e aplicação de tecnologias de CCS/CCUS ou SBN. - Incentivar a utilização de combustíveis renováveis ou de baixa emissão de GEE. |
| Minimizar o comprometimento da qualidade do ar local  | | <ul style="list-style-type: none"> - Realizar modelagens de dispersão de poluentes e ampliar monitoramento da qualidade do ar, principalmente das regiões que apresentam comprometimento da qualidade. |
| Redução da demanda de água doce para resfriamento | <ul style="list-style-type: none"> - Aprimoramento da gestão por meio da divulgação das estimativas e projeções de consumo de água para geração termelétrica pela ANA. | <ul style="list-style-type: none"> - Incentivar o desenvolvimento e emprego de tecnologias de baixo consumo de água. |

| | | |
|--|--|---|
| <p>Disposição final de resíduos radioativos</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - CNEN tem a incumbência legal de construir o Repositório Nacional de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação (RBMN). - Política brasileira sobre rejeitos de alta atividade é mantê-los em estoque. | <ul style="list-style-type: none"> - Comunicar sobre o andamento do processo de implantação do RBMN e das perspectivas da disposição final ou reprocessamento; |
| <p>Manutenção da cadeia industrial e de serviços nucleares</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Extensão da vida útil de Angra I até o ano de 2044. | <ul style="list-style-type: none"> - Realizar campanha de comunicação apresentando os benefícios da extensão da vida útil. |
| <p>Percepção de risco de acidente nuclear</p> | | <ul style="list-style-type: none"> - Promover estratégias de comunicação para esclarecer a sociedade sobre seus benefícios socioambientais e riscos, além de informar como os rígidos padrões de segurança internacionais exigidos minimizam a possibilidade de ocorrência de acidentes. |

Indicadores socioambientais da expansão termelétrica

No presente plano são propostos três indicadores socioambientais para representar, ainda que de modo simplificado, as alterações decorrentes da implantação das termelétricas planejadas (Tabela 9).

O primeiro é relativo à média anual das emissões de gases de efeito estufa no Sistema Interligado Nacional no período de 2021-2030. O segundo reflete estimativa de captação e consumo de água em 2030. Já o terceiro indicador se refere aos empregos diretos gerados no pico das obras e durante a operação das usinas. Ressalta-se que os benefícios econômicos e sociais advindos da contratação de mão de obra poderão ser maximizados se forem priorizadas contratações locais ou regionais.

Tabela 9 – Indicadores socioambientais da expansão termelétrica



| Indicadores Ambientais | |
|--|-------------------------|
| Emissões de GEE no SIN (média anual, 2021-2030) | 20 MtCO ₂ eq |
| Captação de água em 2030 (bilhões de L/ano) ⁻⁽¹⁾ | 16 |
| Consumo de água em 2030 (bilhões de L/ano) ⁽¹⁾ | 12 |



| Indicadores Socioeconômicos | |
|--|--------|
| Empregos diretos gerados no pico das obras | 32 mil |
| Empregos diretos gerados durante a operação | 3 mil |

Notas: (1) Cálculo com base nos fatores de consumo e captação por tipo de tecnologia e sistema de resfriamento de ANA (2019) considerando: (i) despacho 60% durante o ano. (ii) exclusão dos projetos contratados que utilizam água salgada; e (iii) tecnologia de ciclo combinado com torres úmidas para os projetos planejados.

(2) Cálculo dos empregos baseado no somatório das previsões informadas nos estudos ambientais dos empreendimentos contratados somado a estimativas feitas para a geração indicativa, a partir de valores médios informados nos estudos ambientais de projetos de UTEs.

4.4 Termelétricas a biomassa

Benefícios

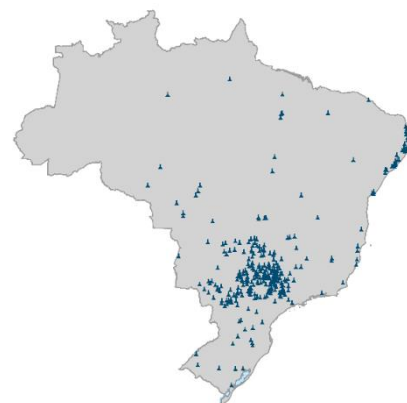
- ✓ disponibilidade de recursos
- ✓ flexibilidade locacional
- ✓ uso de resíduos como recursos energéticos
- ✓ otimização de infraestrutura existente
- ✓ versatilidade
- ✓ segurança energética
- ✓ geração de emprego e renda

Termelétricas a biomassa

- A biomassa apresenta alta **disponibilidade de recursos** em todas as regiões brasileiras, inclusive nos centros de carga e nos sistemas isolados. A distribuição dos recursos proporciona **flexibilidade locacional** para essas UTEs;
- Podem ser utilizados **resíduos como recursos energéticos**, o que é especialmente positivo para a problemática da disposição inadequada de resíduos e os impactos decorrentes;
- A geração a partir do bagaço de cana **otimiza a infraestrutura existente**, aumenta a eficiência do processo, gera economia operacional e torna a eletricidade excedente um ativo adicional;
- A grande variedade de tipos de substratos e combustíveis traz como ponto positivo a **versatilidade** na escala das plantas e nos modelos de negócio, podendo ser representativa para a geração centralizada e isolada, a autoprodução e a geração distribuída;
- As UTEs a biomassa contribuem para a **segurança energética** do sistema já que é possível uma geração constante e distribuída. Destaca-se ainda a complementariedade à geração hidrelétrica, pois a disponibilidade de bagaço de cana coincide com o período seco das Regiões Sudeste e Centro-Oeste;
- A fonte possui potencial de **geração de emprego e renda** no interior do país, especialmente em zonas rurais.

Parque termelétrico a biomassa atual

Atualmente no Brasil, a capacidade instalada de geração a partir da biomassa totaliza **15,4 GW** (ANEEL, 2020). Cerca de **76%** dessa capacidade utiliza o **bagaço de cana-de-açúcar** como combustível. Termelétricas a lixo respondem por 16%. O restante é composto por usinas a resíduos florestais (3%), biogás de resíduos sólidos urbanos (1%) e outros combustíveis (4%).



Expansão termelétrica a biomassa nos próximos 10 anos

A expansão total estimada para o horizonte decenal é de cerca de **1.095 MW**, dos quais **635 MW já estão contratados** (15 UTEs) para o período entre 2021 e 2025 e 460 MW correspondem à expansão indicativa entre 2026 e 2030.

Dentre as termelétricas à biomassa contratadas, cerca de 508 MW são usinas a bagaço de cana (80%) e 127 MW são usinas a biomassa florestal, como cavaco de madeira/resíduos florestais (20%). Os projetos estão localizados predominantemente no Sudeste e Centro-Oeste, mas também há uma usina no Sul. A Figura 4 apresenta a localização das usinas contratadas.

Já na expansão indicativa, que deverá se localizar nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, são previstos 400 MW de usinas a bagaço de cana (87%) e 60 MW de biogás de resíduos sólidos urbanos (13%).

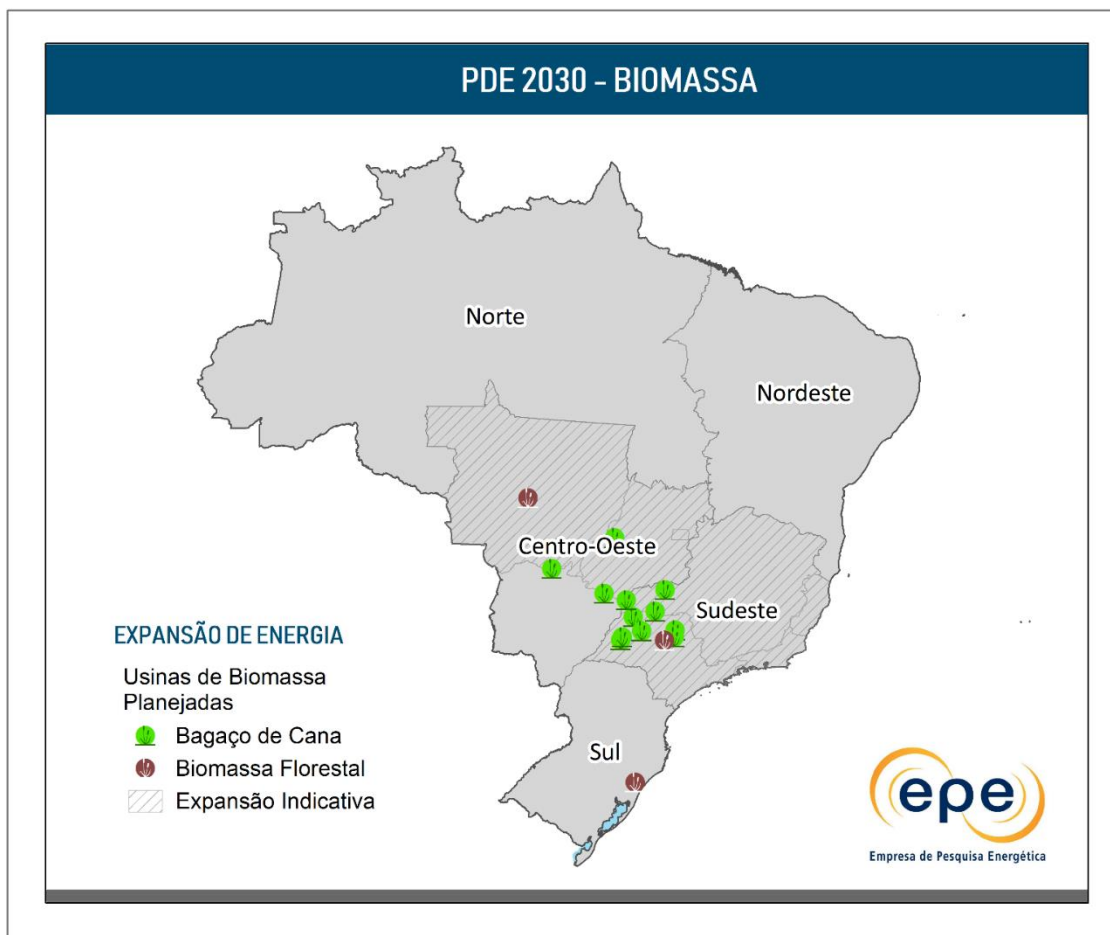


Figura 14 – Localização das usinas termelétricas a biomassa planejadas no PDE 2030

Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão termelétrica a biomassa

Dentre as interferências socioambientais associadas à geração de energia elétrica a partir da biomassa, é preciso ter em conta que grande parte do combustível utilizado é residual. Em princípio, não haverá expansão de área para a obtenção do combustível a ser utilizado. Ainda assim, cabe citar a emissão de poluentes atmosféricos, a alteração na disponibilidade da água e a geração de resíduos e efluentes.

Sobre a emissão de poluentes atmosféricos, principalmente o material particulado, este impacto é facilmente mitigado com o uso de equipamentos de controle, de forma a atender a legislação ambiental. Vale ressaltar que as usinas a biomassa normalmente se encontram em áreas rurais onde geralmente não há problemas relacionados à qualidade do ar.

O tema recursos hídricos pode ser importante para as usinas termelétricas dependendo da tecnologia de resfriamento adotada, caso haja consumo de água que impacte na disponibilidade para outros usos, sobretudo na região Sudeste, onde já há grande pressão sobre os recursos hídricos. No caso das usinas a bagaço de cana, que estão inseridas nas plantas de produção de açúcar e etanol, o consumo de água específico na unidade de cogeração é pequeno comparado ao consumo total da usina.

Quanto à geração de resíduos e efluentes, é importante destacar que grande parte desses biocombustíveis tem origem residual e seu aproveitamento energético promove melhor gestão de resíduos e efluentes. Obviamente, é fundamental que os empreendimentos sigam as legislações e normativas para adequada gestão de resíduos e efluentes. Dessa forma, as interferências socioambientais mencionadas são consideradas pouco expressivas no contexto regional, o que não significa que não mereçam atenção no nível local.

A Tabela 10 apresenta a síntese da análise socioambiental das termelétricas a biomassa do PDE 2030. Como pode ser observado, as interferências dessa fonte foram consideradas inexpressivas no contexto das regiões onde está prevista a expansão.

Tabela 10 - Síntese da análise socioambiental das usinas termelétricas a biomassa do PDE 2030

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| UTE bagaço  | não há projetos planejados | não há projetos planejados | não há projetos planejados | ☐ interferências inexpressivas | ☐ interferências inexpressivas |
| UTE biomassa florestal  | não há projetos planejados | não há projetos planejados | ☐ interferências inexpressivas | ☐ interferências inexpressivas | ☐ interferências inexpressivas |
| UTE biogás  | não há projetos planejados | não há projetos planejados | não há projetos planejados | ☐ interferências inexpressivas | ☐ interferências inexpressivas |

Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão termelétrica a biomassa

O desperdício da biomassa residual da cana ainda é grande, não pelo bagaço, cujas iniciativas, como programas de financiamento do BNDES, aumentaram muito seu aproveitamento. Grande parte do problema se dá em função dos custos logísticos para levar a palha dos canaviais até as usinas.

Dessa forma, pode-se dizer que um dos desafios para termelétricas do setor sucroalcooleiro é **aumentar a eficiência do processo produtivo e da cogeração**, a partir de um maior aproveitamento dos resíduos, palha e ponta, o que envolve aperfeiçoamento de aspectos logísticos e tecnológicos, ganhos de escala e redução de custos. Segundo EPE (2019), o potencial de aproveitamento de palha e ponta poderia incrementar a capacidade de exportação de energia para 11,5 GW médios, considerando um fator de exportação de 87,5 kWh/tonelada.

Além disso, cresceriam as possibilidades de geração fora do período de colheita, abrindo novas perspectivas para venda de energia no ambiente livre ou regulado. Há expectativa que o Programa Renovabio, com o mercado de créditos de descarbonização (CBios), incentive o aumento da eficiência das unidades produtoras promovendo uma maior utilização dos resíduos gerados.

Um dos maiores desafios para expansão dessas UTEs, sem dúvida, é **promover e valorizar os cobenefícios do aproveitamento energético de biomassa**. Além de relevante para as estratégias brasileiras de redução de emissão de GEEs, o aproveitamento de resíduos e subprodutos é especialmente benéfico para evitar impactos socioambientais como a disposição inadequada e ainda pode gerar receita. A produção do biogás, a partir de diferentes substratos, ainda gera cobenefícios, como, por exemplo, o biogás a partir da vinhaça, que evita a contaminação do meio físico, e o biogás a partir de resíduos urbanos e efluentes domésticos, que promove o saneamento ambiental. Além disso, dependendo do substrato utilizado, pode-se obter biofertilizantes a partir da biodigestão.

A vinhaça é um resíduo importante para a indústria sucroalcooleira devido aos grandes volumes gerados. O seu aproveitamento pode ser feito por meio da biodigestão anaeróbica, que resulta na produção de biogás. No setor elétrico, esse tipo de aproveitamento tem ganhado espaço. Em 2016, o primeiro empreendimento a biogás oriundo de bagaço de cana vendeu energia em leilão do ambiente de contratação regulado e começou a operar em outubro de 2020. Agentes do setor acreditam que o sucesso deste empreendimento poderá estimular que novas plantas comecem a produzir biogás também a partir de vinhaça no país.

Os resíduos sólidos urbanos e os efluentes de estações de tratamento de esgoto e de outras atividades produtivas (pecuária, suinocultura, atividades industriais etc) são problemas socioambientais críticos no Brasil. A utilização desses substratos para geração de biogás ou combustível derivado de resíduo (CDR) contribuiria para melhor gestão ambiental. Além disso, dependendo do substrato utilizado, a produção de biogás a partir de biodigestores gera, como subproduto, o digestato, fertilizante que pode ser utilizado para substituir fertilizantes minerais. De acordo com BNDES (2017), há um déficit estrutural na demanda por macronutrientes no mercado brasileiro decorrente da expressividade do agronegócio e das restrições estruturais da indústria de produção de fertilizantes no país. Uma alternativa, então, seria utilizar a abundante produção de resíduos de alguns setores do agronegócio. Os nutrientes presentes nesses rejeitos deveriam ser reaproveitados, reduzindo, assim, a destinação ambientalmente incorreta e incorporando soluções dentro da lógica da economia circular ao agronegócio brasileiro.

Em relação aos resíduos sólidos urbanos, cabe citar a Portaria Interministerial n. 274/2019 que reconhece a importância da sua recuperação energética e tem como objetivo disciplinar este aproveitamento. No entanto, apesar dos avanços no ambiente institucional, tais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), linhas de financiamento que contemplam o aproveitamento energético de resíduos, projetos para obtenção de crédito de carbono e, mais recentemente, o novo marco do saneamento, ainda há espaço para crescimento da geração de energia elétrica a partir da biomassa, especialmente no que se refere ao biogás.

Neste sentido, é necessário tratar as **complexidades relacionadas ao modelo de negócio do biogás**. Com intuito de evoluir nesta problemática, a EPE avaliou diferentes modelos de negócio para viabilizar projetos de geração de eletricidade a partir de RSU, considerando por exemplo um mercado de créditos de carbono (EPE, 2020). Também já tem ocorrido avanços com as adequações nos critérios de comprovação de suprimento de combustível e de geração de energia para os leilões de energia.

No entanto, ainda há pontos que precisam avançar, tais como incentivar o uso de diferentes substratos para geração de biogás e a utilização do digestato como fertilizante, que poderia ser outra fonte de receita; e facilitação para obtenção de crédito. Atualmente, há linhas de financiamento que podem beneficiar a fonte em bancos de investimento, como BNDES e Banco do Nordeste, porém ainda há dificuldades para captação de recursos para plantas e por isso recomenda-se que haja maior acesso à crédito para o setor.

No contexto rural, onde as plantas de biogás são de menor escala e localizadas no mesmo local onde a eletricidade será consumida, uma alternativa é a geração distribuída (GD). E já há iniciativas que utilizam o biogás, a partir de resíduos sólidos urbanos, resíduos florestais, resíduos agroindustriais e os resíduos animais, sendo este último mais utilizado (ANEEL, 2020). Particularmente para RSU, uma das conclusões da EPE (2020) foi de que o projeto é mais viável quando são feitos arranjos que combinem mais de um produto proveniente do lixo ou quando se consegue incorporar os custos das externalidades positivas de tais projetos.

Outra necessidade importante do país relacionada ao biogás é a melhoria no saneamento. A **melhor gestão de resíduos e o tratamento de efluentes** pode estimular a geração de biogás, transformando resíduos em recursos. A expansão do biogás é fortemente condicionada pela melhoria na gestão de resíduos e efluentes. É importante ressaltar que a PNRS (BRASIL, 2010) estabelece o envio para aterros sanitários apenas de rejeitos, estimulando a minimização do aterramento de resíduos orgânicos. No entanto, na prática, quase a totalidade de resíduos orgânicos é aterrada, não sendo expressiva a utilização de biodigestores para gerar energia elétrica a partir da fração orgânica dos RSU, que seria uma alternativa mais alinhada com a PNRS.

A Sanepar, Companhia de Saneamento do Paraná, tem um projeto, desde 2018, em uma estação de tratamento de efluentes em São José dos Pinhais, que usa o lodo da estação e resíduos orgânicos para

gerar biogás e eletricidade a partir dele. O projeto está dentro da Geração Distribuída e poderia estimular que outras empresas de tratamento de efluentes fizessem o mesmo. Vale citar ainda a técnica de coprocessamento ou cofiring geralmente adotada em cimenteiras, mas também utilizada em UTE a carvão e incineradores. A técnica visa aumentar o poder calorífico dos resíduos produzindo o chamado CDR e queimar junto com combustíveis fósseis para gerar energia em fornos.

O Quadro 7 resume os principais desafios relacionados a expansão termelétrica no PDE 2030 e as iniciativas e recomendações associadas.

Quadro 7– Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão termelétrica a biomassa

| Desafio | Iniciativas | Recomendações |
|---|---|---|
| Aumentar a eficiência do processo produtivo e da cogeração | - Política Nacional de Biocombustíveis - RenovaBio | - Cooperação dos produtores para coleta e armazenamento de resíduos. |
| Promover e valorizar cobenefícios do aproveitamento energético de biomassa | - Política Nacional de Resíduos Sólidos. -Novo marco do saneamento. - Financiamento BNDES - programa ABC, Inovagro, Prodecoop, Fundo Clima. - Renovabio. - Projetos para obtenção de créditos de carbono. | |
| Complexidades relacionadas ao modelo de negócio do biogás | - Adequações nos critérios de comprovação de suprimento de combustível e de geração de energia para o leilão de energia. - Avaliação de modelos de negócio para geração de eletricidade a partir de RSU. | - Regulamentação que contemple diferentes modelos de negócio e o uso de diferentes substratos. -Facilitação de acesso a crédito. |
| Melhor gestão de resíduos e tratamento de efluentes (biogás) | - Política Nacional de Resíduos Sólidos. - Projeto Sanepar em operação em São José dos Pinhais (ETE que gera a partir de lodo e resíduos orgânicos). | - Estimular o uso de biodigestores para geração de biogás. |

Indicadores socioambientais da expansão termelétrica a biomassa

Do ponto de vista socioeconômico, deve-se observar a geração de emprego e renda com crescimento da economia local, especialmente quando projetos estruturantes são instalados em regiões pouco desenvolvidas. Nesse sentido, com a expansão prevista no decênio, estima-se a geração de aproximadamente 824 empregos diretos nas usinas a cavaco de madeira/resíduos florestais, além dos empregos associados à produção florestal. Já as usinas de cogeração do setor sucroalcooleiro não agregam quantidade expressiva de empregos diretos, já que é atividade anexa à produção de açúcar e etanol. A Tabela 11 apresenta os principais indicadores socioambientais da expansão de termelétricas a biomassa.

Tabela 11 – Indicadores socioambientais da expansão termelétrica a biomassa



| Indicadores Socioeconômicos | |
|--|-----|
| Empregos diretos gerados no pico das obras | 762 |
| Empregos diretos gerados durante a operação | 76 |

Nota: Considera apenas usinas termelétricas a cavaco de madeira/resíduo. Estimado considerando que uma usina a cavaco de madeira de 50 MW gera cerca de 300 empregos diretos no pico das obras e cerca de 30 na fase de operação (YKS Serviços, 2015).

4.5 Eólicas

Benefícios

- ✓ renovável
- ✓ não emite gases poluentes e de efeito estufa
- ✓ permite outros usos no terreno
- ✓ gera empregos
- ✓ dinamiza a economia local
- ✓ traz segurança operativa ao SIN
- ✓ proporciona complementariedade com a geração hidráulica

Eólicas

- A energia eólica é **renovável** e **não emite gases poluentes e de efeito estufa** em seu processo de geração de energia.
- **Permite que os terrenos dos parques eólicos tenham outros usos**, tais como a agricultura e a pecuária.
- Gera **empregos diretos**, especialmente durante a construção (Simas e Paca, 2014), e o aumento da massa salarial nos setores de construção, transporte e logística, bem como o deslocamento de recursos para a agropecuária (Rodrigues et al. 2019), trazendo maior **dinamismo à economia local**. Além disso, foi demonstrado incremento significativo, de cerca de 20%, no PIB (entre 1997 e 2017) e no IDH-M (entre 2000 e 2010) nos municípios com parques eólicos em relação a municípios sem parques do mesmo estado (GO Associados, 2020), ou seja, **evolução no orçamento municipal e nas condições de saúde, educação e renda** impulsionados pela presença dos parques.
- Apesar de possuir um perfil de geração variável, a exploração da energia eólica no Brasil tem contribuído de forma relevante para a **segurança operativa do SIN**, na medida em que sua geração reduz a necessidade de uso dos reservatórios hídricos e também de acionamento de usinas térmicas nos períodos de hidrologia desfavorável.
- As usinas eólicas, em especial aquelas localizadas na região Nordeste, proporcionam **complementariedade com a geração hidráulica**, devido às condições favoráveis de geração de energia no período considerado seco para o SIN.

Parque eólico atual

Trata-se da fonte que mais tem crescido no Brasil, alcançando o patamar de segunda maior fonte geradora de energia na matriz elétrica brasileira. Esse crescimento reflete a participação da fonte em 22 leilões de energia entre os anos de 2009 a 2019. Atualmente o país dispõe de 665 parques eólicos em operação distribuídos em 101 municípios localizados, predominantemente, nas regiões Nordeste e Sul do país, totalizando **16.146 MW de potência instalada** (ANEEL, 2020).



Expansão eólica nos próximos 10 anos

A expansão eólica no PDE 2030 é relativa somente a projetos *onshore* e prevê-se a **inserção de 16.363 MW** adicionais de potência, havendo expansão contratada até o ano de 2025. Para o primeiro ciclo do horizonte decenal, está prevista a instalação de **140 novos parques eólicos**, que adicionarão **4.488 MW** ao sistema. Destaca-se que toda a potência contratada está concentrada em parques localizados nos estados da região Nordeste. Entre 2026 e 2030 está prevista ainda **expansão indicativa de 11.875 MW também no subsistema Nordeste**. A Figura 5 apresenta a localização dos parques eólicos contratados no horizonte decenal, assim como a representação das áreas com previsão da expansão indicativa.

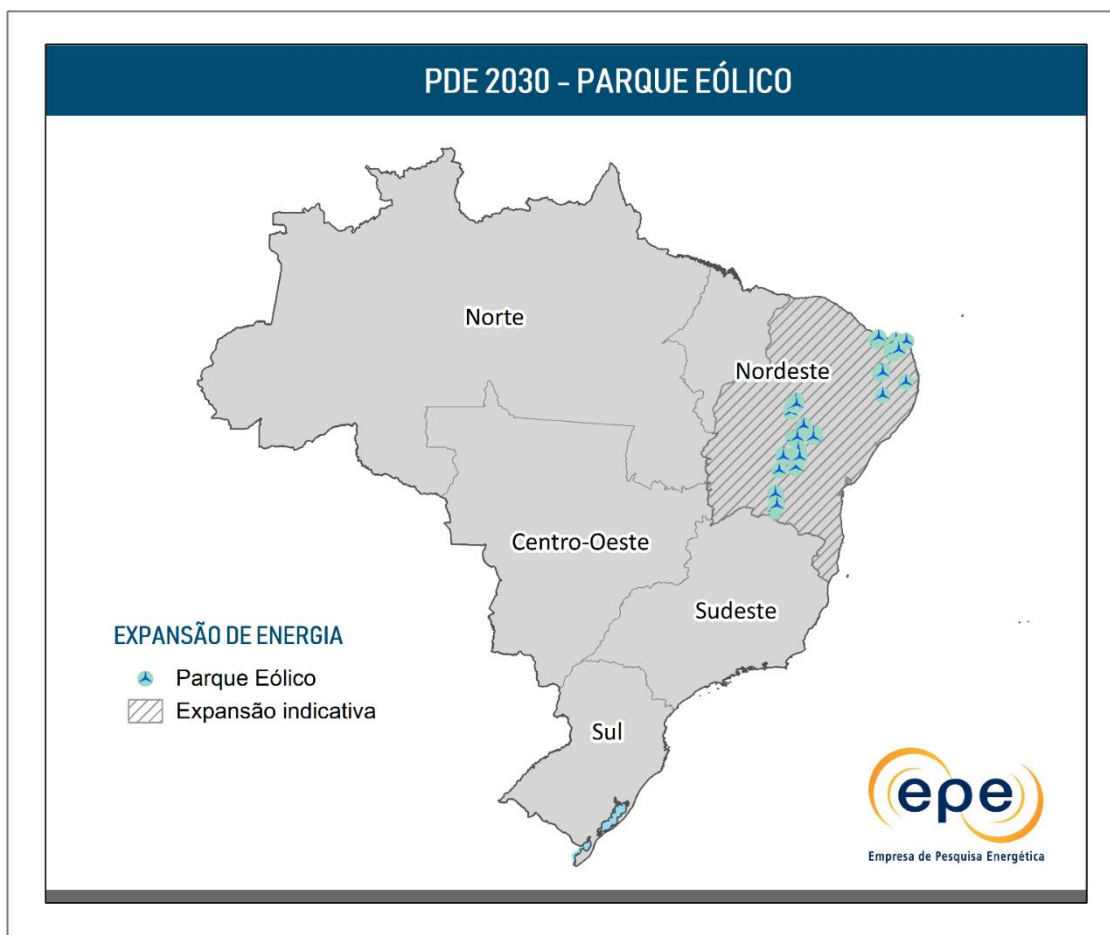


Figura 15 – Localização dos parques eólicos planejados no PDE 2030

Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão eólica

Inicialmente é importante destacar que as principais questões ambientais associadas a projetos eólicos estão normatizadas pela Resolução Conama nº 462/2014, conferindo maior previsibilidade ao licenciamento ambiental desses empreendimentos. O cumprimento das especificações trazidas por essa normativa, tanto pelos órgãos ambientais responsáveis pelo licenciamento, como pelos empreendedores, possui potencial para reduzir os impactos ambientais causados por esses projetos e aponta para os principais desafios relacionados a sua gestão ambiental. Portanto, a aplicação prática dessa resolução deve ser continuamente incentivada.



O **risco de colisão de aves** com as pás dos aerogeradores, especialmente aquelas que possuem hábitos migradores, é uma das principais interferências relatadas para parques eólicos. Sobre esse tema, a tendência de aumento da altura das torres e do diâmetro dos rotores que vem sendo observada para os aerogeradores (Tolmasquim, 2016), deve implicar no aumento do risco de colisão para as aves (ICMBio, 2016). Destaca-se que alguns parques eólicos que fazem parte da expansão contratada serão instalados no litoral e no interior da região Nordeste, podendo coincidir com rotas migratórias regulares de aves (Rota Atlântica e Rota Nordeste, respectivamente) (ICMBio, 2016).

A incidência de morte por **barotrauma em morcegos**, particularmente sobre as espécies que capturam seu alimento (p.ex., insetos) durante o voo e daquelas que possuem hábitos migratórios, também é um dos impactos comumente relatados para parques eólicos. Para a região Nordeste, a principal preocupação é com a carência de dados de distribuição das espécies de morcegos (Bernard *et al.*, 2014), especialmente em áreas onde há expansão contratada prevista, como no interior da Bahia e do Piauí. Por conta das interferências sobre aves e morcegos, o tema **Fauna** foi destacado para a expansão eólica na região Nordeste.

Os órgãos ambientais brasileiros, em geral, solicitam que sejam realizados programas de monitoramento de aves e morcegos durante a operação dos parques eólicos. Alguns órgãos solicitam ainda: levantamento de espécies previamente à instalação, distanciamento dos aerogeradores de locais relevantes e instalação de mecanismos repulsores.

Impactos visuais sobre a paisagem são comumente descritos nos estudos ambientais de empreendimentos eólicos, sendo comum encontrar neles diferentes percepções quanto à sua natureza (positiva ou negativa) (Espécie *et al.*, 2018). Esse tipo de impacto obtém dimensão adicional se os locais onde os projetos eólicos forem instalados representarem cenários de notável beleza cênica ou possuírem vocação natural para atividades de turismo e lazer. Dessa forma, o **impacto visual na paisagem** foi considerado relevante para o Nordeste devido à previsão de projetos para as regiões de chapada do interior dos estados da Bahia e Piauí no âmbito da expansão contratada para a fonte. Nessa região estão localizados pontos turísticos relevantes, como o Parque Nacional da Serra da Capivara e o Parque Nacional da Chapada Diamantina. Condicionantes associadas à mitigação desse impacto foram pouco frequentes nas licenças pesquisadas. Nos casos verificados, foi estabelecida vedação de instalação dos aerogeradores e demais obras de infraestrutura sobre dunas, banhados, próximas à praia e outras áreas de interesse.

A **supressão de vegetação nativa** é uma questão importante para projetos eólicos, especialmente por conta da necessidade de abertura de acessos entre os aerogeradores durante a fase de instalação

desses empreendimentos. Este tema é relevante para a região Nordeste considerando possíveis interferências diretas dos projetos sobre as diferentes fisionomias vegetais encontradas na região, além da instalação de projetos eólicos em unidades de conservação de uso sustentável. As condicionantes de licença frequentemente exigem o resgate de flora e o controle do desmatamento durante a instalação e a condução de Programas de Recuperação de Áreas Degradadas e de Reposição Florestal. A perda de habitat para espécies da fauna com a supressão da vegetação é abordada pelas condicionantes de licenças ambientais com propostas de Planos de conservação direcionados a espécies raras, endêmicas, ameaçadas ou de interesse cultural (como a *Zenaida auriculata*, avoante).

Tomando como referência o cenário de expansão contratada para a fonte eólica, observa-se que a maior parte da expansão ocorrerá em regiões do semiárido nordestino, locais predominantemente formados por vegetação xerófila típica da **Caatinga**, bioma rico em biodiversidade e ameaçado pelo desmatamento (MMA, 2020). Além disso, convém destacar que alguns parques eólicos serão instalados em áreas de **Mata Atlântica**, fato que requer atenção especial quando da realização de supressão de vegetação nativa por conta da existência de legislação específica sobre o tema (Lei nº 11.428/2006). Ainda em relação a esse bioma, destaca-se que uma pequena parcela dos parques eólicos da expansão contratada está localizada em áreas costeiras do Rio Grande do Norte, locais com presença de **dunas e restingas**, ambientes considerados sensíveis para a biota.

Nos últimos anos, vem sendo levantadas preocupações com as interferências da implantação dos empreendimentos eólicos na **dinâmica territorial** e nos **modos de vida de comunidades locais**. Dentre as situações que merecem destaque está o impedimento do acesso e uso de áreas que, antes da implantação dos parques, eram franqueadas à população local em sua busca de recursos para subsistência e lazer.

Nas faixas litorâneas do Nordeste, alguns estudos apontam que pescadores artesanais tiveram suas atividades prejudicadas por interferências nos acessos anteriormente utilizados para chegar à praia (Silva, 2014; Araújo, 2015; Gê *et al.*, 2019). Gorayeb *et al.* (2016) indicam que essa dificuldade também vem sendo observada no acesso às lagoas interdunares que, por terem sido parcialmente aterradas, deixaram de ser os locais preferenciais de pesca dos moradores dessas comunidades nos meses em que a pescaria em alto mar não pode ser realizada. Processo semelhante também tem sido observado em localidades do semiárido nordestino, onde já houve registro do surgimento de conflitos por conta da implantação de parques eólicos em terras devolutas do norte da Bahia que passaram a ser ocupadas e cercadas, algumas vezes por grileiros, para seu posterior arrendamento (Bastos, 2017). Tal ocorrência tem causado o **impedimento do acesso** dos moradores da região às áreas antes utilizadas para a atividade agropastoril, coleta de frutos e lenha, além do acesso à água.

Brannstrom *et al.* (2017) alertam que impactos diretos e de restrição de acesso a ambientes ou recursos naturais utilizados por comunidades locais tendem a criar conflitos que podem se transformar em desafio político mais amplo para o desenvolvimento contínuo da energia eólica. Dentre os 140 projetos eólicos que fazem parte da expansão contratada, a maior parte será instalada em municípios do interior da Bahia (59 parques) e no Rio Grande do Norte (52 parques), estados que já possuem parques eólicos em operação, alguns deles, em locais onde já houve registro de conflitos como os citados acima. Também são observados novos projetos eólicos para municípios dos estados da Paraíba, de Pernambuco e do Piauí. Por conta de possíveis interferências na dinâmica territorial e nos modos de vida de populações locais o tema **Organização Territorial** também foi considerado relevante para a expansão eólica neste ciclo.

Para mitigação dos impactos nos aspectos socioeconômicos, as condicionantes de licença exigem Programas de Comunicação Social e de Educação Ambiental. Menos frequentemente, também são

solicitados Programas de Responsabilidade Social que podem tratar, por exemplo, da capacitação de mão-de-obra local, da garantia de acesso a locais de importância para as comunidades e de parcerias público-privadas que visem a preparação da municipalidade para receber os novos projetos. Ações de responsabilidade social também são desenvolvidas por iniciativa das empresas, como veremos no próximo item.

A geração de ruído (durante as obras e em sua operação) e sombreamento são interferências abordadas por alguns órgãos ambientais por meio da solicitação de distanciamento entre os aerogeradores e residências, ou de edificações de permanência prolongada.

Tabela 12 - Síntese da análise socioambiental das usinas eólicas do PDE 2030

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|--|----------------------------|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Eólica  | não há projetos planejados |  | não há projetos planejados | não há projetos planejados | não há projetos planejados |

Legenda



Fauna



Organização territorial







Paisagem



Vegetação nativa

O Quadro 8 resume as principais interferências relacionadas à expansão eólica no PDE 2030; os temas socioambientais associados a essas interferências, conforme metodologia da análise socioambiental integrada; a justificativa pela inserção da interferência na região na qual está prevista a expansão e, por último, as medidas mitigadoras relacionadas às interferências listadas. Para esta fonte, as medidas mitigadoras listadas foram baseadas nas condicionantes de Licenças ambientais emitidas para Parques eólicos cadastrados nos Leilões de energia realizados em 2019.

Quadro 8 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão eólica

| Interferência | Tema | Região e justificativa | Medidas mitigadoras |
|---|--|-------------------------|---|
| colisão de aves e morcegos com as pás dos aerogeradores / morte de morcegos por barotrauma | fauna  | NE: semiárido e litoral | Programas de Monitoramento |
| impacto visual na paisagem | paisagem  | NE: semiárido | Vedação da implantação em áreas de interesse |
| supressão de vegetação nativa | vegetação nativa  | NE: semiárido e litoral | Programas de Recuperação de Áreas Degradadas e de Reposição Florestal |
| alteração do modo de vida das comunidades locais | organização territorial  | NE: semiárido e litoral | Comunicação Social e Educação Ambiental |

Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão eólica

O aprofundamento do conhecimento relacionado às espécies de **aves e morcegos** que habitam a região dos empreendimentos eólicos, desde as etapas iniciais do seu desenvolvimento, deve ser incentivado como forma de subsidiar a adoção das medidas mais adequadas para evitar, mitigar e compensar os impactos comumente relacionados a esses projetos. Dentre as estratégias adotadas no contexto internacional, têm-se: (i) a instalação de radar para rastreamento de bandos de aves migratórias

a fim de permitir paradas programadas do funcionamento dos aerogeradores (Strix, 2020); (ii) o uso de ultrassom para afastar morcegos do entorno dos parques eólicos; e (iii) a redução da velocidade das turbinas nos horários de maior atividade de morcegos (Berthinussen et al 2019). Para empreendimento no sul do Brasil, Falavigna et al. (2017), baseada nas características das espécies presentes na região, desenvolveu um índice de risco de colisão das aves que pode orientar medidas mitigadoras. Recomenda-se aos órgãos estaduais de meio ambiente que seja observada a Resolução Conama 462 (Brasil 2014), que propõe que sejam realizados EIA para parques eólicos localizados em ambientes sensíveis, de modo a melhorar o dimensionamento dos impactos e, conseqüentemente, a proposição de medidas de controle, mitigação e compensação. Além disso, é fundamental monitorar carcaças na fase de operação, a partir de protocolos estabelecidos com universidades ou institutos de pesquisa.

A supressão da **vegetação nativa** pode ser minimizada com a utilização de técnicas de produção mais limpa (redução na utilização de recursos), como observado na instalação de parques no nordeste (Neoenergia, 2019). No entanto, a expansão da fonte, somada aos parques eólicos já existentes, tem despertado a atenção sobre os possíveis **efeitos cumulativos e sinérgicos** na perda do habitat utilizado para nidificação pela avoante (*Zenaida auriculata* - espécie de ave migratória), em decorrência da supressão de vegetação provocada pela instalação de vários parques eólicos no semiárido do Rio Grande do Norte (Santos e Miller, 2018). A baixa capacidade de regeneração da vegetação xerófila, quando comparada aos demais tipos vegetacionais, é fator que amplia os desafios relacionados à gestão ambiental dos impactos causados por projetos eólicos instalados nessas localidades. Quanto à cumulatividade, é recomendável aprimorar os estudos de licenciamento, que têm negligenciado esse atributo de impacto ambiental (Espécie et al., 2018). Elaboração de estudos regionais, que avaliem as eventuais cumulatividades e sinergias entre os projetos, também são recomendados.

Em relação à **responsabilidade social**, há desafios a serem superados que dizem respeito ao estabelecimento de uma boa relação de coexistência entre o empreendimento e as comunidades locais, passando pela questão do acesso a recursos naturais para subsistência e lazer, ruído e acessibilidade ao serviço de eletrificação (Meyreles et al. 2013). Nesse sentido, o desenvolvimento de **estratégias de comunicação e participação social** desde as etapas iniciais do planejamento desses projetos pelos empreendedores junto às comunidades locais deve ser percebido como forma de reduzir assimetrias de poder e de promover relação de transparência com a população local, especialmente nos municípios que já possuem algum parque eólico em operação. Pode ser citada a iniciativa de estabelecimento de um Plano de Comunicação com a comunidade desde as etapas iniciais do projeto, em prol do engajamento das partes interessadas visando o desenvolvimento participativo de programas e projetos sociais relacionados ao empreendimento (Mazzola e Marques, 2017). Também é interessante mencionar a promoção da gestão social dos empreendimentos por meio da avaliação da sua aceitação pelas comunidades de entorno, o que fornece subsídio para a elaboração de planos de relacionamento mais adequados à realidade local (Viana & Costa, 2019) mais adequados à realidade local.

Nos últimos anos, empresas do setor eólico têm investido em **programas socioambientais** que levem benefícios para as comunidades que vivem no entorno desses projetos, que vão além das medidas exigidas no Licenciamento ambiental (como exemplos: Renova Energia 2013, Casa dos Ventos 2016, Engie 2018 e Votorantim 2019 – Relatórios de sustentabilidade). Experiências bem sucedidas relativas à implementação desses programas normalmente estão relacionadas ao delineamento de ações efetivas de engajamento das partes interessadas, incluindo moradores das comunidades locais e representantes governamentais, desde a sua concepção até a sua implementação e monitoramento (Culhari e Serejo, 2018). Além das iniciativas na escala de projeto, a elaboração de **estudos estratégicos em escala regional**

poderia otimizar o processo de diálogo com as comunidades locais, pulverizado no âmbito de cada empreendimento.

Há ainda **mecanismos financeiros** que estimulam as empresas a desenvolverem **projetos sustentáveis** e alinhados a políticas públicas de geração de emprego e renda, educação e saúde além das obrigações legais (condicionantes de Licenciamento ambiental). O financiamento concedido pelo BNDES para a implantação de projetos eólicos possibilita acesso a recursos financeiros do Subcrédito Social, que resulta em grande número de beneficiários indiretos desses projetos (BNDES, 2018). Um exemplo de programa social desenvolvido por empreendedor de parque eólico com essa linha de financiamento foi implantado em municípios do RN e BA. Em parceria com o Sebrae, foram promovidas ações de capacitação, estímulo ao empreendedorismo e à difusão das tecnologias sociais de produção e gestão de boas práticas no âmbito da agricultura familiar (EDP, 2019). Também pode ser citada a utilização dessa linha de financiamento para projetos de saneamento rural associado a quintais produtivos em comunidades rurais do Rio Grande do Norte (Cubek & Koga, 2019).





Adicionalmente, tem-se observado como tendência a incorporação de **políticas de salvaguardas socioambientais e de sustentabilidade**, comumente difundidas por alguns bancos que participam do financiamento de projetos eólicos no Brasil. A adoção de tais políticas no decorrer do desenvolvimento de determinados empreendimentos eólicos tem possibilitado não somente a ampliação das formas de mitigação dos impactos ambientais por eles causados, mas também a redução de riscos para o empreendedor (p.ex., de atrasos no cronograma das obras e de aplicação de eventuais multas ao projeto).

A **regularização fundiária** poderia evitar novos conflitos e minimizar os pré-existentes e que se agravam com a chegada dos parques eólicos em municípios do nordeste. Uma recente iniciativa nesse sentido foi a publicação da Instrução Normativa Conjunta SDE/SDR/CDA/PGE 01/2020 do estado da Bahia que estabelece o “procedimento de regularização fundiária em terras devolutas estaduais com potencial de geração de energia eólica”, dando preferência aos ocupantes, incluindo as comunidades tradicionais de fundo ou fechos de pastos e as comunidades tradicionais remanescentes de quilombos.

A redução do **impacto visual** ainda é um desafio para a fonte eólica, especialmente por conta da subjetividade associada à percepção humana sobre a qualidade estética de paisagens, cuja alteração causa preocupação, principalmente, em áreas com vocações turísticas. Convém destacar iniciativas governamentais relacionadas à **gestão territorial**, que estão começando a ser instituídas no Brasil, com o intuito de evitar o impacto visual causado por parques eólicos e os eventuais empecilhos à expansão turística em áreas costeiras. Como exemplo, tem-se a iniciativa do município de São Miguel do Gostoso, localizado no Rio Grande do Norte, que sancionou a Lei Municipal nº 255/2014, que limita em 2 km, a partir da linha preamar, a distância para implantação de aerogeradores e outras estruturas com altura superior a 50 metros de altura (Larissa, 2014). A medida permanece válida até que venha a ser realizado o Plano de Zoneamento Ecológico-Econômico do município. Outra iniciativa que merece destaque, tem sido a realização de **análises de intervisibilidade** para projetos eólicos no âmbito do licenciamento ambiental praticado no Brasil, que possui potencial de fornecer subsídios para a avaliação do impacto causado por esses projetos principalmente em áreas que possuem vocação turística (Lactec, 2014; Siefert e Santos, 2016). Além de favorecer a proposição de formas adequadas para a mitigação do impacto, o uso dessa ferramenta pode auxiliar na comunicação sobre os impactos causados pelo projeto entre os empreendedores e as demais partes interessadas. É recomendada a elaboração de estudos que contemplem o impacto que a inserção de empreendimentos eólicos possam gerar sobre o turismo, o que funcionará como subsídio a medidas mitigadoras ou compensatórias.

A poluição sonora continua sendo apontada como um dos impactos locais dessa tipologia de empreendimento (Confessor et al., 2019), apesar de toda evolução observada na tecnologia e design dos motores ao longo do tempo (Sacramento *et al.*, 2013). Embora o atendimento à Resolução Conama nº 462/2014 tenda a evitar ou minimizar essa interferência, posto que estabelece e detalha os índices de ruídos para empreendimentos instalados a menos de 400 m de distância de residências, o setor deve buscar novas estratégias para a mitigação desse impacto, visando estabelecer o **conforto acústico das comunidades** localizadas no entorno de parques eólicos, já que o ruído emitido pelas turbinas pode se propagar para além da distância estabelecida (Rodriguez, 2019). Portanto, sugere-se um contínuo aprimoramento tecnológico e do planejamento na alocação dos parques, tendo em vista evitar a poluição sonora. O Quadro 9 resume os principais desafios relacionados a expansão termelétrica no PDE 2030 e as iniciativas e recomendações associadas.

Quadro 9 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão eólica

| Desafio | Iniciativas | Recomendações |
|--|--|---|
| Compatibilizar a geração de energia com a conservação de aves e morcegos  | Rastreamento de bandos por radar e paradas programadas; uso de ultrassom para afastar morcegos da área do parque; redução da velocidade das turbinas nos horários de maior atividade de morcegos; levantamento da avifauna no entorno do parque e classificação das espécies quanto ao risco de colisão | Observar a Resolução Conama 462; monitorar carcaças nos parques em operação |
| Compatibilizar a geração de energia com a conservação da vegetação  | Utilização de técnicas de produção mais limpa na supressão da vegetação | Aprimorar o planejamento da instalação dos parques e os estudos de licenciamento ambiental, especialmente no que tange aos efeitos cumulativos e sinérgicos |
| Compatibilizar a geração de energia com a responsabilidade social  | Plano de comunicação e desenvolvimento participativo de programas e projetos sociais; promoção da gestão social dos empreendimentos; programas socioambientais para além das condicionantes de licenciamento ambiental; Subcrédito Social do BNDES; políticas de salvaguardas socioambientais e de sustentabilidade como critérios para financiamento; regularização fundiária | Estudos estratégicos poderiam otimizar o processo de diálogo com as comunidades locais |
| Compatibilizar a geração de energia com a paisagem visual  | Limite à instalação de estruturas altas na faixa costeira; análises de intervisibilidade | Estudos sobre o impacto da inserção de empreendimentos eólicos no turismo |
| Compatibilizar a geração de energia com o conforto acústico das comunidades de entorno | Evolução na tecnologia e design dos motores reduziu o ruído da operação | Contínuo aprimoramento tecnológico e planejamento na alocação dos parques, tendo em vista evitar a poluição sonora |

Indicadores socioambientais da expansão eólica

Os principais indicadores socioambientais da geração eólica selecionados foram: área ocupada pelos parques eólicos, sobreposição com áreas legalmente protegidas e número de vagas de empregos diretos gerados (Tabela 13). Considerando o índice de 0,18 km²/MW estabelecido por Conde (2013), a área ocupada pelos parques eólicos está estimada em aproximadamente 2.970 km². Dos 140 parques eólicos previstos nos primeiros anos do horizonte decenal, oito irão interferir em uma Unidade de Conservação (UC) de uso sustentável, a Área de Proteção Ambiental (APA) Boqueirão da Onça. Não há previsão de sobreposição com Terras Indígenas. Para estimar o total de empregos gerados na instalação, foram obtidos os números de empregos a serem gerados na construção declarados nos estudos ambientais dos complexos eólicos vencedores de Leilões de Energia entre 2009 e 2019. A partir desse levantamento, chegou-se ao índice médio de 6,5 empregos por MW de potência contratada. Estima-se, com isso, que serão gerados cerca de 107 mil empregos diretos no horizonte decenal.

Tabela 13 – Indicadores socioambientais da expansão eólica



| Indicadores Ambientais | |
|--|--------------------------------|
| Área total dos parques eólicos (km²) | 2.970 |
| Nº de parques eólicos com interferência em UC de uso sustentável* | 8 de 140 parques eólicos |
| Nº de parques eólicos com interferência em UC de proteção integral* | Nenhum dos 140 parques eólicos |



| Indicadores Socioeconômicos | |
|--|--------------------------------|
| Nº de parques eólicos com interferência direta em TI* | Nenhum dos 140 parques eólicos |
| Empregos diretos (empregos/MW) | 6,5 |
| Empregos diretos gerados na construção | 107 mil |

*Indicadores referentes aos parques que compõem a expansão contratada

4.6 Usinas solares fotovoltaicas

Benefícios

- ✓ utilização de fonte de energia renovável, abundante e gratuita
- ✓ flexibilidade locacional
- ✓ tecnologia modular
- ✓ não há emissão de poluentes e gases de efeito estufa durante a operação
- ✓ tempo reduzido de instalação
- ✓ geração de empregos
- ✓ dinamização socioeconômica regional

Usinas solares fotovoltaicas

- Na geração fotovoltaica, a radiação solar é convertida diretamente em eletricidade. Durante a fase de operação das usinas, a **utilização de fonte de energia renovável, abundante e gratuita** permite que sejam evitados custos e impactos socioambientais relacionados à obtenção de combustíveis, não sendo necessário também o gerenciamento de recursos energéticos escassos.
- Ainda que a irradiação solar seja um fator relevante para a localização das usinas, sua implantação apresenta **flexibilidade locacional**. Essa característica permite a seleção de áreas de menor sensibilidade socioambiental, como por exemplo, terrenos antropizados ou locais degradados.
- Os sistemas de geração fotovoltaica utilizam **tecnologia modular**, sendo possível a construção de usinas com arranjos diferenciados, como por exemplo, instalações flutuantes. O desenvolvimento de projetos adaptados ao contexto local pode favorecer a minimização de interferências socioambientais. A tecnologia modular possibilita ainda a Geração Distribuída (GD) de energia (Box 2) e a hibridização com outras fontes, com o aproveitamento de instalações elétricas já existentes.
- Após implantadas, as usinas fotovoltaicas possuem baixo potencial de impacto socioambiental e durante a operação **não há emissão de poluentes e gases de efeito estufa**.
- A instalação das usinas fotovoltaicas demanda **tempo reduzido de instalação**, contribuindo para que as interferências socioambientais decorrentes das obras civis sejam minimizadas.
- A **geração de empregos** pode ter abrangência tanto local (fase de construção) quanto nacional, considerando toda a cadeia de valor fotovoltaica (compreende fabricantes e fornecedores de bens, além de todos os serviços relacionados ao segmento).
- O arrendamento ou a aquisição de terras, o incremento na arrecadação de tributos e o aumento na demanda por produtos e serviços têm o potencial de proporcionar **dinamização socioeconômica regional** juntamente com a geração de empregos, principalmente em locais de menor renda per capita onde o recurso solar possui elevados níveis de rendimento energético, como por exemplo, o semiárido brasileiro (INPE, 2017).

BOX 2 – ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Instalada no próprio local de consumo ou em suas proximidades, a GD fotovoltaica vem se expandindo majoritariamente em áreas urbanas, facilitada pelo aproveitamento de espaços reduzidos e já construídos. Mesmo quando instalada em áreas rurais ou periurbanas, pode ser implantada em terrenos de menor sensibilidade socioambiental, tais como áreas degradadas ou pastagens. A GD permite ainda a ampliação do acesso a eletricidade em regiões remotas, sem a necessidade de investimento em extensas linhas de transmissão. Como benefício econômico e social, há geração de empregos diretos e indiretos que, segundo estimativas, estão distribuídos atualmente por mais de 14 mil empresas integradoras fotovoltaicas em todo o país (GREENER, 2020), além do aumento da arrecadação tributária e da demanda por bens e serviços. A estrutura de subsídios, que atua na promoção da GD, gera dinamismo para a atividade econômica do país e favorece majoritariamente as faixas de renda mais altas da população. A GD pode modificar o setor elétrico introduzindo mais descentralização nos investimentos e promovendo importantes transformações, porém os impactos socioambientais positivos e negativos ainda não estão totalmente dimensionados.

A destinação correta de resíduos gerados ao final da vida útil ou por avarias nas placas fotovoltaicas e em outros equipamentos representa um desafio para a GD. Como as unidades de geração estão geograficamente dispersas, há um aumento da complexidade na gestão desses resíduos. Entretanto, em 2019 foi firmado, no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o acordo setorial de resíduos eletroeletrônicos, que abrange os módulos fotovoltaicos, e pode ajudar no desafio do estabelecimento de uma cadeia para coleta, reciclagem e disposição adequada desses resíduos.

Parque atual fotovoltaico de geração centralizada

De acordo com o Sistema de Informações de Geração da Aneel, há 101 usinas em operação no país. A potência outorgada das usinas de geração centralizada em operação¹³ no país representa cerca de **3 GW**, sendo a maior parte (69 %) localizada na região nordeste (ANEEL, 2020).



Expansão fotovoltaica de geração centralizada nos próximos 10 anos

Para este decênio, que incorpora os impactos decorrentes da pandemia do Covid-19, é previsto incremento (em capacidade instalada) de **5.332 MW de usinas fotovoltaicas** (Figura 16). Na expansão contratada, prevê-se a entrada de **1.675 MW** de potência, distribuídos em **48** empreendimentos. Já para a expansão indicativa, estão previstos **3.657 MW**, com Usinas Fotovoltaicas (UFVs) localizadas, exclusivamente, no subsistema Sudeste/Centro-Oeste.

As unidades previstas para a primeira metade do decênio estão localizadas predominantemente no subsistema do Nordeste (87%) (Figura 6). Todos os empreendimentos se localizam na região do semiárido brasileiro, geralmente em locais afastados dos grandes núcleos urbanos. A média de população dos municípios onde serão construídas as UFVs contratadas é de cerca de 30 mil habitantes¹⁴, sendo que as instalações se localizam majoritariamente no meio rural, próximo a cidades de pequeno porte.

¹³Considera somente unidades geradoras com tipo de atuação classificado pela Aneel como "Autorização".

¹⁴Valor calculado a partir de dados disponibilizados no portal IBGE Cidades (IBGE, 2020). Não considera o município de Fortaleza.

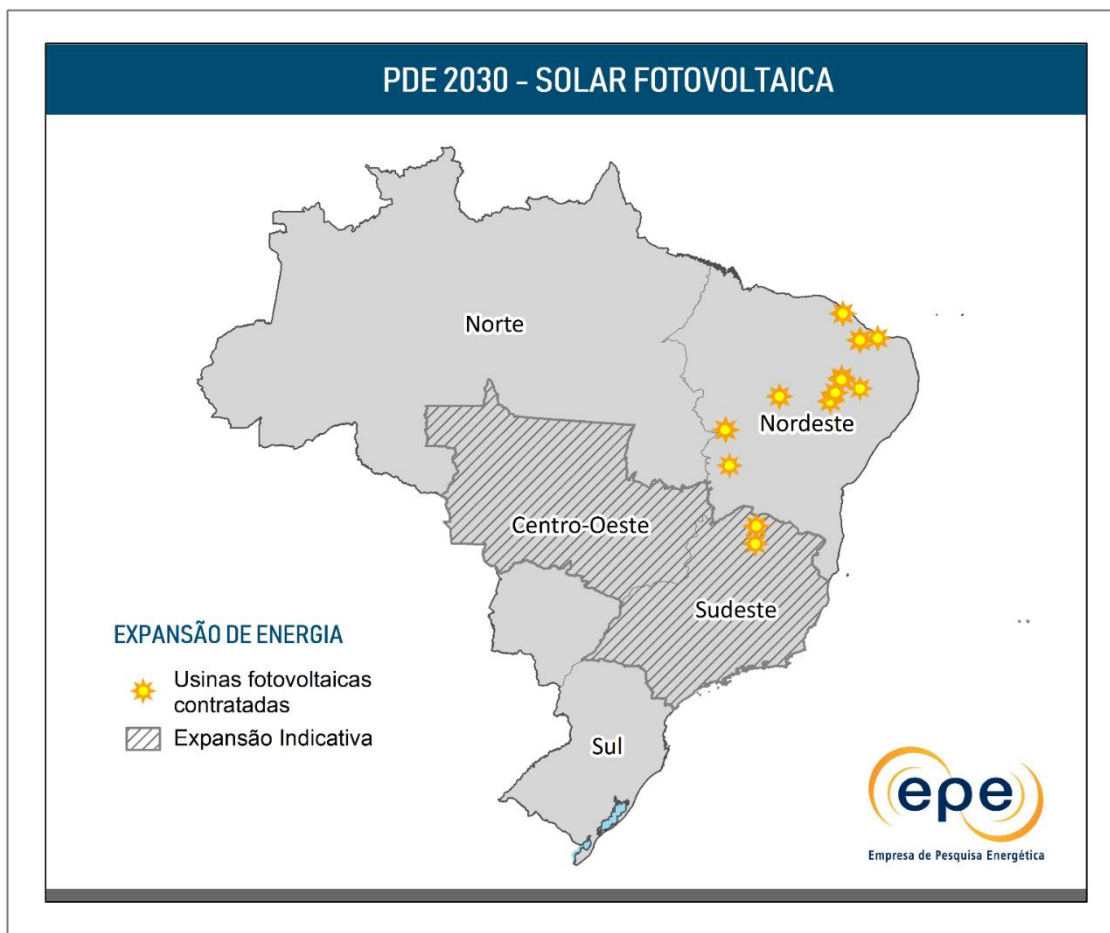


Figura 16 – Localização das usinas fotovoltaicas contratadas e indicativas no PDE 2030




Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão fotovoltaica de geração centralizada

A principal interferência socioambiental de usinas fotovoltaicas envolve a supressão de vegetação nativa. Ainda que esta e outras interferências sejam mitigáveis e usualmente gerenciadas no âmbito dos projetos, dependendo da sensibilidade da região de implantação das usinas, vale destacar os aspectos socioambientais mais relevantes.

A **supressão de vegetação nativa** é considerada tema relevante para a expansão da fonte na região Nordeste (Tabela 14), conforme metodologia empregada na análise socioambiental integrada. Os locais projetados para a instalação das usinas contratadas estão localizados majoritariamente nessa parte do país e frequentemente possuem sobreposição com remanescentes de vegetação nativa de caatinga¹⁵, bioma em avançado processo de desmatamento e um dos ecossistemas menos protegidos do país – menos de 2% de seu território é delimitado por unidades de conservação do grupo de Proteção Integral (FUNDAJ, 2019). Além disso, cerca de um terço da região Nordeste é atingido por processos de desertificação com diferentes graus de intensidade (SÁ *et al.*, 2010) e a remoção expressiva de vegetação nativa pode agravar essa dinâmica.

¹⁵Fato evidenciado por meio de inspeção visual de imagens de satélite, delimitação da área dos empreendimentos apresentada nos estudos ambientais e análise de dados de uso do solo disponibilizados pelo MapBiomias (MAPBIOMAS, 2019).

Tabela 14 – Síntese da análise socioambiental das usinas fotovoltaicas do PDE 2030

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|--|----------------------------|---|----------------------------|---|---|
| Usinas fotovoltaicas  | não há projetos planejados |  | não há projetos planejados |  interferências inexpressivas |  interferências inexpressivas |

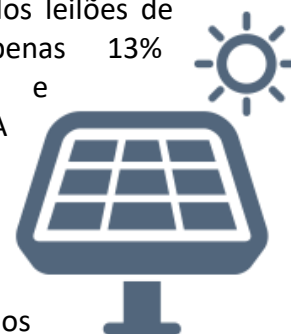
Legenda



Para a minimização desses impactos, a retirada da vegetação nativa deve ocorrer somente quando estritamente necessário, mediante autorização concedida pelos órgãos ambientais e obedecendo às legislações aplicáveis. Adicionalmente, devem ser realizadas ações de conservação e manutenção de reservas legais e Áreas de Preservação Permanente (APPs) exigidas por lei, preferencialmente mantendo conectividade entre os fragmentos de vegetação. Como medida compensatória, pode ser realizado plantio de espécies da flora nativa, atendendo às exigências legais de reposição vegetal.

No entanto, há duas interferências que ainda não se configuram como relevantes, mas demandam atenção e acompanhamento. A primeira refere-se ao histórico regional de **baixa disponibilidade hídrica** na região do semiárido brasileiro (onde já há restrições e conflitos pelo uso da água) é um fator de atenção para o consumo do recurso durante a operação das usinas. Alguns estudos ambientais de UFVs participantes de leilões da ANEEL até o ano de 2018 apresentam estimativa do consumo de água para a limpeza dos painéis, sendo possível verificar se as fontes disponíveis no local serão suficientes para um consumo sustentável por parte da planta solar fotovoltaica. Além disso, há órgãos ambientais que estabelecem nas licenças ambientais condicionantes para disciplinar o uso dos recursos hídricos, como a restrição do uso de APPs de rios, a recuperação de nascentes e a exigência de outorga de uso da água quando cabível.


A segunda contempla a **geração de resíduos** que pode resultar na contaminação do solo e das águas subterrâneas caso os componentes dos sistemas fotovoltaicos não sejam corretamente descartados. Essa questão assume importância ainda maior no Nordeste, por conta de a região abrigar a maioria das usinas e apresentar fragilidades no ambiente institucional e na implementação das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Tal aspecto pode dificultar a gestão adequada dos componentes descartados pelas usinas, principalmente painéis fotovoltaicos danificados ou ao final da vida útil. Em análise recente dos estudos ambientais de usinas vencedoras dos leilões de energia elétrica do ambiente regulado, foi identificado que apenas 13% dos estudos ambientais de UFVs contratadas em leilões entre 2014 e 2018 abordaram a fase de descomissionamento na avaliação de impactos (SILVA *et al.*, 2019). Para a correta adoção de medidas de mitigação, destaca-se a importância de uma abordagem antecipada, incorporando ações para o descarte correto das placas fotovoltaicas e demais resíduos eletroeletrônicos gerados na instalação, operação e descomissionamento das plantas nos estudos ambientais e nos planos de gestão de resíduos sólidos dos empreendimentos.



É importante mencionar que a maior parte dos estudos ambientais das UFVs contratadas em leilões entre 2014 e 2018 identificou outros impactos socioambientais da geração fotovoltaica centralizada, relacionados principalmente às interferências típicas de obras civis de empreendimentos de grande porte, tais como: intensificação de processos erosivos; geração de expectativas na população; perturbação da fauna; poluição sonora; alteração na qualidade do ar e do solo; dentre outros (SILVA *et al.*, 2019). Cumpre ressaltar ainda que as interferências socioambientais são diretamente influenciadas pelo contexto e arranjo dos empreendimentos. UFVs flutuantes em reservatórios, por exemplo, podem causar modificações no ecossistema aquático devido ao sombreamento ocasionado pela disposição dos

painéis sobre o corpo d'água (EPE, 2020). Os Projetos Básicos Ambientais (PBAs) e as experiências na construção e funcionamento dos parques, que começaram a operar recentemente no país, poderão fornecer avaliações mais criteriosas e detalhadas sobre as interferências socioambientais.

Quadro 10– Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão fotovoltaica

| Interferência | Tema | Região e justificativa | Medidas mitigadoras |
|--------------------------------------|---|--|--|
| supressão de vegetação nativa | vegetação nativa  | NE: região que abriga maior parte da expansão contratada, onde UFVs se sobrepõem à remanescentes de vegetação nativa da caatinga | Retirada da vegetação somente quando estritamente necessário. Conservação e manutenção de reservas legais e Áreas de Preservação Permanente exigidas por lei. Plantio de espécies da flora nativa como medida compensatória. |

Principais desafios e iniciativas socioambientais relacionados à expansão fotovoltaica de geração centralizada

A **conservação de remanescentes de vegetação nativa** é um desafio importante na expansão das usinas solares fotovoltaicas, principalmente no bioma Caatinga. Os Programas de Ação Estadual (PAEs) de combate à desertificação, já institucionalizados em diversos estados do Nordeste, são iniciativas relevantes para a conservação da vegetação (MMA, 2020). Para além deles, algumas ações podem ser recomendadas, tais como: o aprimoramento da gestão territorial na região visando à conservação dos remanescentes de vegetação nativa; a ampliação da extensão de áreas protegidas por meio de novas unidades de conservação; a criação de legislação específica para proteção da vegetação nativa nos biomas Cerrado e Caatinga; e, por fim, a elaboração de políticas públicas específicas para priorizar a localização de usinas fotovoltaicas em áreas antropizadas¹⁶.



A **gestão do consumo de água** na limpeza dos painéis fotovoltaicos torna-se relevante para as usinas em fase de planejamento, instalação ou operação, especialmente nos locais com histórico de déficit hídrico. Nesse sentido, há pesquisas em andamento sobre produtos químicos que proporcionem a redução do acúmulo de sujeira sobre os painéis, além de outras iniciativas voltadas ao desenvolvimento de equipamentos e processos que dispensam água para limpeza, tais como, autolimpeza mecânica, autolimpeza eletrostática, e utilização de ar pressurizado (CHITEKA, 2020 e SARAVANAN, 2018). É importante mencionar

também a relevância da elaboração e revisão contínua de instrumentos de planejamento socioambientais e de recursos hídricos, como o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), os planos estaduais de recursos hídricos e os planos de bacia hidrográfica, que a partir da identificação das potencialidades e limitações de recursos hídricos, podem buscar a construção de instrumentos e procedimentos específicos que orientem a implantação das usinas de forma mais sustentável quanto à utilização dos recursos hídricos. Adicionalmente, recomenda-se especial atenção dos agentes do setor e dos órgãos ambientais em regiões de déficit hídrico para impedir o agravamento de questões relacionadas ao tema.

Conforme mencionado, a **gestão de resíduos eletroeletrônicos** também demanda atenção dentro do horizonte decenal. Apesar da vida útil média dos painéis fotovoltaicos ser de 30 anos, as usinas em construção e operação já enfrentam o desafio de destinar corretamente os equipamentos danificados, pois no país não existem sistemas instituídos de reciclagem para esses materiais. De acordo com Irena (2016), as estimativas de descarte de placas fotovoltaicas no Brasil apontam para 2.500 e 18.000 toneladas em 2030 e 2040¹⁷, respectivamente. Portanto, a expansão da fonte solar demanda o

¹⁶ Em relação às áreas antropizadas, convém destacar que a extensão territorial de áreas de pastagens degradadas no Nordeste brasileiro é da ordem de quatro milhões de hectares (IBGE, 2017) e elas poderiam ser utilizadas para o estabelecimento de empreendimentos fotovoltaicos (Nobre et al., 2019).

¹⁷ Valores obtidos no estudo *End of Life Management – Solar Photovoltaic Panels* (IRENA, 2016), que são relativos a um cenário que considera descarte apenas ao final da vida útil dos painéis e incluem usinas solares centralizadas e geração distribuída fotovoltaica.


estabelecimento de uma cadeia de reciclagem específica, a exemplo do que já acontece na Europa. Atualmente, há diversas iniciativas de pesquisa em novas tecnologias, voltadas para o aumento da durabilidade, da eficiência e da vida útil, além de melhorias no *design* dos equipamentos e sistemas fotovoltaicos (IRENA, 2019), as quais poderão promover a redução do volume de resíduos descartados e a ampliação da reciclagem e reutilização dos componentes das placas fotovoltaicas. Adicionalmente, a redução do uso de materiais perigosos vem sendo pesquisada (IRENA, 2019), podendo contribuir para a minimização de impactos socioambientais. Outra ação significativa, no âmbito estadual, é a inclusão de condicionantes específicas à gestão de resíduos nas licenças ambientais, demonstrando a importância desse tema na gestão ambiental das usinas.

Nesse contexto, algumas recomendações importantes podem ser indicadas, tais como: consolidar a aplicação da PNRS; ampliar a fiscalização sobre a disposição final correta; garantir que os estudos ambientais realizem a avaliação do impacto de geração de resíduos, estabelecendo planos de gestão de resíduos; e, por fim, promover a criação de arranjos institucionais para a implementação de uma cadeia de reciclagem/reutilização dos resíduos dos sistemas fotovoltaicos no país¹⁸. Também podem ser indicadas a promoção de iniciativas de cooperação internacional e a elaboração de um arcabouço legal específico, como no caso da União Europeia, que estabeleceu, em 2012, a diretiva *Waste Electrical and Electronic Equipment*¹⁹ (EC, 2020).

Finalizando, é necessário informar sobre a existência de outros pontos de atenção relacionados à fonte, tais como a gestão de impactos cumulativos e sinérgicos nas usinas híbridas, a garantia da qualidade dos estudos ambientais, os aprimoramentos no licenciamento e na legislação ambiental e a capacitação da mão-de-obra.

O Quadro 11 a seguir resume os principais desafios relacionados à expansão da fonte solar fotovoltaica no PDE 2030 e as iniciativas e recomendações associadas.

Quadro 11– Principais desafios e iniciativas socioambientais relacionados à expansão solar fotovoltaica

| Desafio | Iniciativas | Recomendações |
|---|---|---|
| Conservação dos remanescentes de vegetação nativa  | <ul style="list-style-type: none"> - Programas de Ação Estadual de Combate à Desertificação. | <ul style="list-style-type: none"> - Aumentar a extensão de áreas protegidas por meio da criação de unidades de conservação. - Criar legislações específicas para proteção da vegetação nativa nos biomas cerrado e caatinga. - Elaborar instrumentos de gestão territorial e outras políticas públicas que incentivem a implantação das usinas em áreas antropizadas. |
| Gestão do consumo de água na limpeza dos painéis fotovoltaicos | <ul style="list-style-type: none"> - Pesquisas com aplicação de produtos químicos sobre os painéis para redução do acúmulo de sujeira. - Pesquisas com equipamentos que não utilizam água para limpeza dos painéis (mecanismos automatizados, funcionamento por ar pressurizado, e outros). | <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar o Zoneamento Ecológico Econômico. - Criar políticas públicas específicas que reforcem a importância do tema junto aos agentes do setor. - Criar normativas mais restritivas para proteger as regiões com histórico de déficit hídrico. |

¹⁸Segundo Irena (2016), o índice de recuperação dos painéis possui rendimentos maiores que 85% da massa total.

¹⁹Essa diretiva estabeleceu a “responsabilidade estendida do produtor” obrigando que todos os países do bloco regulamentassem, até 2014, a coleta, transporte e o tratamento (reciclagem) de painéis fotovoltaicos.

Gestão de resíduos eletroeletrônicos

- Licenças ambientais contendo condicionantes específicas para o tratamento desse tipo de impacto.
- Pesquisas com tecnologias voltadas ao aumento da durabilidade, eficiência, vida útil e melhorias em *design*.
- Consolidar a aplicação da PNRS.
- Ampliar a fiscalização sobre a disposição final correta.
- Promover a criação de arranjos institucionais para viabilizar a implementação de uma cadeia de reciclagem/reutilização dos sistemas fotovoltaicos.
- Garantir que os Estudos Ambientais estabeleçam Planos de Gestão de Resíduos.
- Promover iniciativas de cooperação internacional.
- Elaborar arcabouço legal específico.

Indicadores socioambientais da expansão fotovoltaica de geração centralizada

Os indicadores socioambientais têm como base um banco de informações que reúne dados dos estudos ambientais de todas as usinas solares fotovoltaicas contratadas em leilões já realizados. Um dos indicadores apresentados é o índice de área ocupada por potência instalada. O resultado aponta que a área média necessária para a produção de 1 MW é aproximadamente 0,03 km², ou 3 hectares. O segundo indicador se refere à área total das plantas fotovoltaicas do horizonte decenal, que é calculado a partir da multiplicação do primeiro indicador pela expansão prevista (5.475 MW). Assim, estima-se que as usinas fotovoltaicas ocuparão aproximadamente 160 km² no período considerado.

No caso do indicador de empregos, é considerado apenas o número de empregos diretos gerados no pico das obras. Este indicador é resultado da multiplicação da média de empregos diretos gerados por potência de todos os empreendimentos já contratados (2,9/MW) pela expansão prevista no PDE 2030. A Tabela 15 a seguir apresenta os indicadores da expansão solar fotovoltaica.

Tabela 15 – Indicadores socioambientais da expansão fotovoltaica



Indicadores Ambientais

| | |
|---|--------------------------|
| Área ocupada pelas usinas fotovoltaicas por potência instalada (km²/MW) | 0,03 km ² /MW |
| Área ocupada pela expansão de usinas fotovoltaicas no horizonte decenal (km²) | 160 km ² |



Indicadores Socioeconômicos

| | |
|---|--------|
| Empregos diretos gerados no pico das obras | 16 mil |
|---|--------|

4.7 Transmissão de energia elétrica

Benefícios

- ✓ Gestão do despacho de geração
- ✓ Aproveitamento do potencial de geração eólica e solar
- ✓ Segurança e confiabilidade ao SIN

Transmissão de energia elétrica

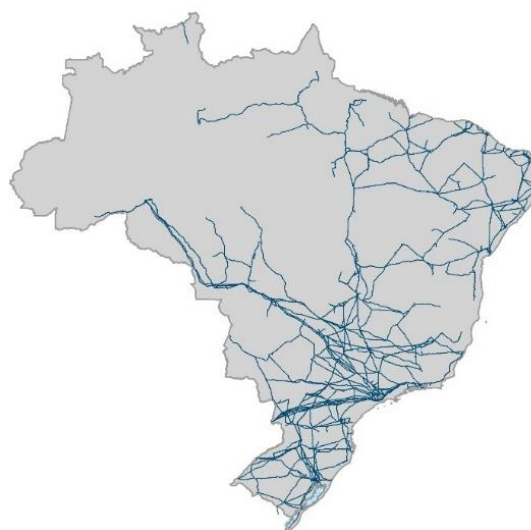
- O Sistema Interligado Nacional (SIN) é formado por uma extensa malha de linhas de transmissão (LT) que atuam em tensão igual ou superior a 230 kV, denominada Rede Básica, com a função de conectar as fontes geradoras de energia aos centros de consumo. Por interligar as usinas hidrelétricas, possibilita a otimização dessa geração a partir do aproveitamento da sazonalidade dos regimes hidrológicos das bacias hidrográficas, que se complementam ao longo do ano. Dessa forma, é necessário ter um sistema de transmissão interligado para garantir a **gestão do despacho de geração**, que considera o armazenamento de água no conjunto dos reservatórios das usinas hidrelétricas, proporcionando ganhos significativos na geração de energia para o país.
- Com o aumento da participação de fontes renováveis na matriz elétrica brasileira, a expansão do sistema de transmissão possibilita o **aproveitamento do potencial de geração eólica e solar** localizado longe dos centros de carga. Toda essa expansão configura um cenário que demanda soluções robustas na Rede Básica para o escoamento dessa produção.
- Outra função importante das LTs é prover **segurança e confiabilidade ao SIN**, garantindo que mesmo em eventos de perda de elementos da Rede Básica o sistema seja capaz de suportar o atendimento à carga sem interrupção.

Sistema de transmissão de energia elétrica atual

O Brasil possui atualmente uma extensão de **156.806 km de linhas de transmissão**, considerando as linhas em operação da Rede Básica, conexões de usinas, interligações internacionais e 190 km instalados no sistema isolado de Roraima (MME, 2020). Desse total, cerca de 39% corresponde à classe de tensão de 230 kV e 35% de 500 kV.

A maior parte do Sistema Elétrico Brasileiro está conectada ao SIN, que é responsável por quase todo o suprimento elétrico do país, integrando as diferentes fontes de geração de energia. O restante faz parte dos sistemas isolados, localizados principalmente na região Norte do país.

Segundo dados do ONS (2020), mais de 65% da capacidade instalada de geração do SIN são provenientes de usinas hidrelétricas, sendo que nos últimos anos as fontes alternativas vêm ganhando importância, com destaque às usinas eólicas (9,3%), que apresentaram forte crescimento, principalmente nas regiões Nordeste e Sul.



Expansão da transmissão nos próximos 10 anos

Levando em conta as incertezas associadas ao contexto pós-Covid-19 e seus impactos, os estudos elétricos consideraram três cenários para a expansão do sistema de transmissão. A diferença entre eles se dá pela hipótese de implantação de empreendimentos sem outorga, mantendo-se a previsão dos empreendimentos já outorgados. Sendo assim, o cenário otimista considera a implantação de todos os empreendimentos sem outorga, de acordo com a data de necessidade original prevista nos estudos de planejamento. O cenário de referência, utilizado neste PDE, é uma variação do cenário otimista, considerando uma reavaliação da data de necessidade dos empreendimentos. Por fim, o cenário pessimista desconsidera os empreendimentos sem outorga.

A expansão da rede básica de transmissão de energia elétrica, baseada no cenário de referência, entre os anos 2021 e 2030 prevê a implantação de **37.454 km**, ou seja, uma expansão de 24% na extensão do sistema. Desse total, 26.280 km (aproximadamente 70%) estão previstos para entrar em operação até 2025, ou seja, no primeiro quinquênio do horizonte decenal.

O conjunto de LTs planejadas apresenta empreendimentos em diferentes etapas de planejamento, muitos dos quais ainda nas fases iniciais dos estudos, não possuindo uma configuração locacional precisa. Contudo, ressalta-se que desde o início da concepção desses empreendimentos procura-se desviar das áreas mais complexas do ponto de vista socioambiental, evitando-se, dessa forma, impactos socioambientais significativos. No conjunto de empreendimentos planejados, mais de 70% estão na etapa de Relatório R3 (Definição da Diretriz de Traçado e Análise Socioambiental) ou DUP (Declaração de Utilidade Pública).

A análise socioambiental da expansão da transmissão neste PDE 2030 busca antecipar as principais questões socioambientais do conjunto de LTs da Rede Básica planejado nos estudos da expansão do sistema elétrico, conforme as especificidades de cada região. As premissas consideradas na análise socioambiental, em razão da escala de análise, não contemplaram os seccionamentos planejados nas proximidades das subestações, tampouco os projetos de recapitação e recondutoramento. Para as LTs em circuito duplo e os bipolos de corrente contínua contabilizou-se apenas um único circuito ou polo. Além disso, há empreendimentos no fim do horizonte (indicativo) cujos estudos de planejamento ainda não foram iniciados, não havendo representação espacial dos mesmos. Partindo dessas premissas, **o universo considerado nesta análise socioambiental corresponde a 358 linhas (30.102 km de extensão).**

A Figura 7 apresenta a configuração de referência para o sistema de transmissão planejado e sua distribuição nas diferentes regiões do território nacional, bem como a localização das terras indígenas e das unidades de conservação.

A Tabela 16 mostra a distribuição das LTs planejadas no PDE 2030 considerando a extensão por região geográfica.

Tabela 16 - Extensão das linhas de transmissão por região

| EXTENSÃO DAS LTS POR REGIÃO (KM) | | | | | TOTAL (KM) |
|----------------------------------|----------|--------------|---------|-------|---------------|
| NORTE | NORDESTE | CENTRO-OESTE | SUDESTE | SUL | |
| 6.519 | 7.308 | 1.831 | 5.946 | 8.498 | 30.102 |

Nesse cenário, observamos a expansão da Rede Básica ocorrendo a partir da região Norte para o escoamento da energia gerada pela UHE Belo Monte, para a interligação Manaus – Boa Vista e para integrar os principais centros urbanos do Acre ao SIN. Destacam-se, também, na região Norte, o atendimento a Rio Branco e às regiões metropolitanas de Belém e Manaus, o reforço à região de Novo Progresso (PA) e o escoamento do potencial de geração fotovoltaica e hidráulica da região de Dianópolis (TO).

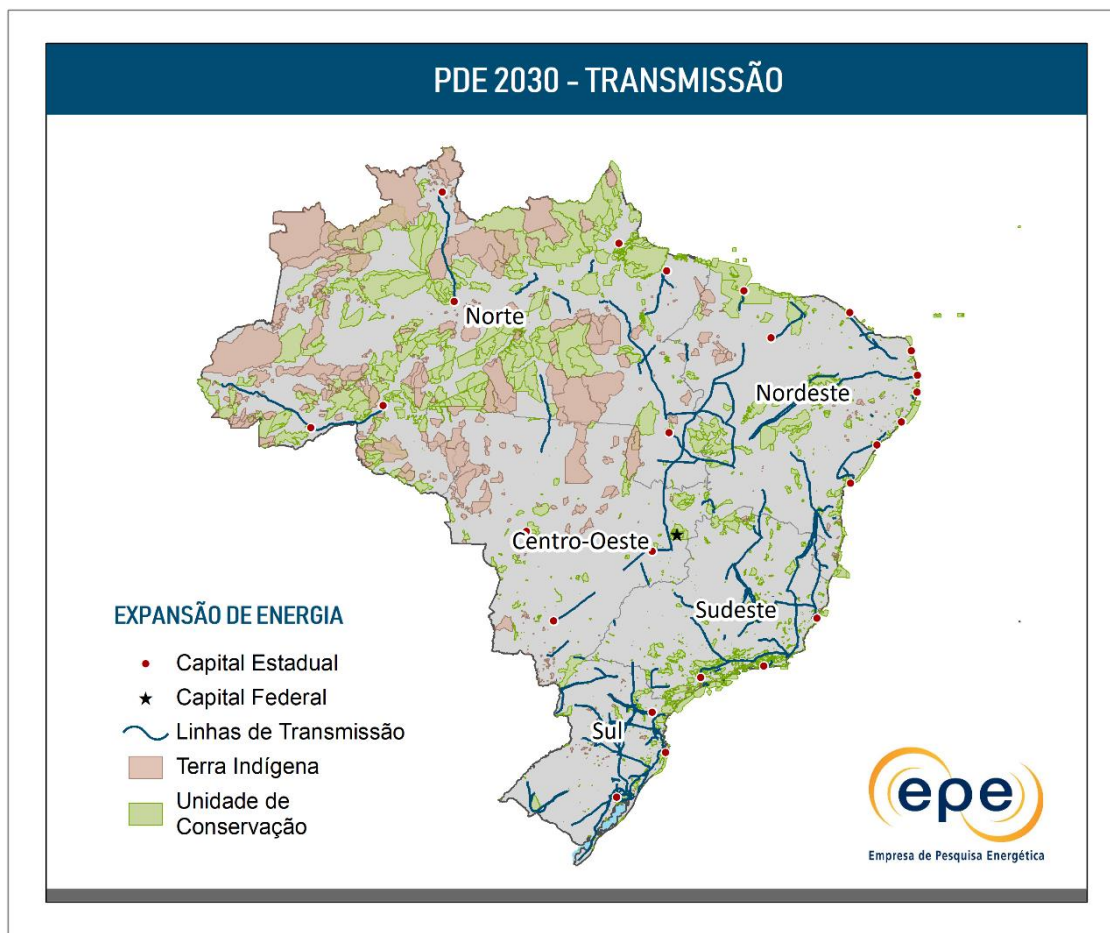


Figura 17 - Linhas de transmissão planejadas no PDE 2030 e áreas legalmente protegidas

No Nordeste do país, a expansão da rede de transmissão é planejada, sobretudo, para o escoamento do potencial de energia eólica, térmica, fotovoltaica do Seridó e atendimento às regiões metropolitanas de Aracaju, Fortaleza, João Pessoa, Maceió, São Luís e Salvador.

No Centro-Oeste, destacam-se as obras de reforço para atendimento à região central dos estados de Mato Grosso do Sul (Campo Grande e Dourados) e Goiás, e o bipolo para escoamento de excedentes de energia da região Nordeste.

No Sudeste, as linhas destinam-se principalmente para o reforço ao subsistema, visando ao aumento da confiabilidade em decorrência do incremento das cargas e, também, para escoar a energia das usinas termelétricas do norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo e das usinas eólicas e solares das regiões norte e noroeste de Minas Gerais.

Na região Sul têm destaque as LTs para escoamento da energia gerada em parques eólicos, reforço ao subsistema, atendimento à região serrana do Rio Grande do Sul, às regiões norte, oeste e o Vale do Itajaí em Santa Catarina e às regiões metropolitanas de Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre.

Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão transmissão

As principais interferências socioambientais da implantação de linhas de transmissão variam entre as regiões em função da diversidade de ambientes atravessados e das distintas características de cada bioma. Diante dessas diferenças regionais, a análise socioambiental considerou, além das áreas protegidas (unidades de conservação, terras indígenas e territórios quilombolas) e assentamentos do Incra, que apresentam limites bem definidos para a estimativa das interferências, o uso e ocupação do solo. Este indicador engloba áreas sensíveis como, por exemplo, áreas cobertas com vegetação nativa e áreas urbanas e periurbanas, que demandam medidas para mitigação dos possíveis impactos socioambientais na construção e operação do empreendimento.

As informações relativas à extensão das LTs planejadas no horizonte decenal que incidem em unidade de conservação (UC), terra indígena (TI), território quilombola (TQ) e assentamento do Incra, por região geográfica são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17 – Extensão das linhas de transmissão planejadas em áreas com restrição socioambiental

| TIPO DE ÁREA ATRAVESSADA | EXTENSÃO DAS LT POR REGIÃO (KM) | | | | | TOTAL (KM) |
|--------------------------|---------------------------------|----------|--------------|---------|-----|------------|
| | NORTE | NORDESTE | CENTRO OESTE | SUDESTE | SUL | |
| UC proteção integral | 0 | 0 | 0 | 11 | 1 | 12 |
| UC uso sustentável | 76 | 532 | 51 | 427 | 285 | 1.371 |
| Terra indígena | 122 | 0 | 0 | 0 | 0 | 122 |
| Território quilombola | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Assentamento do Incra | 1.173 | 252 | 79 | 12 | 29 | 1.545 |

NOTA: Indicadores estimados a partir de: FUNAI, 2020; Incra, 2020a; INCRA 2020b; MMA, 2020.

Na região Norte, a vegetação nativa é um tema relevante, haja vista a predominância de extensas áreas com vegetação preservada. Quando possível, os traçados das linhas de transmissão são planejados em paralelo às rodovias e/ou linhas existentes para minimizar interferências. No entanto, a precária ou nenhuma infraestrutura viária em algumas áreas torna necessária a abertura de acessos para a construção da linha, o que aumenta significativamente as interferências na vegetação nativa. Para minimizar essas interferências algumas medidas são tomadas, como a supressão de vegetação apenas nas praças de torres e na faixa de serviço, para lançamento dos cabos, e o alteamento das torres, que permite a recuperação da vegetação no local mantendo a distância de segurança entre os cabos e a vegetação.

Em relação ao tema **povos e terras indígenas**, na região Norte há uma sobreposição de linha em TI (LT Lechuga – Equador), enquanto outras quatro linhas passam a menos de 8 km de distância de TIs. De acordo com a Portaria Interministerial nº 60/2015²⁰, os limites de distâncias das TIs – 8 km na Amazônia Legal e 5 km nas demais regiões – são considerados como referência para a realização ou não, no âmbito do licenciamento ambiental, de estudo específico sobre as comunidades indígenas (Estudo do Componente Indígena – ECI). O tema foi considerado relevante para a região Norte diante da **complexidade envolvida no processo de licenciamento** e de interação com as comunidades indígenas, exigindo esforços adicionais de gestão. Destaca-se que os empreendimentos de transmissão são planejados desde a concepção para desviar das TI, mantendo sempre que possível os afastamentos estabelecidos na portaria, de forma a minimizar as interferências e a complexidade do processo de licenciamento. Não obstante, a incidência direta em TI pode ocorrer em caráter excepcional, como é o caso da LT Lexuga – Equador, em que qualquer outra alternativa de rota seria mais impactante, considerando todos os fatores envolvidos.

Na região Nordeste, destaca-se o tema comunidades quilombolas devido ao elevado número de territórios quilombolas. A falta de dados georreferenciados em relação à localização dessas comunidades e o número inexpressivo de titulações realizadas (Comissão Pró-Índio, 2019) dificulta a análise aprofundada do tema na fase de planejamento. Por outro lado, essa questão é frequentemente abordada nos processos de licenciamento ambiental das linhas de transmissão localizadas no Nordeste, sobretudo na Bahia e no Maranhão, estados que possuem maior número de comunidades remanescentes de quilombos certificadas pela Fundação Cultural Palmares. A base de dados utilizada para a presente análise é o mapa dos territórios quilombolas identificados a partir dos Relatórios Técnicos de Identificação e Delimitação (RTID), que apresenta um total de 435 áreas, número muito inferior às 3.447 comunidades remanescentes de quilombos reconhecidas pela Fundação Cultural Palmares (FCP), das quais aproximadamente 1.709 estão localizadas na região Nordeste (FCP, 2020). Desde a concepção, os

²⁰ Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal envolvidos no licenciamento ambiental federal.

empreendimentos de transmissão são planejados para desviar das comunidades quilombolas, mantendo o afastamento mínimo estabelecido na Portaria Interministerial nº 60/2015, de forma a minimizar as interferências e a complexidade do processo de licenciamento.



A **vegetação nativa também é um tema que se sobressai no Nordeste**, em decorrência da deficiente malha viária no interior da região, o que implica maiores interferências em remanescentes de Caatinga e Mata Atlântica, seja para o escoamento das eólicas ou para o atendimento às regiões metropolitanas.

No Centro-Oeste, devido à posição geográfica centralizada da região, passarão os empreendimentos de transmissão planejados para reforço do intercâmbio elétrico entre as regiões Norte e Sudeste, e para atendimento ao estado de Goiás e às regiões de Novo Progresso (no Pará), e central de Mato Grosso do Sul. No horizonte decenal, as LTs planejadas na região não atingem TIs e UCs de proteção integral e é onde há menor incidência em UC de uso sustentável. Não obstante a extensão de LTs planejadas atravessando áreas de agricultura e de pastagem no Centro-Oeste, considera-se, na presente análise da expansão decenal, que as interferências socioambientais são inexpressivas no contexto geral da região.

Na região Sudeste, destaca-se o tema vegetação nativa, particularmente a interferência da expansão da transmissão em remanescentes de Mata Atlântica. Esse tema foi considerado importante na região, diante das ameaças ao bioma, que de forma geral apresenta paisagem fragmentada, com poucas áreas cobertas por vegetação nativa. Nesse contexto, vale citar que, devido à sua importância, os remanescentes de vegetação nativa da Mata Atlântica são protegidos por legislação específica (Lei nº 11.428/06, regulamentada pelo Decreto nº 6.660/08). Adicionalmente, devido à presença de relevo montanhoso na região Sudeste, ressalta-se a interferência para abertura de acessos em áreas de topo de morro, onde a vegetação é fundamental para a retenção de água e a estabilização do solo.

Outro tema com destaque na região Sudeste é a **interferência das LTs planejadas na paisagem**, tanto em áreas de beleza cênica natural, como as Serras do Mar e da Mantiqueira, quanto em áreas urbanas e de expansão urbana. Desde a concepção, as LTs são planejadas para desviar de áreas turísticas e de áreas urbanas para mitigar interferências na paisagem. Em regiões adensadas, quando o desvio não é possível, é indicado o uso de torres e subestações compactas, ou LTs subterrâneas no caso dos grandes centros.

Na região Sul, destaca-se o tema vegetação nativa, com a expansão das linhas de transmissão que se estendem por remanescentes bem preservados, principalmente de Mata Atlântica, particularmente importantes diante das ameaças ao bioma. Se por um lado medidas como alteamento de torres amenizam o impacto das linhas nessas áreas, por outro, há maior necessidade de supressão de vegetação para abertura de acessos, diante da precária acessibilidade, sobretudo na região serrana.

Outro tema que merece destaque na região Sul é a **interferência das LTs na paisagem**, tanto para as áreas de relevante beleza cênica, principalmente na Serra Geral, quanto para a paisagem urbana, em especial quanto às linhas localizadas em áreas de expansão na Região Metropolitana de Porto Alegre e para o Vale do Itajaí, em Santa Catarina.



Além dos temas relevantes citados, cabe mencionar dois indicadores de restrição socioambiental avaliados: o indicador de sobreposição em assentamentos do Incra não foi considerado relevante devido à possibilidade de coexistência com as LTs, visto que em muitos casos é possível conciliar o uso da faixa de servidão com pequenos cultivos ou criação de rebanhos, guardadas as normas de segurança. Cabe mencionar que, no contexto da região Norte, os assentamentos são inevitavelmente atravessados pelas LTs, pois geralmente estão próximos a acessos viários e ainda formam aglomerados intercalados por áreas protegidas e áreas com vegetação nativa que são prioritariamente evitadas.

O indicador de sobreposição em UCs não foi considerado relevante, pois ainda que haja interferências, principalmente nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, a maior parte delas ocorre em APAs.

Essa categoria de UC permite o uso sustentável dos recursos e em muitos casos possuem algum grau de antropização, principalmente as que compreendem áreas urbanas. Convém ressaltar que, na etapa de planejamento, os traçados das LTs atravessam essas APAs somente quando o desvio implica aumento substancial da extensão ou diante de outros fatores limitantes, como a presença de áreas urbanas.

Na expansão planejada ainda se observam sobreposições em poucas UCs de proteção integral, nas regiões Sudeste e Sul. Em todos os casos as interferências foram consideradas inevitáveis e não foram observadas implicações no andamento do licenciamento. Por outro lado, as questões relativas à vegetação já estão consideradas no tema vegetação nativa.

Resumidamente, no âmbito deste PDE, destacam-se as interferências das linhas de transmissão em **vegetação nativa** em todas as regiões, exceto no Centro-Oeste, dada a magnitude da expansão. As interferências em **paisagens** têm maior importância nas regiões Sudeste e Sul, devido às interferências em regiões serranas e em paisagens urbanizadas. A grande quantidade de **comunidades quilombolas** e a falta de dados georreferenciados dos respectivos territórios fazem esse tema ser relevante na região Nordeste. Por fim, a interferência direta de uma LT em TI e a proximidade com outras tornam o tema **povos e terras indígenas** relevante na expansão do sistema de transmissão na região Norte.

A Tabela 18 apresenta a matriz síntese da análise socioambiental integrada do PDE 2030 para a transmissão de energia elétrica. Nela estão dispostos, por região, os temas socioambientais considerados relevantes para a expansão planejada.

Tabela 18 – Síntese da análise socioambiental das linhas de transmissão do PDE 2030

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|------------------------|-------|----------|------|---------|----------------------------------|
| Transmissão | | | | | interferências inexpressivas |

Legenda



Comunidades quilombolas



Vegetação nativa



Paisagem






Povos e terras indígenas

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.

O Quadro 12 resume as principais interferências socioambientais relacionadas à expansão da transmissão no PDE 2030; os temas socioambientais associados a essas interferências, conforme metodologia da análise socioambiental integrada; a justificativa pela escolha da interferência na região na qual está prevista a expansão e por último as medidas mitigadoras relacionadas às interferências listadas.

Quadro 12 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão transmissão

| Interferência | Tema | Região e justificativa | Medidas mitigadoras |
|-----------------------------------|--------------|---|---|
| Impacto visual na paisagem | paisagem | SE e S: expansão em áreas de beleza cênica natural e em áreas urbanas e de expansão urbana. | Afastar o eixo do empreendimento de áreas turísticas de forma a minimizar o impacto visual sobre a atividade. Uso de subestações e torres compactas, que ocupam menor área, ou recomendação de LTs subterrâneas em áreas mais adensadas. |

| | | | |
|--|---|--|---|
| Supressão de vegetação nativa | vegetação nativa  | N: abertura de acessos em áreas com vegetação nativa preservada. NE: malha viária deficiente no interior da região implicando maiores interferências em remanescentes de Caatinga e de Mata Atlântica. SE e S: expansão da transmissão em remanescentes de Mata Atlântica, que já se encontra fragmentada, e abertura de acesso em regiões de relevo acidentado. | Planejamento criterioso de alternativas de rotas de LTs, buscando o desvio de áreas com vegetação nativa e proximidade com acessos e a malha viária existente. Supressão da vegetação apenas nas praças de torres e na faixa de serviço para o lançamento dos cabos. Evitar instalação de torres e abertura de acessos nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou reduzir a largura da faixa de serviço nessas áreas. Alteamento de torres nos locais em que a LT intercepta fragmentos florestais ou APPs, de modo a manter a distância de segurança cabo – vegetação. Uso de helicóptero ou drone para lançamento de cabos, manutenção e monitoramento de LTs. |
| Interferência em comunidades quilombolas | comunidades quilombolas  | NE: muitas comunidades quilombolas certificadas, cuja localização precisa é desconhecida. | Desviar o traçado das comunidades quilombolas na etapa de planejamento, mantendo afastamento mínimo, observando a Portaria Interministerial nº 60/2015. |
| Interferência em povos e terras indígenas | povos e terras indígenas  | N: interação com comunidades indígenas e complexidade envolvida no processo de licenciamento. | Desviar o traçado das terras indígenas na etapa de planejamento e observar as distâncias da Portaria Interministerial nº 60/2015. |

Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão da transmissão

Nesse decênio, a expansão do sistema para atender o aumento da carga em áreas metropolitanas em todas as regiões brasileiras traz o desafio da ampliação da rede em áreas urbanas e periurbanas, onde a disponibilidade de espaço para inserção de novos empreendimentos é, muitas vezes, limitada. Adicionam-se a isso as alterações na paisagem provocadas pelas torres, podendo levar a maior resistência por parte das populações locais. Nesse cenário, o desafio é **minimizar os impactos na paisagem**, seja ela em áreas urbanizadas ou de interesse turístico.

Outro desafio da transmissão é a **redução da supressão de vegetação nativa**, principalmente em regiões de difícil acesso, seja em áreas com cobertura vegetal densa, como na região Norte, ou em áreas de relevo acidentado onde a vegetação cumpre importante papel na estabilidade das APPs, a exemplo das regiões serranas do Sudeste e do Sul. Nesses casos, a abertura de acessos para implantação do empreendimento é muitas vezes inevitável, e deve ser feita com mínima interferência possível.

Na região Nordeste, um importante desafio é a **identificação de comunidades quilombolas**, que na maioria dos casos não possui os limites territoriais demarcados, gerando incertezas tanto para o planejamento quanto para o processo de licenciamento. Nesses casos, a articulação junto ao Incra e à Fundação Cultural Palmares nas fases iniciais do planejamento pode auxiliar na identificação de prováveis localizações de comunidades quilombolas, buscando reduzir as incertezas.

A expansão da transmissão na região Norte trouxe nos últimos anos alguns casos onde as LTs estão próximas ou interferem em Terras Indígenas. Ainda que poucos, esses casos exemplificam o desafio de se planejar empreendimentos nessas circunstâncias e os **esforços adicionais de gestão** necessários para solucionar as dificuldades. Nesses casos, as tratativas entre as instituições de planejamento e

licenciamento devem ocorrer com o máximo de antecedência, buscando dar a maior previsibilidade possível ao processo.




As iniciativas que se destacam no âmbito da expansão da transmissão têm relação com mais de um dentre os desafios apontados anteriormente. Uma delas, intensificar a **articulação entre as instituições** responsáveis pelo planejamento de linhas de transmissão e os órgãos ambientais e demais instituições envolvidas no processo de licenciamento ambiental, principalmente nas etapas iniciais do planejamento (relatórios R1 e R3), tem relação com todos os desafios apontados, pois permite que questões específicas consideradas relevantes sejam incorporadas aos estudos, contribuindo tanto para a escolha da solução elétrica como para a definição de traçados de linhas de transmissão mais viáveis do ponto de vista socioambiental.



Outra iniciativa foi o Workshop “Integração de conhecimento sobre planejamento, regulação setorial e licenciamento ambiental federal de sistemas de transmissão de energia”, realizado em 2018, que contou com a participação de representantes da Aneel, EPE, Ibama, MME e ONS com o objetivo de aprimorar o planejamento e o licenciamento ambiental dos Sistemas de Transmissão de Energia. Entre os resultados do evento está a realização de reuniões periódicas entre EPE e Ibama, oportunidade em que são discutidas as principais questões dos empreendimentos em planejamento, motivo pelo qual essa iniciativa foi considerada como tendo relação com todos os desafios apontados.

Outra medida derivada do evento foi a elaboração, pela EPE e ONS, de uma nota técnica com critérios objetivos para definição de linhas de transmissão em circuito duplo ou duas LTs em circuitos simples, interligando as mesmas subestações, bem como critérios para eventual afastamento entre duas LTs em circuito simples, tema recorrente no planejamento e no licenciamento ambiental da transmissão. A adoção de circuitos duplos como premissa geral, reduz consideravelmente as interferências causadas pelas LTs, em especial aquelas relacionadas à paisagem e à supressão de vegetação nativa. A adoção de duas LTs de circuitos simples passa a ser considerada exceção, mediante as devidas justificativas técnicas e socioambientais, caso a caso.

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. O Quadro 13 resume os principais desafios relacionados à expansão da transmissão no PDE 2030 e as iniciativas e recomendações associadas.

Quadro 13 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão da transmissão

| Desafio | Iniciativas | Recomendações |
|---|--|---------------|
| Minimizar impactos na paisagem advindos da expansão da rede em áreas urbanas e periurbanas ou em áreas turísticas  | (a) Intensificação da articulação entre as instituições responsáveis pelo planejamento de linhas de transmissão e os órgãos ambientais e demais instituições envolvidas no processo de licenciamento ambiental ainda na etapa de planejamento. (b) Workshop “Integração de conhecimento sobre planejamento, regulação setorial e licenciamento ambiental federal de sistemas de transmissão de energia”, que contou com a participação de representantes da Aneel, EPE, Ibama, MME e ONS com o objetivo de aprimorar o planejamento e o licenciamento ambiental dos Sistemas de Transmissão de Energia. (c) Elaboração, pela EPE e ONS, de uma Nota Técnica de critérios para definição de linhas de transmissão em circuito duplo ou em dois circuitos simples. | |

| | | |
|---|---|--|
| <p>Reduzir a supressão da vegetação nativa</p>  | Itens (a), (b) e (c) descritos anteriormente. | |
| <p>Identificar as comunidades quilombolas cujos limites territoriais não estão disponíveis</p>  | Itens (a) e (b) descritos anteriormente. | Articular junto ao Inkra e à FCP a localização mais provável (se possível) de Comunidades Quilombolas cujos territórios não se encontram demarcados. |
| <p>Planejamento de LTs que interagem com comunidades indígenas, levando a esforços adicionais de gestão</p> | Itens (a) e (b) descritos anteriormente. | |

Indicadores socioambientais da expansão da transmissão

Os indicadores buscam mostrar as interferências das linhas de transmissão a partir de seus cruzamentos e/ou proximidade com áreas protegidas e assentamentos rurais. Além disso, é estimado o número de empregos diretos gerados, cujo cálculo é em função da extensão total das linhas de transmissão considerada na análise socioambiental (30.102 km). Para cada km de linha, estima-se a geração de três empregos diretos na fase de construção (Tabela 19).

Tabela 19 – Indicadores socioambientais da expansão da transmissão de energia elétrica



| Indicadores Ambientais | |
|--|--------|
| Extensão total das LTs (km) | 30.102 |
| Extensão total da incidência de LTs em UC de proteção integral (km) | 12 |
| Extensão total da incidência de LTs em UC de uso sustentável (km) | 1.371 |



| Indicadores Socioeconômicos | |
|---|--|
| Extensão total da incidência de LTs em assentamentos do Inkra (km) | 1.545 |
| Nº de LTs com interferência direta em TI | 1 de 358 LTs (aproximadamente 122 km) |
| Nº de LT situadas a menos de 8 km de TI na Amazônia Legal ou a menos de 5 km nas demais regiões ⁽¹⁾ | 9 de 358 LTs (aproximadamente 127 km) |
| Nº de LTs com interferência direta em TQ ⁽²⁾ | (não identificado) |
| Empregos diretos gerados no pico das obras ⁽³⁾ | 90.000 |

Notas: (1). Distâncias definidas no Anexo I da Portaria Interministerial n° 60, de 24 de março de 2015. (2). Considerando somente as áreas que possuem limites definidos a partir dos Relatórios Técnicos de Identificação e Delimitação (RTID). (3). Esse dado considera apenas os empregos gerados no período de pico das obras para as 386 LTs, ou seja, há empregos gerados ao longo do período que não estão sendo considerados.

5 Análise socioambiental da oferta de petróleo, gás natural e biocombustíveis

5.1 Produção e oferta de petróleo, gás natural e derivados

Benefícios

- ✓ usos energéticos e não energéticos
- ✓ segurança energética
- ✓ domínio técnico e tecnológico do seu uso, transporte e armazenamento
- ✓ geração de eletricidade a partir do gás natural: segurança para o sistema elétrico
- ✓ geração de empregos
- ✓ aumento da arrecadação tributária
- ✓ dinamismo econômico da região

Produção e Oferta de Petróleo, Gás Natural e Derivados

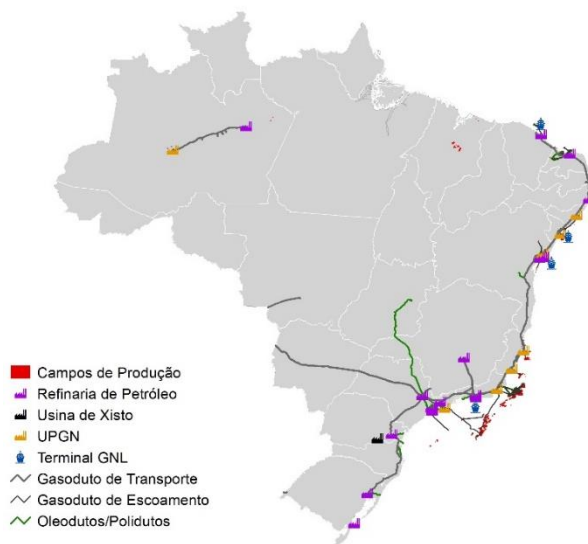
- Essas fontes possuem papel de destaque na economia mundial e são largamente empregadas em diversos setores, abrangendo **usos energéticos** para os setores residencial, industrial, agropecuário, comercial e público (gás liquefeito de petróleo, óleo diesel e óleo combustível), incluindo o setor elétrico e de transporte de pessoas e carga (óleo diesel, gasolina, querosene de aviação e óleo combustível); e também **usos não energéticos**, como matéria-prima na indústria petroquímica, fabricação de asfaltos, lubrificantes, solventes, graxas, parafinas e outros produtos.
- O crescimento das reservas de petróleo e gás natural e a manutenção do estoque de combustíveis contribuem para o aumento da **segurança energética** do país. Nesse sentido, a Oferta permanente, um novo modelo de licitação de áreas para E&P, tem como objetivo ampliar as reservas e o conhecimento das bacias sedimentares brasileiras. O processo de oferta é contínuo e suas etapas são organizadas em ciclos, sendo que o primeiro ciclo já foi finalizado (ANP 2020a).
- Cadeia de produção associada a um setor de exploração e produção maduro, com **domínio técnico e tecnológico do seu uso, transporte e armazenamento**.
- Importante notar que **a geração de eletricidade a partir do gás natural confere segurança para o sistema elétrico**, especialmente diante do crescimento da participação das fontes renováveis variáveis (principalmente eólica e solar). Com o objetivo de promover o crescimento da oferta de gás natural, em 2019, foi lançado o Programa Novo Mercado de Gás (MME, 2020a).
- Existem potenciais benefícios socioeconômicos regionais e locais associados a toda cadeia do petróleo e gás natural: **geração de empregos** diretos e indiretos e **aumento da arrecadação tributária**, contribuindo para o **dinamismo econômico da região**. Historicamente, as participações governamentais que sempre se destacaram em volume de recursos financeiros foram os royalties e participações especiais, associados à fase de produção de petróleo e gás natural.

Produção atual de petróleo e gás natural e infraestrutura de abastecimento

Segundo o Anuário Estatístico 2020 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2020b), a produção nacional de petróleo em 2019 foi de 1 bilhão de barris e a de gás natural foi cerca de 44,7 bilhões de m³ nos 380 campos em produção, com destaque para a produção dos campos marítimos

que representaram 96,3% da produção de petróleo e 81,4% de gás natural, sendo mais da metade desses volumes referente ao pré-sal.

O sistema de abastecimento brasileiro é composto por refinarias e unidades de processamento de gás natural, além da infraestrutura logística associada. Visto que a produção nacional de petróleo e gás natural se concentra no mar, a infraestrutura presente se localiza predominantemente na costa. O processamento de petróleo é realizado em 17 refinarias com capacidade instalada de 2,4 milhões de barris/dia, adicionalmente existe uma Usina Industrial do Xisto (SIX) com capacidade de 7,8 mil t/dia. Já o processamento de gás natural é realizado em 14 polos com capacidade de 107,2 milhões de m³/dia. Adicionalmente, existem três terminais de gás natural liquefeito (GNL).



Além disso, a infraestrutura para movimentação de petróleo, gás natural e derivados é formada por dutos, terminais terrestres e aquaviários, rodovias e ferrovias. Com relação à infraestrutura de dutos, em 2019, aproximadamente 15 mil km de duto foram destinados ao transporte de petróleo, gás natural e derivados (ANP, 2020b).

Expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados nos próximos 10 anos

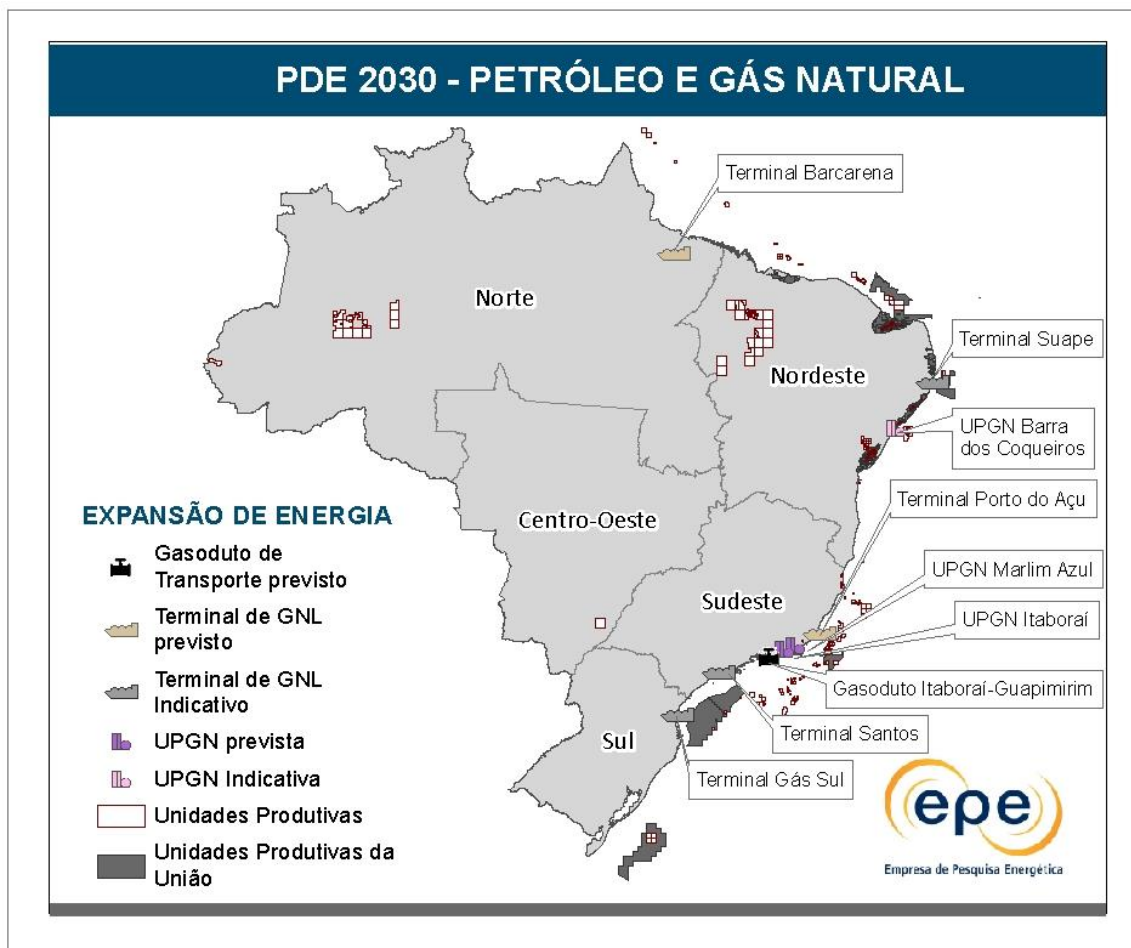
No período decenal está previsto que **242 UPs (Unidades Produtivas em áreas contratadas)** iniciarão a produção de recursos convencionais de petróleo e gás natural, além de **21 UPUs (Unidades Produtivas em áreas não contratadas que pertencem à União)**, atingindo 1,5 milhões de barris/dia de petróleo e 118 milhões de m³ por dia de gás natural em 2030.

As UPs terrestres previstas estão distribuídas nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Já as UPs offshore estão concentradas principalmente na região Sudeste, com ocorrência também no Nordeste, ao longo da margem equatorial e no Sul do Brasil. As UPUs se localizam em áreas terrestres e/ou marinhas ao longo da costa das regiões Nordeste, Sudeste e Sul. Ressalta-se que a elaboração das curvas de produção constantes do PDE 2030 considerou a análise socioambiental prévia de 784 UPs e das UPUs conforme metodologia definida no item “Subsídios socioambientais para a expansão decenal/Análise da complexidade socioambiental das unidades produtivas de petróleo e gás”.

Em relação ao abastecimento, estão previstas **novas unidades em refinarias existentes**²¹: unidade de abatimento de emissões (SNOx) da Refinaria Abreu e Lima (RNEST) e unidades de hidrotreatamento (HDTs) das refinarias de Paulínia (Replan, SP), Henrique Lage (Revap, SP) e Duque de Caxias (Reduc, RJ). As HDTs permitem a produção de diesel com menor teor de enxofre e possibilitam o aumento do fator de utilização destas refinarias.

Para as regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul, estão planejados **cinco terminais de regaseificação**: Terminal Barcarena (em Barcarena/PA) e Terminal Porto do Açú (em São João da Barra/RJ), ambos previstos; e Terminal Gás Sul (em São Francisco do sul/SC), Terminal Santos (em Santos/SP) e Terminal Suape (em Suape/PE), indicativos. Ainda está prevista a instalação de **um gasoduto de transporte e três unidades de processamento de gás natural (UPGN)** no decênio (Figura). O gasoduto é o Itaboraí - Guapimirim, com capacidade de 18,2 Mm³/dia e com 11 km de extensão, situado no estado do Rio de Janeiro. Sobre as UPGNs, as previstas são a UPGN Itaboraí (em Itaboraí/RJ) e a UPGN Marlim Azul (em Macaé/RJ) e a indicativa é a UPGN Barra dos Coqueiros/SE.

²¹ Essas unidades não foram incluídas no mapa por pertecerem a refinarias existentes.



Notas: (1) Mapeamento de Unidades Produtivas - Fonte: ANP (2020c); (2) O tamanho do polígono das UPs não é proporcional ao volume de produção ou às interferências socioambientais.

Figura 18 – Unidades produtivas, UPGNs, terminais e gasoduto de transporte planejados no PDE 2030

Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados

A análise de interferências socioambientais busca sinalizar as principais questões de abrangência regional que deverão ser foco de gestão por parte do poder público e dos empreendedores associadas às atividades de E&P nas UPs e à instalação de refinaria, gasodutos e terminais de regaseificação planejados. Considerando as sensibilidades típicas das diferentes regiões para as quais as UPs estão planejadas no horizonte deste PDE 2030, indicam-se, a seguir, os principais impactos reais e potenciais esperados, com o objetivo de contribuir para sua gestão. Os impactos reais são aqueles associados à instalação de infraestrutura e à rotina das atividades operacionais de E&P, enquanto os impactos potenciais são aqueles associados ao risco de um acidente.

Sobre as atividades de E&P previstas, os impactos potenciais associados ao risco de acidentes com derramamento de óleo em corpos hídricos ou no mar continuam dentre os que mais demandam atenção no âmbito do Licenciamento Ambiental. Nas áreas terrestres, destaca-se a sensibilidade a esse tipo de evento na região Norte, pela existência de ambientes únicos na Amazônia, e no Nordeste pelos conflitos pelo uso da água existentes. Já no mar, os ambientes sensíveis em ilhas e na costa merecem atenção em função do reduzido tempo de toque de óleo, pois a Plataforma Continental é estreita e por isso as plataformas de E&P estão localizadas relativamente próximo à costa. Entretanto, como o risco de derramamento implica em impactos potenciais e não impactos reais, esse fator não configurou da descrição dos temas socioambientais da Análise Integrada. Dentre as medidas mitigadoras desse impacto potencial, podem ser citadas a instalação de BOP (*blowout preventer*) junto à cabeça do poço, para evitar

o kick de poço e minimizar o risco de *blowout* e a elaboração dos Planos de Emergência Individuais (PEI) para cada empreendimento, conforme preconizado na Resolução Conama 398/08. Ressalta-se que na região Centro-Oeste nenhuma interferência foi destacada, pois não são previstas atividades de grande dimensão.

Dentre os impactos reais, aqueles associados à pesquisa sísmica são relevantes e incidem especialmente sobre cetáceos (baleias e golfinhos), mas também sobre peixes e outros organismos da fauna marinha. Sendo assim, o tema **fauna** se torna relevante para as regiões Nordeste e Sudeste, que para esta fonte está associado à atividade de sísmica no mar e pela instalação de estruturas no assoalho marinho (dutos e outros equipamentos) e perfurações, que impactam a fauna bentônica. Ambas interferências se destacam pelos possíveis efeitos cumulativos no Sudeste e pela sensibilidade dos ambientes no Nordeste onde será realizada a atividade (baixa profundidade e proximidade da costa). Para minimização dos impactos da atividade sísmica, existem restrições temporárias associadas aos cetáceos, sirênios e quelônios a fim de se evitar maiores impactos a esses grupos. Além disso, o Ibama elaborou o Guia de Monitoramento da Biota Marinha com os procedimentos exigidos no Licenciamento Ambiental nessa atividade (Ibama, 2018a). Como subsídio a medidas mitigadoras da interferência direta sobre habitats marinhos, são realizados projetos de monitoramento, com levantamento de dados físicos, químicos e biológicos, tanto para caracterização (*baselines*) quanto para o acompanhamento dos impactos.



Em ambas as regiões, também deve ser foco de gestão a possível introdução de espécies exóticas por embarcações, com efeitos sobre ecossistemas de costões rochosos. Vale ressaltar que tanto a movimentação de embarcações de apoio e de navios aliviadores, associados a E&P, quanto a movimentação de navios cargueiros, associados a outras atividades econômicas, podem ser responsáveis pela entrada de espécies exóticas nos ecossistemas brasileiros. A interferência na atividade pesqueira também se constitui em processo impactante, mas que é tratado com programas voltados à sua mitigação, como os projetos de monitoramento junto às comunidades pesqueiras (por exemplo, PMDP – projetos de monitoramento do desembarque pesqueiro); e à sua compensação, como o desenvolvimento de projetos de educação ambiental (PEA) e de compensação da atividade pesqueira (PCAP) nas comunidades afetadas pelos empreendimentos.

Podem ser citadas ainda como medidas mitigadoras relacionadas às boas práticas do setor a comunicação com as comunidades locais no âmbito dos projetos de E&P, realizada por meio dos planos de comunicação e a contratação de mão de obra local. Pode ser citada ainda a interferência positiva relacionada à disponibilização dos resultados dos estudos ambientais para publicações de cunho científico.



Em relação ao refino, não foram identificadas interferências expressivas relacionadas ao planejado para o decênio, pois somente entrarão novas unidades pontuais em empreendimentos existentes. Na Rnest está prevista a entrada da sua unidade SNOx, que é uma tecnologia de abatimento de emissões atmosféricas. Além disso, estão previstas novas unidades de hidrotreatamento (HDT) para as refinarias Replan, Revap e Reduc. Essas unidades contribuem para a especificação do diesel (diesel S10, com menor teor de enxofre), o que possibilita maior fator de utilização destas refinarias.






Sobre o **gasoduto de transporte e UPGNs**, devido à dimensão desses projetos, considerou-se que não há impactos de abrangência regional relevantes a serem apontados. Em relação ao gasoduto,

somente cerca de 2 dos 11 km previstos do gasoduto Itaboraí - Guapimirim apresentam sobreposição com a UC de uso sustentável APA da Bacia do Rio Macacu. Sobre a UPGN Itaboraí (RJ), não são esperados impactos adicionais significativos, visto que será instalada dentro dos limites do complexo industrial Comperj, existente, assim como a UPGN Marlim Azul (RJ) provavelmente será instalada no mesmo terreno da UTE Marlim Azul. A UPGN indicativa Barra dos Coqueiros provavelmente será instalada próxima ao Porto de Sergipe e à UTE Porto de Sergipe e isso poderá evitar/minimizar impactos sobre o ecossistema de restinga, numa região de potencial turístico.

Os **terminais de regaseificação** previstos (Barcarena, PA e Porto do Açu, RJ), são alocados em região portuária já estabelecida e, portanto, não é esperada supressão de vegetação nativa de grandes extensões, que se reflitam em escala regional. Mesmo assim, recomenda-se evitar a remoção de vegetação nativa (manguezal, no caso de Barcarena e restinga, no caso do Porto do Açu). Vale ressaltar a existência de ilhas e canais na região estuarina para qual o terminal Barcarena está previsto, bem como o fato de o terminal indicativo Gás sul estar planejado para local junto à entrada da baía da Babitonga. Tais ambientes sensíveis demandam gestão da movimentação das embarcações de modo a evitar e mitigar eventuais impactos sobre a biota. Quanto aos demais terminais indicativos, Suape e Santos, também provavelmente aproveitarão a infraestrutura portuária.

Como subsídio à Análise Integrada, foram selecionados os impactos reais de abrangência regional que mais se destacam, para permitir a compilação de temas socioambientais para o petróleo e gás natural como uma das fontes de energia analisadas. Nesse sentido, para o E&P, foi destacado o tema **Fauna** nas regiões Nordeste e Sudeste. Destaca-se que a interação entre os setores ambiental e petrolífero promoveu o desenvolvimento de tecnologias, medidas de prevenção e mitigação, exemplificadas no Quadro 14, além de iniciativas estratégicas, ilustradas no Quadro 14.

Tabela 20- Síntese da análise socioambiental da expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|--|--|--|--|--|--|
| E&P de petróleo e GN  | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | <input checked="" type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | <input checked="" type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas |
| Refinarias, UPGNs e Terminais de GNL  | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | não há projetos planejados |
| Gasodutos  | não há projetos planejados | <input type="checkbox"/> não há projetos planejados | não há projetos planejados | <input type="checkbox"/> interferências inexpressivas | não há projetos planejados |


Legenda



No Quadro 14 destacam-se as principais interferências socioambientais relacionadas à expansão da produção de petróleo e gás natural e do abastecimento no PDE 2030; os temas socioambientais

associados a essas interferências, conforme metodologia da análise socioambiental integrada; a justificativa pela escolha da interferência na região na qual está prevista a expansão; e, por último, as medidas mitigadoras relacionadas às interferências listadas.

Quadro 14 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados

| Interferência | Tema | Região e justificativa | Medidas mitigadoras |
|---|--|---|---|
| impactos associados à pesquisa sísmica | fauna  | SE: efeito cumulativo em função da quantidade de empreendimentos existentes. | Restrições temporárias e Guia de Monitoramento da Biota Marinha |
| interferências sobre habitats marinhos | | | Monitoramento de dados físicos, químicos e biológicos |
| potencial introdução de espécies exóticas | | NE: sensibilidade dos ambientes devido à baixa profundidade e proximidade da costa. | Ver iniciativas |

Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados

O aumento previsto das atividades de E&P e a implantação da nova unidade de refino, do gasoduto e dos terminais de regaseificação requerem a gestão das interferências ambientais negativas e positivas, de modo a garantir um desenvolvimento sustentável associado ao setor.

Para um setor maduro como o setor petrolífero, notam-se diversas iniciativas que buscam lidar com os desafios que se apresentam, fruto de discussões envolvendo principalmente MME, ANP, IBP e Ibama. As principais iniciativas e discussões em andamento envolvem o aprimoramento da segurança operacional e compatibilização das atividades petrolíferas com a conservação da biodiversidade, além de redução de emissões de GEE.

Em busca de aprimoramento constante na minimização de riscos associados às atividades petrolíferas, no tema **segurança operacional**, a ANP possui uma série de parcerias, que promovem a articulação institucional e aprimoram o controle das atividades de E&P. A ANP tem buscado ainda o aprimoramento da comunicação de incidentes precursores a fim de prevenir acidentes com danos a pessoas e ao meio ambiente. A agência utiliza indicadores de desempenho mensais e anuais apresentados nos Relatórios Anuais de Segurança Operacional e no Workshop de Segurança Operacional e Meio Ambiente (SOMA) para a priorização de ações que promovam a melhoria de desempenhos inadequados (ANP, 2020d). Além disso, a ANP está revisando a Resolução ANP nº 43/2007, que trata de segurança operacional (ANP, 2019).

Além disso, diante do desafio de **compatibilizar a pesquisa sísmica com a conservação da biodiversidade**, o IBAMA está elaborando a Matriz de Referência de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de pesquisas sísmicas em atividades de petróleo e gás, com intuito de apresentar de forma sistematizada o conhecimento existente acerca dos impactos dessa atividade (IBAMA, 2020a), o que permitirá desenhar medidas mitigadoras mais adequadas. Nos projetos, quando há necessidade de instalação de estruturas no assoalho oceânico, é comumente realizado o levantamento das condições físicas e bióticas do trecho (por exemplo, coletas de material e utilização de veículo de operação remota – ROV) e realizados desvios no traçado em função da presença de ambientes ricos em espécies ou endemismos. Tal levantamento também possui o objetivo de avaliar o impacto do descarte de cascalho com fluido de perfuração aderido sobre estes organismos.

Especificamente no que tange a **evitar ou minimizar a introdução de espécies exóticas**, tem sido discutida entre os setores ambiental e energético a promoção de medidas de controle do coral-sol, organismo exótico invasor associado ao deslocamento de plataformas e embarcações. Neste sentido o MMA coordenou a elaboração do Plano de Controle Coral-Sol, instituído pela Portaria IBAMA nº 3.642, de 10 de dezembro de 2018 (Ibama, 2018b). Além disso, no âmbito do Licenciamento Ambiental, as plataformas a serem instaladas têm sido submetidas à secagem antes do transporte, para garantir que os organismos incrustantes morram e não sejam carregados a outras regiões, onde poderiam dispersar larvas e colonizar novos costões rochosos.

O **planejamento integrado entre os setores petrolífero e ambiental** é também um desafio importante para as atividades de E&P. Nessa linha, estão sendo realizadas as primeiras Avaliações Ambientais de Áreas Sedimentares (AAAS) que buscam conciliar o desenvolvimento das futuras atividades de petróleo e gás natural com os aspectos socioambientais regionais. Os Estudos Ambientais de Área Sedimentar do Solimões e de Sergipe-Alagoas e Jacuípe foram conduzidos pela EPE e pela ANP, respectivamente, e acompanhados por Comitês Técnicos de Acompanhamento, grupos interministeriais compostos pelos Ministérios de Minas e Energia (MME) e de Meio Ambiente (MMA) e instituições vinculadas (Brasil, 2012). Além de subsidiar o planejamento, a AAAS produzirá recomendações para o Licenciamento Ambiental e diretrizes para a oferta de blocos exploratórios para cada área sedimentar analisada. Para as áreas que ainda não foram submetidas à AAAS, se mantém a manifestação conjunta prévia à oferta de blocos, realizada por ANP e órgãos ambientais (CNPE, 2017). Recomenda-se a realização de novas AAAS, de modo a compatibilizar a E&P de petróleo e gás natural com a conservação de ambientes sensíveis e reduzir incertezas e conflitos no Licenciamento ambiental.



Com o desafio de **aprimorar os procedimentos de licenciamento ambiental de E&P**, foram observadas duas iniciativas. Para o ambiente onshore, foi estabelecido, no âmbito do Programa Reate (Programa de Revitalização das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural em Áreas Terrestres), um subgrupo com representantes do MME, EPE, ANP MMA, Ibama, IBP e a Associação Brasileira de Produtores Independentes de Petróleo e Gás Natural (ABPIP) com objetivo de propor ações para promoção de boas práticas e harmonização dos procedimentos de licenciamento ambiental entre os órgãos licenciadores estaduais (MME, 2020b). Para o ambiente offshore, foi contratado pela SPPI um estudo estratégico para elaborar diretrizes para o licenciamento ambiental (ANP, 2020e).

Sob o ponto de vista de **aprimoramento regulatório para descomissionamento de instalações associadas à produção**, cabe destacar que a ANP lançou recentemente a Resolução 817/2020, que determina que todas as atividades do processo de descomissionamento deverão observar segurança, análise de riscos, limpeza e descontaminação, adequado gerenciamento de efluentes, resíduos e rejeitos, recuperação ambiental e demais especificações estabelecidas na legislação ambiental vigente ou expedidas pelo órgão ambiental (ANP, 2020f).

Em relação à **forte oposição ao aproveitamento de recursos petrolíferos não convencionais**, em 2013 foi formada a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Gás Não Convencional do Brasil (GASBRAS), uma rede de universidades e estudos de pesquisa engajados em gerar conhecimento sobre as oportunidades e desafios relacionados à exploração e produção de gás de folhelho e divulgá-las à sociedade, como subsídio à decisão de desenvolver esse recurso (USP, 2013 e 2019). O Ministério de Minas e Energia tem tomado diversas ações no sentido de promover o diálogo e compartilhar conhecimento sobre o tema. Dentre as iniciativas, no âmbito do Reate – Subcomitê 3 (Identificação do

potencial de petróleo e gás natural onshore), está prevista ação para elaborar e conduzir Plano de Comunicação sobre Recursos não Convencionais (MME, 2020b). Além disso, o Programa de Parcerias de Investimentos tem discutido o apoio ao licenciamento ambiental da execução do projeto “Poço transparente em reservatórios de baixa permeabilidade” (Brasil, 2020).

Outro desafio relevante para a indústria de O&G é a **redução das emissões de GEE ao longo da cadeia**. Neste sentido, observa-se que as empresas estão se adaptando e se comprometendo com ações no intuito de se alinhar aos acordos internacionais e contribuir com os esforços que estão sendo realizados para transição para uma econômica de baixo carbono. Podem-se mencionar as iniciativas de diversas empresas em estabelecer metas de redução de emissões GEE nas suas operações. A Petrobras, por exemplo, se comprometeu em atingir a meta de 0% de crescimento das emissões até 2025, além de zero queima de rotina em flare até 2030, reinjeção via CCUS de aproximadamente 40 MM ton CO₂ até 2025, entre outras ações (Petrobras, 2020a). Além disso, com vistas ao abatimento de emissões, a empresa investiu em projetos de conservação e recuperação florestal, atingindo em 2019 850 mil toneladas acumuladas de CO₂ em fixação de carbono e emissões evitadas (Petrobras, 2020b). As principais ações estão relacionadas com: implementação de medidas de redução das emissões de GEE, aproveitamento do gás associado, investimentos em tecnologias de captura e armazenamento ou uso de carbono (CCS e CCUS) e investimento em projetos de energia renovável. Sendo assim, é importante incentivar o setor a continuar contribuindo para minimizar os efeitos das mudanças climáticas por meio de investimento e implementação de medidas que reduzam as emissões, além de fomentar o desenvolvimento de novas soluções e tecnologias que auxiliem o abatimento dessas emissões.



Diante do desafio do setor de **promover o conhecimento científico e o desenvolvimento de técnicas e práticas que minimizem impactos das atividades de E&P**, os contratos de E&P estabelecem que as empresas devem investir 1% da receita bruta da produção dos campos que pagam Participação Especial em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), o que é fiscalizado pela ANP. A relação de Projetos de PD&I que seguem o Regulamento Técnico ANP Nº 03/2015, apesar de não ser exaustiva, fornece um panorama das temáticas abordadas. De um total de 1548 projetos iniciados entre 2017 e 2019, 3% possuem a qualificação “pesquisa em meio ambiente”, podendo ser citados os subtemas: emissões de gases de efeito estufa na indústria de petróleo, gerenciamento de águas, efluentes e emissões de poluentes regulamentados, impactos ambientais e minimização de resíduos – redução, reutilização e reciclagem (ANP, 2020g). Um exemplo de projeto financiado por tal verba de PD&I é o Projeto Costa Norte, que visa aumentar a compreensão da vulnerabilidade dos manguezais das bacias do Pará-Maranhão e Foz do Amazonas (ProOceano et al., 2020).

Quanto à **implementação do Plano Nacional de Contingência (PNC)**, o Grupo de Acompanhamento e Avaliação (GAA) tem realizado simulados e treinamentos e também atuou em quatro emergências com derramamento de óleo no mar em 2019 (ANP, 2020h)²².

O Quadro 15 resume os principais desafios relacionados à expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados no PDE 2030 e as iniciativas e recomendações associadas.

²² Dentre essas emergências, destaca-se a atuação do GAA sobre as manchas de origem desconhecida que atingiram o Nordeste em setembro de 2019, apesar de o vazamento não ter se originado de blocos de exploração ou campos de produção brasileiros. Sob coordenação da Marinha do Brasil, o GAA atuou conjuntamente com instituições e agências federais, estaduais e municipais, além de empresas e universidades na contenção, remediação, investigação e comunicação do incidente. Além da Marinha, ANP e Ibama, que compõem o GAA, destacou-se também a atuação de outras forças militares, Petrobras, ICMBio e Defesa Civil (Marinha, 2020 e ANP, 2020h). Em 20 de março de 2020, o Coordenador Operacional do PNC formalmente desmobilizou a coordenação unificada das equipes envolvidas com ações de resposta e monitoramento do Governo Federal. A avaliação do Ibama é que as ações emergenciais foram efetivas, os danos ao meio ambiente mitigados e a destinação dos resíduos adequada (Ibama 2020b).

Quadro 15 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados

| Desafio | Iniciativas | Recomendações |
|--|---|--|
| Segurança operacional | <ul style="list-style-type: none"> - Articulação institucional e aprimoramento do controle das atividades de E&P; - Relatórios Anuais de Segurança Operacional e Workshops de Segurança Operacional e Meio Ambiente (SOMA); - Revisão da Resolução ANP nº 43/2007. | - |
| Compatibilizar a pesquisa sísmica com a conservação da biodiversidade  | <ul style="list-style-type: none"> - Matriz de Referência de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de pesquisas sísmicas em atividades de petróleo e gás; - Nos projetos, levantamento das condições físicas e bióticas do assoalho marinho, com desvios no traçado e avaliação do impacto de cascalho e fluido de perfuração sobre a biota. | - |
| Evitar ou minimizar a introdução de espécies exóticas  | <ul style="list-style-type: none"> - Articulação entre os setores ambiental e energético; Plano de Controle Coral-Sol; - Secagem de plataformas antes do transporte. | - |
| Planejamento integrado entre os setores petrolífero e ambiental | <ul style="list-style-type: none"> - Avaliações Ambientais de Áreas Sedimentares (AAAS): Solimões e Sergipe-Alagoas e Jacuípe | <ul style="list-style-type: none"> - Prosseguir na realização de AAAS nas demais bacias sedimentares brasileiras, priorizando as que apresentam conflitos relevantes. |
| Aprimoramento nos procedimentos de licenciamento ambiental das atividades de E&P | <ul style="list-style-type: none"> - Ambiente onshore: promoção de boas práticas e harmonização dos procedimentos de licenciamento ambiental, no âmbito do Programa REATE. - Ambiente offshore: estudo estratégico para elaborar diretrizes para o licenciamento ambiental | - |
| Aprimoramento regulatório sobre descomissionamento de instalações associadas à produção | <ul style="list-style-type: none"> - Resolução 817/2020: observar aspectos e impactos ambientais. | - |
| Forte oposição ao aproveitamento de recursos petrolíferos não convencionais | <ul style="list-style-type: none"> - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Gás Não Convencional do Brasil – GASBRAS; - Plano de Comunicação sobre Recursos não Convencionais (Reate); - Projeto “Poço transparente em reservatórios de baixa permeabilidade”. | - |

| | | |
|---|--|---|
| Redução das emissões de GEE ao longo da cadeia | - Estabelecimento de metas de redução das emissões de GEE pelas empresas de O&G, que envolvem a implementação de medidas de redução das emissões de GEE, aproveitamento do gás associado, investimentos em CCS e CCUS, investimento em projetos de energia renovável e abatimento de emissões por meio do investimento em projetos de conservação e recuperação florestal. | Incentivar o setor a continuar investindo e implementando medidas que reduzam as emissões. Intensificar a aplicação de soluções e desenvolvimento de tecnologias para abatimento das emissões. |
| Promover o conhecimento científico e o desenvolvimento de técnicas e práticas que minimizem impactos das atividades de E&P | - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I): Pagamento de 1% da receita bruta da produção dos campos que pagam Participação Especial; 3% dos projetos iniciados entre 2017 e 2019 possuem a qualificação “pesquisa em meio ambiente”. | - |
| Implementação do Plano Nacional de Contingência (PNC) | - O GAA tem realizado simulados e treinamentos e atuou em quatro emergências com derramamento de óleo no mar em 2019. | Fortalecer as discussões do PNC para sua implementação |

Indicadores socioambientais da expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados

Os indicadores ambientais foram calculados utilizando-se recursos de geoprocessamento. Ou seja, foi analisada a eventual sobreposição entre os empreendimentos previstos para o decênio e **Unidades de Conservação**, distinguindo-as entre proteção integral e uso sustentável. Três indicadores socioeconômicos também foram calculados da mesma forma: **número de UPs com sobreposição a TI**, **extensão de gasodutos em TI** e **extensão de gasodutos em assentamento rural**. Vale ressaltar que, conforme sinalizado na Figura (Nota 2), não é possível estabelecer uma relação obrigatória entre essa sobreposição e interferências socioambientais sobre UC ou TI. Os blocos exploratórios, tipos de empreendimentos para os quais foi notada sobreposição, são áreas extensas sobre as quais é concedido o direito à exploração do recurso, no entanto, mesmo que este recurso esteja próximo à sobreposição, a perfuração direcional permite evitar a interferência direta sobre essas áreas.

Os indicadores socioeconômicos positivos do E&P são número de empregos e recursos financeiros gerados, ambos avaliados a partir da estimativa de produção de recursos de petróleo e gás natural no decênio. Para o cálculo das participações governamentais, consideraram-se apenas as arrecadações consolidadas dos Estados e Municípios provenientes de **royalties e participações especiais** sobre as receitas das atividades de E&P relativas às unidades produtivas de recursos descobertos dentro do horizonte deste PDE 2030. Ressaltamos ainda que as referidas arrecadações variam em função dos volumes produzidos, do regime fiscal e cambial, dos preços praticados nos mercados nacionais e internacionais do petróleo e gás natural.

A estimativa para **geração de empregos diretos** em E&P considerou a possível demanda por profissionais para atuarem em empresas operadoras ou consorciadas nos contratos de concessão, cessão onerosa ou de partilha de produção para a produção de recursos convencionais de petróleo e gás natural no horizonte decenal. Para refino e gasoduto, o número de empregos foi estimado a partir de informações contidas em estudos ambientais de empreendimentos.

Tabela 21 – Indicadores socioambientais da expansão da produção de petróleo e gás natural e derivados



| Indicadores Ambientais | |
|--|--------------------------------------|
| E&P de petróleo e gás natural | |
| Nº de UPs com sobreposição a UC de proteção integral | 2 das 241 UPs |
| Nº de UPs com sobreposição a UC de uso sustentável | 12 de 241 UPs |
| UPGN | |
| Nº de UPGNs com sobreposição a UC de uso sustentável | 0 UPGN de 2 previstas e 1 indicativa |
| Gasodutos | |
| Extensão em UCs de uso sustentável ¹ | 2,22 km dos 11 km |
| Extensão em UCs de proteção integral ¹ | 0 km dos 11 km |



| Indicadores Socioeconômicos | |
|--|----------------|
| E&P de petróleo e gás natural | |
| Nº de UPs com sobreposição a TI | 0 das 241 UPs |
| Empregos diretos gerados (valor acumulado) ² | 31 mil |
| Royalties e participações especiais – média anual (R\$ bilhões) ² | 44 |
| Gasodutos | |
| Extensão em TI ¹ | 0 km dos 11 km |
| Extensão em assentamentos rurais ¹ | 0 km dos 11 km |
| Empregos diretos gerados no pico das obras ³ | 168 |
| UPGNs previstas | |
| Empregos diretos gerados no pico das obras ⁴ | 5 mil |
| Terminais de GNL (regaseificação) previstos | |
| Empregos diretos gerados no pico das obras ⁴ | 4 mil |

Notas: (1). Indicadores estimados a partir de: ELETROBRAS, 2011; FUNAI, 2020 e MMA, 2020. (2). Indicadores socioeconômicos estimados a partir das curvas de produção constantes do Capítulo V “Produção de Petróleo e Gás Natural” do PDE 2030. Estimativa de demanda por profissionais para atuar em empresas operadoras ou consorciadas nos contratos de concessão, cessão onerosa ou partilha de produção. Royalties e participações especiais destinados a estados e municípios, calculados apenas para os recursos descobertos. (3). Número de empregos estimados a partir da relação “15,3 empregos por quilômetro de duto” calculada com as informações do Rima do Gasoduto Japeri-Reduc (Biodinâmica/Petrobras 2006) e EIA Caraguatatuba-Taubaté (Biodinâmica/Petrobras 2007). (4) MME 2019.

5.2 Etanol

Benefícios

- ✓ Combustível renovável
- ✓ Baixa emissão de poluentes atmosféricos e GEE
- ✓ Geração de empregos

Etanol

- O etanol é um **combustível renovável** utilizado como aditivo e substituto direto da gasolina automotiva. No Brasil é misturado compulsoriamente à gasolina A em percentual que varia de 20 a 30% (etanol anidro) ou utilizado puro (etanol hidratado).
- Os principais benefícios ambientais de seu uso como substituto à gasolina estão relacionados à **baixa emissão de poluentes atmosféricos**, como o monóxido de carbono, material particulado, óxidos de enxofre e compostos orgânicos voláteis, que deterioram a qualidade do ar. Adicionalmente, o etanol também contribui para a mitigação das emissões de **gases de efeito estufa** (GEE) pois parte do carbono emitido na sua queima é absorvida no cultivo da matéria-prima, por meio do processo de fotossíntese.
- Existem também benefícios econômicos e sociais associados ao cultivo da matéria-prima (cana-de-açúcar ou milho) e produção de etanol pela **geração de empregos** diretos e indiretos, demanda por bens e serviços, e arrecadação tributária, gerando impactos econômicos positivos.

Oferta de etanol atual

Segundo Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis da EPE (2020), o volume de etanol produzido no país em 2019 foi de **36 bilhões de litros**. Esse volume é majoritariamente oriundo da indústria sucroalcooleira, mas a participação do etanol de milho vem crescendo, atingindo 1,3 bilhão de litros em 2019. No país, **364 usinas** se encontram em operação, sendo quatro exclusivas para produção de etanol de milho. Na safra 2019/2020, a área colhida de cana no país dedicada à produção de açúcar e etanol foi de aproximadamente 8,4 milhões de hectares, concentrada na região Sudeste, especialmente no estado de São Paulo (CONABa, 2020).



Expansão da oferta de etanol nos próximos 10 anos

O cenário de oferta²³ de etanol do PDE 2030 prevê expansão da oferta de cerca de 34 bilhões de litros em 2021 para aproximadamente **46 bilhões de litros em 2030** (aumento de 12 bilhões de litros). Em volume, o etanol oriundo da indústria sucroalcooleira continuará a ter predomínio na expansão. Por outro lado, ressalta-se o crescimento da produção de etanol de milho e etanol 2G, atingindo quase 6 bilhões e cerca de 400 milhões de litros em 2030, respectivamente. Conforme mostrado no capítulo VIII, a área colhida de cana-de-açúcar exclusiva para produção de etanol é estimada em 5,6 Mha em 2030.

Para atender o aumento da oferta de etanol previsto no horizonte decenal, está planejada a construção de 10 usinas, todas na região Centro-Oeste, em áreas de alta e média aptidão agrícola para cana-de-açúcar (EMBRAPA, 2009) e que tem se mostrado viável também para a produção de etanol de

²³ A oferta considera o volume total de importação e produção de etanol oriundo da cana-de-açúcar, milho e 2G.

milho (Figura 19). Destas 10 usinas, duas possuem capacidade de processamento de milho e cana-de-açúcar (*flex*), sete são exclusivas para processamento de milho (*full*) e uma dedicada exclusivamente à cana. Está prevista também a ampliação de 22 usinas, cinco no Nordeste uma no Norte, oito no Centro-Oeste e oito no Sudeste. Além das usinas em construção e ampliação, foi considerada, para atendimento da demanda, a entrada de mais 24 usinas, essas ainda em fase de estudo, divididas entre cana, milho e flex. Dessa forma, considerando a oferta interna total ao final do decênio, a capacidade de processamento anual de cana aumenta 77 Mtc e as novas unidades de milho acrescentam 3,4 bilhões de litros/ano em capacidade de produção de etanol. Para maiores detalhes, ver capítulo 8 (Oferta de Biocombustíveis) no Plano Decenal de Expansão de Energia 2030.

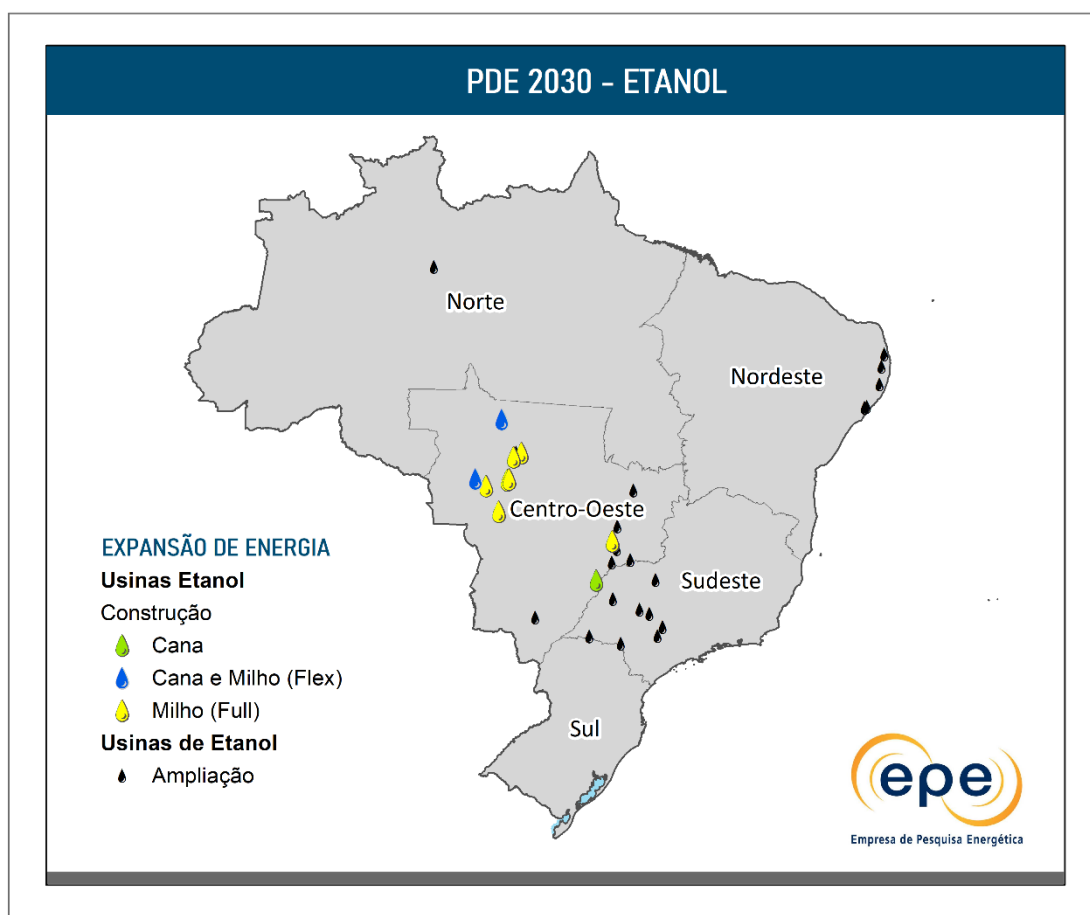


Figura 19 – Localização das usinas de etanol planejadas no PDE 2030

Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão termelétrica

A avaliação socioambiental da expansão da oferta de etanol envolve tanto o ciclo da cultura de matéria-prima quanto as etapas de processamento. Citam-se como interferências socioambientais a geração de resíduos e efluentes, a alteração na disponibilidade da água, e o comprometimento da qualidade do ar. Ressalta-se que, devido à predominância na expansão, o enfoque da análise é para o etanol de cana-de-açúcar. O setor sucroalcooleiro brasileiro possui bastante experiência acumulada e muitos impactos ambientais da cadeia de produção de açúcar e etanol foram reduzidos ao longo do tempo.

A **geração de resíduos e efluentes** pode ser considerada a principal interferência associada à expansão planejada. Vale destacar que o setor tem avançado na busca de soluções para o reaproveitamento desses resíduos e efluentes. Entre elas destacam-se a queima de bagaço, palha e ponta

para produção de bioeletricidade²⁴ e utilização da vinhaça, torta de filtro, cinzas e fuligem na adubação do solo. Entretanto, no caso da **vinhaça**, ainda que a fertirrigação seja uma prática bem-sucedida pelo setor, a técnica apresenta limitantes ambientais e econômicos, como o custo do transporte para o local de aplicação, implicando em busca por melhorias ou novas soluções para o problema. A partir da estimativa de geração de vinhaça de cerca de 12 l/l de etanol, em média (SEABRA, 2008), espera-se atingir 470 milhões de m³ em 2030. Considerando esse volume, o tema **resíduos** foi considerado relevante para as regiões Sudeste, pela cumulatividade com as usinas existentes, e para o Centro-Oeste, região onde se encontra a predominância da expansão.

A alteração na disponibilidade da água também é uma interferência que gera preocupações. Segundo ANA (2019a e b) o cultivo da cana-de-açúcar exige um baixo volume de água por unidade de área, e a região Centro-Sul apresenta condições favoráveis com as condições das chuvas e emprego da fertirrigação. Já no processamento a captação de água vem reduzindo significativamente por meio de legislação ambiental e cobrança pela utilização de recursos hídricos (CNI E UNICA, 2014).

Na safra 2018/2019 o consumo de água nas usinas signatárias do Protocolo Agroambiental Etanol Mais Verde foi de 0,87 m³ água por tonelada de cana-de-açúcar processada (São Paulo, 2020). Ainda no Estado de São Paulo, a Resolução SMA nº 88/2008 estabelece a faixa limite de 0,7 – 1 m³ de água por tonelada de cana-de-açúcar processada. Considerando essa faixa, o volume estimado de consumo de água acumulado no horizonte decenal fica entre 3 a 4 bilhões de m³ de água. Tendo em vista os avanços alcançados na redução do consumo e a expansão prevista estar localizada nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, o tema recursos hídricos não foi considerado relevante.

Com relação ao ciclo da cultura da cana, um dos impactos mais preocupantes, considerando o histórico do setor, sempre esteve relacionado à queima da palha no campo, na colheita. Tal prática foi e continua sendo inibida por meio de legislação e de acordos entre a iniciativa privada e o poder público, sem representar uma interferência relevante no contexto da expansão decenal da cultura da cana para produção de etanol. A mecanização da colheita tem avançado significativamente nos últimos anos, porém, na safra 2019/20 a colheita mecanizada no Brasil reduziu de 97% para 96%, interrompendo essa tendência histórica (EPE, 2020) (CONAB, 2020b)(CONAB, 2020c).






Além de evitar impactos na qualidade do ar, o fim das queimadas reduz o consumo de água, reduz danos sobre a fauna e potencializa o aproveitamento da palha para fins energéticos e de conservação das características estruturais do solo. Tendo em vista que a região Centro-Sul já apresenta alto índice de mecanização, entende-se que a qualidade do ar não se configura como tema socioambiental para o PDE 2030. Entretanto, mesmo considerando as queimadas como interferência não relevante no horizonte decenal, trata-se de um impacto de grande potencial poluidor ainda não extinto no país.

Por fim, cabe destacar que como as regiões Norte e Nordeste estão previstas a ampliação de usinas existentes e não foram identificadas interferências relevantes no contexto regional.

De acordo com a análise apresentada acima, apenas o tema socioambiental **resíduos** foi considerado relevante no contexto do Plano. Este tema está sintetizado na Tabela 22, conforme metodologia empregada na análise socioambiental integrada.

²⁴ Ver item 4.4 de Biomassa para maiores detalhes.

Tabela 22 - Síntese da análise socioambiental da oferta de etanol do PDE 2030

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|--|---|---|----------------------------|---|---|
| Etanol  |  interferências inexpressivas |  interferências inexpressivas | não há projetos planejados |  |  |


Legenda



Resíduos

O Quadro 16 resume as principais interferências socioambientais relacionadas a expansão termelétrica no PDE 2030; os temas socioambientais associados a essas interferências, conforme metodologia da análise socioambiental integrada; a justificativa pela escolha da interferência na região na qual está prevista a expansão e por último as medidas mitigadoras relacionadas as interferências listadas.

Quadro 16 – Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da oferta de etanol

| Interferência | Tema | Região e justificativa | Medidas mitigadoras |
|---------------------------------|---|---|--|
| Geração de resíduos e efluentes | resíduos  | Sudeste: cumulatividade com as usinas existentes. Centro-Oeste: predominância da expansão. | Aproveitamento da vinhaça na fertirrigação dos canaviais |

Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão da oferta de etanol

Os desafios e iniciativas socioambientais do setor se concentram principalmente na continuidade dos avanços obtidos na gestão dos insumos e resíduos e na expansão da mecanização.

A busca por soluções para **ampliar o aproveitamento da vinhaça** é importante para redução dos riscos de contaminação de água e solo. Neste sentido, as principais alternativas envolvem o seu uso como fertilizante e para produção de energia. Ressalta-se que, recentemente em São Paulo, a CETESB por meio da decisão nº 023/2020/P permitiu a possibilidade de adesão ao Plano de Aplicação de Vinhaça simplificado para uso de vinhaça na lavoura, incluindo regras para sua aplicação e monitoramento. Também existem iniciativas de produção de biogás e biofertilizantes a partir da biodigestão da vinhaça, como observado no item 4.4 de Biomassa. Além de minimizar os riscos ambientais, essas medidas aumentam a produtividade agrícola e trazem ganhos de eficiência ao processo. Sendo assim, fomentar pesquisa e iniciativas de implantação de projetos de aproveitamento da vinhaça podem ampliar essas oportunidades.

Ainda que a **redução do consumo de água** do setor seja notória é preciso considerar que o cenário de expansão prevê aumento significativo da produção em áreas com ocupação urbana e rural. Neste sentido, o então Protocolo Agroambiental Etanol Mais Verde do Estado de São Paulo continua sendo uma iniciativa relevante para promover a redução desses índices. A ANA também está buscando realizar avaliações mais precisas sobre o consumo de água para cana de açúcar de modo a oferecer informações para subsidiar a tomada de decisão (ANA, 2019b). Paralelamente, existem pesquisas em desenvolvimento como aproveitamento da água contida na própria cana que podem minimizar a captação de água para valores inferiores a 0,5m³/t de cana (CNI e UNICA, 2014). Sendo assim, incentivar pesquisa, monitoramento e implantação de práticas e tecnologias que reduzam o consumo de água pode contribuir ainda mais para a queda desse índice.


Existem também outras iniciativas que contribuem para a **produção de biocombustíveis em padrões mais sustentáveis**. Conforme mencionado anteriormente o Protocolo Etanol mais verde é um deles, que estabelece diretrizes ambientais para as usinas e associações de fornecedores, tais como: antecipação do fim das queimadas, metas de proteção e restauração dos remanescentes florestais de nascentes e de matas ciliares e para a conservação e reuso de água na etapa industrial (São Paulo, 2008 e 2018). Além disso, a Política Nacional de Biocombustíveis (Lei nº 13.576/2017) também busca incentivar a expansão da produção de biocombustíveis no Brasil com sustentabilidade.

Iniciativas que geram ganhos de eficiência, além de promoverem impactos ambientais positivos e minimizar os negativos, contribuem para tornar o processo produtivo mais sustentável. Novos investimentos para aumentar a participação da cana planta na área colhida, melhorar as práticas de mecanização e reduzir a defasagem entre plantio e colheita mecanizada são fundamentais para aumentar a produtividade (tc/ha) e o rendimento (kg/ATR) agrícola. Nesta safra, entretanto, observou-se o aumento da defasagem entre a mecanização da colheita e do plantio, de 23% para 26% (CONAB, 2020b; CONAB, 2020c; CTC, 2020; EPE, 2020).

Destaca-se que o melhor aproveitamento da biomassa para a geração de energia segue como um desafio ao setor. Medidas como financiamento específico para efficientização da cogeração trouxeram bons resultados e aumentaram a capacidade de exportação de energia ao SIN, trazendo benefícios econômicos e ambientais ao ciclo produtivo do etanol. Quanto mais eficiente o processo de cogeração, maior o potencial de exportação de energia limpa ao SIN, em substituição ao gás natural. Informações mais detalhadas sobre essas iniciativas estão seção XX sobre biomassa.

O Quadro 17 resume os principais desafios relacionados a expansão da oferta de etanol no PDE 2030 e as iniciativas e recomendações associadas.

Quadro 17 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão da oferta de etanol

| Desafio | Iniciativas | Recomendações |
|---|---|---|
| Ampliar o aproveitamento da vinhaça  | <ul style="list-style-type: none"> - Plano de Aplicação de Vinhaça em São Paulo; - Produção de biogás e biofertilizantes a partir da biodigestão da vinhaça | <ul style="list-style-type: none"> - Fomentar pesquisa e iniciativas de implantação de projetos de aproveitamento da vinhaça. |
| Redução do consumo de água | <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo Etanol Mais Verde - Avaliação da ANA sobre consumo de água na irrigação de cana-de-açúcar; | <ul style="list-style-type: none"> - Incentivar pesquisa, monitoramentos e implantação de práticas e tecnologias que reduzam o consumo de água. |
| Produção de biocombustíveis em padrões mais sustentáveis | <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo Etanol Mais Verde - RenovaBio | <ul style="list-style-type: none"> - Incentivar investimento e o desenvolvimento de soluções para aumentar a eficiência e a produtividade com a a mecanização da colheita e do plantio |

Indicadores socioambientais da expansão da oferta de etanol

No presente plano são propostos dois indicadores socioambientais para representar, ainda que de modo simplificado, as alterações decorrentes da expansão da produção de etanol (Tabela 23).

Dentre os indicadores ambientais estão o percentual de mecanização da colheita, o volume de vinhaça e captação de água no horizonte decenal. Nos indicadores socioeconômicos está o potencial de geração de empregos.

Tabela 23 – Indicadores socioambientais da expansão da oferta de etanol



| Indicadores Ambientais | |
|--|-------|
| Mecanização da colheita em 2030 (%) | 95,4 |
| Produção de vinhaça no decênio (bilhões de m ³) ⁽¹⁾ | 4 |
| Captação de água nas usinas no decênio (bilhões de m ³) ⁽²⁾ | 3 a 4 |



| Indicadores Socioeconômicos | |
|---|---------|
| Empregos diretos na produção sucroalcooleira ⁽³⁾ | 524 mil |

Notas: (1) Volume acumulado considerando a produção de 12 L de vinhaça por litro de etanol.

(2) Volume acumulado considerando a faixa 0,7 - 1 m³ de água consumida por ton de cana processada (São Paulo, 2008).

(3) Estimativa de 0,65 empregos diretos por mil toneladas colhidas. E considerando a tendência a partir de dados Ministério da Economia (RAIS, 2020) de empregos do cultivo e do processamento de cana para açúcar e etanol de crescimento médio anual de 1% no número de empregos do setor.

5.3 Biodiesel

Benefícios

- ✓ Combustível renovável
- ✓ Baixa emissão de poluentes atmosféricos e GEE
- ✓ Reaproveitamento de resíduos
- ✓ Inclusão de agricultores familiares

Biodiesel

- O Biodiesel é um **combustível renovável** produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais. No Brasil é utilizado em mistura com óleo diesel derivado do petróleo tendo como vantagem a **menor emissão de gases poluentes e de gases de efeito estufa (GEE)** quando comparado ao diesel de petróleo, pois parte do carbono contido no combustível é absorvido no processo de fotossíntese.
- Na produção de biodiesel a partir do **reaproveitamento de resíduos** como o sebo bovino e o óleo de cozinha usado, destacam-se benefícios ambientais adicionais pois agrega valor a esses rejeitos e oferece uma destinação ambientalmente adequada.
- O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) possui instrumentos institucionais de incentivo à **inclusão de agricultores familiares** na cadeia produtiva do biodiesel.

Oferta de biodiesel atual

Desde o lançamento do PNPB, em 2004, o percentual mínimo de biodiesel misturado ao óleo diesel comercializado vem crescendo gradualmente, o que conseqüentemente aumenta sua produção. A **proporção de biodiesel adicionada ao óleo diesel passou a ser de 12%** em março de 2020, de acordo com a Resolução CNPE nº 16/2018 (CNPE, 2018). Entretanto, por meio da Resolução nº 824/2020, houve redução da mistura obrigatória para 10% no período entre setembro e outubro de 2020 excepcionalmente (MME/ANP, 2020).



A **produção nacional em 2019 foi de 5,9 bilhões de litros**, 11,3% superior a produção do ano anterior. A produção de 2019 correspondeu a 63% da capacidade

instalada, o que demonstra potencial para expansão da produção de biodiesel no país. Mais de 80% deste montante foi produzido nas regiões Sul e Centro – Oeste que sempre se destacaram em função da elevada disponibilidade das principais matérias-primas (soja e sebo), embora o maior volume de vendas/consumo se concentre no Sudeste (EPE, 2020).

O **óleo de soja foi a matéria-prima predominante** para a sua produção, atingindo 67,8%, seguido pelo sebo bovino (11,4%) e outras matérias-primas, dos quais se destacam outros materiais graxos (11,4%). Os óleos de palma, milho e gordura de porco contribuíram com cerca de 2%, cada um, da produção nacional e, o óleo residual de fritura, participou de 1,6% da produção de 2019. (ANP, 2020). Dada a trajetória apresentada ao longo dos últimos anos, a tendência é que a soja permaneça por um longo período em destaque entre os insumos usados na produção do biodiesel, embora já se observe outras matérias-primas emergindo neste mercado. Tal como ocorreu com o sebo bovino, acredita-se que a palma e os óleos residuais também possam ter destaque no médio prazo (EPE, 2020).

Segundo o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2019, 40 empresas que possuíam o Selo Combustível Social (SCS) possibilitaram a inclusão de cerca de 55 mil famílias. O selo permite ao produtor ter acesso a alíquotas de PIS/Pasep e Cofins com coeficientes de redução diferenciados para o biodiesel, além de obter incentivos comerciais e de financiamento. As aquisições de matéria-prima produzidas pela agricultura familiar totalizaram R\$ 4,5 bilhões em 2019. Dessa forma, a renda média anual dos agricultores familiares resultou em aproximadamente 83 mil reais (MAPA, 2020).

Expansão da oferta de biodiesel nos próximos 10 anos

A Resolução CNPE nº 16/2018, institui um cronograma de evolução do percentual obrigatório de biodiesel ao óleo diesel do B11 ao B15. Recentemente, em março de 2020, o B12 entrou em vigor. Segundo a Resolução, haverá um incremento de um ponto percentual a cada 12 meses, até 2023, quando o teor obrigatório deverá atingir 15% (B15). Dessa forma, o cenário de oferta de biodiesel do PDE 2030 prevê uma expansão de aproximadamente 80% no horizonte decenal, passando de cerca de 6,4 bilhões de litros, em 2021, para **11,5 bilhões de litros em 2030**. Nesse decênio, estão previstas a instalação de **oito novas usinas** com capacidade de processamento de cerca de 1,9 bilhão de litros por ano e **ampliação de seis usinas que juntas vão adicionar 860 milhões de litros por ano, totalizando 2,8 bilhões de litros por ano** para atender a demanda de combustível do país. A Figura 20 apresenta a localização das usinas planejadas e em ampliação no decênio.

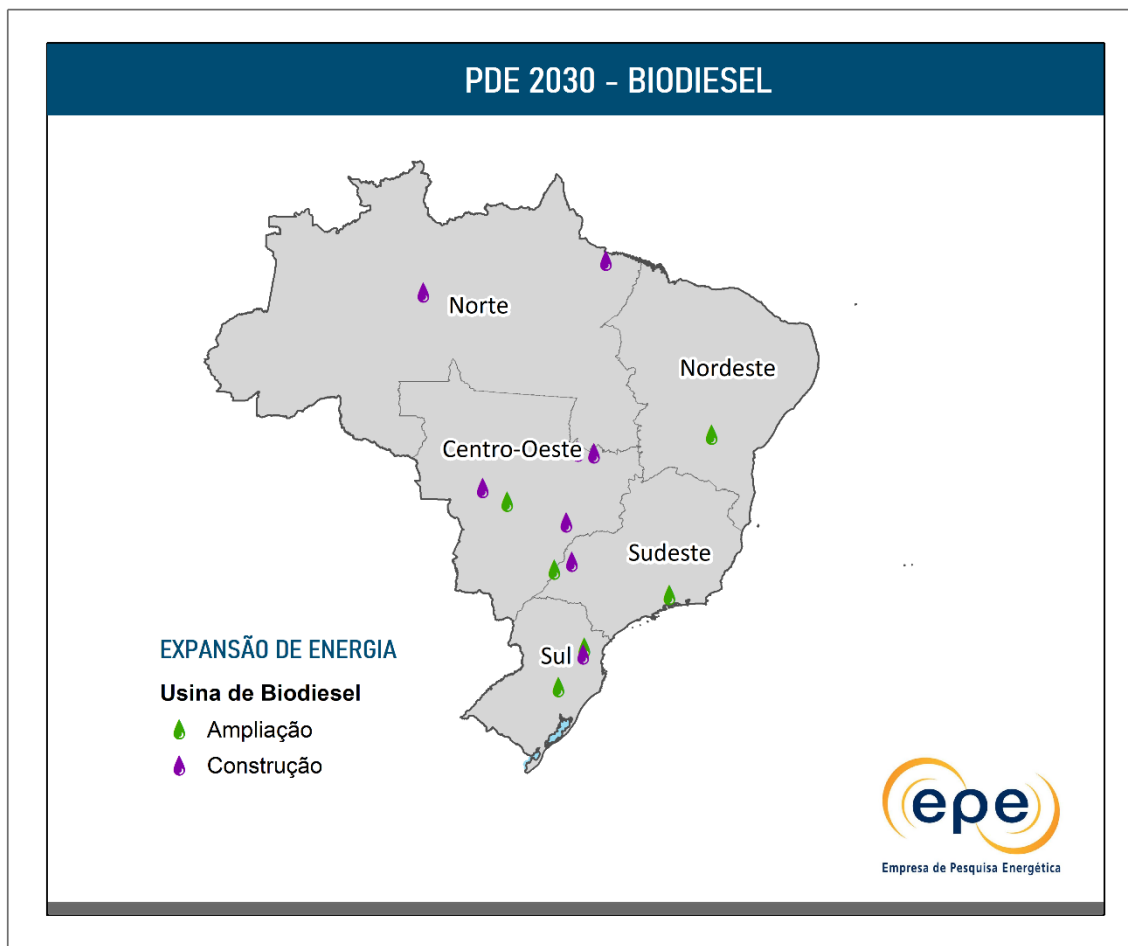


Figura 20 –Usinas de biodiesel planejadas e em ampliação no PDE 2030

Principais interferências, medidas mitigadoras e temas socioambientais da expansão do biodiesel

Os principais aspectos que permeiam a avaliação socioambiental da expansão da oferta de biodiesel estão na fase agrícola, especialmente quando se considera a **monocultura de soja** que é associada a fatores como desmatamento extensivo, contaminação de águas e de solos por defensivos agrícolas e herbicidas, erosão e compactação de solos. Entretanto não há evidências de que a produção de biodiesel tenha alterada a curva de oferta da soja ao longo dos anos, o que impossibilitaria fazer qualquer tipo de associação direta entre o biodiesel e os impactos derivados a expansão dessa cultura. Ao contrário, a produção da sojicultura tem crescido incentivada majoritariamente pela exportação da soja in natura e do farelo para China e outros países.







Segundo Abiove (2020), em 2019 foram produzidos 120,7 milhões de toneladas de soja. Mais da metade dessa produção foi exportada, e 43,4 milhões de toneladas foram processadas, o que equivale a cerca de 35% dos grãos produzidos no país. A produção de óleo de soja neste mesmo ano foi de 8,8 milhões de toneladas e de acordo com ANP (2020), cerca de 4 milhões de toneladas de óleo de soja foram utilizados para produzir biodiesel em 2019, menos da metade da produção indicada pela Abiove.

Dessa forma, entende-se que **óleo de soja utilizado para produção de biodiesel é um subproduto do setor da sojicultura**. Portanto, não se pode atribuir os impactos da agricultura da soja à produção de biodiesel. Assim, como mencionado acima, o histórico do setor sugere que a área destinada à produção do biodiesel, seria inevitavelmente destinada para produção de óleo de soja ou soja in natura para exportação, sobretudo com a tendência de desvalorização do Real frente ao Dólar observado desde 2011.

Outra interferência relacionada a produção de biodiesel é a **geração de resíduos e efluentes**. Dentre eles, destaca-se na etapa industrial, o manuseio de compostos perigosos, especialmente o metanol que é altamente tóxico, e a glicerina, obtida como principal co-produto. De modo geral, os processos de gerenciamento, tratamento e destinação adequada dos resíduos e efluentes gerados na cadeia são conhecidos e estabelecidos no âmbito do licenciamento ambiental do empreendimento.

Entretanto, considerando o horizonte do PDE 2030, estima-se a geração de volumes expressivos de glicerina, aproximadamente 10,3 milhões de toneladas de volume acumulado (100 g/ℓ de biodiesel). Usualmente, a glicerina pode ser encaminhada para refino e aplicada nas indústrias farmacêutica, química e de alimentos e bebidas ou então utilizada em mistura para ração animal ou queima para geração de energia (Uchoa, 2015 e Embrapa, 2019). Apesar das diversas opções existentes, a quantidade elevada de glicerina estimada pode ocasionar dificuldades para sua destinação adequada, sendo assim esse co-produto foi considerado relevante do ponto de vista quantitativo, porém inexpressivo para o período decenal, segundo metodologia da análise ambiental integrada.

Tabela 24 - Síntese da análise socioambiental do biodiesel do PDE 2030

| | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro-Oeste |
|---|--|--|--|--|--|
| Biodiesel  |  interferências inexpressivas |  interferências inexpressivas |  interferências inexpressivas |  interferências inexpressivas |  interferências inexpressivas |

Conforme metodologia da análise socioambiental integrada de acordo com as interferências e justificativas citadas acima não foram identificados temas relevantes para a expansão de biodiesel no decênio.

Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão do biodiesel

Na política de promoção do biodiesel ainda permanecem alguns desafios a serem superados, especialmente a diversificação da matriz de matérias-primas graxas e aumento da participação da agricultura familiar na cadeia produtiva, sobretudo nas áreas mais carentes do país. Além disso, há o desafio do aumento da participação de combustíveis renováveis na matriz energética para a reduzir as emissões de GEE, principalmente do setor de transportes.

A diversificação da cesta de matérias-primas graxas tem fundamento nas diretrizes de criação do PNPB, de inclusão social, no desenvolvimento regional por meio da promoção da agricultura familiar. Se fundamenta também na redução da vulnerabilidade de um combustível, cuja matriz de insumos se concentra historicamente em uma única matéria prima. Desde o início do Programa, a participação da soja tem variado de 70 a 80% dos insumos que abastecem a produção do biodiesel, sinalizando uma defasagem entre os objetivos iniciais e os resultados obtidos.

No curto prazo, a soja é a única matéria-prima capaz de atender ao aumento do mandato estipulado por lei. Dada esta restrição, existem duas possibilidades no complexo da soja para atender a nova demanda sem comprometer o consumo alimentício doméstico. A primeira seria reduzir a exportação de óleo de soja em detrimento da produção de biodiesel, movimento já observado desde 2010. A segunda seria aumentar a quantidade de soja processada, o que implica em menor exportação da soja em grão, destinando mais óleo para produção de biodiesel.

É importante ressaltar que ainda há barreiras, principalmente econômicas e de logística, que dificultam o aumento da participação de outras matérias-primas, como o sebo bovino e o óleo de cozinha. Citam-se: 1) a necessidade de maior geração e difusão de tecnologias para a produção de oleaginosas, exceto a soja, estruturando uma rede de pesquisas e propiciando um cenário favorável para o aumento da produtividade da agricultura familiar no setor; 2) as políticas públicas para aumentar a competitividade e possibilitar ganhos de escala de outras matérias primas ; e 3) o estabelecimento de iniciativas de organização econômica da agricultura familiar em regiões mais fragilizadas.

Um ponto importante relativo ao aumento da oferta de biodiesel e da diversificação da cesta de insumos se refere ao melhoramento das condições de logística de coleta de matérias primas e de distribuição do biodiesel. A melhoria das condições logísticas de coleta permitiria a redução de custos de determinados insumos, tornando-os mais rentáveis e aumentando sua competitividade frente aos principais concorrentes, o óleo de soja e o sebo bovino, que são coprodutos e contam com um sistema verticalizado e integrado, que lhes confere maior eficiência, menor custo e ganhos de escala.

Nesse aspecto, entre as diversas iniciativas para diversificar a oferta da cesta de matérias primas, merecem destaque as ações de coleta de óleo de cozinha usado. A transformação desse resíduo em biodiesel é apontada como uma destinação nobre e ecologicamente correta, pois evita o impacto ambiental do descarte inadequado do óleo e o transforma em um combustível renovável com valor agregado. Entretanto, trata-se de uma operação complexa do ponto de vista logístico, com vários desafios, como por exemplo a coleta pulverizada do óleo. Conscientizar, criar infraestrutura e oferecer incentivos, inclusive fiscais, são algumas das medidas essenciais para viabilizar o aumento da participação do óleo reciclado como matéria prima do biodiesel.

Do ponto de vista da distribuição do biodiesel, o grande desafio seria a realização de investimentos em infraestrutura ferroviária e hidroviária para que a soja e seus derivados chegassem aos principais centros consumidores com preços mais competitivos, menor gasto de energia e menor custo ambiental.

Em relação à destinação dos volumes expressivos de co-produto obtidos, a glicerina, a **redução dos custos do refino e ampliação das oportunidades de aproveitamento** são os desafios principais. O refino permite o aumento do seu grau de pureza, o que agrega valor comercial e amplia as opções de absorção pelo mercado. Entretanto o processo de tratamento é custoso, sendo um investimento difícil, principalmente para os pequenos produtores. Sendo assim, é importante incentivar estudos e parcerias que busquem soluções que tragam maior economicidade.

Paralelamente, existem pesquisas propondo novas alternativas de aplicação da glicerina. Dentre elas, destacam-se o Projeto Bioglic desenvolvido por pesquisadores da Embrapa e outros parceiros que visa a conversão da glicerina com auxílio de microorganismos em ácidos orgânicos e outros compostos de interesse comercial (Embrapa, 2019), e também o estudo “Formulação de Combustíveis Microemulsionados à Base de Diesel Glicerina” que resultou na obtenção de carta-patente para pesquisadores da UFRN, no qual inclui a glicerina na formulação do diesel (UFRN, 2020). Novas oportunidades de aproveitamento da glicerina podem ser descobertas por meio do fomento à pesquisas e desenvolvimento tecnológico.

Sobre o **aumento da participação da agricultura familiar** para a redução das desigualdades regionais, existe a Câmara Técnica de Avaliação e Acompanhamento do Selo Combustível Social, criada pela Portaria MDA nº 80/2014, com o objetivo de monitorar a participação da agricultura familiar no PNPB e auxiliar no aperfeiçoamento do Selo e nas avaliações de demandas e propostas. Mais recentemente, na metade de 2019, o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento instituiu duas portarias

relacionadas ao programa de biodiesel. A Portaria MAPA nº 144/2019 que dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão, manutenção e uso do Selo Combustível Social e a Portaria MAPA nº 174/2019 que dispõe sobre a participação e a habilitação de cooperativas como fornecedoras de matéria-prima e prestadoras de serviço de assistência técnica e extensão rural no âmbito do programa Selo Combustível Social.

Na Portaria nº 144 foram indicados os percentuais mínimos de aquisição de matéria-prima proveniente da agricultura familiar em cada região do país (15% Centro-Oeste e Norte, 30% Nordeste e Semiárido e 40% no Sul) para a obtenção do SCS. Ela determina também que as empresas devem celebrar contratos prévios e prestar serviços de assistência técnica a todos os agricultores familiares com os quais firmar contrato. Para o cálculo do percentual mínimo de cada região, foram determinados alguns fatores multiplicadores que podem incentivar a adesão de mais agricultores no programa e a compra de matéria-prima em regiões mais fragilizadas²⁵.

Conforme mencionado anteriormente, a Portaria nº 174/2019 permitiu a habilitação de cerca de 35 mil novas famílias de agricultores no PNPB desde sua publicação em agosto de 2019. Isso se deve à flexibilização dos critérios para obtenção do SCS. A partir desta portaria, cooperativas sem Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) Jurídica, mas com agricultores familiares que disponham de DAP Física em seus quadros de cooperados, podem fornecer matéria-prima para produtores de biodiesel. Como as portarias mencionadas são recentes, cabe acompanhar seus efeitos para a agricultura familiar fornecedora de matéria-prima para produção de biodiesel para confirmar a expectativa de maior inclusão social e produtiva da agricultura familiar no programa.

Sobre a redução das emissões de GEE pelo aumento da participação de biocombustíveis, foi aprovado pela lei 13.576/2017 a nova Política Nacional de Biocombustíveis, conhecida como RenovaBio. 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.

O RenovaBio deve incentivar a expansão da produção de biocombustíveis no Brasil e se configura numa política capaz de apoiar o país no cumprimento dos compromissos assumidos na COP21. No caso do biodiesel, o crescimento do consumo e, conseqüentemente, da oferta depende da mudança do mandatário. Entretanto, espera-se que a Política Nacional de Biocombustíveis aumente ainda mais a competitividade do biodiesel derivado da soja e dificulte uma maior diversificação da matriz de insumos. Como é uma política recente, cabe acompanhar seus desdobramentos e o alcance ou não das metas estabelecidas na lei. É importante mencionar o projeto de lei de junho de 2020 (PL 3149/2020) que tem como objetivo garantir que parte dos ganhos dos fabricantes de biocombustíveis no mercado de carbono no âmbito do RenovaBio chegue até os agricultores responsáveis pela produção da biomassa utilizada. O Quadro 18 resume os principais desafios relacionados a expansão do biodiesel no PDE 2030 e as iniciativas e recomendações associadas.

²⁵ O valor de aquisição de matéria-prima será multiplicado por 3 caso seja adquirida no Nordeste e no Semiárido e por 1,7 caso seja comprada de uma cooperativa com mais de 80% de seus cooperados composto por agricultores familiares.

Quadro 18 – Principais desafios, iniciativas e recomendações socioambientais relacionados à expansão do biodiesel

| Desafio | Iniciativas | Recomendações |
|--|--|--|
| Diversificação da matriz de matérias-primas (resíduos como matéria-prima / outras culturas) | - Iniciativas isoladas de coleta de óleo de cozinha residual. | - Incentivos na cadeia de suprimentos de outros insumos para aumentar sua competitividade em relação à soja. - Melhoria das condições de logística de coleta de outros insumos, com incentivos fiscais. - Investimentos em infraestrutura ferroviária e hidroviária - Geração e difusão de tecnologias para a produção de outras oleaginosas. |
| Redução dos custos do refino e ampliação das oportunidades de aproveitamento da glicerina | - Projeto Bioglic: Desenvolvido por pesquisadores da Embrapa e outros parceiros que visa a conversão da glicerina com auxílio de microorganismos em ácidos orgânicos e outros compostos. - Estudo “Formulação de Combustíveis Microemulsionados à Base de Diesel Glicerina” que inclui a glicerina na formulação do diesel. | - Incentivar estudos e parcerias que busquem soluções que tragam maior economicidade para o refino da glicerina. - Fomentar pesquisas e desenvolvimento tecnológico de alternativas de aproveitamento da glicerina. |
| Aumentar participação/ renda da agricultura familiar na cadeia produtiva | - Câmara Técnica de Avaliação e Acompanhamento do Selo Combustível Social (Portaria MDA nº 80/2014). - Percentuais mínimos de aquisição de matéria-prima proveniente da agricultura familiar em cada região do país para a obtenção do SCS, contratos prévios com os agricultores familiares e serviços de assistência técnica a todos os agricultores familiares com os quais firmar contrato. (Portaria MAPA nº 144/2019) - Flexibilização dos critérios para a habilitação de cooperativas no âmbito do Selo Combustível Social (Portaria MAPA nº 174/2019) | - Acompanhar os desdobramentos das Portarias MAPA 144 e 174/2019 para a agricultura familiar fornecedora de matéria-prima para a produção de biodiesel. - Promover iniciativas de organização econômica da agricultura familiar em regiões mais fragilizadas |
| Expansão dos biocombustíveis em padrões mais sustentáveis | - RenovaBio e os respectivos requisitos ambientais. | - Avaliar a inclusão do produtor rural fornecedor de matéria-prima dentro da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), permitindo a sua participação nas receitas decorrentes das negociações dos Créditos de Descarbonização (PL 3941/2020). |



Indicadores socioambientais da expansão do biodiesel

No presente Plano são propostos dois indicadores socioambientais, a produção de glicerina, descrita na secção de interferências e a geração de empregos, detalhada a seguir. Esses indicadores são apresentados na Tabela 25.

A produção do biodiesel compreende, dentre outros fatores, o potencial de postos de trabalho gerados em decorrência da atividade e a possibilidade de maior participação de cooperativas e a inclusão de agricultores familiares em sua cadeia produtiva. Conforme mencionado anteriormente, desde 2012 a participação da agricultura familiar na cadeia do biodiesel tem se reduzido. Segundo MAPA (2020), o número de famílias fornecedoras de matéria prima nos arranjos do Selo Combustível Social caiu de aproximadamente 104 mil em 2011 para 55 mil em 2019. Entretanto, há expectativa que Portaria MAPA nº 174 /2019, tenha impacto positivo no aumento da participação da agricultura familiar, pois possibilita que cooperativas sem Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) Jurídica, mas com agricultores familiares que disponham de DAP Física em seus quadros de cooperados, sejam habilitadas como fornecedoras de matéria-prima para produtores de biodiesel com Selo Combustível Social. Após a publicação desta Portaria, novas 15 cooperativas com 36 mil agricultores familiares foram habilitados ao PNPB (MAPA, 2019).

Considerando a evolução da oferta de biodiesel, assim como a evolução da oferta de trabalho, estima-se que o número de empregos do setor cresça lentamente, atingindo cerca de seis mil empregos em 2030, com média anual de aproximadamente 5 mil empregos no decênio. Observa-se que a projeção de empregos evolui de forma mais intensa como reflexo do aumento do percentual obrigatório da mistura de biodiesel ao longo dos anos, atingindo 15% em 2023. A partir daí o mandatório é fixo em 15% e o crescimento se torna inercial e paralelo ao aumento do consumo do diesel fóssil. É importante ressaltar que os empregos gerados são diretos e foram estimados a partir da relação com a produção de biodiesel, conforme dados da Relação Anual de Informações Sociais (Ministério da Economia, 2020).

Tabela 25 – Indicadores socioambientais da expansão do biodiesel

| | | |
|--|--|-------|
|  | Indicadores Ambientais | |
| | Produção de glicerina como subproduto da produção de biodiesel (média anual, milhão de toneladas) | 1 |
|  | Indicadores Socioeconômicos | |
| | Empregos diretos na produção de biodiesel (média anual) | 5 mil |

Fonte: EPE com base em ANP (2020) e Ministério da Economia (2020)

BOX 3 – COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

No horizonte do PDE 2030 é esperada ainda a inserção de combustíveis alternativos, a saber: o biometano, o diesel verde e o querosene de aviação alternativo. Estes podem substituir parcial ou integralmente combustíveis fósseis e trazem benefícios socioambientais, tais como contribuir com a redução de emissões de GEEs e de poluentes atmosféricos. Além disso, a possibilidade de obtê-los a partir de diferentes matérias primas e rotas ainda permite vantagens adicionais. Destaca-se a opção de utilização de recursos disponíveis localmente, minimizando necessidade logística, e ainda o reaproveitamento de resíduos que permite uma destinação mais nobre e que agrega valor. Um dos grandes desafios para melhorar a atratividade desses combustíveis é incorporar suas externalidades positivas.

O biometano é uma solução eficiente para o reaproveitamento de resíduos e promove a redução de emissões quando é captado do gás metano nos aterros sanitários ou quando é realizada a biodigestão anaeróbica de dejetos animais e humanos. Outro ponto importante é que, além de diminuir o envio de componentes orgânicos para aterros ou lixões, os biodigestores geram o digestato, que é um rico biofertilizante o que reduz ainda as emissões associadas à produção de fertilizantes fósseis. Cabe destacar também sua potencialidade para ajudar na promoção do saneamento básico, questão socioambiental crítica no País. A expansão do biometano é fortemente condicionada pela eficiência de políticas públicas e no controle da gestão adequada de resíduos urbanos e rurais.

Já o diesel verde, óleo vegetal hidratado conhecido também como diesel renovável e hidrobiodiesel, apresenta qualidade superior ao diesel fóssil e pode substituí-lo contribuindo na redução das emissões de GEE e de poluentes atmosféricos. Atualmente a principal rota utilizada é o hidroprocessamento de óleo vegetal, no caso brasileiro, óleo de soja, mas também é possível utilizar gordura animal. A utilização de resíduos pode ampliar os benefícios ambientais, permitindo uma destinação mais nobre e de maior valor. Entretanto, a sua inserção na matriz energética ainda depende de avanços na regulação e redução de custos de produção.

Por fim, cabe mencionar o querosene de aviação alternativo, produzido a partir de fontes alternativas, como biomassa, gases residuais, resíduos sólidos, carvão e gás natural. No país, a ANP regulamenta o seu uso conforme parâmetros e rotas de síntese estabelecidas na Resolução nº 778/2019. Ressalta-se que a sua utilização tem sido promovida dentre as medidas do programa CORSIA (do inglês Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) que busca a mitigação das emissões de GEE de voos internacionais.

6 Conclusão

A presente nota técnica traz a primeira parte da análise socioambiental do PDE 2030, apresentando os subsídios para a expansão decenal e a análise socioambiental da oferta de energia elétrica e da oferta de petróleo, gás natural e biocombustíveis.

Os subsídios para a definição da expansão decenal compreenderam a avaliação processual de usinas hidrelétricas e a análise da complexidade socioambiental das unidades produtivas de petróleo e gás natural. O resultado da avaliação processual indicou sete UHEs com possibilidade de entrada de operação no horizonte decenal e que foram disponibilizadas para o modelo de expansão. Entretanto, com a redução da demanda de energia e a indicação da ampliação de usinas hidrelétricas existentes, o modelo de expansão não apontou a necessidade de UHEs indicativas. Já a análise de complexidade indicou uma redução de 11% e 9% do volume previsto para gás natural e petróleo, respectivamente, nas áreas da União ao longo do decênio. Para as unidades produtivas, o resultado indicou um prazo adicional para o licenciamento ambiental para seis UPs. Todavia, não foi necessário atribuir esse tempo adicional, uma vez que os prazos demandados pela logística e infraestrutura para essas UPs já superavam os tempos esperados para o licenciamento ambiental.

Para cada fonte energética, foram analisados: seus benefícios; o parque instalado atual; a expansão planejada; as principais interferências socioambientais da expansão e medidas mitigadoras associadas; os desafios, as iniciativas e as recomendações; e ainda os indicadores socioambientais. A partir das interferências identificadas, foram elencados os temas socioambientais relevantes da expansão planejada para cada fonte, por região do Brasil. Observando os temas socioambientais para as fontes de energia da expansão planejada chegou-se a oito temas que buscam sintetizar as interferências mais significativas do conjunto planejado: comunidades quilombolas, fauna, organização territorial, paisagem, povos e terras indígenas, qualidade do ar, resíduos e vegetação nativa. Dentre os desafios listados observou-se dois conjuntos: desafios relacionados às interferências socioambientais; e desafios de outra natureza. Para o primeiro conjunto, destacou-se o desafio de compatibilizar a geração e a transmissão de energia com a conservação da biodiversidade. Já para aqueles de outra natureza, sobressaíram a compatibilização da geração de energia com o uso da água e a gestão das emissões de GEE associadas à produção e ao uso de energia.

As análises realizadas para cada fonte energética formam a base para a análise socioambiental integrada apresentada no corpo do PDE 2030. O Plano também apresenta a análise das emissões de gases de efeito estufa da oferta de energia prevista.

7 Referências bibliográficas

UHE

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL – SIGA**. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. Acesso em: 30 set. 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 5 de outubro de 1988.

_____. **Decreto nº 5.051, de 19 de abril de 2004**. Promulga a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho - OIT sobre Povos Indígenas e Tribais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5051.htm. Acesso em: 12 abr. 2016.

_____. **Lei nº 12.678, de 25 de junho de 2012**. Dispõe sobre alterações nos limites dos Parques Nacionais da Amazônia, dos Campos Amazônicos e Mapinguari, das Florestas Nacionais de Itaituba I, Itaituba II e do Crepori e da Área de Proteção Ambiental do Tapajós; altera a Lei no 12.249, de 11 de junho de 2010; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12678.htm. Acesso em: 12 abr. 2016.

_____. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm Acesso em: 05 out. 2020.

_____. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm Acesso em: 05 out. 2020.

_____. **Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015**. Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/arquivos/conteudo/cglic/pdf/PORTARIA%20INTERMINISTERIAL%20No%2060.pdf> Acesso em: 12 abr. 2016.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Emissões de Gases de Efeito Estufa em Reservatórios de Centrais Hidrelétricas - Projeto Balcar**. Rio de Janeiro, 2014.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Metodologia para avaliação socioambiental de usinas hidrelétricas**. Nota Técnica. Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>.

_____. **Repotenciação e Modernização de Usinas Hidrelétricas - Ganhos de eficiência, energia e capacidade instalada**. Nota Técnica. Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>.

IHA - International Hydropower Association. **Hydropower Sustainability Guidelines**. Londres. 2020. Disponível em: https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/hydropower_sustainability_guidelines_may_2020.pdf. Acesso em: 05 out. 2020.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Análise dos reflexos das mudanças climáticas nas metodologias de planejamento de sistemas elétricos**. Projeto de Assistência técnica dos setores de energia e mineral - META nº 12/2018. 2018.

Vitorino, R.N. et al. **O trade off entre o custo da operação hidrotérmica garantindo níveis elevados de armazenamento e a expansão de capacidade para o atendimento dos requisitos de potência no horizonte de Planejamento**. XXV SNPTEE. Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Belo Horizonte, 2019.

Crédito dos ícones:

Ícone de folha criado por Diane e ícone de pessoas criado por asianson.design. Disponível em: <https://thenounproject.com/> Acesso em: ago. 2019.

PCHs

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico (SIGEL)**. Disponível em: <<https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/>>. Acesso em: 25 set. 2020.

_____. **Sistema de Informações de Geração (SIGA)**. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/siga/>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm Acesso em: 05 out. 2020.

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Programa Produtor de Águas**. Disponível em: <<https://cebds.org/aquasfera/projeto/programa-produtor-de-aguas/>>. Acesso em: 19 ago. 2020.

CONSEMA/RS - Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. **Resolução CONSEMA nº 388, de 08 de novembro de 2018**. Dispõe sobre os critérios e diretrizes gerais, bem como define os estudos ambientais e os procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs, e Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGHs. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=370212>>. Acesso em: 10 set. 2020.

SANTA CATARINA. **Lei Estadual nº 14.652, de 13 de janeiro de 2009**. Institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências. Disponível em: <http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14652_2009_Lei_promulgada.html>. Acesso em: 10 set. 2020.

SEMAD/GO - Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás. **Instrução Normativa SEMARH/GAB nº 3, de 10 de julho de 2015**. Dispõe sobre os critérios e procedimentos específicos para o licenciamento de empreendimentos hidrelétricos situados em sub-bacias ou em porção da bacia, não contemplados em Estado Integrado de Bacia Hidrográfica - EIBH já realizado. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=287073>>. Acesso em: 10 set. 2020.

SEMAD/MG - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais. **Resolução SEMAD nº 2.777, de 20 de fevereiro de 2019**. Define procedimentos para elaboração de estudos de Avaliação Ambiental Integrada – AAI –, conforme a Deliberação Normativa Copam nº 229, de 10 de dezembro de 2018, e determina a classificação das bacias hidrográficas quanto à prioridade para elaboração de AAI. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=48019>>. Acesso em: 10 set. 2020.

Termelétricas

ANA – Agência Nacional de Águas. **Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília – DF, 2019.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações da Geração – SIGA**. 2020. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em set 2020.

BRASIL. (2019) **Decreto nº 9.934, de 24 de julho de 2019**. Institui o Comitê de Monitoramento da Abertura do Mercado de Gás Natural.

_____. (2018a) **Decreto nº 9.470, de 14 de agosto de 2018**. Promulga a Convenção de Minamata sobre Mercúrio, firmada pela República Federativa do Brasil, em Kumamoto, em 10 de outubro de 2013.

_____. (2018b) **Decreto nº 9.616, de 17 de dezembro de 2018**. Altera o Decreto nº 7.382, de 2 de dezembro de 2010 que regulamenta os Capítulos I a VI e VIII da Lei nº 11.909, de 4 de março de 2009, que dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição, e sobre as atividades de tratamento, processamento, estocagem, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Brasil pretende construir um depósito definitivo de rejeitos? Por quê?** Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/perguntas-frequentes#33> Acesso em: jul. 2019.

ELETROBRAS ELETRONUCLEAR. **Relatório Ambiental Simplificado: Unidade de Armazenamento Complementar de Combustível Irrradiado (Unidade UFC) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA)**. Angra dos Reis, 2014.

_____. **Estudo de Impacto Ambiental de Angra 3**. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br>>. Acesso em: jan. 2015.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Convenção Minamata**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/conven%C3%A7%C3%A3o-minamata> Acesso em jul 2019.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Novo Mercado de Gás**. Disponível em: www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cmgn/novo-mercado-de-gas Acesso em: ago. 2020.

UTE OESTE DE CANOAS I – **Projeto de instalação de usina termelétrica – Relatório Ambiental Simplificado**. CONSTATA Consultoria e Obras Ltda. Sergipe, 2015.

UTE NOVO TEMPO – GÁS E GERAÇÃO DE ENERGIA S.A. **Usina Termelétrica Novo-Tempo - Relatório Ambiental Simplificado**. Recife, 2014.

Crédito dos ícones:

Ícone de termoeletrica criado por Iconathon, ícone de ar criado por Krishna, ícone de folha criado por Diane e ícone de pessoas criado por asianson.design. Disponível em: <https://thenounproject.com/> Acesso em: ago. 2019.

Termelétricas a biomassa

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA**. 2020. Capacidade de Geração do Brasil. Disponível em: <https://bit.ly/2IGf4Q0>. Acesso em: set. 2020.

BNDES. **Fertilizantes Organominerais de Resíduos do Agronegócio: Avaliação do Potencial Econômico Brasileiro**. Indústria química. BNDES Setorial 45. 2017.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010.

_____. Portaria Interministerial nº 274, de 30 de abril de 2019. **Disciplina a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos referida no § 1º do art. 9º da Lei nº 12.305, de 2010 e no art. 37 do Decreto nº 7.404, de 2010**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n%C2%BA-274-de-30-de-abril-de-2019-86235505> Acesso em: nov. 2020.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202029.pdf>. Acesso em ago. 2020.

_____. Modelos de negócios para a geração de eletricidade a partir de resíduos sólidos urbanos. Informe Técnico. Série SI Energia. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-372/topico-492/Informe%20sobre%20Modelos%20de%20Neg%C3%B3cios%20para%20Eletricidade%20de%20Res%C3%ADduos%20EPE-DEA-003-2020.pdfh> Acesso em: nov. 2020.

YKS SERVIÇOS. **Estudo de impacto ambiental - EIA: UTE TERMOIRAPÉ I E II**. Volume I. Agosto de 2015.

Crédito dos ícones:

Ícone de planta energética criado por Andi Nur Abdillah, ícone de biogás criado por ProSymbols, ícone de árvores criado por Vectors Market, ícone de folha criado por Diane e ícone de pessoas criado por asianson.design. Disponível em: <https://thenounproject.com/> Acesso em: ago. 2019.

Eólica

ANEEL, 2020. **Sistema de Informações de Geração - SIGA**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/siga>. Acesso em: 14 set 2020.

ARAÚJO, M.A.A. **O uso do território do Rio Grande do Norte pelo setor eólico-elétrico e suas implicações nos municípios de Galinhos, Guamaré e Macau**. In: XI Encontro Nacional da ANPEGE, Presidente Prudente, 2015. 12p.

BAHIA. **Instrução Normativa Conjunta SDE/SDR/CDA/PGE 01/2020**. Dispõe sobre os procedimentos de regularização fundiária em terras devolutas estaduais com potencial de geração de energia eólica.

BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento. **Relatório de efetividade do BNDES**. Rio de Janeiro, 2018a. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Hotsites/Efetividade/. Acesso em: 17 jul 2019.

_____. **BNDES Finem – Investimentos sociais de empresas (linha ISE)**. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Hotsites/Efetividade/. Acesso em: 17 ago 2020.

BASTOS, F.A.P. **Refletindo sobre a soberania alimentar das comunidades tradicionais de Fundo de Pasto**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2017. 171p.

BERNARD, E.; PAESE, A.; MACHADO, R.B.; AGUIAR, L.M.S. Blown in the wind: bats and wind farms in Brazil. **Brazilian Journal of Nature Conservation**, 12, p. 106-111, 2014.

BERTHINUSSEN, A.; RICHARDSON, O.C.; ALTRINGHAM, J.D. Bat Conservation. In: W.J. Sutherland, L.V. Dicks, N. Ockendon, S.O. Petrovan & R.K. Smith (eds) *What Works in Conservation 2019*. Open Book Publishers, Cambridge, UK. p. 67-140. Disponível em: <<https://www.conservationevidence.com/actions/968> e [971](https://www.conservationevidence.com/actions/971)>. Acesso em 29 jun. 2020.

BRANNSTROM, C.; GORAYEB, A.; MENDES, J.S.; LOUREIRO, C.; MEIRELES, A.J.A.; SILVA, E.; FREITAS, A.L.R.; OLIVEIRA, R.F. Is Brazilian windpower development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 67, p. 62-71, 2017.

BRASIL. **Resolução CONAMA 462/2014**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre e dá outras providências.

CASA DOS VENTOS. **Política socioambiental da Casa dos Ventos**, 2016

CONDE, M.R. **Incorporação da dimensão ambiental no planejamento de longo prazo da expansão da geração de energia elétrica por meio de técnicas multicritério de apoio a tomada de decisão**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. 126p.

CONFESSOR, S. L. de M.; MACHADO, J. W. F.; SOUZA, E. C. de B.; COSTA, P. H. P.; DOCA, T. S. F. **Avaliação dos impactos ambientais gerados em empreendimento eólicos**. Brasil Wind Power. São Paulo, 2019.

CUBEK, L. P. D.; KOGA, B. K. **Saneamento rural associado a quintais produtivos em comunidades rurais do Rio Grande do Norte**. Brasil WindPower. São Paulo, 2019.

CULHARI, T.; SEREJO, F. **Metodologia de avaliação dos aspectos socioambientais em projetos: Social Return on Investment (SROI)**. Workshop CEPEL Sustentabilidade de Empreendimentos Eólicos: Experiências e Perspectivas (Apresentação). Rio de Janeiro, 2018.

EDP RENOVÁVEIS. **Projetos de Responsabilidade Social**, 2019.

ENGIE. **Relatório de sustentabilidade 2018**.

ESPÉCIE, M.A.; SALIBA, A.S.; MATTOS, A.D.M.; COELHO, C.M.; ALMEIDA, E.M.; SODRÉ, F.N.G.A.S.; MORAES, J.B.; DURÃO, J.V.; PINHEIRO, M.R.C.; MATOS, R.O.; GUIMARÃES, R.V.; GOMES, V.S.M. **Avaliação de impacto ambiental em projetos eólicos no Brasil: uma análise a partir de estudos ambientais de empreendimentos vencedores nos leilões de energia**. In: 4º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto, Fortaleza, 2018. 7p.

FALAVIGNA, T. J.; BARBOZA, L. C. A.; PETRY, M. V. **É Possível Prever o Risco de Colisão das Aves com as Turbinas Eólicas?** Brasil Windpower. Rio de Janeiro, 2017.

FEPAM/RS. **Portaria FEPAM 118/2014**. Dispõe acerca da regulamentação do art. 3º da resolução CONAMA 462/2014 e estabelece os critérios, exigências e estudos prévios para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia a partir da fonte eólica, no Estado do Rio Grande do Sul.

GÊ, D.R.F.; CARVALHO, R.G.; SILVA, M.R.F. **Unidades de conservação e energia eólica No Rio Grande do Norte: o caso da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão**. In: GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C.; MEIRELES, A.J.A. (orgs.) **Impactos socioambientais da implantação dos parques de energia eólica no Brasil**, p. 251-263, 2019.

GO ASSOCIADOS. **Impactos socioeconômicos e ambientais da geração de energia eólica no Brasil**. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/?S=GO+ASSOCIADOS>. Acesso em outubro 2020.

GORAYEB, A.; MENDES, J.S.; MEIRELES, A.J.A.; BRANNSTROM, C.; SILVA, E.S.; FREITAS, A.L.R. **Wind-energy development causes social impacts in coastal Ceará State, Brazil: the case of the Xavier Community**. **Journal of Coastal Research**, 75, p. 383-387, 2016.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade / Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias**

no Brasil. Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade - Coordenação Geral de Manejo para Conservação. Cabedelo, PB. Disponível em: www.icmbio.gov.br. 2016.

LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA): Complexo Eólico-elétrico (CEE) Campos Gerais**. Curitiba. 2014.

LARISSA, K. 2014. Lei da eólica de gostoso é pioneira. **Prefeituradogostoso.blogspot, 2014**. Disponível em: <http://prefeituradogostoso.blogspot.com/2014/05/lei-da-eolica-de-gostoso-e-pioneira.html> Acesso em: 20 ago. de 2020.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Caatinga. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas/caatinga> Acesso em 14 ago 2020.

MAZZOLA, V.C.; MARQUES, T. **Viabilização socioambiental de projetos eólicos**. Brasil WindPower, Rio de Janeiro, 2017.

MEIRELES, A.J.A.; GORAYEB, A.; SILVA, D.R.F.; LIMA, G.S. Socio-environmental impacts of wind farms on the traditional communities of the western coast of Ceará, in the Brazilian Northeast. **Journal of Coastal Research**, 65, p. 81-86, 2013.

NEOENERGIA. **Relatório de sustentabilidade 2019**.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO MIGUEL DO GOSTOSO/RN. **Lei Municipal 255/2014**. Dispõe sobre as limitações ao uso do solo para fins de implantação de estruturas de altura própria maior que 50m e dá outras providências.

RENOVA ENERGIA. **Relatório anual de sustentabilidade 2013**

RODRIGUES, R. E. de A.; COSTA, E. M.; IRFFI, G.; PIRES, J. N. R. **Efeitos da construção de parques eólicos sobre indicadores econômicos e fiscais municipais**. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2019.

RODRIGUEZ, S. **Considerations and concerns about wind turbine noise**. Brazil WindPower (Apresentação), São Paulo, 2019.

SACRAMENTO, A A.O.; ZUKOWSK-JUNIOR, J.C.; VALDÉS, J.C. Meio ambiente e a utilização de turbinas eólicas. **Revista Brasileira de Energia**, 19, p. 61-75, 2013.

SANTOS, W.A.A.; MILLER, F.S. Impactos ambientais cumulativos associados as atividades eólico-elétricas no semiárido potiguar: um case prático. In: I Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido, Natal, 2018, 13p.

SIEFERT, C.A.C.; SANTOS, I. Avaliação do impacto visual de parques eólicos na qualidade e estética da paisagem no entorno de áreas protegidas: estudo de caso do Parque Estadual do Guartelá, PR. **Revista Ra'e Ga**, 38, p. 221-244, 2016.

SILVA, N.S. **Novos olhares para o litoral cearense: a produção de energia eólica e os impactos socioambientais decorrentes dos parques eólicos Volta do Rio (Acaraú) e Cajucoco (Itarema) - CE, Brasil**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, 2014. 144p.

SIMAS, M.; PACCA, S. Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 31, p. 83-90, 2014. STRIX.pt. Barao São Joao bird mortality mitigation. Disponível em: <<https://www.strix.pt/index.php/en/projects/projects-birdtrack/barao-sao-joao-bird-mortality-mitigation>> Acesso em: 29 jun. 2020

TOLMASQUIM, M. (coord.) **Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica**. EPE: Rio de Janeiro, 2016. 452p.

VIANA, L.; COSTA, C. **Licença social para operar: aplicação de metodologia de gestão social para empreendimentos de geração de energia por fontes renováveis**. Brasil WindPower, São Paulo, 2019.

VOTORANTIM ENERGIA. **Relatório anual 2018**.

Usinas solares fotovoltaicas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações de Geração da Aneel – SIGA**. 2020. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/siga>. Acesso em 23/09/2020.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em julho de 2020.

CHITEKA, K.; ARORA, R.; SRIDHARA, S. N.; ENWEREMADU, C. C. **A novel approach to Solar PV cleaning frequency optimization for soiling mitigation**. *Scientific African*, n. 8, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227620301976?via%3Dihub>. Acesso em julho de 2020.

EC – European Commission. **Waste Electrical & Electronic Equipment**. 2020. Disponível em: <https://ec.europa.eu/environment/waste/weee/>. Acesso em junho de 2020.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Solar Fotovoltaica Flutuante - Aspectos Tecnológicos e Ambientais relevantes ao planejamento**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-466/NT%20Solar%20Fotovoltaica%20Flutuante.pdf>. Acesso em junho de 2020.

FUNDAJ – Fundação Joaquim Nabuco. **Caatinga: um dos biomas menos protegidos do país**. Portal do Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga. Publicado em maio de 2019. Disponível em: <https://www.fundaj.gov.br/index.php/conselho-nacional-da-reserva-da-biosfera-da-caatinga/9762-caatinga-um-dos-biomas-menos-protegidos-do-brasil>. Acesso em agosto de 2020.

GREENER. Estudo Estratégico: Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída - 1º Semestre 2020 Brasil. Disponível em: <https://www.greener.com.br/pesquisas-de-mercado-energia-solar-fotovoltaica-brasil/>. Acesso em set, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em agosto de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017: resultados definitivos**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73096>. Acesso em agosto de 2020.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2ª edição. São José dos Campos, 2017. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html. Acesso em junho de 2020.

IRENA – *International Energy Agency. End of Life Management – Solar Photovoltaic Panels*. 2016. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels>. Acesso em julho de 2020.

IRENA – *International Energy Agency. Future of solar PV – Energy Transformation Pathways and solar PV. Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects*. 2019. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Nov/IRENA_Future_of_Solar_PV_2019.pdf. Acesso em agosto de 2020.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas** – Coleção 3.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em julho de 2019.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Programas Estaduais**. Portal da Gestão Territorial. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/gestao-territorial/combate-a-desertificacao/programas-estaduais.html>. Acesso em agosto de 2020.

NOBRE, P. PEREIRA; E. B., LACERDA, F. F.; BURSZTYN, M.; HADDAD, E. A.; LEY, D. **Solar smart grid as a path to economic inclusion and adaptation to climate change in the Brazilian Semiarid Northeast**. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, v. 11, n° 4, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-09-2018-0067>. Acesso em: julho, 2020.

SÁ, I. B.; CUNHA, T. J. F.; TEIXEIRA, A. H. de C.; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, M. A. **Processos de desertificação no Semiárido brasileiro**. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). *Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Cap. 4, p. 126-158. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142590/1/ID-43498.pdf>. Acesso em julho de 2020.

SARAVANAN, S. V.; DARVEKAR, S. K. **Solar photovoltaic panels cleaning methods a review**. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, v. 118, n. 24, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338990581_Solar_Photovoltaic_Panels_Cleaning_Methods_A_Review. Acesso em julho de 2020.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cadeia de Valor da energia solar fotovoltaica no Brasil**. Brasília, 2018. <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/estudo%20energia%20fotovoltaica%20-%20baixa.pdf>. Acesso em julho de 2020.

SILVA, L. A. F.; CORDEIRO, B. S.; BARRETO, A. V.; DE ALMEIDA, E. M.; DURÃO, J. V.; BOTELHO, G. M. L. **Avaliação de Impacto Ambiental em projetos fotovoltaicos centralizados no Brasil: uma análise a partir dos estudos ambientais de empreendimentos vencedores nos Leilões de Energia**. In: XXV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Belo Horizonte, 2019.

Transmissão de Energia Elétrica

ANEEL – Agência de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração – BIG**. 2020. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/siga>. Acesso em: agosto de 2020.

BRASIL. **Decreto nº 7.154, de 9 de abril de 2010.** Sistematiza e regulamenta a atuação dos órgãos da administração pública federal no que diz respeito à autorização para realização de estudos técnicos sobre potenciais de energia hidráulica e sobre a viabilidade técnica, social, econômica e ambiental de sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica em unidades de conservação federais. Brasília - DF. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/decreto/d7154.htm>. Acesso em: agosto de 2020.

_____. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: agosto de 2020.

_____. **Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008.** Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm. Acesso em: agosto de 2020.

_____. **Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015.** Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/arquivos/conteudo/cglic/pdf/PORTARIA%20INTERMINISTERIAL%20No%2060.pdf>. Acesso em: agosto de 2020.

Comissão Pró-Índio. **Direitos Quilombolas. Observatório de Terras Quilombolas.** Disponível em: <http://cpisp.org.br/direitosquilombolas/>. Acesso em: agosto de 2020.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Decreto s/n. de 5 de junho de 2017.** Amplia a Estação Ecológica do Taim. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mais-info/8994-esec-do-taim> Acesso em: agosto de 2020.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2020a. Projetos de Assentamento. Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: junho de 2020.

_____. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2020b. Terras Quilombolas. Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: junho de 2020.

FCP – Fundação Cultural Palmares. **Comunidades Remanescentes de Quilombos (Atualizada até a Portaria Nº 118/2020, de 20/07/2020).** Disponível em: http://www.palmares.gov.br/?page_id=37551 Acesso em: agosto de 2020.

FUNAI – Fundação Nacional do Índio. **Delimitação das Terras Indígenas do Brasil.** 2020. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/shape> Acesso em: junho de 2020.

MMA – [Ministério do Meio Ambiente](http://www.mma.gov.br). **Unidades de Conservação do Brasil.** Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm> Acesso em: junho de 2020

MME – Ministério de Minas e Energia. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro – Abril/2020.** Brasília, 2020. 39p. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-eletrica/publicacoes/boletim-de-monitoramento-do-sistema-eletrico/1004>>. Acesso em: agosto de 2020.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Capacidade Instalada no SIN – 2020/2024.** Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>>. Acesso em: julho de 2020.

Crédito dos ícones:

Ícone de topologia criado por Bruno Castro, ícone de montanha criado por Flatart, ícone de árvores criado por Vectors Market, ícone de brainstorming criado por ProSysmbols, ícone de folha criado por

Diane é ícone de pessoas criado por asianson.design. Disponível em: <https://thenounproject.com/> Acesso em: ago. 2019.

Petróleo e Oferta de Petróleo, Gás Natural e Derivados

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 2019. **Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO)**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional-e-meio-ambiente/resolucoes-notificacoes-procedimentos-e-orientacoes/gerenciamento-de-seguranca-operacional-sgso> Acesso em: jul de 2020.

_____. 2020a. **Oferta permanente de áreas**. Disponível em: <http://rodadas.anp.gov.br/pt/oferta-permanente?view=default> Acesso em: mai de 2020.

_____. 2020b. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2020**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5809-anuario-estatistico-2020> Acesso em: agosto de 2020

_____. 2020c. **Banco de Dados de Exploração e Produção**. Disponível em: www.anp.gov.br Acesso: jul 2020.

_____. 2020d. **Dados de desempenho**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional-e-meio-ambiente/dados-de-desempenho> Acesso em: mai de 2020.

_____. 2020e. **Estudo estratégico de licenciamento offshore**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional-e-meio-ambiente/estudo-estrategico-de-licenciamento-offshore> Acesso em: set de 2020.

_____. 2020f. **Resolução Nº 817, de 24 de abril de 2020**. Dispõe sobre o descomissionamento de instalações de exploração e de produção de petróleo e gás natural, a inclusão de área terrestre sob contrato em processo de licitação, a alienação e a reversão de bens, o cumprimento de obrigações remanescentes, a devolução de área e dá outras providências. DOU Publicado em: 27/04/2020 | Edição: 79 | Seção: 1 | Página: 37.

_____. 2020g. **Projetos de PD&I** Disponível em: <http://www.anp.gov.br/pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao/investimentos-em-p-d-i/projetos-de-pd-i> Acesso em: mai de 2020.

_____. 2020h. **O Grupo de Acompanhamento e Avaliação (GAA) e as Emergências Ambientais** Disponível em: <http://www.anp.gov.br/arquivos/palestras/vii-soma/relacao-gaa.pdf> Acesso em: mai de 2020.

BRASIL. **Portaria Interministerial MME/MMA 198/2012**. 2012. Institui a Avaliação Ambiental de Área Sedimentar – AAAS. DOU, 05 abr. 2012, p. 98-99.

_____. 2020. Programa de Parcerias de Investimentos: Apoio ao licenciamento ambiental da execução do Projeto Poço Transparente em reservatório de baixa permeabilidade Disponível em: <https://www.ppi.gov.br/apoio-ao-licenciamento-ambiental-da-execucao-do-projeto-poco-transparente-em-reservatorio-de-baixa-permeabilidade> Acesso em: mai de 2020.

Biodinâmica/Petrobras. Relatório de Impacto Ambiental do Gasoduto Japeri-Reduc. Rio de Janeiro, 2006.

_____. Estudo de Impacto Ambiental do Gasoduto Caraguatatuba-Taubaté. São Paulo, 2007.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2008. **Resolução Conama no 398, de 11 de junho de 2008**. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição

por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=575> Acesso em: ago de 2020.

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética. **Resolução nº 17, de 8 de junho de 2017**. Estabelece a Política de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural. 2017.

ELETOBRAS. Centrais Elétricas Brasileiras. Base cartográfica dos limites das UCs Estaduais e Municipais. 2011.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Abordagem socioambiental da expansão da Produção de Petróleo e Gás Natural**. Nota Técnica DEA 29/2014. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>.

_____. **Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás**. Ciclo 2015-2017. Brasil, 2017. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética.

FADE-UFPE/Petrobras. **Relatório de Impacto Ambiental da RNEST**. RIMA Refinaria do Nordeste – Abreu e Lima – RNEST. Recife, 2006.

FUNAI – Fundação Nacional do Índio. **Base Cartográfica Delimitação das Terras Indígenas do Brasil**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://mapas.funai.gov.br> Acesso em: jun. 2020.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2018a. **Guia de Monitoramento da Biota Marinha. Ministério Do Meio Ambiente**. Diretoria de Licenciamento Ambiental Coordenação-Geral de Empreendimentos Marinhos e Costeiros Coordenação de Exploração de Petróleo e Gás. Outubro de 2018. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/petroleo-e-gas/diretrizes/2018-11-01-ibama-guia-de-monitoramento-da-biota-marinha-outubro.pdf> Acesso em: jul. 2018.

_____. 2018b. **Portaria Nº 3.642, de 10 de dezembro de 2018**. Aprova o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Coral-sol (*Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis*) no Brasil - Plano Coral-sol, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, ações, prazo de execução, coordenação e monitoria. Diário Oficial Da União. Publicado em: 11/12/2018 | Edição: 237 | Seção: 1 | Página: 198 Acesso em agosto 2019.

_____. 2020a. **Consulta Pública sobre Matriz de Referência de Petróleo e Gás – Sísmica - 1ª Etapa**. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/copy_of_notas/notas/consulta-publica-sobre-matriz-de-referencia-de-petroleo-e-gas-sismica-1-etapa Acesso em: mai. 2020.

_____. 2020b. **Manchas de óleo no litoral**. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo> Acesso em: mai. 2020.

Marinha do Brasil. **Manchas de óleo – Sobre**. 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/manchasdeoleo/sobre> Acesso em: mai. 2020.

MMA – Ministério de Meio Ambiente. **Portaria nº 422, de 26 de outubro de 2011**. Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental federal de atividades e empreendimentos de exploração e produção de petróleo e gás natural no ambiente marinho e em zona de transição terra-mar. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/legislacao/legislacao-ambiental-federal-de-interesse> Acesso em: ago. 2019.

_____. 2020. Base cartográfica dos limites das UCs Federais. 2020. Disponível em: xxx Acesso em: xxx

MME – Ministério de Minas e Energia. 2019. Nota Técnica Propostas para o mercado brasileiro de gás natural. Comitê de Promoção da Concorrência no Mercado de Gás Natural do Brasil. Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/documents/36112/491930/2.+Relat%C3%B3rio+Comit%C3%AA+de+Promo%C3%A7%C3%A3o+da+Concorr%C3%Aancia+vfinal+10jun19.pdf/2379cc7f-f6b7-8ba0-72db-1278e7d252ca>

Acesso em ago 2020.

_____. 2020a. **Comitê de Monitoramento da Abertura do Mercado de Gás Natural**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cmgn/novo-mercado-de-gas> Acesso em: set. 2020.

_____. 2020b. **Relatórios do Comitê Reate 2020**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-para-testes> Acesso em: jul. 2020.

PETROBRAS. 2020a. **Caderno Mudança do Clima 2020**. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/sociedade-e-meio-ambiente/meio-ambiente/mudancas-do-clima/> Acesso em: jul. 2020.

_____. 2020b. **Relatório de sustentabilidade 2019**. Disponível em: <https://sustentabilidade.petrobras.com.br/src/assets/pdf/Relatorio-Sustentabilidade.pdf> Acesso em: out. 2020.

Pro Oceano; LapMar; Lamce; Nema 2020. **Projeto Costa Norte: desenvolvimento de metodologia para o entendimento dos processos costeiros e definição de vulnerabilidade das florestas de mangue das bacias do Pará-Maranhão e Foz do Amazonas**. Disponível em: projetocostanorte.eco.br Acesso em: set. 2020.

Universidade de São Paulo - USP 2013. **Instituto de Energia e Ambiente. Rede Gasbras**. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/?q=pt-br/divisao-cientifica/tecnologia-petroleo/rede-gasbras> Acesso em: jul. 2020.

Universidade de São Paulo - USP 2019. **Encontro Técnico Rede Gasbras em São Paulo** Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2019/10/1o-encontro-tecnico-rede-gasbras_agenda-sp-25out19-v1.pdf Acesso em: jul. 2020.

Etanol

ANA - Agência Nacional de Águas. **Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil**. SUPERINTENDÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (SPR)MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR) Brasília-DF, 2019a.

_____. **Levantamento da cana-de-açúcar irrigada e fertirrigada no Brasil / Agência Nacional de Águas**. - 2A. ed. - Brasília: ANA, 2019b.

Brasil. **Lei Nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **DECISÃO DE DIRETORIA Nº 023/2020/P, de 16 de março de 2020**. Dispõe sobre a apresentação de Plano de Aplicação de Vinhaça simplificado. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/DD-023-2020-P-Procedimentos-para-apresenta%C3%A7%C3%A3o-de-Plano-de-Aplica%C3%A7%C3%A3o-de-Vinha%C3%A7a-simplificado.pdf> Acesso em: agosto de 2020.

COELHO, M. F. **Planejamento da qualidade no processo de colheita mecanizada da cana-de-açúcar**. 2009. 75p. Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CONAB. (2020a) **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. V.7 - SAFRA 2019/20 - N.1 - Primeiro levantamento | Maio 2020 Monitoramento agrícola – Cana-de- Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em jul 2020.

CONAB. (2020b). **Comunicação Pessoal**. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília.

CONAB. (2020c). **Levantamentos de Safra: cana-de-açúcar**. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília. Acesso em 25 de Março de 2020, disponível em www.conab.gov.br

CNI e UNICA. **Gestão dos Recursos Hídricos na Agroindústria Canavieira**. Água Indústria e Sustentabilidade. Brasília 2014.

CTC. (2020). **Comunicação Pessoal**. Centro de Tecnologia Canavieira.

EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro. 2009.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2019**. Rio de Janeiro 2020. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-489/Analise de Conjuntura Ano 2019.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-489/Analise%20de%20Conjuntura%20Ano%202019.pdf)
Acesso em: jul 2020.

Ministério da Economia. Secretariaria de Trabalho. Relação Anual de Informações Sociais. CNAE 2.0 Classe - Fabricação de biocombustíveis exceto álcool. <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php> Acesso em julho 2020.

RONQUIM, Carlos Cesar. **Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos**. Embrapa. Documentos 77, 2010.

SEABRA, J.E.A., **Avaliação Técnico-Econômica de Opções para o Aproveitamento Integral da Biomassa de Cana no Brasil**. Tese de doutorado. UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2008.

São Paulo. **Resolução Conjunta SMA/SAA - 3, de 6-4-2018** Aprova o regulamento das Diretivas Técnicas do Protocolo Agroambiental “Etanol Mais Verde”, elaborado pelo Grupo Executivo constituído pela Resolução Conjunta - SMA/SAA 04, de 08-11- 2017, celebrada entre as Secretarias de Estado do Meio Ambiente, e de Agricultura e Abastecimento.

sábado, 7 de abril de 2018 Diário Oficial Poder Executivo - Seção I São Paulo, 128 (64) – 328/329. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/etanolverde/sites/28/2020/03/resolucao-conjunta-sma-saa-3_2018-regulamento-do-protocolo-etanol-mais-verde.pdf Acesso em: ago. 2020.

____. Resolução SMA - 88, de 19-12-2008. Define as diretrizes técnicas para o licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo Disponível em: https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2008_Res_SMA_88.pdf Acesso em: jul 2019.

____. (2020) **Protocolo Agroambiental Etanol Mais Verde - Primeiros Resultados -Safra 2018/2019**. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/etanolverde/2020/01/etanol-verde-relatorio-safra-18_19-site.pdf Acesso em: ago 2020.

Biodiesel

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Junho de 2020. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5809-anuario-estatistico-2020> Acesso em junho 2020

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Estatísticas mensais do complexo soja e projeções anuais**. Junho de 2020. Disponível em: <<http://abiove.org.br/estatisticas/>> Acesso em julho 2019.

Brasil. Projeto de Lei 3149/2020. Inclui os produtores independentes de matéria-prima destinadas à produção de biocombustível na Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, que dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2254678> Acesso em julho de 2020

____. **Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017.** Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências.

____. **Lei nº 13.263, de 23 de março de 2016.** Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional.

CNPE. **Resolução nº 16, de 29 de outubro de 2018.** Dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2019. **Cientistas produzem compostos químicos de alto valor a partir de coproduto do biodiesel.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/44763112/cientistas-produzem-compostos-quimicos-de-alto-valor-a-partir-de-coproduto-do-biodiesel> Acesso em julho de 2020.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis - Ano 2019.** Julho de 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/analise-de-conjuntura-dos-biocombustiveis-2019> Acesso em Julho de 2020

MAPA. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo. Nota Técnica Nº 33/2020/COER/CGEP/DEP-SAF/SAF/MAPA - SEI 12283849. Brasília, outubro de 2020.

____. **Portaria nº 144, de 22 de Julho de 2019.** Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão, manutenção e uso do Selo Combustível Social.

____. **Portaria nº 174, de 27 de Agosto de 2019.** Dispõe sobre a participação e a habilitação de cooperativas como fornecedoras de matéria-prima e prestadoras de serviço de assistência técnica e extensão rural no âmbito do programa Selo Combustível Social.

MDA. Ministério de Desenvolvimento Agrário. **Portaria nº 80, de 26 de novembro de 2014.** Cria a Câmara Técnica de Avaliação e Acompanhamento do Selo Combustível Social.

Ministério da Economia. Secretariatia de Trabalho. **Relação Anual de Informações Sociais.** CNAE 2.0 Classe - Fabricação de biocombustíveis exceto álcool. <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php> Acesso em junho 2020.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Renovabio,** 2018. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/instrumentos>. Acesso em julho 2019.

MME/ANP. Ministério de Minas e Energia/Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis **Resolução nº 824, de 13 de agosto de 2020** - Altera o percentual de mistura obrigatória do biodiesel ao diesel A, no período entre os dias 01 de setembro e 31 de outubro de 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-824-de-13-de-agosto-de-2020-272239257> Acesso em set. 2020.

Uchoa, I. M. A. **Combustíveis base diesel microemulsionados com glicerina: formulação e avaliação de desempenho.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de

Tecnologia. Departamento de Engenharia Química. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Natal, 2015.

UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **UFRN cria novo combustível**. Ano XX, número 65, 15 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.ufrn.br/imprensa/materias-especiais/32700/ufrn-cria-novo-combustivel-diesel> Acesso em julho de 2020.