

**BEATRIZ DE PAULA PEREIRA**

**A REPOTENCIAÇÃO E O DESCOMISSIONAMENTO DE PARQUES  
EÓLICOS NO BRASIL E NO MUNDO**

Monografia apresentada ao PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para conclusão do curso de Especialização em Fontes de Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética.

São Paulo  
2021

**BEATRIZ DE PAULA PEREIRA**

**A REPOTENCIAÇÃO E O DESCOMISSIONAMENTO DE PARQUES  
EÓLICOS NO BRASIL E NO MUNDO**

Monografia apresentada ao PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para conclusão do curso de Especialização em Fontes de Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética.

Orientador: Prof. Dra. Patricia Helena Lara dos Santos Matai

São Paulo  
2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

[Colocar na versão final do trabalho em capa dura. Verificar como fazer em Diretrizes para Apresentação de Dissertações e Teses. Escola Politécnica da USP]

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais e  
amigos que sempre me incentivaram*

## **AGRADECIMENTOS**

A minha orientadora, Patricia Helena Matai, pela sua competência, por sempre estar disposto a dividir seus conhecimentos e ajudar com minhas dúvidas.

À toda a equipe do Programa de Programa de Educação Continuada da Poli-USP que me orientou e me permitiu realizar esse trabalho.

À Universidade de São Paulo, meus colegas e Professores, por estarem sempre presentes na minha formação.

Aos amigos e todas as outras pessoas que estiveram presentes durante essa experiência.

À minha família, por todo apoio e incentivo fornecido durante meu percurso acadêmico e profissional.

## RESUMO

PEREIRA, B. P. A repotenciação e o descomissionamento de parques eólicos no Brasil e no mundo. 2021. Monografia (Especialização em Fontes de Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Com o advento das mudanças climáticas e seus efeitos, se faz necessária a transição energética. Com o aumento da participação das fontes de energias renováveis na matriz elétrica do Brasil e global, sobretudo da energia eólica, faz-se necessária a reflexão sobre as alternativas possíveis no fim da vida útil das turbinas eólicas. Considerando a extensão da vida útil, a repotenciação e o descomissionamento, o trabalho buscou levantar a regulamentação acerca do assunto no Brasil e no mundo, apresentar seus impactos, comparar com o cenário mundial, bem como alguns casos já ocorridos. A metodologia utilizada uma abordagem qualitativa, através de leitura exploratória do material encontrado e dados secundários. Os resultados obtidos em relação à vantagens e desvantagens foram que o descomissionamento gera um forte impacto social, enquanto a repotenciação proporciona maior eficiência e redução de custos com manutenção, entretanto a destinação adequada dos equipamentos é uma questão em ambos os processos. De forma geral, comparando com os demais países do mundo, a normativa no Brasil é incipiente e não específica e necessita de diretrizes sobre o assunto.

Palavras-chave: descomissionamento, repotenciação, parques eólicos, fim de vida útil, aerogeradores.

## **ABSTRACT**

PEREIRA, B.P. Repowering and decommissioning of wind farms in Brazil and in the World. 2021. Monografia (Especialização em Fontes de Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia. University of São Paulo, São Paulo, Brazil, 2021.

With the advent of climate change and its effects, an energy transition is necessary. With the increasing participation of renewable energy sources in the Brazilian and global electrical matrix, especially wind energy, it is necessary to reflect on possible alternatives at the end of the useful life of wind turbines. Considering the extension of the useful life, repowering and decommissioning, the work sought to raise the regulation on the subject in Brazil and in the world, present its impacts, compare it with the world scenario, as well as some cases that have already occurred. The methodology used a qualitative approach, through exploratory reading of the material found and secondary data. The results obtained in relation to advantages and disadvantages were that decommissioning generates a strong social impact, while repowering provides greater efficiency and reduced maintenance costs, however the proper disposal of equipment is an issue in both processes. In general, compared to other countries in the world, the regulations in Brazil are incipient and non-specific and need guidelines on the subject.

Key words: decommissioning; repowering; wind farms; End-of-Life; wind turbines.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   | Pág. |
|---|------|
| Figura 1 – Matriz elétrica brasileira.....  | 12   |
| Figura 2 – Novas instalações no mundo entre 2016 e<br>2020.....   | 18   |
| Figura 3 – Nova capacidade instalada de energia eólica em 2020 por<br>região.....                                       | 18   |
| Figura 4 – Capacidade total<br>instalada.....   | 20   |
| Figura 5 – Evolução da capacidade instalada no<br>Brasil.....   | 21   |
| Figura 6 – Participação dos empregos diretos e indiretos nos empregos totais na<br>energia eólica por<br>atividade..... | 23   |
| Figura 7 – Consumo de energia elétrica na rede total entre 2004 e<br>2020.....  | 25   |
| Figura 8 – Consumo de energia elétrica por mercado em<br>2020.....  | 26   |
| Figura 9 – Possíveis caminhos para um parque eólico ao final da vida<br>útil.....                                       | 35   |
| Figura 10 – Logística e Logística reversa de um<br>aerogerador.....   | 38   |
| Figura 11 – Fluxo de tramitação para repotenciação em Portugal e<br>Espanha.....  | 43   |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ABEEOLICA** - Associação Brasileira de Energia Eólica
- ACV** - Análise do Ciclo de Vida
- AIA** - Avaliação de Impacto Ambiental
- CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- COP21** - 21ª Conferência das Partes
- DPR** - Decommissioning Plan Report
- EIA** - Estudo de Impacto Ambiental
- EOLIS** - End-of-Life Issues & Strategies Seminar
- EPE** - Empresa de Pesquisa Energéticas
- GEE** - Gases de Efeito Estufa
- IDH** - Índice de Desenvolvimento Humano
- IEC** - Comissão Eletrotécnica Internacional
- ISO** - International Standardization for Organization
- LER** - Leilão de Energia de Reserva
- NEA** - National Energy Administration
- ONS** – Operador Nacional do Sistema Elétrico
- PDE** - Plano Decenal de Expansão de Energia
- PIB** - Produto Interno Bruto
- PROEÓLICA** - Programa Emergencial de Energia Eólica
- PROINFA** - Programa de Incentivos às Fontes de Energia Elétrica
- PNMA** – Política Nacional do Meio Ambiente
- PNRS** - Política Nacional de Resíduos Sólidos
- PTC** – Production Tax Credit
- RAS** - Relatório Ambiental Simplificado
- RIMA** - Relatório de Impacto Ambiental
- SIN** - Sistema Interligado Nacional

## SUMÁRIO

|   | Pág.      |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>12</b> |
| 1.1 Motivação.....  | 12        |
| 1.2 Objetivo .....  | 14        |
| 1.3 Justificativa .....   | 14        |
| 1.4 Metodologia.....  | 15        |
| 1.5 Estrutura do Trabalho.....  | 15        |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA... ..</b>                                   | <b>17</b> |
| 2.1 Energia Eólica no mundo.....  | 17        |
| 2.2 Energia eólica no Brasil.....                                       | 20        |
| 2.3 Vantagens energia eólica.....                                       | 22        |
| 2.4 Impactos da geração de energia Eólica.....                          | 24        |
| 2.5 Demanda de energia no Brasil.....                                   | 24        |
| 2.6 Parques eólicos no Brasil.....                                      | 27        |
| 2.7 Repotenciação.....  | 28        |
| 2.8 Descomissionamento.....   | 29        |
| 2.8.1 Análise do ciclo de vida.....                                     | 30        |
| <b>3. LEGISLAÇÃO RELATIVA À REPOTENCIAÇÃO E DESCOMISSIONAMENTO.....</b> | <b>31</b> |
| 3.1 Legislação internacional.....                                       | 31        |
| 3.2 Legislação brasileira.....  | 32        |
| <b>4 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO.....</b>                               | <b>35</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.1 Alternativas ao fim da vida útil.....                                | 35        |
| 4.2 Vantagens e desvantagens da repotenciação e descomissionamento ..... | 36        |
| 4.3 Resíduos sólidos gerados.....  | 37        |
| 4.4 Responsabilidades .....  | 38        |
| 4.5 Casos de repotenciação.....  | 40        |
| 4.6 Dificuldades .....   | 41        |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>  | <b>44</b> |
| 5.1 Contribuições do Trabalho .....                                      | 44        |
| 5.2 Trabalhos Futuros .....  | 45        |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>46</b> |
| <b>ANEXO A – [Análise Energética e Dados Agregados].....</b>             | <b>54</b> |
| <b>ANEXO B – [Consumo de energia por setor] .....</b>                    | <b>55</b> |
| <b>ANEXO C – [Dados de consumo de energia elétrica no Brasil] .....</b>  | <b>56</b> |
| <b>ANEXO D – [Dados de consumo de energia elétrica por setor] .....</b>  | <b>59</b> |

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação

Ao longo do tempo, o consumo de energia elétrica no Brasil teve um aumento significativo devido às transformações no grau de urbanização e estrutura produtiva de energia (LUIZ, 2012). Além disso, a crise energética de 2001 fez com que o suprimento de energia fosse colocado como uma pauta importante na sociedade. Assim, através de incentivos governamentais, foi criado o Programa de Incentivos às Fontes de Energia Elétrica (PROINFA) com o objetivo de, por meio de fontes eólicas, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, aumentar a produção de energia elétrica proveniente de produtores independentes e autônomos (DUKE, 2010).

Esse crescente consumo de energia culmina no impacto ambiental e esgotamento dos recursos naturais. Fontes de energias renováveis, como eólica e solar, são fontes não poluentes, sendo boas alternativas para atenuar esses fatores.

O Brasil é líder mundial no uso de fontes de energia renováveis. A matriz elétrica do país é composta majoritariamente por fontes renováveis, totalizando 83,6% da potência instalada. A energia hidráulica é a mais utilizada para geração de energia elétrica, sendo 61,6% da potência gerada. Em seguida, as fontes mais utilizadas são eólica e solar, com 9,9% e biomassa com 8,8%, conforme Figura 1.

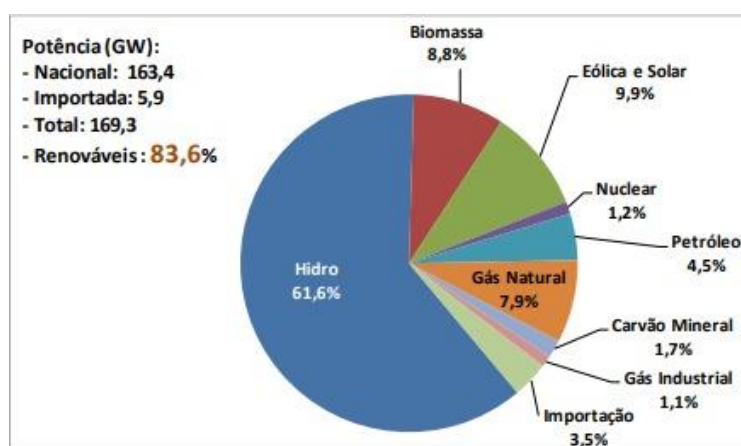


Figura 1: Matriz elétrica brasileira. Fonte: Brasil, 2019.

A transição energética de combustíveis fósseis para fontes renováveis é um forte movimento quando se fala de consequências ambientais causados pela produção e uso de energia. Tal transição é de suma importância para o cumprimento de metas estabelecidas como o Acordo de Paris, firmado na 21ª Conferência das Partes (COP21) cujo principal objetivo é limitar o aumento da temperatura média global em 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Assim, espera-se um aumento da participação de fontes de energias renováveis na matriz elétrica, sendo a eólica e a fotovoltaica as mais promissoras (DE LASSIO et al., 2019).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2021), as fontes solar fotovoltaica e eólica, possuem uma boa competitividade em relação às outras tecnologias no quesito expansão. Assim, o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) considera um crescimento importante das fontes de energia solar e eólica na evolução da capacidade instalada até 2030. A previsão é um cenário em que as fontes renováveis (pequenas centrais hidrelétricas, eólica, solar e biomassa) dominem e, em contrapartida, haja uma redução da participação hidrelétrica.

Do ponto de vista ambiental, a energia eólica possui um elevado potencial para contribuir para a redução de Gases de Efeito Estufa (GEE), além de conter um potencial técnico que poderia atender até 20% da demanda de energia elétrica mundial até 2050 (IPCC, 2011).

Apesar dos altos custos na fase inicial do projeto e, por consequência, da sua baixa competitividade, a energia eólica apresenta benefícios socioeconômicos que englobam desde a universalização do acesso à energia até o desenvolvimento industrial e geração de emprego (SIMAS; PACCA, 2013).

Entretanto, os parques eólicos possuem uma vida útil. No geral, uma turbina eólica atinge o final de vida em 20 a 30 anos de funcionamento. É nesse período que os equipamentos se deterioram estruturalmente, podem não satisfazer mais as necessidades, apresentar falhas ou ficar aquém do desempenho esperado.

Diante essa situação, um parque eólico pode passar pelo processo de repotenciação ou descomissionamento. No primeiro caso, as turbinas são desmontadas e substituídas por equipamentos mais novos e eficientes. Já o descomissionamento, trata da desmontagem das turbinas, bem como remoção das estruturas e fundações localizadas no nível do solo e abaixo dele, respectivamente. Após o descomissionamento, sugere-se que seja realizado um monitoramento do

local por até dois anos, sendo feitas as ações corretivas necessárias para retorno do meio à condição inicial (ORTEGON et al., 2013).

Em ambos os processos há a desmontagem, separação, recuperação e gerenciamento dos equipamentos/resíduos. Entretanto, segundo Centoamore e Pinto (2020), a recuperação é complexa, uma vez que aspectos como propriedades mecânicas e dimensão das pás dificultam sua reutilização e o reprocessamento possui alto custo.

Um dos elementos a ser considerado nesses aspectos é a destinação dos resíduos, que podem ser reintegrados pela cadeia produtiva ou descartados em aterros controlados. No descomissionamento de parque eólicos, os principais resíduos são plásticos, vidro, concreto, alumínio cobre e aço. O descarte incorreto dos aerogeradores, por exemplo, produz impactos como ecotoxicidade de água doce e marinha (DE LASSIO et al., 2019).

## **1.2 Objetivo**

O trabalho visa avaliar a legislação ambiental sobre repotenciação e/ou descomissionamento de parques eólicos no Brasil, olhando para alguns exemplos mundiais, bem como estabelecer uma revisão bibliográfica comparativa com o cenário mundial e apresentar seus impactos.

## **1.3 Justificativa**

Como brevemente discutido no capítulo 1.1, fontes de energias renováveis como a eólica, entre outros benefícios, são de suma importância para diversificação da matriz elétrica brasileira e fortes aliadas nas questões relacionadas às mudanças climáticas.

Ao se analisar os resultados obtidos pelos estudos anteriores, é possível afirmar que há um expressivo crescimento de potência instalada para energia eólica no Brasil e no mundo.

Assim, com o aumento da criação de parques eólicos e o atingimento do final de sua vida útil, qual seria o próximo passo? É necessário que sejam avaliadas quais as diretrizes para a desativação afim de que sejam mitigados os impactos ambientais

locais e que não haja destinação de resíduos incorreta, mas também perceber qual o panorama mundial acerca dessa questão.

#### **1.4 Metodologia**

O presente trabalho foi realizado utilizando a pesquisa bibliográfica. A relevância desse tipo de pesquisa está na correlação de ideais, conceitos e características dos temas. Além disso, esse gênero permite o estudo através de artigos, livros, pesquisas e documentos já publicados (SEVERINO, 2007).

Para a busca de trabalhos como fontes de pesquisa, foram empregados os descritores: descomissionamento, repotenciação, energia eólica, parque eólico, aerogerados e vida-útil na base de dados de plataformas como Google Acadêmico e Scielo.

A busca pelos artigos foi orientada nessa revisão por: O que fazer ao final da vida útil de um parque eólico? O estudo foi baseado em trabalhos de autores que elaboraram pesquisas pertinentes ao tema. Utilizando uma abordagem qualitativa, através de leitura exploratória do material encontrado e dados secundários, a análise das informações foi realizada.

#### **1.5 Estrutura do Trabalho**

O Capítulo 1 INTRODUÇÃO apresenta a motivação, o objetivo, a justificativa e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA apresenta os conceitos necessários para a compreensão do trabalho, bem como o panorama da atual situação de energia eólica no Brasil e no mundo.

O Capítulo 3 LEGISLAÇÃO apresenta as normativas existente acerca do fim da vida útil de parques eólicos, do Brasil e de alguns países.

O Capítulo 4 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO apresenta estudos de casos de repotenciação e descomissionamento e discute a legislação existente aplicável aos processos.

O Capítulo 5 CONCLUSÕES apresenta as conclusões obtidas por meio do desenvolvimento do trabalho, bem como as contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS apresenta a bibliografia pertinente ao tema consultada para elaboração do presente trabalho.

ANEXO A apresenta as tabelas com dados de Análise Energética e Dados Agregados utilizados para a confecção dos gráficos presentes no capítulo 2.

ANEXO B apresenta as tabelas com dados de consumo de energia por setor utilizados para a confecção dos gráficos presentes no capítulo 2.

ANEXO C apresenta as tabelas com dados de consumo de energia elétrica no Brasil utilizados para a confecção dos gráficos presentes no capítulo 2.

ANEXO D – apresenta as tabelas com dados de consumo de energia elétrica por setor utilizados para a confecção dos gráficos presentes no capítulo 2.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Energia Eólica no mundo

A tecnologia da energia eólica consiste no movimento das pás através do vento, que faz girar o rotor, transmitindo a rotação ao gerador e convertendo a energia mecânica em elétrica. No sistema há um transformador que eleva a tensão de geração a fim de que a energia seja transmitida pela rede pelas linhas de média tensão (VINCI ENERGIES, 2021).

Os avanços tecnológicos permitiram que o mercado global de energia eólica quadruplicasse de capacidade ao longo da última década. Assim, essa fonte foi consolidada como uma das mais competitivas quando analisadas as questões de custos e resiliência.

Em termos de número de instalações no mundo, segundo o Global Wind Energy Council (2021), em 2020, houve um expressivo crescimento, dado que os dois maiores mercados de energia eólica global, a China e os Estados Unidos, investiram nesse quesito. Juntos, ambos os países detêm 75% das novas instalações, com capacidade correspondente a metade do total mundial, que é 743 GW.

Do total instalado no ano de 2020, 86,9 GW são correspondentes ao mercado eólico *onshore*, ao passo que 6,1 GW é referente ao mercado eólico *offshore*. Conforme Figura 2, as instalações em terra vêm crescendo notavelmente ao longo da última década no mundo em comparação às instalações no mar, sobretudo a partir de 2016. Percebe-se também um elevado crescimento de 2019 para 2020, com 53% de aumento no montante das novas instalações, principalmente no mercado *onshore*.

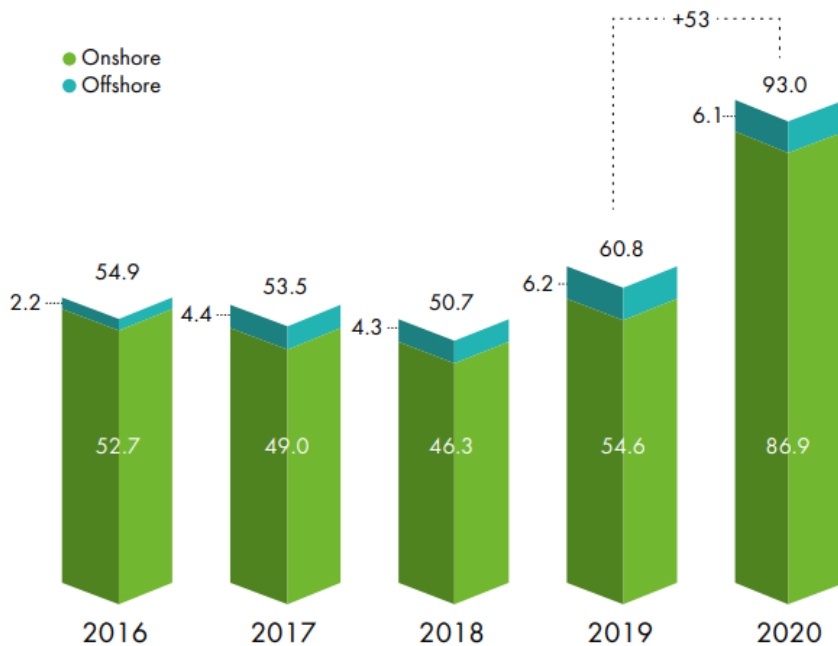


Figura 2 - Novas instalações no mundo entre 2016 e 2020. Fonte: GWEC, 2021.

Em 2020, o ranking dos 93 GW advindos das novas instalações era composto pela China com 56%, Estados Unidos com 18% e Brasil com 3%, conforme Figura 3.

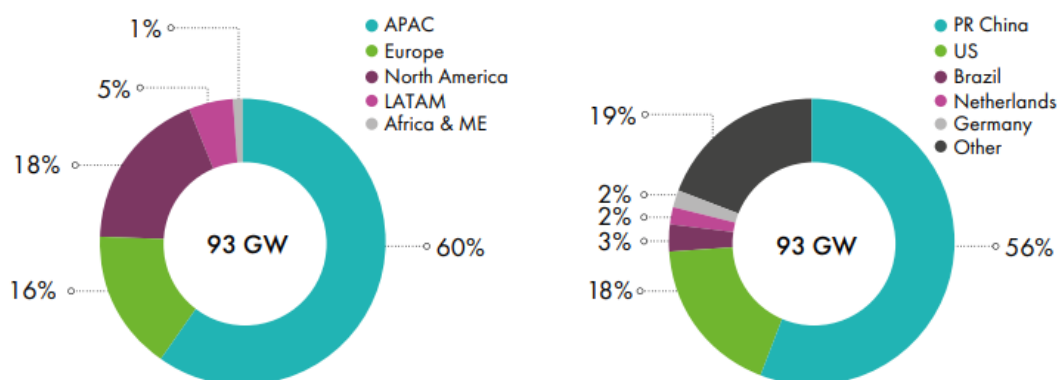


Figura 3- Nova capacidade instalada de energia eólica em 2020 por região. À esquerda: nova capacidade eólica instalada em 2020 por região. À direita: nova capacidade eólica instalada em 2020 e compartilhada dos cinco principais mercados. Fonte: GWEC, 2021.

No ano de 2020, 86,9 GW de capacidade eólica onshore foi instalada globalmente, ou seja, 59% de crescimento anual, somando uma capacidade de 700 GW. Os responsáveis por esse crescimento são, em maior parte, a China e Estados

Unidos, que possuem os maiores mercados de energias eólicas do mundo (GWEC, 2021). Contudo, espera-se que a liderança do mercado seja ocupada pelo continente asiático até 2050 (VAICBERG et al., 2021).

Segundo a National Energy Administration (NEA), em 2020 a China aumentou sua capacidade *onshore* instalada para cerca de 68,6 GW, totalizando 272 GW. O aumento vem sendo impulsionado por políticas de isenção de subsídios definidas pela Comissão de Reforma e Desenvolvimento Nacional do país, estimulando que os projetos eólicos sejam conectados à rede.

Já nos Estados Unidos, o setor *onshore* teve uma adição de 17 GW, com somatória de 120 GW. O aumento foi ocasionado pela fase de eliminação de crédito fiscal sobre a produção (PTC), em que os desenvolvedores de projetos possuíam o prazo de até 2020 para se qualificar para obter valor PTC completo. Significa dizer que se o empreendimento produz energia eólica, há um desconto no imposto. A expectativa é de que essa qualificação aumente as novas instalações até o ano de 2025 (GWEC, 2021).

No último ano, os três principais mercados eólicos *onshore* foram Brasil (2,30 GW), Noruega (1,53 GW) e Alemanha (1,43 GW). De forma geral, o aumento anual vem de mercados eólicos *onshore*: China com 24,6 GW, os EUA com 7,8 GW, a América Latina com 1,0 GW e Europa com 72 MW. Os principais motivadores foram certificações ambientais e leilões. Em contrapartida, em comparação a 2019, as novas instalações no Oriente Médio e África caíram 7 MW (GWEC, 2021).

Quando considerada a capacidade total instalada mundialmente, que totalizam 73% da energia eólica, o ranking pode ser resumido na Figura 4, em que é possível observar que a China lidera a capacidade instalada, seguida pelos Estados Unidos, Alemanha e Índia.

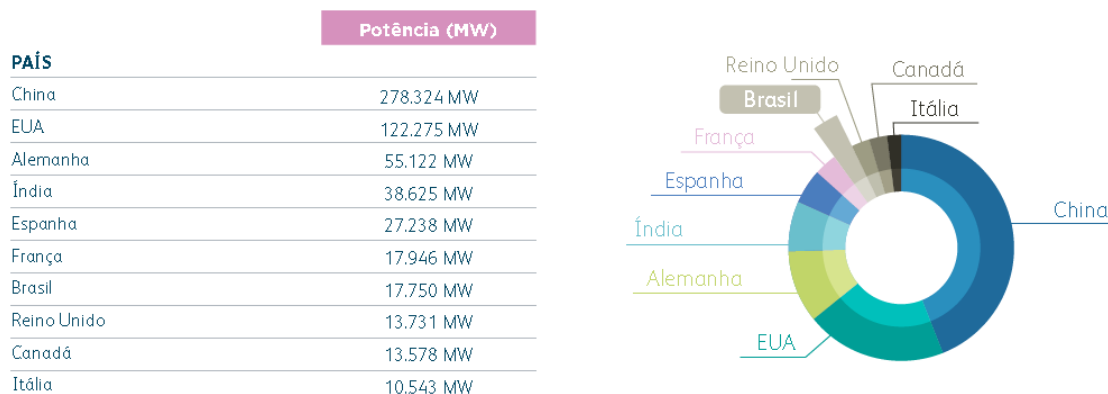


Figura 4 - Capacidade total instalada. Fonte: ABEEOLICA, 2021.

A Europa, por exemplo, ao longo do ano de 2020, instalou cerca de 14,7 GW de nova capacidade eólica, que quando comparada ao ano de 2019, apresenta uma queda de 6%. Tal fato se deve ao setor onshore ter sido impactado pela pandemia do COVID-19, sendo a maior parte dessas novas instalações foram instaladas em terra. Entretanto, ao passo que na Holanda as instalações foram sobretudo offshore, a Noruega liderou a capacidade de energia eólica instalada onshore em 2020. Segundo seus planos climáticos e políticas de energia nacional, estima-se que, nos próximos cinco anos, 72% das novas instalações no continente europeu sejam onshore e que a capacidade seja de aproximadamente 105 GW (WIND EUROPE, 2021).

A produção de energia eólica atendeu a 16,4% da demanda na União Europeia e Reino Unido, em que a Dinamarca teve a maior participação de energia eólica (48%), seguida pela Irlanda (38%) e Alemanha (27%) (WIND EUROPE, 2021).

## 2.2 Energia eólica no Brasil

Em se tratando de Brasil, ainda que não haja produção offshore até o momento, o país ocupa a sétima posição no ranking mundial de produção de energia eólica.

Segundo a ABEEolica (2021), o Brasil possui cerca de 19,1 GW de capacidade instalada, com mais de 8585 aerogeradores em operação distribuídos em 726 parques eólicos em 12 estados. Isso significa dizer que, em 2020, 57 TWh de energia eólica foram gerados, isto é, 10% de toda a geração injetada no Sistema Interligado Nacional (SIN). A partir desses dados, é possível concluir que 2,8 milhões de residências

podem ser abastecidas mensalmente. No quesito econômico, entre 2011 e 2020, houve um investimento de US\$ 35,8 bilhões no setor. Além disso, estima-se que no ano de 2020, 21,2 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) foram evitadas.

O crescimento da capacidade instalada no Brasil ocorreu de forma exponencial, como é apresentado na Figura 5. No ano de 2005, a potência era de cerca 22 MW, ao passo que no ano de 2021 é de 19952 MW e a estimativa é de que até 2024 o país possua cerca de 28707 MW de capacidade instalada.



Figura 5 - Evolução da capacidade instalada no Brasil. Fonte: ABEEólica, 2021.

O aumento da capacidade instalada teve como propulsor, entre outros fatores como o incentivo de programas nacionais, a redução de custos das tecnologias de geração de energia eólica entre 2000 e 2019 (IRENA, 2020).

Segundo Simas e Pacca (2011), um dos fatores que impulsionou os investimentos em países emergentes como o Brasil foi o arrefecimento nos Estados Unidos e Europa no mercado de energia eólica provocado pela crise financeira de 2008.

### 2.3 Vantagens energia eólica

Os principais motivos impulsionadores dessa fonte são a compatibilidade dos parques eólicos com outros usos do solo, o caráter renovável, o custo competitivo e a ausência de gases poluentes dos processos (TOLMASQUIM, 2016).

Uma das vantagens das energias limpas é o ganho líquido na economia. As políticas climáticas geram investimento e crescimento econômico através da inovação tecnológica, que, por sua vez, aumenta a demanda por trabalho e qualificação (FRANKHAUSER et al., 2008).

Como as usinas de geração de energias renováveis estão geralmente situadas em áreas de baixa densidade demográfica e rurais por serem menores que as usinas tradicionais, as suas construções necessitam de maior quantidade de mão de obra e gera emprego (NGUYEN, 2007).

Outro benefício é o arrendamento de terras, em que os proprietários dos terrenos firmam contratos com os empreendedores para que a instalação dos aerogeradores ocorra. O acordo consiste no pagamento de uma renda mensal ou anual pelo aluguel da terra. Esse contrato não impede que os proprietários exerçam outras atividades econômicas no local, como agricultura e pecuária, já que há parques em que os equipamentos ocupam apenas 10% do terreno. Nos parques eólicos do Brasil foram identificadas atividades como produção de cocos, rizicultura, piscicultura e produção comercial de pinus, por exemplo. Ou seja, o empreendimento é uma oportunidade para o desenvolvimento local (SIMAS; PACCA, 2011).

Río & Burguillo (2008), para além do arrendamento de terras, a energia eólica propicia do aumento na procura por bens e serviços na região afetada, gerando um aumento na renda total da comunidade. E ainda há a possibilidade de compensação através de investimentos na infraestrutura pública, em projetos culturais, entre outros.

Simas e Pacca (2011) modelaram as participações de empregos gerados por ano segundo cada atividade dos projetos de parques eólicos. Na Figura 6, é possível observar que os parques possuem maior geração de empregos durante a etapa de construção para os empregos diretos, contribuindo para a geração de empregos, principalmente temporários, e renda nas comunidades afetadas. Enquanto os empregos indiretos são mais representativos nas atividades de fabricação de pás, torres de aço e de concreto e construção de torre de concreto.

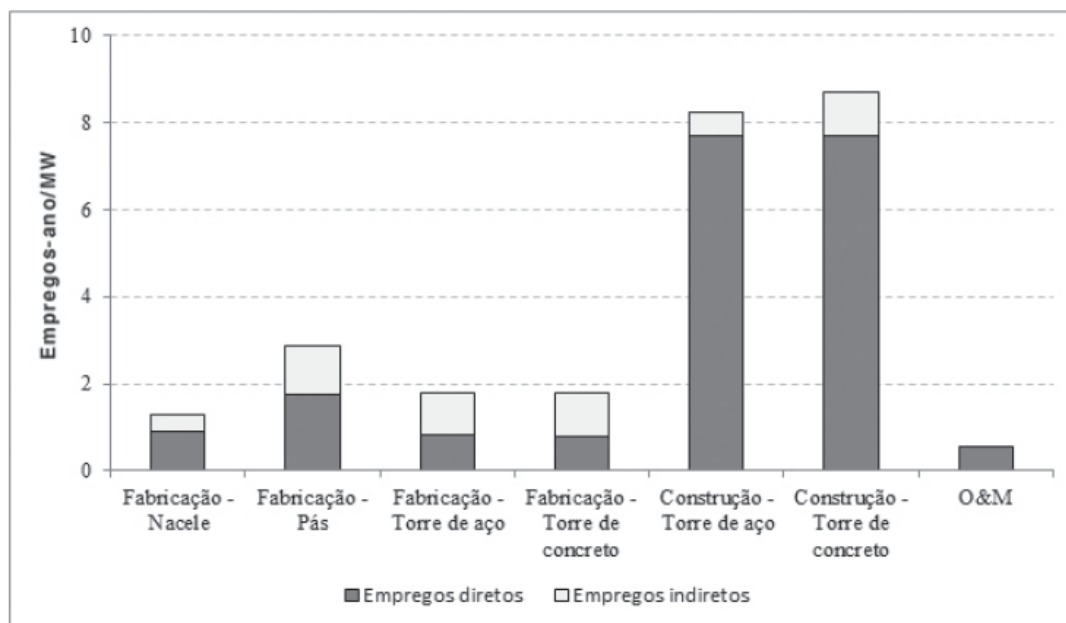


Figura 6 - Participação dos empregos diretos e indiretos nos empregos totais na energia eólica por atividade. Fonte: Simas; Pacca, 2011. OBbs.: Por "O&M" lê-se "operação e manutenção".

Na fase de operação os empregos são de caráter permanente e possuem a duração da vida útil do empreendimento, porém são em menor quantidade (SIMAS; PACCA, 2011).

Segundo Simas e Pacca (2011), como há a qualificação da mão de obra local, potencial eólico e toda a infraestrutura já existente, a expectativa é de que ao atingir o fim do período de vida útil os parques eólicos não sejam desativados, mas sim repotenciados.

Outra vantagem seria que o Brasil possui um sistema interligado majoritariamente composto por hidrelétricas que deve ser compensado com usinas elétricas flexíveis devido ao seu caráter intermitente. Geralmente, a complementação é feita utilizando termelétricas, gerando emissões de gases de efeito estufa. No país, há a possibilidade de combinação entre as fontes hídrica e eólica, pois a energia eólica produzida pode ser estocada nos reservatórios hidrelétricos e substituindo a termelétrica (CARVALHO, 2012).

Apesar de energia limpa, a produção de energia eólica não ocorre durante o ano inteiro, pois há variações na velocidade do vento onde o gerador eólico não é acionado. Por isso, um sistema híbrido atenuaria essas desvantagens, elevando a

produção de energia global e diminuindo a necessidade de armazenamento de energia (CANEPPELE, 2007).

Um sistema híbrido é um sistema cuja geração de energia elétrica é composta por mais de uma fonte de energia conjuntamente. A ideia é uma fonte complementar a outra quando necessário. As fontes que mais se sobressaem são a solar e eólica (BARBOSA et al., 2004).

Dentre as vantagens proporcionadas pela energia eólica estão: a capacitação de mão de obra local, o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) e do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (proporcionados através do aumento de arrecadação tributária e desenvolvimento local) e geração de renda para os proprietários de terra com arrendamento para locação de torres (ABEEOLICA, 2021).

## **2.4 Impactos da geração de energia eólica**

A atividade de geração de energia eólica causa impactos tanto na esfera socioeconômica quanto na esfera ambiental. Tais impactos podem ser de cunho positivo ou negativo. Dentre os classificados como negativo estão: perda de cobertura vegetal, aumento da poluição sonora local, alteração da qualidade do ar, perturbação à fauna, alteração da estrutura do solo, aumento dos índices de mortalidade de vertebrados voadores, intensificação de processos erosivos, efeito de sombras, os reflexos solares nas lâminas, interferências em telecomunicações, a alteração de paisagem, E como exemplo de positivos há: aumento da arrecadação tributária, contribuição para o conhecimento técnico-científico e geração de emprego (ESPÉCIE et al., 2018; GOUVÊA, SILVA, 2018).

## **2.5 Demanda de energia no Brasil**

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2021), o consumo de energia elétrica na rede (MWh) no Brasil entre os meses de janeiro e agosto 2021 resultou num total de 330.693.525 MWh, sendo o mês de março o de maior consumo com 43.418.334 MWh. Quando observado o consumo por região geográfica, nota-se uma grande discrepância entre os valores, pois a maior quantidade de energia, ou seja,

cerca de 161.923.213 MWh são demandados pelo Sudeste, ao passo que a região Norte é responsável por 23.850.137 MWh do consumo total.

Conforme a Figura 7, o consumo de energia elétrica na rede do Brasil aumentou gradativamente ao longo dos últimos 16 anos. Em 2004, a demanda por energia era de 331.865.174 MWh e em 2020 o consumo foi de 475.648.052 MWh.

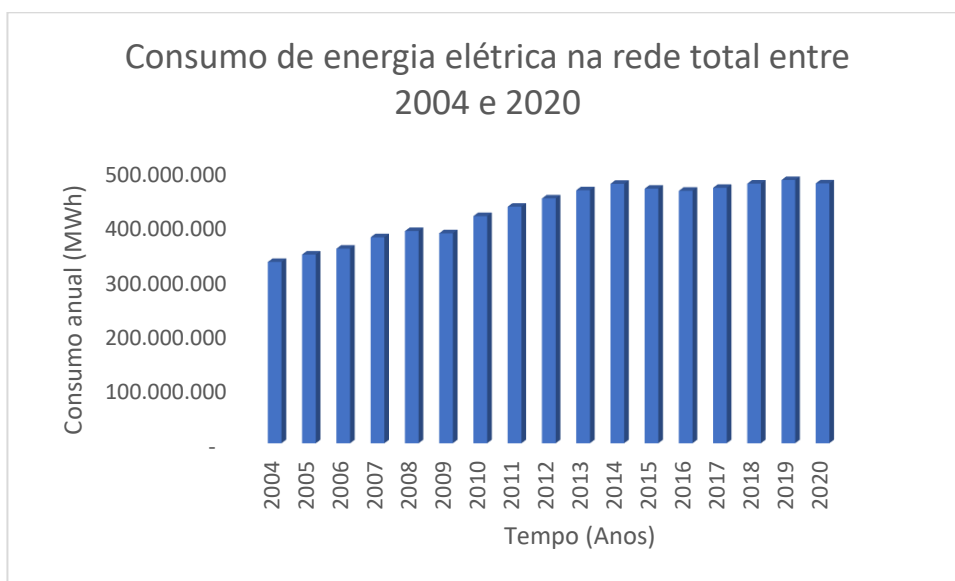


Figura 7 - Consumo de energia elétrica na rede total entre 2004 e 2020. Fonte: elaboração própria com dados da EPE, 2021.

A partir da Figura 8, nota-se que a demanda por energia elétrica em 2020 foi maior no setor industrial, contudo, o setor residencial possui valores de consumo semelhantes. Já o setor comercial e outros representam uma parcela bem inferior quando comparada às quantidades com os demais setores.

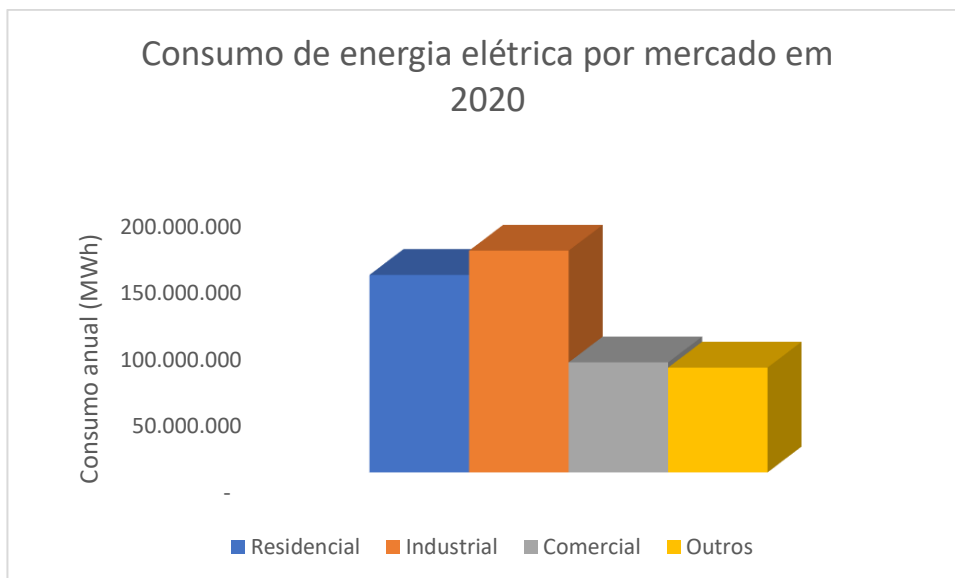


Figura 8 Consumo de energia elétrica por mercado em 2020. Fonte:elaboração própria com dados da EPE, 2021.

Segundo os dados disponibilizados pela EPE (2021), o consumo de energia no setor elétrico, considerando fontes como querosene, gás natural, bagaço de cana-de-açúcar, biodiesel e eletricidade, aumentou  $26895 \cdot 10^3$  tep entre os anos de 1970 e 2020. Comparando esses dois anos, é possível notar que enquanto o consumo de gás natural e bagaço de cana aumentou expressivamente, antes com 4,2% e 5,7%, respectivamente, para 25,1% e 49,3%, o consumo de óleo combustível caiu drasticamente de 57,1% em 1970 para 0,7% em 2020. Estes são dados importantes para evidenciar a diminuição da dependência de combustíveis fósseis na matriz elétrica do Brasil.

Segundo a EPE (2021), a produção de energia eólica foi iniciada em 2001, com  $3 \cdot 10^3$  tep. Após 10 anos, em 2011, a energia gerada foi equivalente a  $233 \cdot 10^3$  tep. Um aumento expressivo ocorreu entre 2013 e 2014, onde a produção foi dobrada, já que foram gerados  $566 \cdot 10^3$  tep e  $1050 \cdot 10^3$  tep. Em 2020, a produção foi correspondente a cerca de  $4906 \cdot 10^3$  tep, isto é, 1,4% da produção de energia primária.

## 2.6 Parques eólicos no Brasil

O boletim mensal disponibilizado no site do Operador Nacional do Sistema elétrico (ONS) apresenta os dados em gráficos e tabelas acerca da produção de energia eólica por subsistema, por estado e por usina, apresentando a geração média do mês, geração média mensal dos últimos 12 meses, fatores de capacidade e etc. De forma geral, a evolução da geração eólica no SIN quando considerada a capacidade instalada conjuntos, é expressiva, sobretudo a partir de 2014. Na geração eólica por subsistema, por exemplo, há a seguinte divisão: norte, nordeste, sudeste/centro-oeste, sul. São apresentadas as evoluções históricas de 2006 a 2021 do subsistema Nordeste e Sul. O Nordeste possui uma capacidade instalada e crescente muito maior do que o Sul, que desde de 2017 não cresce na capacidade instalada. O estado com maior geração verificada é a Bahia, seguido do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e Piauí.

Segundo a ABEEólica (2021), o Brasil possui cerca de 19,1 GW de capacidade instalada, com mais de 8585 aerogeradores em operação distribuídos por 726 parques eólicos em 12 estados.

A atividade da geração de energia eólica no Brasil teve início em Fernando de Noronha, em 1992. Contudo, devido ao alto custo da tecnologia e à falta de políticas públicas, foi somente a partir de 2001, ano da crise energética, que a energia eólica começou a crescer com a instituição do Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), que visava a contratação de projetos de energia eólica. Posteriormente, foi instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), que entre outros incentivos, estabeleceu exigências de conteúdo nacional para os aerogeradores (ABEEOLICA, 2021).

Ainda nesse período, houve a instalação de anemômetros em São Gonçalo do Amarante e de Mucuripe, ambos no Ceará, para o planejamento dos projetos piloto de Taíba. A primeira usina a operar foi no Ceará, em 1999 em Taíba, composta por um sistema com dez aerogeradores e capacidade de 5MW (MOREIRA et al., 2013).

O Proeólica instaurou a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica que estabelecia orientações para programas de enfrentamento da crise. Durante o PROINFA, foi definido que a Eletrobras contrataria a obtenção da energia provinda da fonte eólica até o limite de 1.100 MW com um prazo mínimo de 20 anos. Em 2004, a fim de aumentar a concorrência entre os participantes do setor elétrico e redução de

tarifa aos consumidores, a contratação de energia passou a ser através de leilões. Outros incentivos governamentais foram aplicados, como o financiamento a longo prazo e redução de tributos (GOUVÊA; SILVA, 2018).

Porém, foi em 2005 que o Brasil começou a investir nas construções de parques eólicos, principalmente na região nordeste. Além do potencial eólico, tal estratégia torna-se interessante no quesito complementariedade das fontes em períodos de seca na região (PINHEIRO; HERVÉ, 2020).

O fator decisivo para o crescimento da fonte eólica foram os primeiros leilões de comercialização de energia para a fonte eólica, denominado Leilão de Energia de Reserva (LER), ocorreram em 2009 e possuíam o prazo de contrato de 20 anos com contratação de 1,8 GW (ABEEOLICA, 2021).

## **2.7 Repotenciação**

O ciclo de vida de um parque eólico compreende desde a avaliação da alternativa locacional, que engloba as fases de instalação e operação, até a fase final do contrato, que culmina na repotenciação ou descomissionamento total do parque.

De forma geral, os aerogeradores possuem vida útil média de 20 anos. Após esse período, o parque eólico pode passar por: modernização, que inclui extensão da vida útil operacional das turbinas, repotenciação parcial e repotenciação total; descomissionamento; soluções mistas (EPE, 2021).

Quando não há viabilidade econômica para repotenciar o parque, a alternativa é extensão da vida útil que consiste na recuperação da eficiência do projeto através da troca de artefatos como mecanismos de controle, gerador e caixa multiplicadora (EPE, 2021).

Acerca da extensão da vida útil dos parques eólicos e sua gestão ao longo da operação, a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) possui uma norma técnica em elaboração, cujo título é IEC TS 61400-28 - Wind energy generation systems - Part 28: Through life management and life extension of wind power assets.

A repotenciação parcial consiste na substituição de componentes de maior porte, como aumento do diâmetro do rotor ou aumento da potência instalada, aumentando a produção de energia do aerogerador (EPE, 2021).

Na repotenciação total, ocorre a substituição do aerogerador, a demolição das torres, o descomissionamento da planta original e a instalação de uma nova

configuração, com maiores fatores de capacidade. Significa dizer que o projeto volta a sua fase inicial e é necessário novos estudos de viabilidade e obtenção das licenças de instalação e operação (EPE, 2021).

## **2.8 Descomissionamento**

O descomissionamento é o processo de desmontagem, destinação e disposição final dos equipamentos e infraestrutura dos parques eólicos. Essa atividade deve respeitar os protocolos de segurança e legislação vigente. Essa etapa, no âmbito ambiental, gera maior número de impactos (MACHUCA, 2015).

Segundo a EPE (2021), a forma como ocorre o descomissionamento ocorre segundo o tempo de operação e as características técnicas da planta. Ademais, varia de acordo com propósito do uso ou destinação futura dos aerogeradores.

Com base em Santos (2018), na fase de planejamento são necessárias as definições de ações de descomissionamento considerando a infraestrutura (turbina, fundação, equipamento de conexão), aspectos sociais como orientação social para os proprietários das terras e processos como destinação do material removido e a inclusão dos custos de todo esse processo.

A desmontagem pode possuir a finalidade de reutilização, revenda, reciclagem ou inutilização. No primeiro caso, uma vistoria dos componentes deve ser realizada anteriormente à retirada, seguido do acondicionamento para a devida preservação e transporte dos equipamentos. A remontagem envolve a necessidade de instrumentos como guindaste e equipe de mão de obra multidisciplinar. Já nas demais desmontagens, a infraestrutura será descartada ou terá utilização em outras atividades e, por este motivo, não são necessárias as etapas descritas no primeiro caso. Entretanto, ainda há questão da gerência de mobilização e desmobilização dos instrumentos utilizados na montagem e desmontagem do parque eólico. No caso da demolição, a retirada é feita após a derrubada das torres e não é necessária a coordenação das máquinas de montagem e desmontagem (CANWEA, 2020).

Com o descomissionamento, a maior dificuldade é a destinação dos resíduos dos parques, sobretudo os aerogeradores, que poderiam ser reutilizados na área de recreação. Entretanto, sua composição possui materiais de alto valor e há estudos de alternativas como a trituração das pás para fabricação em painéis de partículas à base

de madeira, a confecção de resinas termoplásticas, e a pirolise para decompor a fibra de vidro das lâminas das turbinas eólica de poliéster ou epóxi (MACHUCA, 2015).

### **2.8.1 Análise de ciclo de vida**

De acordo com a norma 14040 da International Standardization for Organization (ISO), uma análise do ciclo de vida (ACV) consiste no estudo das entradas e saídas, bem como seus impactos ambientais potenciais causados pelo produto por meio do seu ciclo de vida. Essa avaliação é feita considerando todas as etapas da produção do produto, ou seja, do berço ao túmulo. Essa avaliação é holística e inclui questões relacionadas aos recursos energéticos, matéria prima e do próprio produto após sua vida útil (TAVARES, 2006).

Dentre as aplicações da ACV estão a orientação do design de novos produtos; reconhecimento de melhorias dos aspectos ambientais do produto; auxílio na tomada de decisão e formulação de políticas ambientais; avaliação de desempenho ambiental; e a identificação das falhas do processo englobando insumos, transportes e descarte do produto (TAVARES, 2006).

De forma geral, a análise do ciclo de vida identifica as matérias primas utilizadas, os impactos ambientais e as emissões ao longo da vida do produto. Esse estudo permite a redução do consumo de recursos e geração de resíduos (VALT, 2004).

Inserido no contexto da análise do ciclo de vida há a logística reversa. Segundo Lacerda (2002), a logística é o processo que administra o fluxo do momento da compra até a etapa de consumo. Nesse sentido, a logística reversa seria do ponto da compra até a fase do consumo. Em linhas gerais, a logística reversa possui a finalidade de recuperar o valor reaproveitando componentes e fazer a disposição correta do produto por meio do planejamento e controle desde as matérias primas até o ponto de origem (STOCK, 1998). Para exemplificar, pode-se citar o retorno de garrafas PET dos centros de venda até os pontos de distribuição. Esse conceito é relevante no tocante ambiental, uma vez que permite mensurar o impacto ambiental gerado ao longo do ciclo de vida de um produto (LACERDA, 2002).

A análise de ciclo de vida e logística reversa são instrumentos que auxiliam na tomada de decisão. Nesse sentido, em um parque eólico são conceitos relevantes no

contexto da análise da viabilidade entre repotenciação ou descomissionamento, sobretudo na questão dos resíduos sólidos gerados com o desmonte.

### **3. LEGISLAÇÃO RELATIVA À REPOTENCIAÇÃO E DESCOMISSIONAMENTO**

#### **3.1 Legislação internacional**

Poucos são os estudos e legislação que observam a questão dos termos dos contratos de geração de energia eólica. Num panorama internacional, no Havaí, o proprietário é responsável pelo desmonte, isto é, pela remoção de toda a estrutura e equipamentos e pela recuperação do solo degradado. O prazo de remoção é de doze meses após o fim da vida útil do equipamento. Caso a remoção não seja concluída dentro deste período, o proprietário do terreno fica responsável pelo término do descomissionamento (SANTOS et al., 2018).

Os países tratam a questão do descomissionamento de formas diferentes. Na Alemanha, por exemplo, o processo é regulamentado por leis da construção e civil e normativas específicas para fontes de energias renováveis. Na Dinamarca, o descomissionamento já é incluído no processo de licenciamento do projeto. De forma semelhante, a Espanha exige as medidas do descomissionamento no estudo de impacto ambiental. Na Suécia, a repotenciação deve passar por todo o trâmite do licenciamento ambiental, como se fosse um novo projeto (EPE, 2021).

Já nos Estados Unidos, para o descomissionamento a regra é semelhante à da Espanha, sendo o ônus da desativação apenas do empreendedor, enquanto para a repotenciação a norma se assemelha à Suécia. A destinação dos componentes deve priorizar a reutilização, reciclagem e disposição final adequada com a finalidade de serem recuperadas as condições iniciais do local de instalação do projeto de energia eólica, são exigidos pelos governos estaduais e municipais os planos de descomissionamento (AWEA, 2020).

Porém, a regulamentação varia de acordo com os estados. Por exemplo, em Minnesota, o governo obriga um depósito de fundos por turbina instalada. Este depósito funciona de maneira semelhante a uma caução, pois é liberado para o desenvolvedor do projeto após a devida desativação do parque. Caso o

empreendedor não realize o descomissionamento de acordo com a lei, o dinheiro desse fundo é utilizado na desativação (FERRELL; DEVUYST, 2013).

No Canadá, por exemplo, a legislação exige que os empreendedores elaborem um Relatório do Plano de Desativação (DPR - Decommissioning Plan Report) do parque eólico ainda na fase do projeto (STECKY-EFANTIS, 2013).

Na Itália, a exigência do depósito no fundo para a desativação e recuperação ambiental ocorre para que a construção possa ser aprovada, entretanto uma reavaliação é realizada a cada cinco anos para as devidas adequações (GIOVANNI, 2014).

Em Portugal e Espanha, há uma série de regulamentos acerca da repotenciação. As leis tratam desde o âmbito ambiental, com temas como o licenciamento ambiental, prevenção de impacto ecológico, passando por decretos que estabelecem condições técnico-administrativas para repotenciação de parques eólicos existentes, até a esfera social com regulamentação que trata de ordenação do território (ORTEGA, 2010).

### **3.2 Legislação brasileira**

Já no Brasil, em termos de legislação ambiental, a Lei 6.938 de 1981 institui a Política Nacional do Meio Ambiente, seus objetivos e os mecanismos de formulação. Dentre seus instrumentos presentes no art. 9º incisos III e IV, estão a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e o licenciamento ambiental. Em suma, a lei apresenta hipóteses legais de exigência de licenciamento para a aprovação de empreendimentos cuja atividade seja considerada potencialmente poluidora.

De forma complementar, há uma gama de resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) que dão diretrizes e definem regras acerca do licenciamento. As mais relevantes são a Resolução nº1/1986 que institui o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (Rima) e dá diretrizes para a avaliação de impacto ambiental, e a Resolução nº 237/1997 que discorre sobre a regulamentação das etapas de licenciamento.

A resolução CONAMA Nº 462, DE 24 DE JULHO DE 2014, define as diretrizes para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre.

Em seu corpo, constam as acepções dos conceitos relativos à geração de energia eólica e o enquadramento através do porte, localização e o potencial poluidor da atividade para definir o tipo de estudo ambiental, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto de Ambiental (EIA/RIMA) ou Relatório Ambiental Simplificado (RAS) a ser apresentado ao órgão ambiental para as obtenções das licenças prévia, de instalação e operação.

A resolução solicita os estudos que considerem os impactos gerados durante a instalação e operação do empreendimento, mas também as ações de mitigação e compensação ambiental. Entretanto, não menciona o quesito descomissionamento dos parques eólicos.

Sobre os resíduos gerados nas atividades de repotenciação e/ou descomissionamento, há a Lei LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que segundo o seu art.1º:

“institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis”.

A Resolução CONAMA Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002, trata das diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, cuja finalidade é estabelecer ações necessárias para mitigação de impactos ambientais. Segundo o art. 2º são classificados como resíduos da construção civil os tijolos, concreto, gesso, telha, vidros, plásticos, fiação, solos, rochas, colas, tintas e afins. Alguns resíduos provindos da repotenciação e/ou descomissionamento, como o concreto, podem ser classificados no art. 3º, inciso I – Classe A, que são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. Para essa classe de resíduo, a resolução determina no art. 10 que “deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura”.



## 4.DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

### 4.1 Alternativas ao fim da vida útil

Para o desenvolvimento de um empreendimento como um parque eólico são realizadas as etapas: de projeto, em que se avaliam as viabilidades econômica, ambiental e técnica; de instalação, compreendendo a construção das fundações e equipamentos; de operação, etapa a qual a energia é gerada; e a pós operação, fase em que a vida útil dos aerogeradores cessa, geralmente entre 20 e 30 anos. É nessa fase que estudos são realizados para verificar a possibilidade de repotenciação ou desativação, bem como a decisão da disposição final das turbinas que chegaram ao fim da vida útil (EARNEST, 2014).

De acordo com a Figura 9, os possíveis caminhos para um parque eólico ao final da vida útil são: a desativação e investimento em outro local ou a repotenciação total ou parcial. Em ambas as opções é necessária a realização da disposição dos resíduos.

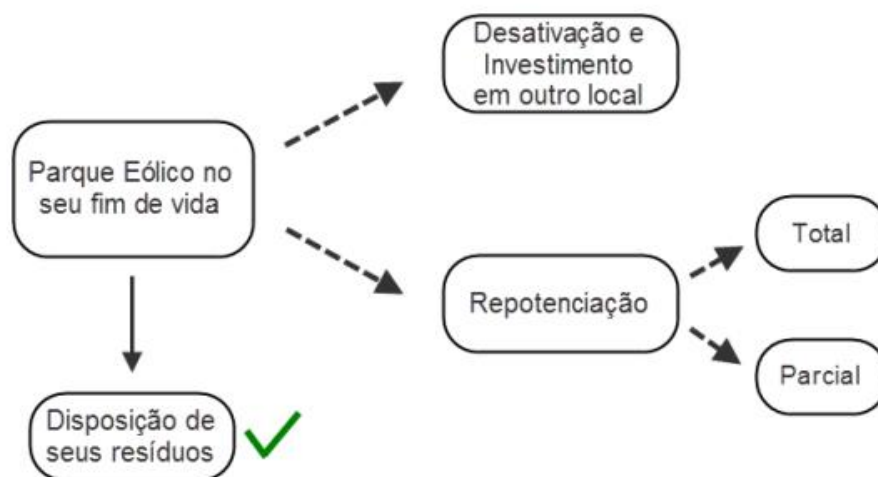


Figura 9 - Possíveis caminhos para um parque eólico ao final da vida útil. Fonte: Machuca, 2015.

Em ambos os processos, há a fase de desativação do parque eólico. A etapa é iniciada pelo desligamento da conexão elétrica, seguida da desativação da subestação, linhas de transmissão, aerogeradores e fundação. Modificações no

ambiente devem ser reparadas, acompanhadas de paisagismo no local (WELSTEAD et al., 2013).

A decisão entre a repotenciação e descomissionamento é baseada em um estudo que deve considerar os aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Caso não haja viabilidade, o desenvolvedor do projeto poderá avaliar a possibilidade da extensão de vida útil. Assim, deve-se levar em consideração se o retorno financeiro será maior do que em um novo local. Caso não seja possível, a alternativa é o descomissionamento. Ademais, um empreendedor pode optar por soluções mistas (EPE, 2021).

Não há um consenso acerca do período ideal para o início dessa repotenciação, pois há autores que sugerem que seria desde 10 anos após o início do seu funcionamento, até quem aconselhe 20 anos de operação (BONA et al., 2021).

Os principais fatores que envolvem a análise da possibilidade da repotenciação são economia potencial em relação à um empreendimento novo, preço da venda da energia, avanço tecnológico, custos de operação e manutenção e recursos eólicos (BONA et al. 2021).

## **4.2 Vantagens e desvantagens da repotenciação e descomissionamento**

Machuca (2015) apresenta em seu estudo as vantagens e desvantagens da repotenciação e descomissionamento seguido de um projeto *greenfield*. No primeiro caso há um menor impacto ambiental, possibilidade de reuso de parte da instalação, propensão em obter as licenças ambientais e menores riscos à avifauna.

Ainda sobre vantagens da repotenciação sobre o descomissionamento, pode-se citar que ela mantém os empregos locais e arrecadação advinda do arrendamento de terras dos parques eólicos (WIND EUROPE, 2017). A repotenciação de parques eólicos engloba o aumento da possibilidade de incorporação de energia eólica adicional melhorando a integração na rede de energia eólica e a produção. Com uma tecnologia mais avançada, como maior altura das torres e melhor aerodinâmica, há um aumento na eficiência energética. Bem como redução do espaço ocupado pelas turbinas. Outro benefício é de que o custo com o incremento em prêmio no parque é cerca de 50% ao que seria de um parque novo (ORTEGA, 2010).

Porém, segundo LANTZ; LEVANTHAL; BARING-GOULD (2013), comparando as repotenciações parcial e total, a parcial é menos conveniente que a repotenciação total. Isso se deve ao fato de que as torres reutilizadas, geralmente, são mais baixas e com rotores menores, afetando a produção de energia.

Em relação às desvantagens, do ponto de vista econômico a repotenciação pode não ser atrativa. Já do ponto de vista técnico, a capacidade das linhas de transmissão já existentes pode não ser suficiente e pode haver problemas com a posse do aerogerador (MACHUCA, 2015).

Por sua vez, o descomissionamento pode obter maior viabilidade econômica, ao passo que causa maior impacto ambiental e social. Não obstante, essa opção pode esbarrar em questões como resistência dos moradores, incerteza nos dados dos ventos e gastos na construção de estradas (MACHUCA, 2015).

### **4.3 Resíduos sólidos gerados**

Em relação aos resíduos gerados no desmonte, a logística e logística reversa de um aerogerador está descrita na Figura 10. Após o seu fim de vida (etapa oito), ocorre a desinstalação no local (etapa nove), o transporte ao local de recuperação (etapa onze) e após a separação por qualidade (etapa treze), a decisão do reuso ou não. Se o reuso for possível, o aerogerador vai para o processo de revenda (etapa dezesseis) e, posteriormente, transportado ao local do parque (etapa cinco). Em caso negativo, o aerogerador pode passar por uma remanufatura (etapa catorze) até chegar à revenda também (etapa dezesseis), ou ainda, pode passar para a reciclagem e ser vendido como sucata (etapa dezessete). Assim, com o reuso é possível obter lucro com a venda dos componentes. Caso a reciclagem não seja possível, o equipamento vai para a disposição final (etapa dezoito).

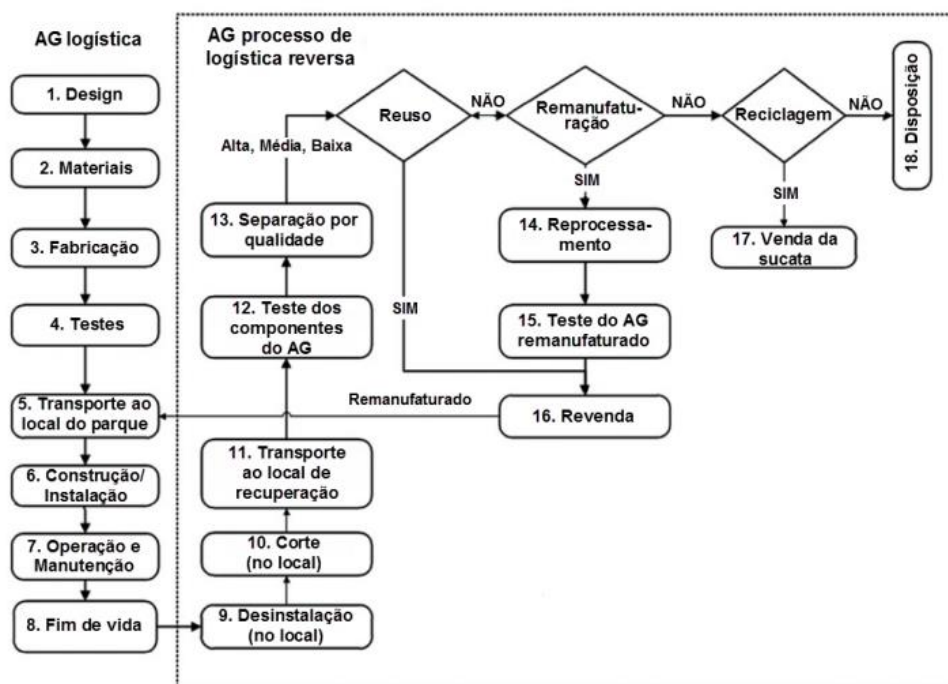


Figura 10 - Logística e Logística reversa de um aerogerador. Fonte: Ortegon, Nies e Sutherland, 2013 apud Machuca, 2015).

No estudo sobre a viabilidade de repotenciação da Usina Elétrica de Palmas, localizada na região Sul do Brasil, Machuca (2015) sugere como disposição a separação e isso como substituto do rachão e venda como sucata os componentes da torre. Para a nacelle, foi sugerida a venda como sucata, assim como os eixos do rotor e, para as pás, a disposição proposta foi a reutilização em *playgrounds*. A conclusão do estudo, com base nos cenários que considerou aspectos técnicos, ambientais e econômicos foi que os seus resíduos podem ser reaproveitados ou reciclados e há viabilidade na repotenciação da usina.

#### 4.4 Responsabilidades

Sobretudo, a etapa de desativação, apesar de estar na pauta no âmbito acadêmico, não é contemplada por legislação específica no setor executivo federal (TEREZA, 2019).

Nesse sentido, no descomissionamento, o ideal é que os métodos e planejamento de desativação sejam integrados no próprio projeto de instalação (LEAF, 2019).

No processo de licenciamento ambiental trifásico, que engloba a avaliação das licenças prévia, de instalação e de operação, a fase de descomissionamento dos parques eólicos não é considerada. Assim, não há direcionamentos quanto à questão do fim da vida útil dos sítios. A partir disso, sugere-se o estabelecimento de uma quarta fase para a expedição da licença de desinstalação para essa modalidade (SCHREINER, CONDONHO, 2018; TEREZA, 2019).

De acordo com a EPE (2021), o descomissionamento, na maioria dos casos, é uma obrigação do empreendedor, a partir da análise dos contratos apresentados para habilitação técnica exigidos para participação nos Leilões de Energia. Desta forma, o ônus do desmonte dos equipamentos e da recuperação das condições iniciais do sítio é do empreendedor. Porém, em alguns contratos, ao final da vida útil, o empreendedor tem o poder de escolha entre remover as instalações ou deixá-la no terreno, sendo o proprietário então responsável pela destinação dos equipamentos e seus custos.

No Brasil, não há experiência ou legislação nacional consolidadas sobre a repotenciação (MACHUCA, 2015).

Considerando o contexto da falta de legislação específica, Tereza (2019) realizou um estudo acerca da repotenciação e/ou descomissionamento de parques eólicos levantando a opinião dos órgãos ambientais sobre o assunto. A pesquisa demonstrou que o tópico possui um posicionamento de relevância pelas agências e que foram sugeridas ações objetivas, participativas e responsáveis. O questionário aplicado mostrou que parte dos entrevistados sugerem a criação de uma licença de desativação, enquanto outra parcela propõe a criação de fundo monetário para ser utilizado na desativação, como já ocorre na Itália e em parte dos Estados Unidos (TEREZA, 2019).

No caso dos resíduos sólidos dispostos no item 4.3, no que tange à PNRS, a responsabilidade de cada caso é tratada individualmente, através de acordos entre partes, ou seja, entre proprietário do terreno a ser arrendado e empreendedor.

Em seu estudo, a EPE (2021) considera que seguindo as classificações dispostas da lei PNRS, os resíduos provenientes do descomissionamento podem ser englobados no art. 13, de resíduos industriais. Para resíduos com essa classificação é exigida a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos anexada ao processo de licenciamento ambiental. Não obstante, segundo análises, o descomissionamento não tem sido avaliado no processo de licenciamento por parte

dos órgãos ambientais e, por consequência, os planos de gerenciamento de resíduos elaborados por parte dos empreendedores não são contemplados.

Em um ciclo de vida de um produto, aplicando a lei de resíduos sólidos, a responsabilidade da destinação é compartilhada desde os fabricantes até os consumidores e agentes públicos. São sugeridos, então, o uso de instrumentos como o da logística reversa e acordos setoriais para que sejam definidas as devidas responsabilidades de cada participante do processo (EPE, 2021).

#### **4.5 Casos de repotenciação**

Na Dinamarca, promoções de repotenciação na década de 1990 e nos anos 2000 foram implantadas. O objetivo era fornecer condições especiais de compra de energia para parques repotenciados. Durante esses programas, estima-se que cerca de 1200 aerogeradores tenham sido trocados. Até 2011, se o empreendedor obtivesse uma comprovação de que os aerogeradores antigos, isto é, com capacidade máxima de 450Kw, foram repotenciados, o mesmo poderia requerer subsídio extra (SPERLING; HVELPLUND; MATHIESEN, 2010).

Até 2014, na Alemanha, havia um programa que concedia um bônus para a repotenciação de parques, onde era fornecido um aumento de 0,5 centavos de euro/kWh. As condições para a concessão eram que as turbinas instaladas antes de 2002 deveriam ser substituídas, porém a quantidade de aerogeradores instalados não poderia extrapolar a quantidade dos que foram alterados e a capacidade dos novos equipamentos instalados fosse o dobro da antiga, pelo menos. A viabilidade da repotenciação é menor, possivelmente devido à diferença das turbinas e eficiência em relação às novas serem muito menores e por este motivo a partir de 2014, não há mais benefícios para parques repotenciados (BWE, 2015).

A repotenciação já é uma técnica utilizada em Portugal (COUTO et al., 2019). Isso se deve às limitações físicas causadas por uma saturação dos locais de geração de energia (MARQUES et al., 2018). Esta saturação ocorreu como consequência do aumento de parques eólicos onshore motivado pelas políticas energéticas do país (INEGI & APREN, 2018).

Hencleeday (2020), realizou um estudo no qual avaliou os impactos ambientais em populações de aves a partir de um caso de repotenciação no parque eólico de Vila Lobos, em Portugal, o qual não passou pelo processo de AIA no projeto inicial. A

remodelagem ocorreu de modo que os 20 aerogeradores existentes foram substituídos por cinco equipamentos de maior potência, mantendo a potência de 10 MW instalados. O trabalho permitiu concluir que, do ponto de vista ambiental, a repotenciação não causaria impactos na biodiversidade ou na paisagem local, bem como a repotenciação obteve viabilidade energética e financeira.

Na Itália, os leilões de energia permitem que parques novos e repotenciados participem. Essa é uma forma de incentivar o processo no país (EPE, 2021).

De acordo com Kallista Energy (2020) um caso de sucesso de repotenciação que ocorreu na França foi a substituição de quatro aerogeradores por modelos mais eficientes, com três vezes mais potência. Os resíduos gerados com o desmonte foram recuperados e reciclados. A restauração das condições iniciais do terreno também foi realizada.

Nos Estados Unidos, a repotenciação parcial tem sido muito visada, já que em 2017 e 2018 2425 turbinas foram repotenciadas, totalizando cerca de 3445 MW. Além dos benefícios como aumento a eficiência dos aerogeradores e diminuição com os custos com manutenção, esse fenômeno ocorre devido aos PTCs (WISER & BOLINGER, 2019).

Na China, a estimativa é que até 2028, 21 GW da capacidade passe por repotenciação. Deve haver um aumento na medida em que a disponibilidade de novos locais com potencial eólico diminua. O entrave para esse processo é devido ao vencimento das tarifas *feed in* (ENERGY GLOBAL, 2019).

Em relação ao Brasil, em seu trabalho, Bona et al. (2021) realizaram a identificação do potencial de repotenciação do país utilizando diversos cenários técnico econômicos. Como resultado, obteve-se que os aerogeradores com até 2MW de potência nominal são os mais vantajosos para o país e que é estimado que a repotenciação seja mais atrativa antes do período dos 20 anos devido à diminuição nas tarifas de energia.

#### **4.6 Dificuldades**

Nos Estados Unidos, a regulação enfrenta desafios regulatórios referentes à concessão de licenças ambientais, carência de recursos humanos, e escassez de

linhas de transmissão disponíveis para o aumento da capacidade (LANTZ; LEVANTHAL; BARING-GOULD, 2013).

De maneira geral, na Europa há uma dificuldade na questão da repotenciação, pois possui regulamentações mais restritivas que tornam os projetos não elegíveis. Por isso, a tendência é que os parques passem por extensão da vida útil ou descomissionamento (EPE, 2021).

Por condições de falta de legislação, segurança e produtividade, a extensão da vida útil não é uma alternativa viável para Portugal (ALVES, 2019).

Segundo Ortega (2010), para Portugal e Espanha, as dificuldades enfrentadas no processo de repotenciação são: a excessiva regulação, conflitos entre as competências administrativas, a aplicação das normativas para casos que não são favoráveis ao desenvolvimento, problemas regulatórios em relação ao acesso à rede; contradição nos prazos das autorizações concedidas por órgãos diferentes, falta de segurança jurídica, demora na concessão de licenças, e necessidade de apresentação de autorizações em distintas agências para a mesma finalidade.

A Figura 11 representa o fluxo de tramitação para obtenção das licenças para a repotenciação de parques eólicos. É possível observar um excesso de burocracia, a qual pode tornar o processo não dinâmico.

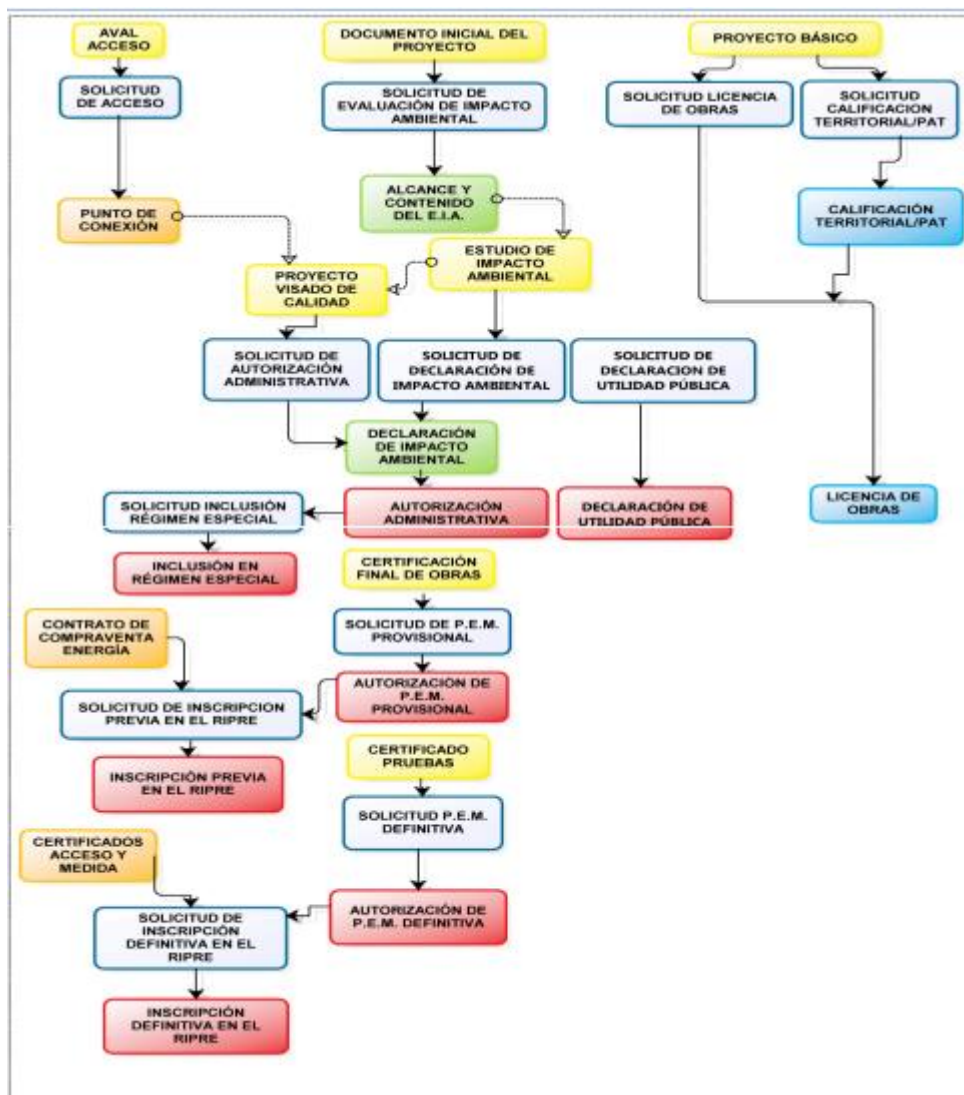


Figura 11 - Fluxo de tramitação para repotenciação em Portugal e Espanha. Fonte: Ortega, 2010.

Entre outras dificuldades encontradas, pode-se citar os custos do descomissionamento, o custo com a obtenção de novas licenças e as rendas mais baixas devido ao tempo de inatividade enquanto ocorre a substituição dos equipamentos (DEL RÍO, 2011).

Segundo a Wind Europe (2021), a Europa possui cerca de 14GW dos parques eólicos com mais de 20 anos de operação. A estimativa é que outros 38 GW atinjam essa idade dentro de 4 anos. E, até 2030, mais 78GW.

Considerando que apenas 2GW foram repotenciados e a fim de serem discutidas alternativas e medidas referentes à situação da Europa, a Wind Europe realiza anualmente o Seminário sobre questões e estratégias de fim de vida (EOLIS - End-of-Life Issues & Strategies Seminar).

## 5. CONCLUSÕES

Ao se analisar o cenário energético brasileiro, é possível verificar o crescimento dos investimentos em energia eólica últimos anos, onde o Brasil ocupou a terceira posição no cenário global em termos de energia gerada por novas instalações. Além disso, as perspectivas futuras, segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia são de crescimento nesta área até 2030.

De tal forma, é necessário pensar nas questões envolvidas em relação ao descomissionamento ou repotenciação dos parques eólicos brasileiros, uma vez que este tipo de fonte geradora apresenta uma vida útil entre 20 e 30 anos. Ainda não existe legislação nacional específica sobre o tema, apenas diretrizes ambientais gerais de descarte de resíduos e proteção ambiental.

Portanto, uma política nacional séria em relação a este tema, que trate desde estudos preliminares em relação ao melhor custo-benefício entre descomissionamento e repotenciação (parcial ou total) se faz necessária, com a adoção de legislação específica a fim de se padronizar a forma como atuar no cenário brasileiro futuro.

Ao se considerar modelos de legislação, deve-se buscar adotar exemplos próximos aos que foram bem-sucedidos no mundo, como os de Portugal e Espanha, que apresentam uma série de regulamentos rígidos que tratam desde questões ambientais (as quais, em um modelo brasileiro, podem agregar as resoluções CONAMA) à esfera social, uma vez que o PIB e a mão de obra local seriam fortemente impactados em um cenário de descomissionamento.

### 5.1 Contribuições do Trabalho

Considerando o panorama da energia eólica no Brasil e seu crescimento da capacidade instalada, é inevitável pensar sobre o descomissionamento, sobretudo em relação aos resíduos sólidos. Conforme documento da EPE (2021), "torna-se essencial que tal processo seja realizado de forma planejada e de que a destinação dos resíduos gerados seja ambientalmente adequada, de forma a ser mantido o caráter sustentável da fonte eólica de geração".

A relevância do trabalho está no levantamento da reflexão sobre a falta de diretrizes em relação ao fim de vida útil de um parque eólico no Brasil, ou ainda, sobre o excesso de regulamentações, em alguns países da Europa, que impedem o reaproveitamento do local.

## **5.2 Sugestões para trabalhos Futuros**

Ao se verificar o crescimento da produção de energia através da criação de usinas eólicas, é inevitável que descomissionamentos e repotenciações ocorram. Desta forma, trabalhos futuros envolvem estudos de caso de descomissionamentos/repotenciações de usinas eólicas brasileiras que possam ser correlacionados com modelos similares nacionais ou internacionais de forma a se traçar uma melhor forma de atuação em cada cenário.

Sugere-se que mais estudos sejam elaborados investigando o impacto ambiental de ambos os processos: repotenciação e descomissionamento.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica). **Eólica: energia para um futuro inovador. 2021.** Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/energia-eolica-o-setor/>>. Acesso em 05 dez. 2021.

\_\_\_**INFOVENTO 21.** Disponível em: <[http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/2021\\_06\\_InfoVento21.pdf](http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/2021_06_InfoVento21.pdf)>. Acesso em 08 dez. 2021.

Alves, L. Futuro da energia eólica em Portugal. **Renováveis magazine**, (36), 36-37, 2019.

AMERICAN WIND ENERGY ASSOCIATION – AWEA. **Decommissioning.** 2020. Disponível em: <<https://www.awea.org/policy-and-issues/project-development/state-and-localpermitting/decommissioning>>. Acesso em: 24 out. 2021.

BARBOSA, Claudomiro Fábio de Oliveira; PINHO; João Tavares; PEREIRA; Edinaldo José da Silva; GALHARDO; Marcos André Barros; VALE, Silvio Bispo do; MARANHÃO; Wilson Monteiro de Albuquerque. **Situação da geração elétrica através de sistemas híbridos no estado do Pará e perspectivas frente à universalização da energia elétrica.** Proceedings of the 5th Encontro de Energia no Meio Rural, 2004.

**BOLETIM MENSAL DE GERAÇÃO EÓLICA** - Março/2021. Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/resultados-da-operacao/boletins-da-operacao>>. Acesso em 21 mai. 2021.

BONA, Jéssica Ceolin; FERREIRA, Joao Carlos Espindola; DURAN, Julian Fernando Ordoñez. Analysis of scenarios for repowering wind farms in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 135, p. 110197, 2021.

BRASIL. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira.** 2019. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+-+edi%C3%A7%C3%A3o+2019+v3.pdf/92ed2633-e412-d064-6ae1-eefac950168b>>. Acesso em 27 jun. 2021.

\_\_\_**Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA).** 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em 05 dez. 2021.

\_\_\_**Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).** 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em 05 dez. 2021.

BP WIND ENERGY (BWE). (Reino Unido). **Typical Wind Turbine Construction Process.** 2015. Disponível em: <<https://www.blm.gov/style/medialib/blm/az/pdfs/energy/mohave/mtgs.P>>. Acesso em 29 set. 2021.

CANADIAN WIND ENERGY ASSOCIATION (CanWEA). **Decommissioning/Repowering a Wind Farm.** Disponível em: <<https://canwea.ca/communities/decommissioningrepowering-wind-farm>>. Acesso em 05 dez.2021.

CANEPELE, Fernando de Lima. **Desenvolvimento de um modelo fuzzy para otimização da energia gerada por um sistema híbrido (solar-fotovoltaico e eólico).** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu. Botucatu, 107 p., 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90712>>. Acesso em 28 jun. 2021.

CARVALHO, J. F. de. O espaço da energia nuclear no Brasil. **Estudos Avançados**, v.26, n.74, p.293-308, 2012.

CENTOAMORE, Plinio; PINTO, Luiz Fernando Rodrigues. **Resíduos De Pás De Turbinas Eólicas: Uma Revisão Bibliométrica Das Pesquisas Para Aplicação De Economia Circular.** VIII SINGEP e a 8ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge). 2020. Disponível em: <<http://submissao.singep.org.br/8singep/arquivos/278.pdf>>. Acesso em 17 ago. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução Nº 462, de 24 de julho de 2014.** 2014. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=133565>>. Acesso em 05 dez. 2021.

\_\_\_ **Resolução Nº1, de 23 de janeiro de 1986.** 1986. Disponível em: <<http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>>. Acesso em 05 dez. 2021.

\_\_\_ **Resolução Nº237, de 19 de dezembro de 1997.** 1997. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237\\_191297.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf)>. Acesso em 05 dez. 2021.

\_\_\_ **Resolução Nº307, de 5 de julho de 2002.** 2002. Disponível em: <[https://www.unifesp.br/reitoria/dga/images/legislacao/residuos2/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2002\\_307.pdf](https://www.unifesp.br/reitoria/dga/images/legislacao/residuos2/CONAMA_RES_CONS_2002_307.pdf)>. Acesso em 05 dez. 2021.

COUTO, A., DUQUE, J., ESTANQUEIRO, A., FONTES, M., & T. SIMÕES. Planear o futuro da energia eólica. **Renováveis magazine**, (36), 33-35, 2019.

DE LASSIO, João Gabriel Gonçalves; DE MATOS, Denise Ferreira; BRANCO, David Alves Castelo. **Impactos ambientais de energias renováveis: uma avaliação da expansão da geração eólica e solar fotovoltaica no Brasil sob uma perspectiva de ciclo de vida.** XXV SNPTTE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. 2019. Belo Horizonte-MG. Disponível em: <<http://www.bvr.com.br/snptee/xxvsnptee/public/GMA/4386.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

DEL RÍO, Pablo; SILVOSA, Anxo Calvo; GÓMEZ, Guillermo Iglesias. Policies and design elements for the repowering of wind farms: A qualitative analysis of different options. **Energy Policy**, v. 39, n. 4, p. 1897-1908, 2011.

Divisão de Biblioteca – EPUSP. **Diretrizes para Apresentação de Dissertações e Teses**. 4ª. Edição. São Paulo. 2013. 91p.

<http://www.poli.usp.br/images/stories/media/download/bibliotecas/DiretrizesTesesDissertacoes.pdf>

DUKE, Energy Brasil. **Histórico do Setor Elétrico**. Guia do Cliente Livre. Disponível: <[http://www.duke-energy.com.br/negocios/cliente\\_livre.asp](http://www.duke-energy.com.br/negocios/cliente_livre.asp)>. Acesso em: 10 jul. 2020.

EARNEST, Joshua. **Wind Power Technology**. New Delhi, Índia: Phi Learning Private Limited, 492 p., 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Atlas da eficiência energética no Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020>>. Acesso em 28 jun. 2021.

\_\_\_ **Análise energética e dados agregados**. 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/BEN-Series-Historicas-Completas>>. Acesso em 05 dez. 2021.

\_\_\_ **Consumo de energia por setor**. 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/BEN-Series-Historicas-Completas>>. Acesso em 05 dez. 2021.

\_\_\_ **Empreendimentos eólicos ao fim da vida útil Situação Atual e Alternativas Futuras**. 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-563/NT-EPE-DEE-012-2021.pdf>>. Acesso em 05 dez. 2021.

\_\_\_ **Plano decenal de expansão de energia – 2030**. 2021. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao490/PDE%202030\\_RevisaoPosCP\\_rv2.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf)>. Acesso em 17 ago. 2021.

ENERGY GLOBAL. **China's wind repowering market to boom**. 2019. Disponível em: <<https://www.energyglobal.com/wind/17122019/chinas-wind-repowering-market-to-boom/>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

ESPÉCIE, M. de A.; SALIBA, A. da S.; MATTOS, Ana D. M.; COELHO, C. M.; ALMEIDA, E. de; SODRÉ, F. N. G. A. dos S.; MORAES, J. B. de; Durão, J. V.; PINHEIRO, M. R. de 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: Ética e Avaliação de Impacto Ambiental. 2018. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-357/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20impactos%20ambientais%20em%20projetos%20e%20B3licos%202018.pdf>>. Acesso em 17 ago. 2021.

FERRELL, Shannon L.; DEVUYST, Eric A. Decommissioning wind energy projects: An economic and political analysis. **Energy Policy**, [s.l.], v. 53, p.105-113, fev. 2013.

FRANKHAUSER, S.; SEHLEIER, F.; STERN, N. Climate change, innovation and jobs. **Climate Policy**, v.8, n.4, p.421, ago. 2008.

GIOVANNINI, Gabriele. **Wind Farm Decommissioning: a perspective on regulations and cost assessment in Italy and Sweden**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Energy Technology, Uppsala University, Gotland, 2014, 61p.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). **GLOBAL WIND REPORT 2021**. 2021. Disponível em: <<https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>>. Acesso em 05 dez. 2021.

GOUVEA, Renato Luiz Proença de; SILVA, Paulo Azzi da. Desenvolvimento do setor eólico no Brasil. **R. BNDES**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 49, p. 81-118, jun. 2018. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16081/1/PRArt\\_Developimnto%20do%20setor%20e%C3%B3lico%20no%20Brasil\\_compl.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16081/1/PRArt_Developimnto%20do%20setor%20e%C3%B3lico%20no%20Brasil_compl.pdf)>. Acesso em 05 dez. 2021.

HENCLEEDAY, Ana Catarina Braga. **Avaliação de Impacte Ambiental e Pós-avaliação num parque eólico, com foco nos Quirópteros e Avifauna**. 2020. Tese de Doutoramento (Biologia animal). UNIVERSIDADE DE LISBOA. Lisboa, 119 p., 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10451/47674>>. Acesso em 05 dez. 2021.

INEGI - APREN. **Parques Eólicos em Portugal - dezembro de 2018**. 2018. Disponível em: <<https://www.apren.pt/contents/documents/portugal-parques-eolicos-2018.pdf>>. Acesso em 08 dez. 2021.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). **Norma IEC TS 61400-28 - Wind energy generation systems - Part 28: Through life management and life extension of wind power assets**. 2021. Disponível em: <[https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:23:::FSP\\_ORG\\_ID:1282](https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:23:::FSP_ORG_ID:1282)>. Acesso em 05 dez. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation**. 2011. Disponível em: <[http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC\\_SRREN\\_Full\\_Report.pdf](http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2021.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Renewable Power Generation Costs in 2019**. 2020. Disponível em: <<https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>>. Acesso em 08 dez. 2021.

KALLISTA ENERGY. **Le démantèlement et le renouvellement (repowering) de parcs éoliens**. Disponível em: <<https://www.kallistaenergy.com/energies-renouvelables/demantelementrenouvellement/>>. Acesso em: 08 dez. 2021.

LACERDA, Leonardo. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, v. 6, 2002. Disponível em: <<http://etesi.com.br/arg/1-ano/9sem/1-9sem-gestao-ambiental-2.pdf>>. Acesso em 24 nov. 2021.

LANTZ, Eric; LEVANTHAL, Michael; BARING-GOULD, Ian. **Wind Power Project Repowering: Feasibility, Decision Drivers, and Supply Chain Effects**. [s.l.]: National Renewable Energy Laboratory, 40 p., 2013.

LEAF, C. 2019. **Wind farms: Why decommissioning must form part of the plan**. Environment Journal Disponível em: <<https://environmentjournal.online/articles/wind-farms-whydecommissioning-must-form-part-of-the-plan/>>. Acesso em 24 nov. 2021.

LUIZ, Cicéli Martins. **Avaliação dos impactos da geração distribuída para proteção do sistema elétrico**. 2012. Dissertação de mestrado. Universidade Federal De Minas Gerais. Belo

MACHUCA, Mônica Nassar. **Análise Ambiental, técnica e econômica da pósoperação de parque eólico**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 118p., 2015.

MARQUES, J., RODRIGUES, S., FERREIRA, R., & MASCARENHAS, M. Wind Industry in Portugal and Its Impacts on Wildlife: Special Focus on Spatial and Temporal Distribution on Bird and Bat Fatalities. In **Biodiversity and Wind Farms in Portugal**, 1-22, 2018.

MOREIRA, R. VIDAL, F. A. B; VIANA, A. F.; OLIVEIRA, D. A. B. Percepção ambiental dos impactos socioambientais na instalação e operação de uma usina na comunidade de sítio do Cumbé em Aracati-CE, PB. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS** 45, 2013. Disponível em: <<http://www.revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/view/39>>. Acesso em 05 dez. 2021.

NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION (NEA). **State council**. Disponível em: <[http://english.www.gov.cn/state\\_council/2014/10/01/content\\_281474991089761.htm](http://english.www.gov.cn/state_council/2014/10/01/content_281474991089761.htm)>. Acesso em 08 dez. 2021.

NGUYEN, K. Q. Alternatives to grid extension for rural electrification: Decentralized renewable energy technologies in Vietnam. **Energy Policy**, v.35, n.4, p.2579-89, abr. 2007.

ORTEGA, Manuel. **La importancia de la repotenciación de los parques para mejorar la integración en la red de la energía eólica y mejorar la producción de los emplazamientos. Necesidades regulatórias.** ENEL – Green Power. 2010. Disponível em: <[https://www.aeolica.org/uploads/documents/jir2010/VII\\_Manuel-Ortega\\_ENEL-GREEN-POWER.pdf](https://www.aeolica.org/uploads/documents/jir2010/VII_Manuel-Ortega_ENEL-GREEN-POWER.pdf)>. Acesso em 05 dez. 2021.

ORTEGON, K., NIES, L.F.; SUTHERLAND, J.W. (2013). Preparing for End of Service Life of Wind Turbines. **Journal of Cleaner Production** 39 (2013) 191-199.

PINHEIRO, André Fialho; HERVÉ, Márcio. Riscos e Desafios no Desenvolvimento de Parques Eólicos no Brasil. **Boletim do Gerenciamento**, v. 21, n. 21, p. 65-72, 2020. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/543/339>>. Acesso em 05 dez. 2021.

RÍO, P. del; BURGUILLO, M. Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.12, n.5, p.1325-44, jun. 2008.

SANTOS, A. A. B.; ORNELLAS; L.; TOFANELI, L. A. **Aspectos do gerenciamento da etapa de encerramento do contrato de geração de energia eólica no Brasil, com enfoque na Bahia.** 2018. Disponível em: <<https://doity.com.br/media/doity/submissoes/5b89c557-a240-4b97-a9a8-431a43cda1d7-aspectos-do-gerenciamento-da-etapa-de-encerramento-do-contrato-de-gerao-de-energia-elica-no-brasil2c-com-enfoque-na-bahia--submissao-2-etapapdf.pdf>>. Acesso em 5 dez. 2021.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Cortez, 2007.

SCHREINER, G. H.; CODONHO, M.L.P.C.F. **Descomissionamento Ambiental: análise da temática em empreendimentos de geração de energia eólica.** In: Jornada de Integração Científica, 4ª, 2018, Florianópolis. Cadernos de Iniciação Científica: Faculdade Cesusc, 2018, v.3, n.1.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos avançados**, v. 27, p. 99-116, 2013. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/ea/a/RTVwH7KyhtcgdPMGvDrCC3G/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 17 ago.2021.

SPERLING, Karl; HVELPLUND, Frede; MATHIESEN, Brian Vad. **Evaluation of wind power planning in Denmark – Towards an integrated perspective.** Energy, [s.l.], v. 35, n. 12, p.5443-5454, dez. 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544210003622>>. Acesso em 05 dez. 2021.

STECKY-EFANTIS, Alexander. **Evaluating Ontario Wind Turbine Decommissioning Plans.** Dissertação (Mestrado) - Curso de School Of Urban And Regional Planning, Queens University, Ontario, Canadá, 66p., 2013.

STOCK, James R. **Development and implementation of reverse logistics programs**. In: ANNUAL CONFERENCE PROCEEDINGS, COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT. 1998.

TAVARES, Sérgio Fernando. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. Tese Doutorado (Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 225 p., 2006.

TEREZA, Jaymara Chagas. **Levantamento de opinião sobre o descomissionamento de parques eólicos no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Engenharia de Energia). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 44p., 2019.

TOLMASQUIM, M. T. **Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: COPPE: CENERGIA, 2004.

\_\_\_\_\_. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. EPE: Rio de Janeiro, 2016. 452p. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/livro-sobre-energia-renovavel-hidraulica-biomassa-eolica-solar-oceanica>>. Acesso em 05 dez. 2021.

VAICBERG, H.; VALIATT, G.; FERREIRA, M. Energia eólica offshore: Um overview do cenário global e o contexto brasileiro. **Revista de Direito e Negócios Internacionais da Maritime Law Academy - International Law and Business Review**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 114–143, 2021. Disponível em: <<https://mlawreview.emnuvens.com.br/mlaw/article/view/6>>. Acesso em 2 nov. 2021.

VALT, Renata Bachmann Guimarães. **Análise do Ciclo de Vida de Embalagens de Pet, de Alumínio e de Vidro para Refrigerantes no Brasil variando a Taxa de Reciclagem dos Materiais**. Dissertação Mestrado (Engenharia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 209 p., 2004.

VINCI ENERGIES. **Turbinas eólicas: Como o vento gera eletricidade?** 2021. Disponível em: <<https://www.vinci-energies.com.br/pt/o-futuro-e-agora/rumo-a-um-mundo-sustentavel/turbinas-eolicas-como-o-vento-gera-eletricidade/>>. Acesso em 22 ago. 2021.

WELSTEAD, J.; Hirst, R.; Keogh, D.; Robb G; Bainsfair, R. **Research and guidance on restoration and decommissioning of onshore wind farms: Commissioned Report No. 591**. Stirling, Escócia: Scottish Natural Heritage, 112 p., 2013.

WIND EUROPE. **Repowering and Lifetime Extension: making the most of Europe's wind energy resource**. 2017. Disponível em: <<https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/policy/position-papers/WindEurope-Repowering-and-Lifetime-Extension.pdf>>. Acesso em 08 dez. 2021.

\_\_\_\_\_. **Wind energy in Europe 2020 Statistics and the outlook for 2021-2025**. 2021. Disponível em: <<https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-in-2020-trends-and-statistics/>>. Acesso em 05 dez. 2021.

\_\_\_\_ **End-of-Life Issues & Strategies Seminar**. 2021. Disponível em:  
<<https://windeurope.org/eolis2021/>>. Acesso em 05 dez. 2021.

WISER, R.; BOLINGER, M. **2018 Wind Technologies Market Report**. Lawrence Berkeley National Laboratory. U.S. Department of Energy. 2019.

## ANEXO A – [Análise Energética e Dados Agregados]

| <b>PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA</b>     |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>FONTES</b>                           | <b>2001</b>    | <b>2002</b>    | <b>2003</b>    | <b>2004</b>    | <b>2005</b>    | <b>2006</b>    | <b>2007</b>    | <b>2008</b>    | <b>2009</b>    | <b>2010</b>    | <b>2011</b>    |
| <b>NÃO RENOVÁVEL</b>                    | <b>84.562</b>  | <b>96.783</b>  | <b>98.616</b>  | <b>100.350</b> | <b>106.867</b> | <b>112.636</b> | <b>116.131</b> | <b>123.161</b> | <b>129.340</b> | <b>134.277</b> | <b>140.533</b> |
| PETRÓLEO                                | 66.742         | 74.927         | 77.225         | 76.641         | 84.300         | 83.214         | 90.765         | 94.000         | 100.318        | 106.559        | 108.976        |
| GÁS NATURAL                             | 13.894         | 15.416         | 15.681         | 16.852         | 17.575         | 17.582         | 18.025         | 21.398         | 20.993         | 22.771         | 23.888         |
| CARVÃO VAPOR                            | 2.175          | 1.936          | 1.785          | 2.016          | 2.348          | 2.200          | 2.257          | 2.552          | 1.913          | 2.104          | 2.134          |
| CARVÃO METALÚRGICO                      | 10             | 63             | 38             | 137            | 135            | 87             | 92             | 101            | 167            | 0              | 0              |
| URÂNIO (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ) | 669            | 3.335          | 2.745          | 3.569          | 1.309          | 2.338          | 3.622          | 3.950          | 4.117          | 1.767          | 4.209          |
| OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS                   | 1.071          | 1.106          | 1.142          | 1.134          | 1.200          | 1.215          | 1.370          | 1.159          | 1.242          | 1.075          | 1.326          |
| <b>RENOVÁVEL</b>                        | <b>71.835</b>  | <b>77.477</b>  | <b>85.126</b>  | <b>89.888</b>  | <b>93.656</b>  | <b>99.150</b>  | <b>107.522</b> | <b>113.292</b> | <b>111.079</b> | <b>118.831</b> | <b>115.901</b> |
| ENERGIA HIDRÁULICA                      | 23.037         | 24.604         | 26.283         | 27.589         | 29.021         | 29.997         | 32.165         | 31.782         | 33.625         | 34.683         | 36.837         |
| LENHA                                   | 22.437         | 23.645         | 25.965         | 26.187         | 28.420         | 28.462         | 28.616         | 29.227         | 24.609         | 25.997         | 25.997         |
| PRODUTOS DA CANA                        | 22.800         | 25.279         | 28.357         | 29.385         | 31.094         | 35.133         | 40.458         | 45.019         | 44.775         | 48.852         | 43.270         |
| EÓLICA                                  | 3              | 5              | 5              | 5              | 6              | 20             | 57             | 102            | 106            | 187            | 233            |
| SOLAR                                   |                |                |                |                | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| OUTRAS RENOVÁVEIS                       | 3.557          | 3.944          | 4.516          | 4.721          | 5.113          | 5.517          | 6.223          | 7.163          | 7.963          | 9.112          | 9.566          |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>156.396</b> | <b>174.260</b> | <b>183.742</b> | <b>190.238</b> | <b>200.523</b> | <b>211.786</b> | <b>223.653</b> | <b>236.453</b> | <b>240.419</b> | <b>253.108</b> | <b>256.434</b> |

| <b>PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA</b>     |                |                |                |                |                |                |                |                |                | <b>10' tep</b> |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>FONTES</b>                           | <b>2012</b>    | <b>2013</b>    | <b>2014</b>    | <b>2015</b>    | <b>2016</b>    | <b>2017</b>    | <b>2018</b>    | <b>2019</b>    | <b>2020</b>    |                |
| <b>NÃO RENOVÁVEL</b>                    | <b>140.573</b> | <b>139.997</b> | <b>153.920</b> | <b>165.795</b> | <b>172.540</b> | <b>179.478</b> | <b>178.417</b> | <b>192.643</b> | <b>202.917</b> |                |
| PETRÓLEO                                | 107.258        | 104.762        | 116.705        | 126.127        | 130.373        | 135.907        | 134.067        | 144.303        | 152.635        |                |
| GÁS NATURAL                             | 25.574         | 27.969         | 31.661         | 34.871         | 37.610         | 39.810         | 40.560         | 44.398         | 46.299         |                |
| CARVÃO VAPOR                            | 2.517          | 3.298          | 3.059          | 2.459          | 2.636          | 1.931          | 1.930          | 2.162          | 2.085          |                |
| CARVÃO METALÚRGICO                      | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |                |
| URÂNIO (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ) | 3.881          | 2.375          | 681            | 512            | 0              | 0              | 0              | 0              | 206            |                |
| OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS                   | 1.343          | 1.592          | 1.814          | 1.826          | 1.921          | 1.831          | 1.860          | 1.780          | 1.693          |                |
| <b>RENOVÁVEL</b>                        | <b>116.462</b> | <b>118.217</b> | <b>118.788</b> | <b>120.579</b> | <b>122.256</b> | <b>123.546</b> | <b>129.693</b> | <b>133.530</b> | <b>137.651</b> |                |
| ENERGIA HIDRÁULICA                      | 35.719         | 33.625         | 32.116         | 30.938         | 32.758         | 31.898         | 33.452         | 34.217         | 34.089         |                |
| LENHA                                   | 25.683         | 24.580         | 24.936         | 24.900         | 23.095         | 24.423         | 25.527         | 25.725         | 25.710         |                |
| PRODUTOS DA CANA                        | 45.117         | 49.306         | 49.273         | 50.424         | 50.658         | 49.725         | 50.895         | 52.861         | 55.597         |                |
| EÓLICA                                  | 434            | 566            | 1.050          | 1.860          | 2.880          | 3.644          | 4.169          | 4.815          | 4.906          |                |
| SOLAR                                   | 0              | 0              | 1              | 5              | 7              | 72             | 298            | 572            | 924            |                |
| OUTRAS RENOVÁVEIS                       | 9.508          | 10.139         | 11.412         | 12.453         | 12.857         | 13.784         | 15.353         | 15.339         | 16.424         |                |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>257.035</b> | <b>258.213</b> | <b>272.708</b> | <b>286.375</b> | <b>294.796</b> | <b>303.024</b> | <b>308.110</b> | <b>326.173</b> | <b>340.569</b> |                |

## ANEXO B – [Consumo de energia por setor]

| SETOR ENERGÉTICO                           |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |  |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--|
| FONTES                                     | 1970         | 1971         | 1972         | 1973         | 1974         | 1975         | 1976         | 1977         | 1978         | 1979         | 1980         | 1981         | 1982         | 1983         | 1984         | 1985          | 1986          | 1987          |  |
| GÁS NATURAL                                | 65           | 82           | 88           | 86           | 121          | 131          | 128          | 141          | 137          | 142          | 165          | 173          | 344          | 430          | 552          | 801           | 924           | 934           |  |
| BAGAÇO DE CANA                             | 83           | 84           | 74           | 130          | 125          | 139          | 116          | 564          | 1.236        | 2.035        | 2.013        | 2.251        | 3.092        | 4.455        | 5.344        | 6.710         | 5.874         | 7.318         |  |
| ÓLEO DIESEL                                | 56           | 53           | 59           | 113          | 125          | 140          | 144          | 152          | 159          | 225          | 247          | 236          | 313          | 372          | 301          | 352           | 380           | 344           |  |
| BIODIESEL                                  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |  |
| ÓLEO COMBUSTÍVEL                           | 885          | 933          | 1.099        | 1.335        | 1.409        | 1.521        | 1.644        | 1.712        | 1.721        | 1.784        | 1.785        | 1.546        | 1.441        | 1.327        | 1.423        | 1.414         | 1.498         | 1.641         |  |
| GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO                 | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 17           | 14           | 12           | 6            | 13            | 16            | 15            |  |
| NAFTA                                      | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 11           | 0             | 0             | 0             |  |
| QUEROSENE                                  | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 17           | 0             | 1             | 1             |  |
| GÁS DE COQUEARIA                           | 86           | 88           | 90           | 103          | 99           | 123          | 159          | 163          | 174          | 167          | 166          | 140          | 162          | 206          | 291          | 361           | 357           | 351           |  |
| GÁS CANALIZADO                             | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 1            | 1            | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0             | 0             | 0             |  |
| COQUE DE C. MINERAL / ALCATRÃO/ CARVÃO VAF | 10           | 8            | 7            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0             | 0             | 0             |  |
| ELETRICIDADE                               | 179          | 211          | 210          | 220          | 212          | 224          | 265          | 275          | 306          | 339          | 359          | 390          | 423          | 433          | 491          | 535           | 546           | 548           |  |
| OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO             | 181          | 469          | 431          | 538          | 887          | 875          | 909          | 896          | 1.140        | 1.224        | 1.138        | 1.189        | 1.196        | 1.400        | 1.468        | 1.329         | 1.376         | 1.561         |  |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>1.551</b> | <b>1.929</b> | <b>2.058</b> | <b>2.525</b> | <b>2.979</b> | <b>3.152</b> | <b>3.364</b> | <b>3.902</b> | <b>4.873</b> | <b>5.916</b> | <b>5.874</b> | <b>5.944</b> | <b>6.987</b> | <b>8.636</b> | <b>9.903</b> | <b>11.515</b> | <b>10.971</b> | <b>12.713</b> |  |

| TABELA 3.1.3                               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| SETOR ENERGÉTICO                           |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| FONTES                                     | 1988          | 1989          | 1990          | 1991          | 1992          | 1993          | 1994          | 1995          | 1996          | 1997          | 1998          | 1999          | 2000          | 2001          | 2002          | 2003          | 2004          | 2005          | 2006          |
| GÁS NATURAL                                | 871           | 841           | 814           | 708           | 786           | 957           | 908           | 898           | 1.113         | 1.189         | 1.234         | 1.539         | 2.066         | 2.198         | 2.546         | 2.740         | 2.948         | 3.252         | 3.500         |
| BAGAÇO DE CANA                             | 6.847         | 7.096         | 6.707         | 7.525         | 7.109         | 6.845         | 7.530         | 7.170         | 7.629         | 8.605         | 7.478         | 6.752         | 5.523         | 5.834         | 6.396         | 7.374         | 7.461         | 8.064         | 8.963         |
| ÓLEO DIESEL                                | 405           | 386           | 429           | 449           | 502           | 328           | 246           | 147           | 171           | 184           | 211           | 240           | 253           | 258           | 89            | 153           | 148           | 158           | 93            |
| BIODIESEL                                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | 0             |
| ÓLEO COMBUSTÍVEL                           | 1.621         | 1.559         | 1.655         | 1.101         | 1.121         | 1.387         | 1.650         | 1.674         | 1.501         | 1.772         | 1.678         | 1.338         | 1.080         | 1.039         | 981           | 1.126         | 1.040         | 1.126         | 1.123         |
| GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO                 | 14            | 29            | 20            | 24            | 18            | 25            | 15            | 10            | 10            | 17            | 19            | 20            | 46            | 4             | 10            | 41            | 46            | 27            | 57            |
| NAFTA                                      | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 5             | 30            | 11            | 4             | 4             | 4             | 4             | 4             | 4             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| QUEROSENE                                  | 0             | 0             | 3             | 4             | 14            | 12            | 5             | 1             | 2             | 1             | 1             | 1             | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| GÁS DE COQUEARIA                           | 364           | 352           | 340           | 374           | 394           | 407           | 386           | 363           | 373           | 347           | 323           | 284           | 315           | 328           | 299           | 288           | 304           | 312           | 309           |
| GÁS CANALIZADO                             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 1             | 0             | 1             | 0             | 11            | 15            | 4             | 4             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| COQUE DE C. MINERAL / ALCATRÃO/ CARVÃO VAF | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 2             | 2             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| ELETRICIDADE                               | 563           | 574           | 588           | 669           | 677           | 683           | 667           | 714           | 776           | 786           | 828           | 896           | 901           | 959           | 1.001         | 1.033         | 1.135         | 1.164         | 1.253         |
| OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO             | 1.603         | 1.709         | 1.485         | 1.636         | 1.740         | 1.835         | 1.912         | 1.823         | 2.254         | 2.508         | 2.519         | 2.369         | 2.656         | 2.950         | 3.067         | 3.077         | 3.361         | 3.550         | 3.525         |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>12.289</b> | <b>12.547</b> | <b>12.042</b> | <b>12.550</b> | <b>12.360</b> | <b>12.480</b> | <b>13.323</b> | <b>12.833</b> | <b>13.842</b> | <b>15.423</b> | <b>14.369</b> | <b>13.447</b> | <b>12.847</b> | <b>13.575</b> | <b>14.394</b> | <b>15.832</b> | <b>16.442</b> | <b>17.653</b> | <b>18.823</b> |

| SETOR ENERGÉTICO                           |               | 10 <sup>9</sup> tep[ tce ] |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
|--|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
| FONTES                                     | 2006          | 2007                       | 2008          | 2009          | 2010          | 2011          | 2012          | 2013          | 2014          | 2015          | 2016          | 2017          | 2018          | 2019          | 2020          |  |
| GÁS NATURAL                                | 3.500         | 3.822                      | 4.326         | 4.994         | 4.192         | 4.671         | 5.258         | 5.824         | 6.307         | 6.112         | 6.559         | 6.542         | 7.234         | 7.250         | 7.130         |  |
| BAGAÇO DE CANA                             | 8.363         | 10.594                     | 13.305        | 12.258        | 12.777        | 10.411        | 10.508        | 12.241        | 12.466        | 13.155        | 12.237        | 11.926        | 14.296        | 15.139        | 14.038        |  |
| ÓLEO DIESEL                                | 93            | 132                        | 152           | 162           | 908           | 945           | 1.189         | 1.307         | 1.513         | 1.338         | 975           | 889           | 842           | 906           | 958           |  |
| BIODIESEL                                  | 0             | 0                          | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |  |
| ÓLEO COMBUSTÍVEL                           | 1.123         | 1.058                      | 980           | 985           | 631           | 519           | 350           | 354           | 311           | 244           | 203           | 177           | 169           | 181           | 186           |  |
| GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO                 | 57            | 53                         | 19            | 18            | 15            | 14            | 0             | 78            | 5             | 29            | 1             | 26            | 0             | 0             | 0             |  |
| NAFTA                                      | 0             | 0                          | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |  |
| QUEROSENE                                  | 0             | 0                          | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |  |
| GÁS DE COQUEARIA                           | 309           | 348                        | 133           | 188           | 184           | 202           | 193           | 187           | 187           | 188           | 206           | 202           | 209           | 190           | 175           |  |
| GÁS CANALIZADO                             | 0             | 0                          | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |  |
| COQUE DE C. MINERAL / ALCATRÃO/ CARVÃO VAF | 0             | 0                          | 0             | 0             | 5             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |  |
| ELETRICIDADE                               | 1.253         | 1.485                      | 1.582         | 1.561         | 2.308         | 2.083         | 2.266         | 2.556         | 2.680         | 2.742         | 2.560         | 2.549         | 2.706         | 2.818         | 2.721         |  |
| OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO             | 3.525         | 3.557                      | 3.582         | 3.749         | 3.561         | 3.325         | 3.104         | 3.596         | 3.985         | 3.856         | 3.567         | 3.698         | 3.165         | 3.181         | 3.239         |  |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>18.823</b> | <b>21.049</b>              | <b>24.679</b> | <b>23.916</b> | <b>24.580</b> | <b>22.171</b> | <b>22.868</b> | <b>26.144</b> | <b>27.454</b> | <b>27.764</b> | <b>26.308</b> | <b>26.011</b> | <b>28.620</b> | <b>29.665</b> | <b>28.446</b> |  |

## ANEXO C – [Dados de consumo de energia elétrica no Brasil]

|                          | 2020*             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | ANO                |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               |                    |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>41.254.730</b> | <b>40.888.010</b> | <b>41.062.142</b> | <b>37.184.252</b> | <b>36.054.039</b> | <b>35.695.686</b> | <b>37.796.280</b> | <b>39.164.715</b> | <b>40.274.933</b> | <b>42.844.158</b> | <b>41.348.109</b> | <b>42.080.998</b> | <b>475.648.052</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.890.244         | 2.832.525         | 2.811.605         | 2.626.156         | 2.652.742         | 2.705.016         | 2.893.996         | 3.031.259         | 3.080.814         | 3.155.367         | 3.003.240         | 2.987.361         | 34.670.325         |
| Nordeste                 | 7.121.966         | 6.807.842         | 6.929.517         | 6.362.379         | 6.356.368         | 6.234.293         | 6.529.368         | 6.521.416         | 6.822.858         | 7.364.659         | 7.009.457         | 7.105.221         | 81.165.343         |
| Sudeste                  | 20.157.502        | 19.994.440        | 20.221.091        | 18.064.680        | 17.378.115        | 17.315.901        | 18.381.116        | 19.324.707        | 19.785.077        | 21.224.407        | 20.377.363        | 20.807.481        | 233.031.882        |
| Sul                      | 7.916.643         | 8.053.326         | 7.883.983         | 7.011.285         | 6.612.239         | 6.502.936         | 6.917.035         | 7.042.865         | 7.196.690         | 7.451.138         | 7.544.849         | 7.773.291         | 87.906.279         |
| Centro-Oeste             | 3.168.375         | 3.199.876         | 3.215.947         | 3.119.751         | 3.054.575         | 2.937.539         | 3.074.765         | 3.244.468         | 3.389.494         | 3.648.586         | 3.413.200         | 3.407.645         | 38.874.223         |

|                          | 2019              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | ANO                |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               |                    |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>41.600.995</b> | <b>41.113.375</b> | <b>41.100.547</b> | <b>39.673.464</b> | <b>40.432.450</b> | <b>38.388.582</b> | <b>38.282.047</b> | <b>38.574.532</b> | <b>39.193.678</b> | <b>41.001.503</b> | <b>41.722.267</b> | <b>40.736.633</b> | <b>481.820.073</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.563.184         | 2.421.379         | 2.600.591         | 2.567.809         | 2.688.743         | 2.719.684         | 2.820.493         | 2.881.216         | 2.938.026         | 2.965.331         | 2.925.432         | 2.994.753         | 33.086.640         |
| Nordeste                 | 6.965.521         | 6.820.975         | 7.049.578         | 6.773.402         | 7.055.062         | 6.624.438         | 6.672.154         | 6.545.284         | 6.633.387         | 7.138.364         | 7.323.640         | 7.536.744         | 83.138.548         |
| Sudeste                  | 20.965.938        | 20.584.521        | 20.626.330        | 19.827.659        | 20.187.003        | 18.980.780        | 18.699.588        | 18.900.145        | 19.292.022        | 20.170.884        | 20.623.039        | 19.593.151        | 238.451.059        |
| Sul                      | 7.955.878         | 8.081.804         | 7.721.524         | 7.421.690         | 7.327.327         | 7.010.394         | 7.017.824         | 7.103.284         | 6.963.793         | 7.280.915         | 7.451.145         | 7.402.258         | 88.737.837         |
| Centro-Oeste             | 3.150.475         | 3.204.696         | 3.102.524         | 3.082.904         | 3.174.315         | 3.053.287         | 3.071.988         | 3.144.604         | 3.366.451         | 3.446.008         | 3.399.012         | 3.209.727         | 38.405.989         |

|                          | 2018              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | ANO                |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               |                    |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>40.033.568</b> | <b>39.127.156</b> | <b>41.065.893</b> | <b>40.646.829</b> | <b>39.220.688</b> | <b>38.162.313</b> | <b>38.466.902</b> | <b>38.997.277</b> | <b>38.989.919</b> | <b>40.347.475</b> | <b>40.357.562</b> | <b>39.824.513</b> | <b>475.240.095</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.812.898         | 2.650.539         | 2.868.574         | 2.679.314         | 2.666.895         | 2.583.924         | 2.658.452         | 2.688.994         | 2.689.093         | 2.828.459         | 2.723.638         | 2.585.260         | 32.436.038         |
| Nordeste                 | 6.715.759         | 6.352.812         | 6.582.255         | 6.666.110         | 6.656.483         | 6.597.093         | 6.520.931         | 6.688.454         | 6.637.228         | 7.054.060         | 7.184.839         | 6.849.469         | 80.505.492         |
| Sudeste                  | 20.078.364        | 19.689.600        | 20.852.953        | 20.732.786        | 19.736.424        | 19.179.160        | 19.272.779        | 19.378.187        | 19.599.718        | 20.110.169        | 20.154.429        | 20.021.515        | 238.806.083        |
| Sul                      | 7.505.718         | 7.529.568         | 7.732.145         | 7.482.515         | 7.148.016         | 6.860.098         | 7.009.362         | 7.093.113         | 6.906.128         | 7.040.952         | 7.125.680         | 7.229.573         | 86.662.868         |
| Centro-Oeste             | 2.920.828         | 2.904.638         | 3.029.967         | 3.086.104         | 3.012.870         | 2.942.039         | 3.005.379         | 3.148.529         | 3.157.751         | 3.313.835         | 3.168.976         | 3.138.697         | 36.829.614         |

|                          | 2017              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | ANO                |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               |                    |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>39.369.164</b> | <b>38.836.387</b> | <b>40.545.594</b> | <b>39.430.431</b> | <b>38.154.686</b> | <b>38.114.265</b> | <b>37.380.263</b> | <b>37.865.729</b> | <b>39.008.926</b> | <b>39.336.272</b> | <b>39.826.888</b> | <b>39.606.126</b> | <b>467.474.733</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.768.205         | 2.552.629         | 2.795.464         | 2.721.049         | 2.934.453         | 2.891.844         | 2.882.108         | 3.041.036         | 2.992.579         | 3.047.409         | 2.965.901         | 2.917.594         | 34.510.271         |
| Nordeste                 | 6.706.105         | 6.341.434         | 6.789.018         | 6.561.331         | 6.672.438         | 6.591.858         | 6.381.978         | 6.503.729         | 6.504.408         | 6.870.831         | 6.905.448         | 6.902.678         | 79.731.255         |
| Sudeste                  | 19.686.157        | 19.583.907        | 20.172.691        | 19.877.597        | 18.885.259        | 18.859.514        | 18.492.332        | 18.501.817        | 19.349.466        | 19.442.583        | 19.915.401        | 19.748.006        | 232.514.731        |
| Sul                      | 7.307.446         | 7.520.746         | 7.845.156         | 7.275.840         | 6.691.196         | 6.804.976         | 6.751.139         | 6.880.099         | 6.981.238         | 6.878.050         | 6.932.668         | 7.128.628         | 84.997.182         |
| Centro-Oeste             | 2.901.250         | 2.837.672         | 2.943.265         | 2.994.615         | 2.971.340         | 2.966.073         | 2.872.706         | 2.939.048         | 3.181.236         | 3.097.398         | 3.107.470         | 2.909.220         | 35.721.294         |

|                          | 2016              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | ANO                |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               |                    |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>38.400.901</b> | <b>38.727.337</b> | <b>39.444.914</b> | <b>40.269.420</b> | <b>38.648.673</b> | <b>37.550.409</b> | <b>37.255.241</b> | <b>37.693.934</b> | <b>38.345.060</b> | <b>38.197.842</b> | <b>38.754.249</b> | <b>38.780.795</b> | <b>462.068.775</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.734.177         | 2.708.799         | 2.863.718         | 2.727.271         | 2.862.447         | 2.818.826         | 2.900.857         | 2.932.615         | 2.919.161         | 2.946.530         | 2.953.991         | 2.896.559         | 34.265.491         |
| Nordeste                 | 6.534.573         | 6.277.837         | 6.792.209         | 6.608.879         | 6.721.518         | 6.596.045         | 6.463.676         | 6.518.965         | 6.623.804         | 6.681.298         | 6.818.429         | 6.864.369         | 79.501.420         |
| Sudeste                  | 19.314.001        | 19.495.060        | 19.611.354        | 20.520.225        | 19.303.127        | 18.651.589        | 18.388.987        | 18.711.602        | 19.239.375        | 19.147.568        | 19.361.478        | 19.268.369        | 231.012.735        |
| Sul                      | 6.978.391         | 7.406.978         | 7.259.988         | 7.326.166         | 6.859.487         | 6.644.136         | 6.665.440         | 6.609.797         | 6.587.724         | 6.452.385         | 6.690.298         | 6.944.869         | 82.425.658         |
| Centro-Oeste             | 2.839.219         | 2.838.664         | 2.917.647         | 3.086.879         | 2.902.094         | 2.839.814         | 2.836.281         | 2.920.955         | 2.974.997         | 2.970.061         | 2.930.233         | 2.806.629         | 34.863.471         |

|                          | 2015              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | ANO                |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               |                    |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>40.757.968</b> | <b>40.719.266</b> | <b>39.758.964</b> | <b>39.596.670</b> | <b>38.202.362</b> | <b>37.263.666</b> | <b>36.816.443</b> | <b>37.858.685</b> | <b>37.841.650</b> | <b>39.276.666</b> | <b>39.224.855</b> | <b>38.669.960</b> | <b>465.987.156</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.720.658         | 2.565.453         | 2.709.350         | 2.646.878         | 2.718.412         | 2.693.038         | 2.833.640         | 2.891.977         | 2.964.444         | 3.050.012         | 2.958.108         | 2.962.634         | 33.714.604         |
| Nordeste                 | 6.905.457         | 6.689.282         | 6.841.732         | 6.671.253         | 6.653.756         | 6.435.715         | 6.215.489         | 6.333.882         | 6.385.463         | 6.634.596         | 6.654.706         | 6.792.624         | 79.213.956         |
| Sudeste                  | 20.943.263        | 20.869.827        | 20.150.053        | 20.215.138        | 19.296.452        | 18.752.591        | 18.532.921        | 19.084.994        | 18.919.408        | 19.814.546        | 19.836.832        | 19.359.382        | 235.775.407        |
| Sul                      | 7.330.738         | 7.665.269         | 7.278.854         | 7.236.052         | 6.683.610         | 6.567.886         | 6.446.540         | 6.648.544         | 6.494.009         | 6.561.339         | 6.636.696         | 6.604.791         | 82.154.328         |
| Centro-Oeste             | 2.857.851         | 2.929.435         | 2.778.975         | 2.827.350         | 2.850.132         | 2.814.436         | 2.787.852         | 2.899.288         | 3.078.326         | 3.216.173         | 3.138.514         | 2.950.529         | 35.128.861         |

|                          | 2014              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | ANO                |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               |                    |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>40.279.759</b> | <b>41.653.487</b> | <b>40.269.429</b> | <b>39.591.854</b> | <b>39.100.499</b> | <b>37.726.473</b> | <b>37.866.809</b> | <b>38.550.694</b> | <b>38.894.976</b> | <b>40.100.441</b> | <b>40.950.726</b> | <b>39.838.307</b> | <b>474.823.454</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.600.972         | 2.476.973         | 2.612.667         | 2.601.327         | 2.707.327         | 2.643.397         | 2.821.879         | 2.657.952         | 2.836.892         | 2.825.876         | 2.762.256         | 2.816.133         | 32.363.651         |
| Nordeste                 | 6.886.428         | 6.620.899         | 6.857.552         | 6.683.649         | 6.683.419         | 6.378.158         | 6.554.674         | 6.652.720         | 6.721.395         | 6.929.491         | 6.919.617         | 6.859.202         | 80.747.204         |
| Sudeste                  | 20.704.340        | 21.763.013        | 20.782.600        | 20.451.575        | 20.068.194        | 19.293.127        | 19.111.350        | 19.438.306        | 19.529.007        | 20.304.956        | 20.968.110        | 20.098.588        | 242.513.166        |
| Sul                      | 7.333.087         | 8.019.594         | 7.281.924         | 7.007.480         | 6.794.930         | 6.627.215         | 6.639.960         | 6.872.774         | 6.787.415         | 6.922.704         | 7.264.836         | 7.266.585         | 84.818.504         |
| Centro-Oeste             | 2.754.932         | 2.773.008         | 2.734.686         | 2.847.823         | 2.846.629         | 2.784.576         | 2.738.946         | 2.928.942         | 3.020.267         | 3.117.414         | 3.035.907         | 2.797.799         | 34.380.929         |

|                          | 2013              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>38.366.810</b> | <b>38.005.652</b> | <b>38.442.192</b> | <b>38.653.663</b> | <b>38.344.862</b> | <b>37.627.698</b> | <b>37.697.945</b> | <b>38.613.276</b> | <b>38.524.724</b> | <b>39.389.004</b> | <b>39.920.290</b> | <b>39.556.378</b> | <b>463.142.494</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.392.453         | 2.266.206         | 2.378.192         | 2.461.104         | 2.454.164         | 2.449.533         | 2.562.520         | 2.559.396         | 2.571.187         | 2.720.586         | 2.641.606         | 2.738.735         | 30.195.682         |
| Nordeste                 | 6.659.728         | 6.452.494         | 6.705.944         | 6.852.552         | 6.660.227         | 6.384.530         | 6.534.919         | 6.580.762         | 6.536.720         | 6.832.552         | 6.759.701         | 6.733.760         | 79.693.889         |
| Sudeste                  | 20.089.886        | 19.775.484        | 19.907.218        | 20.097.448        | 19.911.821        | 19.652.655        | 19.331.509        | 19.838.087        | 20.027.335        | 20.325.563        | 20.765.973        | 20.381.824        | 240.104.803        |
| Sul                      | 6.617.103         | 6.952.735         | 6.833.953         | 6.572.123         | 6.613.672         | 6.498.366         | 6.544.154         | 6.797.218         | 6.572.961         | 6.654.874         | 6.849.526         | 6.885.986         | 80.392.671         |
| Centro-Oeste             | 2.607.640         | 2.558.733         | 2.616.885         | 2.670.436         | 2.704.978         | 2.642.614         | 2.724.843         | 2.837.813         | 2.816.521         | 2.855.429         | 2.903.484         | 2.816.073         | 32.755.449         |

|                          | 2012              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>36.305.167</b> | <b>36.900.531</b> | <b>38.623.111</b> | <b>37.995.869</b> | <b>36.810.191</b> | <b>36.528.393</b> | <b>35.917.147</b> | <b>37.179.603</b> | <b>37.661.696</b> | <b>37.796.014</b> | <b>38.643.584</b> | <b>37.765.084</b> | <b>448.126.391</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.368.905         | 2.321.772         | 2.439.658         | 2.361.905         | 2.430.160         | 2.382.274         | 2.397.648         | 2.490.521         | 2.455.692         | 2.505.782         | 2.484.062         | 2.410.373         | 29.048.752         |
| Nordeste                 | 6.297.828         | 6.010.436         | 6.407.753         | 6.271.553         | 6.436.375         | 6.135.291         | 6.111.808         | 6.323.564         | 6.288.243         | 6.427.697         | 6.421.108         | 6.478.746         | 75.610.402         |
| Sudeste                  | 18.915.418        | 19.339.928        | 20.230.842        | 20.295.686        | 19.244.538        | 19.343.073        | 18.762.191        | 19.393.131        | 19.904.342        | 19.837.975        | 20.485.581        | 19.506.176        | 235.258.881        |
| Sul                      | 6.353.277         | 6.812.782         | 7.026.116         | 6.534.981         | 6.141.747         | 6.180.121         | 6.188.904         | 6.391.481         | 6.340.229         | 6.251.818         | 6.543.892         | 6.725.279         | 77.490.628         |
| Centro-Oeste             | 2.369.739         | 2.415.613         | 2.518.741         | 2.531.744         | 2.557.371         | 2.487.634         | 2.456.596         | 2.580.906         | 2.673.190         | 2.772.742         | 2.708.942         | 2.644.510         | 30.717.728         |

|                          | 2011              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>35.873.744</b> | <b>35.444.917</b> | <b>36.350.690</b> | <b>36.048.318</b> | <b>35.565.987</b> | <b>35.159.574</b> | <b>35.417.293</b> | <b>36.335.813</b> | <b>36.965.189</b> | <b>36.743.770</b> | <b>36.368.390</b> | <b>36.741.949</b> | <b>433.015.634</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.215.755         | 2.063.282         | 2.235.928         | 2.218.663         | 2.262.894         | 2.323.604         | 2.351.516         | 2.406.843         | 2.419.447         | 2.476.119         | 2.369.154         | 2.415.932         | 27.759.137         |
| Nordeste                 | 5.988.600         | 5.502.639         | 6.026.836         | 5.966.554         | 5.899.310         | 5.809.043         | 5.936.622         | 6.092.998         | 6.093.026         | 6.216.199         | 6.137.780         | 6.244.198         | 71.913.805         |
| Sudeste                  | 19.247.694        | 19.218.269        | 19.390.849        | 19.369.031        | 18.908.980        | 18.737.534        | 18.731.628        | 19.249.143        | 19.753.623        | 19.385.128        | 19.378.704        | 19.297.800        | 230.668.383        |
| Sul                      | 6.285.133         | 6.504.407         | 6.435.946         | 6.183.233         | 6.147.984         | 6.011.171         | 6.081.811         | 6.177.576         | 6.133.865         | 6.118.714         | 6.045.746         | 6.344.201         | 74.469.787         |
| Centro-Oeste             | 2.136.562         | 2.156.320         | 2.261.131         | 2.310.837         | 2.346.819         | 2.278.222         | 2.315.716         | 2.409.253         | 2.565.228         | 2.547.610         | 2.437.006         | 2.439.818         | 28.204.522         |

|                          | 2010              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>33.360.461</b> | <b>33.729.758</b> | <b>35.116.882</b> | <b>35.025.860</b> | <b>34.296.978</b> | <b>34.169.459</b> | <b>33.849.349</b> | <b>34.713.394</b> | <b>35.182.271</b> | <b>35.188.925</b> | <b>35.077.981</b> | <b>35.956.439</b> | <b>415.667.758</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 2.065.345         | 1.976.810         | 2.107.323         | 2.146.015         | 2.175.440         | 2.198.244         | 2.195.788         | 2.228.538         | 2.279.912         | 2.325.698         | 2.262.057         | 2.260.546         | 26.221.714         |
| Nordeste                 | 5.739.946         | 5.589.432         | 6.118.961         | 5.884.400         | 5.959.632         | 5.905.720         | 5.844.282         | 5.833.193         | 5.896.294         | 6.123.244         | 6.136.436         | 6.165.765         | 71.196.945         |
| Sudeste                  | 17.684.138        | 18.113.423        | 18.521.916        | 18.825.122        | 18.240.192        | 18.212.704        | 17.936.477        | 18.656.632        | 18.980.234        | 18.818.098        | 18.709.507        | 19.306.259        | 222.004.702        |
| Sul                      | 5.798.706         | 5.979.347         | 6.199.985         | 5.982.263         | 5.730.901         | 5.652.619         | 5.706.940         | 5.755.499         | 5.711.563         | 5.628.306         | 5.758.556         | 6.029.231         | 69.933.916         |
| Centro-Oeste             | 2.072.325         | 2.070.746         | 2.168.697         | 2.188.420         | 2.190.813         | 2.200.172         | 2.165.862         | 2.239.532         | 2.314.269         | 2.293.579         | 2.211.426         | 2.194.639         | 26.310.480         |

|                          | 2009              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>30.666.662</b> | <b>30.495.143</b> | <b>31.977.750</b> | <b>32.042.793</b> | <b>30.945.453</b> | <b>30.715.170</b> | <b>31.324.991</b> | <b>32.262.206</b> | <b>32.716.666</b> | <b>33.419.533</b> | <b>33.616.820</b> | <b>34.123.195</b> | <b>384.306.380</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 1.981.913         | 1.804.162         | 1.882.490         | 1.919.027         | 1.923.559         | 1.993.823         | 2.023.693         | 2.074.891         | 2.089.534         | 2.135.822         | 2.132.369         | 2.121.716         | 24.082.999         |
| Nordeste                 | 5.340.331         | 5.098.685         | 5.391.003         | 5.307.847         | 5.189.806         | 5.122.496         | 5.257.360         | 5.501.276         | 5.581.245         | 5.779.775         | 5.705.872         | 5.968.068         | 65.243.764         |
| Sudeste                  | 16.124.348        | 16.190.533        | 16.931.565        | 17.027.530        | 16.500.151        | 16.330.119        | 16.655.879        | 17.158.443        | 17.516.988        | 17.858.520        | 18.058.927        | 18.201.962        | 204.554.966        |
| Sul                      | 5.491.078         | 5.689.547         | 5.723.834         | 5.604.344         | 5.382.338         | 5.368.281         | 5.419.027         | 5.520.183         | 5.412.749         | 5.481.462         | 5.441.085         | 5.366.031         | 65.899.959         |
| Centro-Oeste             | 1.940.598         | 1.936.623         | 2.030.080         | 2.116.833         | 2.065.497         | 2.007.689         | 2.073.014         | 2.135.408         | 2.166.275         | 2.204.466         | 2.127.836         | 2.092.066         | 24.896.383         |

|                          | 2008              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>31.855.946</b> | <b>31.730.941</b> | <b>32.118.715</b> | <b>31.952.656</b> | <b>32.299.963</b> | <b>31.742.988</b> | <b>32.150.352</b> | <b>33.013.529</b> | <b>32.964.087</b> | <b>33.673.777</b> | <b>33.410.167</b> | <b>31.559.278</b> | <b>388.472.399</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 1.890.320         | 1.836.296         | 1.900.506         | 1.888.899         | 1.933.034         | 1.980.943         | 1.998.546         | 2.066.807         | 2.112.487         | 2.151.182         | 2.081.744         | 2.032.318         | 23.873.082         |
| Nordeste                 | 5.505.389         | 5.284.770         | 5.365.906         | 5.266.621         | 5.436.907         | 5.241.035         | 5.334.190         | 5.400.231         | 5.461.714         | 5.685.044         | 5.585.549         | 5.535.839         | 65.103.195         |
| Sudeste                  | 17.157.633        | 17.088.727        | 17.293.931        | 17.284.914        | 17.577.262        | 17.180.445        | 17.451.996        | 17.983.892        | 17.869.017        | 18.231.987        | 18.164.111        | 16.659.849        | 209.943.764        |
| Sul                      | 5.491.078         | 5.689.547         | 5.723.834         | 5.604.344         | 5.382.338         | 5.368.281         | 5.419.027         | 5.520.183         | 5.412.749         | 5.481.462         | 5.441.085         | 5.366.031         | 65.899.959         |
| Centro-Oeste             | 1.811.526         | 1.831.601         | 1.834.538         | 1.907.878         | 1.970.422         | 1.972.284         | 1.946.593         | 2.042.416         | 2.108.120         | 2.124.102         | 2.137.678         | 1.965.241         | 23.652.399         |

|                          | 2007              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>30.699.704</b> | <b>30.324.669</b> | <b>31.312.900</b> | <b>32.030.744</b> | <b>31.382.917</b> | <b>30.766.760</b> | <b>30.500.299</b> | <b>31.181.133</b> | <b>31.735.736</b> | <b>32.135.735</b> | <b>32.654.491</b> | <b>32.304.926</b> | <b>377.030.014</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 1.833.708         | 1.752.986         | 1.820.537         | 1.832.867         | 1.889.427         | 1.899.318         | 1.912.792         | 1.950.708         | 1.964.607         | 2.006.525         | 1.995.582         | 1.991.017         | 22.850.074         |
| Nordeste                 | 5.184.828         | 4.883.152         | 4.985.447         | 5.117.947         | 5.132.742         | 5.079.581         | 5.131.886         | 5.212.952         | 5.148.024         | 5.440.994         | 5.502.715         | 5.546.780         | 62.367.048         |
| Sudeste                  | 16.699.870        | 16.615.359        | 17.288.542        | 17.761.372        | 17.290.528        | 16.890.489        | 16.589.542        | 16.970.732        | 17.585.510        | 17.488.650        | 17.983.265        | 17.621.312        | 206.785.171        |
| Sul                      | 5.203.429         | 5.351.937         | 5.424.059         | 5.404.659         | 5.219.841         | 5.114.607         | 5.056.898         | 5.194.645         | 5.157.841         | 5.240.394         | 5.294.910         | 5.333.163         | 62.996.383         |
| Centro-Oeste             | 1.777.869         | 1.721.235         | 1.794.315         | 1.913.899         | 1.850.379         | 1.782.765         | 1.809.181         | 1.852.096         | 1.879.754         | 1.959.172         | 1.878.019         | 1.812.654         | 22.031.338         |

|                          | 2006              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>28.880.911</b> | <b>29.383.487</b> | <b>29.897.828</b> | <b>29.887.953</b> | <b>28.925.039</b> | <b>29.068.798</b> | <b>29.113.809</b> | <b>29.886.236</b> | <b>29.916.631</b> | <b>30.143.525</b> | <b>30.531.121</b> | <b>30.493.979</b> | <b>356.129.316</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 1.727.932         | 1.646.352         | 1.741.060         | 1.733.653         | 1.753.959         | 1.761.920         | 1.812.929         | 1.851.943         | 1.886.314         | 1.899.959         | 1.871.574         | 1.864.370         | 21.551.966         |
| Nordeste                 | 4.913.182         | 4.704.041         | 4.976.022         | 4.856.338         | 4.793.832         | 4.769.522         | 4.760.160         | 4.939.400         | 4.950.953         | 5.141.501         | 5.132.731         | 5.122.710         | 59.060.392         |
| Sudeste                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |

|                          | 2005              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>28.375.437</b> | <b>27.838.481</b> | <b>28.598.632</b> | <b>29.355.502</b> | <b>28.482.151</b> | <b>28.326.182</b> | <b>28.322.317</b> | <b>28.764.355</b> | <b>29.335.128</b> | <b>29.145.312</b> | <b>29.287.617</b> | <b>29.505.146</b> | <b>345.336.260</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 1.687.539         | 1.619.124         | 1.669.598         | 1.651.887         | 1.689.409         | 1.692.288         | 1.718.918         | 1.725.457         | 1.752.161         | 1.796.178         | 1.787.687         | 1.774.268         | 20.564.513         |
| Nordeste                 | 4.775.176         | 4.526.038         | 4.692.201         | 4.675.415         | 4.738.601         | 4.575.215         | 4.643.778         | 4.739.651         | 4.763.781         | 4.849.539         | 4.919.391         | 5.005.464         | 56.904.251         |
| Sudeste                  | 15.518.488        | 15.157.055        | 15.516.648        | 16.304.408        | 15.581.963        | 15.633.867        | 15.509.118        | 15.838.517        | 16.391.989        | 16.074.849        | 16.089.443        | 16.116.894        | 189.733.239        |
| Sul                      | 4.809.416         | 4.966.586         | 5.069.873         | 4.997.008         | 4.799.821         | 4.760.324         | 4.724.562         | 4.743.659         | 4.654.131         | 4.668.762         | 4.748.342         | 4.948.743         | 57.891.228         |
| Centro-Oeste             | 1.584.818         | 1.569.678         | 1.650.311         | 1.726.784         | 1.672.357         | 1.664.488         | 1.725.940         | 1.717.071         | 1.773.066         | 1.755.984         | 1.742.754         | 1.659.777         | 20.243.030         |

|                          | 2004              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               | ANO                |
| <b>TOTAL BRASIL</b>      | <b>26.978.358</b> | <b>26.508.171</b> | <b>27.284.329</b> | <b>28.046.182</b> | <b>27.244.506</b> | <b>27.082.961</b> | <b>27.346.005</b> | <b>27.656.858</b> | <b>28.232.451</b> | <b>28.556.121</b> | <b>28.367.124</b> | <b>28.562.106</b> | <b>331.865.174</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 1.574.434         | 1.507.449         | 1.574.177         | 1.598.862         | 1.625.479         | 1.641.382         | 1.665.003         | 1.729.896         | 1.687.157         | 1.724.167         | 1.719.638         | 1.740.621         | 19.788.264         |
| Nordeste                 | 4.457.112         | 4.139.768         | 4.372.743         | 4.461.999         | 4.423.585         | 4.409.302         | 4.376.174         | 4.438.515         | 4.570.030         | 4.657.881         | 4.708.465         | 4.770.510         | 53.786.084         |
| Sudeste                  | 14.929.524        | 14.714.714        | 14.903.796        | 15.501.323        | 14.906.629        | 14.898.517        | 15.094.285        | 15.189.575        | 15.593.686        | 15.839.877        | 15.804.794        | 15.750.648        | 183.127.368        |
| Sul                      | 4.510.113         | 4.690.228         | 4.898.770         | 4.873.311         | 4.723.026         | 4.556.564         | 4.598.793         | 4.653.182         | 4.654.412         | 4.590.698         | 4.529.419         | 4.665.214         | 55.943.730         |
| Centro-Oeste             | 1.507.174         | 1.456.013         | 1.534.844         | 1.610.687         | 1.565.788         | 1.577.197         | 1.611.750         | 1.645.690         | 1.727.167         | 1.743.499         | 1.604.807         | 1.635.114         | 19.219.728         |

## ANEXO D – [Dados de consumo de energia elétrica por setor]

|                          | 2020*             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | ANO                |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               |                    |
| <b>TOTAL RESIDENCIAL</b> | <b>12.908.509</b> | <b>12.383.229</b> | <b>12.431.859</b> | <b>12.318.358</b> | <b>11.755.902</b> | <b>11.395.965</b> | <b>11.706.528</b> | <b>11.851.776</b> | <b>12.240.388</b> | <b>13.090.078</b> | <b>12.777.893</b> | <b>13.312.692</b> | <b>148.173.178</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                    | 799.554           | 795.849           | 809.203           | 825.130           | 821.868           | 829.362           | 873.226           | 896.084           | 941.910           | 961.023           | 926.031           | 856.868           | 10.336.107         |
| Nordeste                 | 2.590.819         | 2.456.880         | 2.599.628         | 2.667.831         | 2.587.578         | 2.424.710         | 2.421.275         | 2.354.043         | 2.458.564         | 2.628.029         | 2.680.088         | 2.741.444         | 30.610.887         |
| Sudeste                  | 6.159.441         | 5.890.217         | 5.894.607         | 5.678.228         | 5.426.561         | 5.400.703         | 5.496.332         | 5.671.487         | 5.756.787         | 6.241.392         | 5.999.235         | 6.377.972         | 69.992.962         |
| Sul                      | 2.244.223         | 2.141.097         | 2.044.197         | 1.995.892         | 1.850.036         | 1.779.343         | 1.915.802         | 1.879.434         | 1.928.536         | 1.953.028         | 1.950.981         | 2.116.828         | 23.799.398         |
| Centro-Oeste             | 1.114.472         | 1.099.187         | 1.084.225         | 1.151.278         | 1.069.859         | 961.848           | 999.893           | 1.050.728         | 1.154.592         | 1.306.606         | 1.221.558         | 1.219.580         | 13.433.825         |

|  | 2020*             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | ANO                |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|  | JAN               | FEV               | MAR               | ABR               | MAI               | JUN               | JUL               | AGO               | SET               | OUT               | NOV               | DEZ               |                    |
| <b>TOTAL INDUSTRIAL (CATIVO + LIVRE)</b> | <b>13.520.002</b> | <b>13.888.842</b> | <b>14.117.707</b> | <b>12.158.054</b> | <b>12.305.457</b> | <b>12.541.041</b> | <b>13.901.645</b> | <b>14.529.302</b> | <b>14.643.711</b> | <b>15.285.765</b> | <b>14.782.457</b> | <b>14.658.611</b> | <b>166.332.593</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b>                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |
| Norte                                    | 1.268.199         | 1.196.517         | 1.167.035         | 1.071.841         | 1.115.443         | 1.141.099         | 1.209.730         | 1.276.211         | 1.255.314         | 1.311.627         | 1.237.752         | 1.272.313         | 14.523.081         |
| Nordeste                                 | 1.823.641         | 1.791.916         | 1.752.589         | 1.435.287         | 1.569.821         | 1.627.798         | 1.812.751         | 1.802.111         | 1.869.811         | 1.989.743         | 1.811.252         | 1.831.074         | 21.117.794         |
| Sudeste                                  | 7.075.128         | 7.341.090         | 7.587.633         | 6.503.650         | 6.357.406         | 6.477.439         | 7.279.626         | 7.697.947         | 7.723.167         | 8.042.503         | 7.878.699         | 7.832.769         | 87.797.056         |
| Sul                                      | 2.562.605         | 2.769.213         | 2.775.843         | 2.377.962         | 2.420.716         | 2.465.186         | 2.734.191         | 2.855.864         | 2.918.141         | 3.037.212         | 3.004.999         | 2.875.937         | 32.797.868         |
| Centro-Oeste                             | 790.429           | 790.105           | 834.606           | 769.314           | 842.071           | 829.521           | 865.349           | 897.169           | 877.278           | 904.680           | 849.755           | 846.517           | 10.096.794         |

|   | 2020*            |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  | ANO               |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
|   | JAN              | FEV              | MAR              | ABR              | MAI              | JUN              | JUL              | AGO              | SET              | OUT              | NOV              | DEZ              |                   |
| <b>TOTAL COMERCIAL (CATIVO + LIVRE)</b> | <b>8.019.694</b> | <b>8.039.224</b> | <b>7.816.091</b> | <b>6.388.288</b> | <b>5.774.137</b> | <b>5.611.285</b> | <b>5.934.881</b> | <b>6.250.459</b> | <b>6.666.275</b> | <b>7.353.303</b> | <b>7.150.141</b> | <b>7.520.377</b> | <b>82.524.155</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b>                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
| Norte                                   | 422.928          | 433.891          | 418.878          | 348.651          | 342.110          | 363.211          | 407.644          | 436.044          | 447.735          | 456.182          | 440.280          | 435.348          | 4.952.902         |
| Nordeste                                | 1.283.465        | 1.263.178        | 1.252.063        | 992.342          | 935.126          | 912.010          | 979.272          | 1.006.838        | 1.078.205        | 1.188.117        | 1.146.757        | 1.178.773        | 13.216.145        |
| Sudeste                                 | 4.229.304        | 4.191.409        | 4.072.869        | 3.318.789        | 2.982.078        | 2.860.468        | 3.015.118        | 3.198.269        | 3.431.649        | 3.890.202        | 3.718.647        | 3.965.809        | 42.874.611        |
| Sul                                     | 1.453.546        | 1.487.690        | 1.419.092        | 1.176.547        | 1.016.722        | 998.792          | 1.032.481        | 1.056.951        | 1.109.652        | 1.176.297        | 1.217.801        | 1.309.577        | 14.455.148        |
| Centro-Oeste                            | 630.451          | 663.056          | 653.189          | 551.958          | 498.101          | 476.803          | 500.367          | 552.357          | 599.034          | 642.506          | 626.656          | 630.870          | 7.025.348         |

|  | 2020*            |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  | ANO               |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
|  | JAN              | FEV              | MAR              | ABR              | MAI              | JUN              | JUL              | AGO              | SET              | OUT              | NOV              | DEZ              |                   |
| <b>TOTAL OUTROS (RURAL + ILUMINAÇÃO PUB. + SERVIÇO PUB. + PODER PUB. +</b> | <b>6.806.526</b> | <b>6.576.716</b> | <b>6.696.485</b> | <b>6.319.552</b> | <b>6.218.544</b> | <b>6.147.394</b> | <b>6.253.225</b> | <b>6.533.178</b> | <b>6.724.559</b> | <b>7.115.011</b> | <b>6.637.618</b> | <b>6.589.318</b> | <b>78.618.126</b> |
| <b>REGIÃO GEOGRÁFICA</b>   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
| Norte  | 399.563          | 406.268          | 416.489          | 380.534          | 373.321          | 371.344          | 403.397          | 422.920          | 435.855          | 426.535          | 399.177          | 422.832          | 4.858.235         |
| Nordeste   | 1.424.042        | 1.295.868        | 1.325.237        | 1.266.918        | 1.263.842        | 1.269.776        | 1.316.070        | 1.358.424        | 1.416.278        | 1.558.770        | 1.371.360        | 1.353.930        | 16.220.516        |
| Sudeste  | 2.693.631        | 2.571.724        | 2.665.981        | 2.564.013        | 2.612.070        | 2.577.291        | 2.590.040        | 2.757.005        | 2.873.475        | 3.050.310        | 2.780.783        | 2.630.931        | 32.367.253        |
| Sul  | 1.656.269        | 1.655.326        | 1.644.851        | 1.460.885        | 1.324.765        | 1.259.615        | 1.234.561        | 1.250.615        | 1.240.361        | 1.284.601        | 1.371.068        | 1.470.948        | 16.853.865        |
| Centro-Oeste   | 633.022          | 647.529          | 643.927          | 647.201          | 644.545          | 669.368          | 709.157          | 744.214          | 758.590          | 794.795          | 715.231          | 710.678          | 8.318.256         |