



# UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

DOUTORADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

MARIA DE FÁTIMA BARBOSA GÓES

OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA AMPLIAÇÃO  
DOS COBENEFÍCIOS DOS PROJETOS DE MDL DE  
ENERGIA EÓLICA DO NORDESTE BRASILEIRO



SALVADOR  
2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL – PEI**

**MARIA DE FÁTIMA BARBOSA GÓES**

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA AMPLIAÇÃO DOS  
COBENEFÍCIOS DOS PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA DO  
NORDESTE BRASILEIRO**

SALVADOR  
2021

**MARIA DE FÁTIMA BARBOSA GÓES**

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA AMPLIAÇÃO DOS  
COBENEFÍCIOS DOS PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA DO  
NORDESTE BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial – PEI da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Engenharia Industrial.

Orientadores: Prof. Dr. José Célio Silveira Andrade e Prof. Dr. Marcelo Santana Silva

Salvador  
2021

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Góes, Maria de Fátima Barbosa  
Oportunidades e desafios para ampliação dos  
cobenefícios dos projetos de MDL de energia eólica do  
Nordeste brasileiro / Maria de Fátima Barbosa Góes. --  
Salvador, 2021.  
323 f. : il

Orientador: José Célio Silveira Andrade.  
Coorientador: Marcelo Santana Silva.  
Tese (Doutorado - Engenharia Industrial) --  
Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica,  
2021.

1. Cobenefícios para o desenvolvimento sustentável.  
2. Projetos de MDL. 3. Energia eólica. 4. Nordeste  
brasileiro. I. Andrade, José Célio Silveira. II.  
Silva, Marcelo Santana. III. Título.

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA AMPLIAÇÃO DOS COBENEFÍCIOS DOS  
PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA DO NORDESTE BRASILEIRO**

**MARIA DE FÁTIMA BARBOSA GÓES**


Tese submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de doutor em Engenharia Industrial.

Examinada por:

Prof. Dr. José Célio Silveira Andrade – Orientador   
Doutor em Administração pela Universidade Federal da Bahia, BRASIL, 2000

Prof. Dr. Paulo Roberto Britto Guimarães   
Doutor em Engenharia Química pela University of Leeds, INGLATERRA, 1995

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lira Luz Benites Lazaro   
Doutora em Ciência do Sistema Terrestre pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, BRASIL, 2018

Prof. Dr. Francisco Gaudêncio Mendonça Freires   
Doutor em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial pela Universidade do Porto, PORTUGAL, 2007

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andréa Cardoso Ventura   
Doutora em Administração pela Universidade Federal da Bahia, BRASIL, 2013

## AGRADECIMENTOS

Sou profundamente grata a Deus e a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração desta tese. Ao mesmo tempo em que um doutorado é uma tarefa extremamente solitária, não é possível escrever uma tese sem contar com ajuda de muitas pessoas. E exatamente por sentir tanta gratidão pela ajuda recebida de tantas pessoas, fiz questão de falar com cada uma quando consegui finalmente concluir a escrita. Então, deixo aqui registrados apenas alguns dos grupos e pessoas aos quais sou grata.

Aos meus pais, amor e gratidão sempre, pela vida, pela formação e pelo apoio em todos os momentos.

A toda a minha família, amigos, terapeutas e colegas de grupos diversos dos quais participo, como a Comunidade Pathwork Bahia, o Núcleo de Consteladores, o Grupo de Core Energetics, entre outros, pelo apoio, pelos processos terapêuticos, e pela torcida sempre.

Ao meu orientador, José Célio Silveira Andrade, que sempre foi impecável nas orientações e muito ágil nos retornos, além de ter paciência com minhas dificuldades ao longo dessa jornada.

Ao meu coorientador, Marcelo Santana Silva, que sempre acreditou em mim, me incentivou e esteve disponível quando precisei.

À Universidade Federal da Bahia (UFBA), em especial aos docentes, servidores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI).

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Governança para Sustentabilidade (GpS) da UFBA, pela troca de conhecimentos, pelo apoio e pela torcida.

Aos membros da banca pela disposição em ler e contribuir com sugestões de melhoria para o trabalho final.

À Universidade do Estado da Bahia (UNEB) pelo afastamento das minhas atividades para realizar o doutorado e aos colegas do Curso de Administração do Departamento de Ciências Humanas de Salvador.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro prestado para a realização da pesquisa de campo.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que me ajudaram durante as várias viagens que fiz para a pesquisa de campo, em especial os membros das empresas visitadas e os gestores entrevistados.

GÓES, Maria de Fátima Barbosa. **Oportunidades e desafios para ampliação dos cobenefícios dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro.** 2021. 323f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial – PEI, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021<sup>1</sup>.

## RESUMO

Os projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), surgidos a partir do Protocolo de Kyoto, têm como objetivo principal a redução de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e como objetivo complementar a geração de cobenefícios em prol do desenvolvimento sustentável. Pesquisas realizadas em países em desenvolvimento vêm apontando limitações desses projetos para consecução desse objetivo complementar. Considerando que um terço dos projetos de MDL no mundo pertencem ao setor de energia eólica, o propósito desta tese é analisar as oportunidades e desafios para a ampliação dos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável gerados pelos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro. A pesquisa privilegia estratégias e técnicas de pesquisa qualitativa, sendo dividida em cinco fases metodológicas: 1) pesquisa documental realizada na principal base de dados do MDL (*CDM Pipeline*) e na base de dados da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) sobre parques eólicos brasileiros; 2) construção do modelo de análise da pesquisa (*framework*) e elaboração do instrumento de coleta de dados necessário para avaliar os cobenefícios dos projetos; 3) análise *ex-ante* dos cobenefícios declarados nos 50 Documentos de Concepção do Projeto (DCPs) dos projetos de MDL selecionados; 4) análise *ex-post* dos cobenefícios percebidos pelos gestores dos 10 projetos visitados; 5) comparação entre as análises *ex-ante* e *ex-post* e identificação, categorização e análise das oportunidades e desafios para ampliação dos cobenefícios gerados. Os resultados mostram a importância da realização de estudos de cobenefícios de após a implementação dos projetos de MDL, pois os cobenefícios declarados nos DCPs foram muito inferiores aos percebidos pelos gestores. Considerando a dimensão político-institucional, a principal oportunidade identificada vem do nível global e é a criação do Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS) a partir do Acordo de Paris. E o maior desafio a ser enfrentado é a melhoria na atuação da Autoridade Nacional Designada (AND) brasileira. Na dimensão ambiental, os principais cobenefícios são a melhoria da qualidade do ar e a

---

<sup>1</sup> Esta tese faz parte do projeto de pesquisa intitulado “Análise dos cobenefícios dos projetos de redução de emissão de gases do efeito estufa no Brasil”. Esse projeto foi financiado pelo CNPq (processo nº 475656/2013-0) e coordenado pelo Prof. Dr. José Célio Silveira Andrade, orientador da tese e fundador do grupo de pesquisa Governança Ambiental Global e Mercado de Carbono (GAGMC), cujo nome foi recentemente mudado para Governança para Sustentabilidade e Gestão de Baixo Carbono (GpS). Nessa pesquisa, foram estudados 20 projetos de redução de GEE, principalmente de geração de energia eólica e aproveitamento de biogás em aterros sanitários. O destaque para o setor de energia eólica na pesquisa citada se deu em razão dos investimentos que vem sendo realizados recentemente no Nordeste e no Brasil. E pelo mesmo motivo, o setor foi selecionado como objeto de estudo desta tese de doutorado. A autora, junto com seu orientador e coorientador, submeteu artigos a congressos e revistas científicas com resultados parciais deste trabalho, conforme relação constante no Apêndice A.

proteção dos recursos naturais. As oportunidades surgem de instrumentos legais no nível nacional: a reserva legal e o licenciamento ambiental. E o maior desafio é melhorar a gestão da água para as comunidades. Quanto aos cobenefícios sociais, o principal é a criação de novos empregos, ainda que sejam limitados. As oportunidades estão ligadas às políticas de Responsabilidade Social Corporativa (RSC) das empresas de energia eólica e os desafios a serem enfrentados são a ampliação da participação das comunidades nos projetos e a melhoria da sua saúde e segurança. Por fim, na dimensão econômica, o maior cobenefício é o estímulo ao crescimento econômico local. A grande oportunidade ainda pouco explorada encontra-se no nível do projeto: a possibilidade de conciliar a geração de energia eólica com outras atividades econômicas, notadamente a geração solar e atividades agropecuárias. E o principal desafio, proveniente do nível nacional, é o aumento da transferência de tecnologia.

**Palavras-chave:** Cobenefícios para o desenvolvimento sustentável; Projetos de MDL; Energia eólica; Nordeste; Brasil.



GÓES, Maria de Fátima Barbosa. **Opportunities and challenges to increase co-benefits from CDM wind energy projects in Brazilian Northeast.** 2021. 323p. Thesis (Doctorate) – Polytechnic School of the Federal University of Bahia, Postgraduate Program in Industrial Engineering, Federal University of Bahia, Salvador, 2021.

## ABSTRACT

Clean Development Mechanism (CDM) projects, arising from the Kyoto Protocol, have as main objective the reduction of Greenhouse Gases (GHG) emissions and as a complementary objective the generation of co-benefits for sustainable development. Research carried out in developing countries has pointed out the limitations of these projects in order to achieve this complementary objective. Considering that one third of the CDM projects in the world belong to the wind energy sector, the purpose of this thesis is to analyze opportunities and challenges for the expansion of the co-benefits for sustainable development delivered by the wind power CDM projects in Northeast Brazil. The research privileges qualitative research strategies and techniques, being divided into five methodological phases: 1) documentary research carried out in the main CDM database (CDM Pipeline) and in the ABEEólica database on Brazilian wind farms; 2) construction of the research analysis model (framework) and elaboration of the data collection instrument necessary to assess the co-benefits from the projects; 3) *ex-ante* analysis of the co-benefits declared in the 50 Project Design Documents (PDD) of the CDM projects selected; 4) *ex-post* analysis of the co-benefits perceived by the managers of the 10 projects visited; 5) comparison between *ex-ante* and *ex-post* analyzes and identification, categorization and analysis of the opportunities and challenges for increasing the co-benefits delivered. The results show the importance of conducting co-benefits' studies after the implementation of CDM projects, since the co-benefits declared in the PDDs were much lower than those perceived by the managers. Considering the political-institutional dimension, the main opportunity identified comes from the global level and it is the creation of the Sustainable Development Mechanism (SDM) based on the Paris Agreement. And the biggest challenge to be faced is the improvement in the performance of the Brazilian Designated National Authority (DNA). In the environmental dimension, the main co-benefits are the improvement of air quality and the protection of natural resources. Opportunities arise from legal instruments at the national level: the legal reserve and environmental licensing. And the biggest challenge is to improve water management for communities. As for social co-benefits, the main finding is the creation of new jobs, even if they are limited. The opportunities are related to the Corporate Social Responsibility (CSR) policies of wind energy companies and the challenges to be faced are the increase in community participation in the projects and the improvement of their health and safety. Finally, in the economic dimension, the greatest co-benefit is the incentive for local economic growth. The great opportunity that is still underexplored is found at the project level: the possibility of reconciling wind power generation with other economic activities, notably solar generation and agricultural activities. And the main challenge, coming from the national level, is the increase in technology transfer.

**Keywords:** Co-benefits for sustainable development; CDM projects; Wind energy; Brazilian Northeast; Brazil.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Mapa conceitual da tese.....	28
<b>Figura 2</b> – Etapas de um projeto de MDL.....	39
<b>Figura 3</b> – Matriz energética mundial em 2017.....	47
<b>Figura 4</b> – Matriz elétrica mundial em 2017.....	48
<b>Figura 5</b> – Matriz energética brasileira em 2018.....	49
<b>Figura 6</b> – Matriz elétrica brasileira em 2018.....	50
<b>Figura 7</b> – Evolução da capacidade eólica <i>onshore</i> instalada no mundo .....	58
<b>Figura 8</b> – Capacidade instalada do SIN por fonte em 2019 e 2029 (GW).....	65
<b>Figura 9</b> – Potencial eólico brasileiro em 2001 por região (para 50 m) .....	69
<b>Figura 10</b> – Potencial eólico brasileiro em 2013 (para 30 e 200 m).....	70
<b>Figura 11</b> – Preços médios finais do Leilão de Energia Nova de 18/10/2019 .....	71
<b>Figura 12</b> – Maiores fatores de capacidade eólica do mundo (2017) .....	72
<b>Figura 13</b> – Status dos parques eólicos brasileiros .....	73
<b>Figura 14</b> – Potência instalada por empreendedor de projetos eólicos (MW) .....	75
<b>Figura 15</b> – Participação de mercado dos fornecedores de aerogeradores .....	77
<b>Figura 16</b> – Localização dos projetos de MDL de energia eólica analisados .....	131
<b>Figura 17</b> – Submissão dos projetos de MDL de energia eólica analisados por ano .....	132
<b>Figura 18</b> – Registro dos projetos de MDL de energia eólica analisados por ano..	132
<b>Figura 19</b> – Início do 1º período de crédito dos projetos de MDL analisados .....	133
<b>Figura 20</b> – Desenvolvedores dos projetos de MDL de energia eólica analisados.	134
<b>Figura 21</b> – Consultores dos DCPs de energia eólica analisados .....	135
<b>Figura 22</b> – Fornecedores dos aerogeradores dos projetos de MDL de energia eólica analisados.....	136
<b>Figura 23</b> – Distribuição de frequência do nº de aerogeradores dos projetos analisados .....	137
<b>Figura 24</b> – Distribuição de frequência da capacidade dos projetos analisados ....	138
<b>Figura 25</b> – Distribuição de frequência do investimento nos projetos analisados...	139
<b>Figura 26</b> – Distribuição de frequência da redução de GEE dos projetos analisados .....	139
<b>Figura 27</b> – Cobenefícios dos projetos analisados por dimensão .....	142
<b>Figura 28</b> – Cobenefícios sociais dos projetos analisados .....	143
<b>Figura 29</b> – Cobenefícios econômicos dos projetos analisados .....	144
<b>Figura 30</b> – Cobenefícios ambientais dos projetos analisados.....	145
<b>Figura 31</b> - Complexo Eólico União dos Ventos .....	150
<b>Figura 32</b> – Complexo Eólico Asa Branca .....	159
<b>Figura 33</b> – Cobenefícios do Complexo Eólico Asa Branca .....	164
<b>Figura 34</b> – Parque Eólico Rio do Fogo.....	168
<b>Figura 35</b> – Complexo Eólico Alto Sertão .....	178
<b>Figura 36</b> – Cobenefícios do Complexo Eólico Alto Sertão .....	190
<b>Figura 37</b> – Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas .....	193
<b>Figura 38</b> – Cobenefícios do Complexo Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas .....	197
<b>Figura 39</b> – Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul .....	203
<b>Figura 40</b> – Parque Eólico Dunas de Paracuru .....	211
<b>Figura 41</b> – Cobenefício do Parque Eólico Dunas de Paracuru .....	217
<b>Figura 42</b> – Complexo Eólico Trairi .....	218
<b>Figura 43</b> – Cobenefícios do Complexo Eólico Trairi.....	226
<b>Figura 44</b> – Complexo Eólico Santos .....	231

<b>Figura 45</b> – Cobenefícios do Complexo Eólico Santos.....	239
<b>Figura 46</b> – Vista Aérea do Complexo Eólico Delta do Parnaíba .....	241
<b>Figura 47</b> – Complexo Eólico Delta do Parnaíba.....	241
<b>Figura 48</b> – Síntese comparativa dos cobenefícios por critério .....	255
<b>Figura 49</b> – Correlação entre a capacidade instalada e os cobenefícios gerados..	263

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Evolução das emissões globais de GEE em MtCO <sub>2e</sub> por setor econômico (1990 - 2018) .....	36
<b>Tabela 2</b> – Parques eólicos e capacidade instalada por estado brasileiro (2020) ...	79
<b>Tabela 3</b> – Comparação entre DCPs e parques eólicos por estado brasileiro.....	80
<b>Tabela 4</b> – Síntese da pontuação dos cobenefícios declarados nos DCPs dos 10 projetos .....	252
<b>Tabela 5</b> – Síntese da pontuação dos cobenefícios percebidos pelos gestores dos 10 projetos.....	253
<b>Tabela 6</b> – Síntese comparativa dos cobenefícios por dimensão .....	254
<b>Tabela 7</b> – Capacidade instalada e cobenefícios gerados por parque / complexo .	263

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Síntese dos trabalhos sobre cobenefícios de projetos de MDL .....	84
<b>Quadro 2</b> – Síntese dos trabalhos sobre cobenefícios de projetos de MDL de energia eólica .....	93
<b>Quadro 3</b> – Síntese dos trabalhos sobre benefícios e impactos da energia eólica no Brasil .....	100
<b>Quadro 4</b> – Síntese dos desafios e oportunidades para ampliar os cobenefícios dos projetos de MDL por nível .....	108
<b>Quadro 5</b> – Fases da Pesquisa .....	116
<b>Quadro 6</b> – Modelo de análise do perfil dos 50 projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro analisados .....	119
<b>Quadro 7</b> – Modelo de análise do perfil dos 10 projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro analisados .....	120
<b>Quadro 8</b> – Modelo de análise dos cobenefícios e pontuação máxima .....	122
<b>Quadro 9</b> – Projetos de MDL visitados .....	126
<b>Quadro 10</b> – Documentos consultados por projeto visitado .....	128
<b>Quadro 11</b> – Perfil dos 50 projetos de MDL de energia eólica analisados .....	140
<b>Quadro 12</b> – Pontuação dos cobenefícios declarados nos 50 projetos analisados .....	141
<b>Quadro 13</b> – Perfil dos 10 Projetos de MDL de energia eólica do Nordeste visitados .....	147
<b>Quadro 14</b> – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto União dos Ventos .....	152
<b>Quadro 15</b> – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Asa Branca .....	161
<b>Quadro 16</b> – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Rio do Fogo .....	171
<b>Quadro 17</b> – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Alto Sertão .....	182
<b>Quadro 18</b> – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas .....	195
<b>Quadro 19</b> – Cobenefícios declarados e percebidos dos projetos Cristal e Serra Azul .....	206
<b>Quadro 20</b> – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Dunas de Paracuru .....	213
<b>Quadro 21</b> – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Trairi .....	222
<b>Quadro 22</b> – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Santos .....	233
<b>Quadro 23</b> – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Delta do Parnaíba .....	245
<b>Quadro 24</b> – Desafios e oportunidades para ampliação dos cobenefícios dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste .....	264

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEólica	Associação Brasileira de Energia Eólica
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ADB	<i>Asian Development Bank</i>
AND	Autoridade Nacional Designada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APA	Área de Proteção Ambiental
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNEF	<i>Bloomberg New Energy Finance</i>
CAE	Comissão de Acompanhamento do Empreendimento
CAR	Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional
CBEE	Centro Brasileiro de Energia Eólica
CCB	Clima, Comunidade e Biodiversidade
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CEPRAM	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CER	<i>Certified Emission Reductions</i>
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
COP	Conferência das Partes
COSERN	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
CQNUMC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima
CSV	<i>Creating Shared Value</i>
CTG	<i>China Three Gorges Corporation</i>
DCP	Documento de Concepção do Projeto
DDS	Diálogo Diário de Segurança
DS	Desenvolvimento Sustentável

DSS	Diário Semanal de Segurança
DTU	<i>Technical University of Denmark</i>
EIA/RIMA	Estudo e Relatório de Impacto Ambiental
EGP	Enel Green Power
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EOD	Entidade Operacional Designada
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ESG	<i>Environmental, Social and Governance</i>
FEEM	Fundação Eni Enrico Mattei
GAGMC	Governança Ambiental Global e Mercado de Carbono
GEE	Gases de Efeito Estufa
GE	General Electric
GpS	Governança para Sustentabilidade e Gestão de Baixo Carbono
GWEC	<i>Global Wind Energy Council</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IFPI	Instituto Federal do Piauí
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
iNDC	<i>intended Nationally Determined Contribution</i>
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
I-REC	Certificado Internacional de Energia Renovável
ISP	Investimento Social Privado
ISS	Imposto Sobre Serviços
LBG	<i>London Benchmarking Group</i>
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MDS	Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável

MME	Ministério de Minas e Energia
MRC	Mercado Regulado de Carbono
MVC	Mercado Voluntário de Carbono
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONG	Organização Não Governamental
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
O&M	Operação e Manutenção
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PDD	<i>Project Design Document</i>
PDE	Plano Decenal de Expansão
PIMC	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima
PIS/PASEP	Programa de Integração Social e Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRAD	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
PROEÓLICA	Programa Emergencial de Energia Eólica
PROERD	Programa Educacional de Resistência às Drogas e à Violência
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRONATEC	Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RCE	Reduções Certificadas de Emissões
REDD	<i>Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries</i>
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RSC	Responsabilidade Social Corporativa
SDG	<i>Sustainable Development Goals</i>
SDSN	<i>Sustainable Development Solutions Network</i>
SEDUC	Secretaria de Educação e Cultura do Piauí
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente



SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SIN	Sistema Interligado Nacional
SIPAT	Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho
SMS	Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SNUC	Sistema Nacional de Unidades Conservação
SPE	Sociedade de Propósito Específico
tCO <sub>2</sub> e	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNFCCC	<i>United Nations Framework on Climate Change Convention</i>
VER	<i>Verified Emission Reduction</i>
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	6
<b>ABSTRACT</b>	8
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	9
<b>LISTA DE TABELAS</b>	11
<b>LISTA DE QUADROS</b>	12
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	13
<b>SUMÁRIO</b>	17
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	18
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	23
1.2 OBJETIVOS	23
1.3 JUSTIFICATIVA	24
1.4 ESTRUTURA DA TESE	26
<b>2 MARCO TEÓRICO</b>	28
2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ECONOMIA DE BAIXO CARBONO	29
<b>2.1.1 Projetos de MDL</b>	38
2.2 MATRIZES ENERGÉTICA E ELÉTRICA	44
<b>2.2.1 Energias Renováveis no Mundo</b>	51
2.2.1.1 Energia Eólica no Mundo	57
<b>2.2.2 Energias Renováveis no Brasil</b>	61
2.2.2.1 Energia Eólica no Brasil	67
2.3 COBENEFÍCIOS DE PROJETOS DE MDL	82
<b>2.3.1 Cobenefícios de Projetos de MDL de Energia Eólica</b>	93
2.4 BENEFÍCIOS E IMPACTOS DE PROJETOS DE ENERGIA EÓLICA BRASILEIROS	99
2.5 OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA AMPLIAÇÃO DOS COBENEFÍCIOS DOS PROJETOS DE MDL	107
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	116
3.1 PRIMEIRA FASE: PESQUISA DOCUMENTAL	117
3.2 SEGUNDA FASE: MODELO DE ANÁLISE DA PESQUISA	118
3.3 TERCEIRA FASE: ANÁLISE <i>EX-ANTE</i>	124
3.4 QUARTA FASE: ANÁLISE <i>EX-POST</i>	125
3.5 QUINTA FASE: OPORTUNIDADES E DESAFIOS	128
<b>4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	130
4.1 COBENEFÍCIOS DECLARADOS NOS 50 PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA DO NORDESTE BRASILEIRO	130

4.1.1	<b>Perfil dos 50 Projetos</b>	130
4.1.2	<b>Cobenefícios Declarados</b>	141
4.2	<b>COBENEFÍCIOS DECLARADOS E PERCEBIDOS NOS 10 PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA DO NORDESTE BRASILEIRO</b>	145
4.2.1	<b>Perfil dos 10 Projetos</b>	145
4.2.2	<b>Complexo Eólico União dos Ventos</b>	149
4.2.3	<b>Complexo Eólico Asa Branca</b>	158
4.2.4	<b>Parque Eólico Rio do Fogo</b>	167
4.2.5	<b>Complexo Eólico Alto Sertão</b>	176
4.2.6	<b>Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas</b>	192
4.2.7	<b>Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul</b>	202
4.2.8	<b>Parque Eólico Dunas de Paracuru</b>	210
4.2.9	<b>Complexo Eólico Trairi</b>	217
4.2.10	<b>Complexo Eólico Santos</b>	230
4.2.11	<b>Complexo Eólico Delta do Parnaíba</b>	240
4.3	<b>SÍNTESE DA COMPARAÇÃO ENTRE OS COBENEFÍCIOS DECLARADOS E PERCEBIDOS</b>	251
4.4	<b>OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA AMPLIAÇÃO DOS COBENEFÍCIOS DOS PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA DO NORDESTE BRASILEIRO</b>	264
4.4.1	<b>Síntese das principais oportunidades e desafios</b>	275
5	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS</b>	279
	<b>REFERÊNCIAS</b>	287
	APÊNDICE A – Relação de artigos apresentados em congressos e publicados em revistas científicas	313
	APÊNDICE B – Instrumento de coleta de dados sobre os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável	314
	APÊNDICE C – Instrumento de coleta de dados sobre o setor eólico	317
	APÊNDICE D – Cobenefícios declarados e percebidos dos 10 projetos	318
	APÊNDICE E – Instrumento proposto para coleta de dados sobre os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável	321

## 1 INTRODUÇÃO

---

A governança global do clima e seus mecanismos – como o mercado regulado de carbono e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) – podem incentivar negócios mais sustentáveis, sobretudo por meio do financiamento de inovações para redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Porém, a questão que vem sendo discutida é a extensão do alcance dos objetivos de mitigação das mudanças climáticas ao mesmo tempo em que se promove o Desenvolvimento Sustentável (DS) de forma global, distribuindo equitativamente os cobenefícios gerados (LARRAGÁN, 2016; DIRIX, PEETERS & STERCKX, 2016; PEREIRA, 2019).

A governança global do clima tem como marco inicial a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo, que ocorreu em 1972. Essa primeira Conferência Internacional reuniu representantes de 113 países para discutir os impactos das atividades antrópicas sobre o meio ambiente. Em 1992, aconteceu a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida como Rio-92. Nessa conferência, foi assinada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC ou UNFCCC, do inglês *United Nations Framework Convention on Climate Change*). Assim, desde 1992, vêm acontecendo anualmente negociações internacionais focadas nas mudanças climáticas. Esses encontros, chamados de Conferência das Partes (COP), visam o fechamento de acordos climáticos entre os países participantes da UNFCCC (FREITAS & PAIVA, L. E. B., 2018; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019).

O MDL foi concebido durante as negociações do Protocolo de Kyoto, para auxiliar na estratégia de mitigação das mudanças climáticas e na promoção do desenvolvimento sustentável. Assim, por meio da comercialização dos créditos de carbono gerados pelos projetos de MDL, ao ser comprovada a redução das emissões dos GEE, este instrumento ajuda os países desenvolvidos a atingirem suas metas de redução de emissões estabelecidas a partir do Protocolo (UNFCCC, 2012; WATTS, ALBORNOZ & WATSON, 2015; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019).

Ao mesmo tempo em que os projetos têm como objetivo principal a redução das emissões de GEE, devem ter o objetivo complementar de contribuir para que os países em desenvolvimento se tornem mais sustentáveis. Portanto, os cobenefícios gerados pelos projetos de MDL devem abranger as três dimensões clássicas da sustentabilidade: econômica, ambiental e social (UNFCCC, 2012a). Porém, já foram realizadas várias pesquisas enfocando os cobenefícios dos projetos de MDL no mundo, em países diversos e no Brasil, que vêm constatando uma contribuição para o desenvolvimento sustentável de pequena monta, especialmente no que tange aos cobenefícios sociais e ambientais (OLSEN, 2007; FERNÁNDEZ *et al.*, 2012; MCDOWALL *et al.*, 2013; FERNÁNDEZ, 2014; PAIVA, 2015; PAIVA *et al.*, 2015; XUE *et al.*, 2015; DIRIX, PEETERS & STERCKX, 2016; LARRAGÁN, 2016; MURATA *et al.*, 2016; OLSEN, ARENS & MERSMANN, 2017; LAZARO & GREMAUD, 2017).

Como estes cobenefícios são subjetivos, em 2014 a UNFCCC buscou melhorar sua avaliação, criando uma ferramenta que permite aos proponentes dos projetos avaliarem voluntariamente os cobenefícios gerados utilizando critérios detalhados. As informações assim coletadas são usadas para criar um relatório sintético dos cobenefícios, que é publicado no *site* da UNFCCC. Existem ainda muito poucos relatórios publicados (70, que equivalem a apenas 0,89% do total de projetos de MDL registrados). E mais de um terço desses relatórios (25) são de projetos chineses e indianos. Somente um relatório de cobenefícios brasileiro foi publicado até o final de 2020: de um projeto de pequena central hidrelétrica (UNFCCC, 2020a).

As políticas de mitigação das emissões de GEE e de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, vêm sendo adotadas tanto em nível internacional, quanto nacional, em cada país signatário dos acordos climáticos. O acordo mais recente foi assinado em Paris, em 2015. O Acordo de Paris visa fortalecer a resposta global às mudanças climáticas, considerando a necessidade de um desenvolvimento sustentável e de erradicação da pobreza. Foi assinado por quase todos os países do mundo, que assumiram compromissos voluntários em documentos intitulados Contribuição Nacionalmente Determinada pretendida (iNDC, do inglês *intended Nationally Determined Contribution*<sup>2</sup>). Dessa forma, cada país declarou como deverá

---

<sup>2</sup> Esses documentos foram intitulados de contribuição pretendida devido à possibilidade de passar por ajustes antes da ratificação, aceitação ou aprovação no âmbito do Acordo de Paris.

contribuir para a meta final de limitar o aumento da temperatura média global a menos de 2° C acima dos níveis pré-industriais, e idealmente a apenas 1,5° C acima (UNFCCC, 2015; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019).

O Acordo de Paris, no seu Artigo 6, estabeleceu um novo mecanismo que deverá substituir o MDL quando o acordo for implementado, o que estava previsto para acontecer em 2020. As regras do Acordo de Paris vêm sendo discutidas nas últimas Conferências das Partes (COP). Todas as regras, exceto as referentes ao Artigo 6, foram acordadas até o final da COP 24, em Katowice em 2018. Assim, o estabelecimento das regras para a implementação do novo mecanismo foi adiado para a COP 25, que aconteceu em Madrid em 2019. Contudo, não foi possível chegar a um consenso sobre essas regras então (COP25, 2019). E, com a pandemia do novo coronavírus, a COP 26 – que estava agendada para novembro de 2020 – foi adiada para novembro de 2021. Portanto, provavelmente a implementação do mecanismo que substituirá o MDL também será postergada.

Assim como o MDL, esse novo mecanismo deverá promover a redução das emissões de gases de efeito estufa e ao mesmo tempo apoiar o desenvolvimento sustentável. Independentemente de como ele seja implementado, as lições aprendidas com o MDL serão fundamentais para o seu desenvolvimento. Portanto, espera-se que esse mecanismo busque um maior equilíbrio entre os objetivos de mitigar as mudanças climáticas e contribuir para a sustentabilidade. Para isso, assim como as reduções de emissões de GEE são verificadas no MDL, é importante estabelecer regras para avaliar os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável efetivamente gerados pelos projetos dentro do novo mecanismo (OLSEN, ARENS & MERSMANN, 2017; MOZZER & PELLEGRINO, 2019; BITTENCOURT, BUSCH & CRUZ, 2019).

O sucesso na redução das emissões de GEE e no combate às mudanças climáticas depende, em grande medida, da transição das matrizes energética e elétrica mundiais para um modelo mais sustentável, baseado em energias renováveis. Assim, apesar das matrizes mundiais ainda serem fortemente alicerçadas em

---

Após a assinatura do acordo, passaram a ser denominados apenas de Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, do inglês *Nationally Determined Contribution*). A UNFCCC registrou e disponibiliza todos os documentos submetidos pelos países signatários do acordo em seu *site*.

combustíveis fósseis não renováveis, o uso de fontes de energia de baixo carbono está se expandindo rapidamente, de tal forma que, de 2013 a 2018, o ritmo de crescimento da demanda mundial pelas energias renováveis foi cerca de três vezes maior do que o ritmo de crescimento da demanda total de energia. Apesar disso, em 2019, a capacidade instalada de energia renovável forneceu menos de um terço da geração global de eletricidade (REN21, 2020).

Além da mitigação das mudanças climáticas, Sen e Ganguly (2017) observam que as energias renováveis propiciam outros benefícios, como o aumento da segurança energética, a melhoria do acesso à energia e o desenvolvimento socioeconômico. No que se refere aos benefícios socioeconômicos, os autores destacam a geração de emprego e renda, a contribuição para o desenvolvimento rural e para a diminuição da pobreza e a melhoria da saúde e da educação.

Assim, a geração de energia por fontes renováveis é uma das bases das estratégias de mitigação declaradas pela maioria dos países nas suas NDCs. O Brasil, por exemplo, estabeleceu em 2015 a meta de alcançar uma participação de fontes renováveis (além da hídrica) de 28 a 33% da matriz energética nacional, até 2030. Além do aumento da participação das energias renováveis, foram propostas medidas visando o uso sustentável da bioenergia, o combate ao desmatamento e a recuperação de florestas, entre outras (BRASIL, 2015).

A contribuição do país como um todo para a meta estipulada no Acordo de Paris é a redução, até 2025, das suas emissões em 37% abaixo dos níveis de 2005, considerando o território nacional e o conjunto da economia. No final de 2020, entretanto, o governo brasileiro submeteu à UNFCCC sua NDC atualizada. No novo documento, a meta foi mantida, porém a linha de base utilizada para a definição do percentual de redução das emissões foi alterada. Houve uma mudança na metodologia de cálculo das emissões do ano base 2005 que resultou no aumento da contabilização de emissões. Portanto, na prática, o limite de emissão para 2025 também foi aumentado: de 1,3 bilhão para 1,76 bilhão de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2e</sub>) (BRASIL, 2015; OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2020).

Além disso, as emissões de GEE brasileiras não vêm sendo reduzidas. De fato, as emissões do país estão aumentando devido ao maior desmatamento em 2018 e 2019, em especial na Amazônia e no Cerrado. Embora os dados de 2020 não estejam disponíveis até o momento da defesa dessa tese, é improvável que o Brasil consiga

alcançar sua meta para o ano, que seria a emissão de aproximadamente 2 bilhões de tCO<sub>2e</sub>. As emissões de GEE do país deverão ficar cerca de 2% acima desse limite (ANGELO & RITTL, 2019; MORO *et al.*, 2019).

Mesmo assim, e apesar de a participação das fontes renováveis de energia já ser relativamente alta no Brasil, em comparação com os dados mundiais, o governo brasileiro fez esforços para diversificar suas matrizes energética e elétrica, com o uso de outras fontes renováveis além da hídrica, que é a principal fonte de energia elétrica do país. As fontes renováveis que mais estão se expandindo atualmente no Brasil são a biomassa, a eólica e a solar (TOLMASQUIM, 2016, 2017; EPE, 2019b).

Portanto, é nesse contexto que vêm sendo feitos investimentos crescentes no setor de energia eólica nos últimos anos no país. Apesar de o Brasil ocupar a terceira posição na geração hidráulica mundial em 2017, com a crise hídrica que o país vem enfrentando desde 2014, a disponibilidade de energia hidrelétrica vem diminuindo. Por outro lado, o potencial brasileiro de geração de energia eólica é bastante grande, com destaque para a Região Nordeste. A expansão da geração eólica tem sido tão acelerada que o país vem assumindo posições cada vez mais destacadas no *ranking* mundial de geração de energia eólica (MME, 2015; IEA, 2019a).

A geração eólica da Região Nordeste é muito próxima à geração eólica total do Brasil, tendo representado 86,7%, em 2019. Essa concentração é devida à grande quantidade de parques instalados no Nordeste, uma vez que a região possui um dos melhores ventos do mundo para produção de energia eólica. Dentre os doze estados brasileiros que produziram energia eólica em 2019, quatro estados nordestinos estavam entre os cinco maiores produtores: Bahia (16,83 Terawatt-hora), Rio Grande do Norte (14,09 TWh), Piauí (6,34 TWh) e Ceará (6,02 TWh). A geração eólica está tão avançada na região que, em setembro de 2019, foi registrado um recorde de fornecimento equivalente a 88,8% da energia consumida no subsistema Nordeste, com fator de capacidade<sup>3</sup> de 75,1% (ABEEÓLICA, 2020b).

Portanto, considerando o papel das energias renováveis em relação à mitigação das mudanças climáticas e à sustentabilidade, e a inexistência de relatórios de cobenefícios de projetos de MDL de energia eólica brasileiros no *site* da UNFCCC,

---

<sup>3</sup> Para a definição de Fator de Capacidade, ver seção 2.2.1.



percebe-se a importância de contribuir para preencher esta lacuna referente ao conhecimento sobre os cobenefícios dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste. Acredita-se que esse conhecimento pode contribuir para a melhoria das políticas públicas nacionais e locais de fomento ao setor eólico e para a ampliação dos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável gerados.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Dadas as condições expostas, com a presente tese pretende-se responder ao seguinte problema de pesquisa: “quais as oportunidades e desafios para a ampliação dos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável gerados pelos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro?”.

Com base neste questionamento, foram definidos os objetivos apresentados na próxima seção desta introdução.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral da presente pesquisa é analisar as oportunidades e desafios para a ampliação dos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável gerados pelos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro.

Como objetivos específicos, a pesquisa propõe-se a:

- 1) Discutir o papel e o *status* das energias renováveis, e em especial da energia eólica, no mundo e no Brasil, considerando os desafios impostos pelas mudanças climáticas;
- 2) Mapear o setor de energia eólica no Brasil, identificando as principais instituições e organizações envolvidas;
- 3) Evidenciar o perfil dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste Brasileiro, incluindo localização, histórico, investimento, capacidade instalada, número de aerogeradores e redução anual média estimada das emissões de GEE;

- 4) Identificar, avaliar e analisar, com base nas dimensões econômica, ambiental e social, os potenciais cobenefícios para o desenvolvimento sustentável declarados nos documentos de concepção dos 50 projetos de MDL de energia eólica selecionados;
- 5) Descrever 10 projetos representativos da realidade dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro e analisar os cobenefícios percebidos pelos seus gestores;
- 6) Confrontar os cobenefícios declarados nos Documentos de Concepção dos Projetos (DCPs) com os percebidos pelos gestores após sua implantação e identificar eventuais lacunas;
- 7) Identificar e categorizar, de acordo com as dimensões político-institucional, ambiental, social e econômica, as oportunidades e os desafios para ampliação dos cobenefícios gerados pelos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro;
- 8) Propor melhorias na metodologia de avaliação de cobenefícios utilizada, a partir do foco no setor eólico.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Os temas abordados nesta tese podem ser considerados atuais e relevantes frente aos desafios teóricos e práticos enfrentados para mitigação das mudanças climáticas e promoção do desenvolvimento sustentável. Após pesquisas em diversos bancos de dados bibliográficos focados no armazenamento e gestão de artigos científicos, como por exemplo Scopus, Compendex, Scielo, *Web of Science*, *Google Scholar* e *ScienceDirect*, foram identificadas algumas lacunas teóricas. Assim, são apresentadas a seguir as principais justificativas para a tese:

- a) São feitas várias críticas aos projetos de MDL quanto à sua pequena contribuição para o desenvolvimento sustentável local dos países anfitriões, que são países em desenvolvimento (OLSEN, 2007; LEWIS, 2010; SUBBARAO e LLOYD, 2011; BOGO, 2012; FERNÁNDEZ *et al.*, 2012, 2014; FERNÁNDEZ, 2014; MATHUR *et al.*, 2013; PAIVA, 2015; PAIVA *et al.*, 2015;

SHAW, 2016; DIRIX, PEETERS e STERCK, 2016; LARRAGÁN, 2016; LAZARO e GREMAUD, 2017; e PEREIRA, 2019);

- b) Na literatura sobre cobenefícios, existe uma quantidade limitada de estudos comparando os cobenefícios declarados nos DCPs com os identificados após a implantação dos projetos (análises *ex-ante* e *ex-post*). Em apenas seis estudos essa análise comparativa foi verificada (SUBBARAO & LLOYD, 2011; BOGO, 2012; FERNÁNDEZ *et al.*, 2014; FERNÁNDEZ, 2014; PAIVA, 2015; BENITES-LAZARO, GREMAUD & BENITES, 2018; SILVA JR. *et al.*, 2011; SILVA JR. *et al.*, 2013);
- c) Existe uma quantidade menor ainda de trabalhos com foco específico nos cobenefícios de projetos de MDL de energia eólica brasileiros, apesar do crescimento da participação dessa fonte na matriz elétrica brasileira (SILVA JR. *et al.*, 2011; SILVA JR. *et al.*, 2013; GÓES *et al.*, 2018; PEREIRA, 2019);
- d) Não foi publicado no *site* da UNFCCC, até o momento, nenhum relatório de cobenefícios de projetos de MDL de energia eólica brasileiros, elaborado a partir da ferramenta da UNFCCC utilizada como base para o modelo de análise desta tese (UNFCCC, 2020a).

Acredita-se, ainda, que os conhecimentos produzidos por esta pesquisa – sobre o perfil e os cobenefícios gerados pelos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro – trazem contribuições para avanços no conhecimento acadêmico e no campo das políticas públicas, das seguintes formas:

- a) Contribuição para o aperfeiçoamento das metodologias de mensuração de cobenefícios, a partir do foco no setor eólico;
- b) Contribuição para a disseminação de melhores práticas adotadas nos parques e complexos eólicos<sup>4</sup> visitados;

---

<sup>4</sup> Complexo eólico é um conjunto de parques eólicos próximos, operados por uma mesma empresa.

- c) Contribuição para que o novo mecanismo de governança climática que substituirá o MDL propicie maiores cobenefícios para o desenvolvimento sustentável, a partir das lições aprendidas com as experiências estudadas;
- d) Contribuição para a incorporação ou o aumento do foco sobre os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável na formulação de políticas públicas de clima e energia nos níveis dos governos nacional, estaduais e municipais.

#### 1.4 ESTRUTURA DA TESE

Além da presente introdução, este trabalho apresenta, em seu Capítulo 2 o marco teórico que baliza as análises realizadas, composto por um conjunto de conhecimentos sobre mudanças climáticas e economia de baixo carbono, projetos de MDL, matrizes energética e elétrica, energias renováveis e, em especial, energia eólica, até chegar aos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável dos projetos de MDL de energia eólica e as oportunidades e desafios para ampliá-los.

Posteriormente, no Capítulo 3, apresenta-se os procedimentos metodológicos adotados, que privilegiam estratégias e técnicas de pesquisa qualitativa. Esses procedimentos estão estruturados de acordo com cinco fases: na primeira fase, foi realizada uma pesquisa inicial de caráter empírico exploratório; na segunda fase, o modelo analítico foi construído e o instrumento de coleta de dados elaborado; na terceira fase, foi realizada a pesquisa documental nos DCPs (análise *ex-ante*); a quarta fase foi dedicada à pesquisa de campo e à análise *ex-post*; e, por fim, na quinta fase, os resultados da terceira e quarta fases foram comparados.

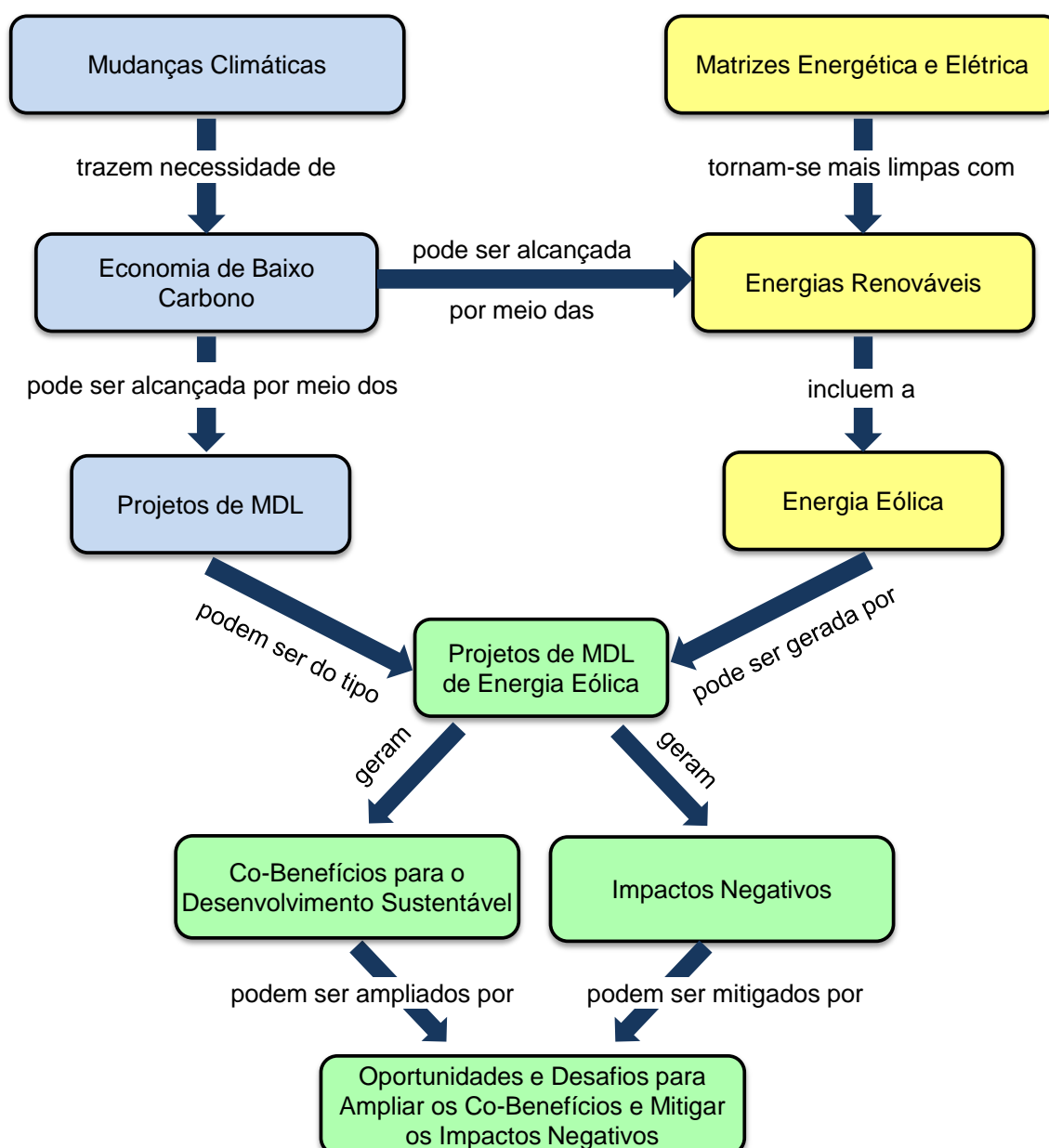
No Capítulo 4, os resultados obtidos no decorrer da investigação são apresentados e discutidos. Inicialmente, o foco recai sobre os resultados da pesquisa documental feita em 50 projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro. Depois, os cobenefícios declarados e percebidos de todos os 10 projetos que foram objeto da pesquisa de campo são analisados. Em seguida, é apresentada uma síntese da comparação entre os cobenefícios declarados e percebidos. E, por último, os desafios e oportunidades para ampliação dos cobenefícios dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro são analisados.

Finalmente, no Capítulo 5, são apresentadas as conclusões da tese, retomando a pergunta de pesquisa e os objetivos traçados. É feita uma síntese dos principais cobenefícios gerados e dos maiores desafios e oportunidades encontrados por dimensão. Em seguida, são feitas sugestões para melhoria do modelo de análise de cobenefícios, com base no setor eólico. Por fim, são apresentadas as limitações do presente trabalho e algumas sugestões de pesquisas futuras.

## 2 MARCO TEÓRICO

Este capítulo apresenta a revisão de literatura realizada, que partiu de dois conceitos amplos, quais sejam: mudanças climáticas e matriz energética. Esses conceitos foram desdobrados em conceitos mais específicos, até chegar aos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável dos projetos de MDL de energia eólica. Assim, o presente marco teórico está estruturado de acordo com o mapa conceitual mostrado na Figura 1 a seguir:

**Figura 1 – Mapa conceitual da tese**



Fonte: elaboração própria (2021)

Visando uma melhor compreensão dos leitores sobre as temáticas aqui abordadas, optou-se por detalhar este mapa conceitual, apresentando o marco teórico desta tese da seguinte maneira: na seção 2.1, examina-se as mudanças climáticas e a economia de baixo carbono, aprofundando a discussão sobre os projetos de MDL; na seção 2.2, apresenta-se as matrizes energética e elétrica mundial e brasileira e discute-se as energias renováveis, com foco na energia eólica; na seção 2.3, são analisados os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável de projetos de MDL em geral e de projetos de energia eólica em particular; na seção 2.4, examina-se os benefícios e impactos de projetos de energia eólica brasileiros; e por fim, na seção 2.5, são apresentados desafios e oportunidades para ampliação dos cobenefícios dos projetos de MDL.

## 2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ECONOMIA DE BAIXO CARBONO

Os estudos precursores das pesquisas atuais sobre mudanças climáticas datam do início do século XIX, quando o físico francês Jean Baptiste Joseph Fourier estudou a temperatura atmosférica e propôs a existência do efeito estufa. Mas somente a partir da década de 1960, foram feitas pesquisas relacionando o rápido aumento da concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera e a acentuação do efeito estufa naturalmente existente. Os cientistas verificaram que estava ocorrendo um aquecimento da atmosfera terrestre, o qual provavelmente era devido a atividades antrópicas (DUBEUX, 2015; LETCHER, 2019).

Assim, surgiram duas vertentes no estudo das mudanças climáticas. Ambas reconhecem o aumento da temperatura da Terra durante o século XX. Porém, há uma divergência em relação às causas desse aquecimento. Enquanto uma vertente afirma que as mudanças climáticas são provenientes das atividades antrópicas que emitem os gases do efeito estufa, a outra defende que essas mudanças fazem parte dos processos naturais da dinâmica da Terra, não sendo causadas pelo homem (BARBOZA *et al.*, 2017). A presente tese se alinha com a primeira vertente, pois acredita-se que as atividades antrópicas exercem uma influência significativa sobre a emissão de GEE e, conseqüentemente, sobre as mudanças climáticas.

Nas décadas de 1960 e 1970, quando os problemas ambientais começaram a se apresentar, houve o surgimento de movimentos ambientalistas e de correntes em defesa da preservação dos recursos naturais. Surgiram também instituições, programas e eventos internacionais focados na questão ambiental. Assim, em 1972, foi realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) a primeira grande reunião de chefes de estado para tratar exclusivamente do meio ambiente: a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo (AQUILA, 2015; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019).

Em 1988, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA ou UNEP, do inglês *United Nations Environment Programme*) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM ou WMO, do inglês *World Meteorological Organization*) criaram o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (PIMC, mais conhecido como IPCC, do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*). O IPCC é composto por milhares de cientistas especializados de todo o mundo e sua criação consolidou a aceitação por parte da ONU da existência do fenômeno do aquecimento global. Desde sua criação, o IPCC vem sistematizando o conhecimento científico produzido sobre o clima e as mudanças climáticas e periodicamente publicando relatórios abrangentes, não apenas sobre essas mudanças, mas também sobre seus impactos e as ações de adaptação e mitigação adotadas (LEITE, J. C., 2015).

O primeiro Relatório de Avaliação do IPCC foi publicado em 1990. Depois disso, foram publicados relatórios em 1996, 2001, 2007, 2013 e o mais recente, em 2018. Esses relatórios formam a base científica que vem fundamentando as discussões e os acordos firmados sobre o clima. Desde o relatório de 2007, o IPCC já estimava haver uma alta probabilidade de as atividades humanas serem as principais causadoras do aquecimento da atmosfera da Terra nas últimas décadas. Vale ressaltar que as causas naturais foram consideradas como adicionais às causas antropogênicas, somando-se para reforçar o efeito estufa (BARBOZA *et al.*, 2017; FREITAS & PAIVA, L. E. B., 2018).

No relatório mais recente, o *Relatório Especial sobre o Aquecimento Global de 1,5 °C* (IPCC, 2018), a organização intergovernamental estima que as atividades antrópicas respondem pelo aumento de cerca de 1,0 °C na temperatura da Terra em relação aos níveis pré-industriais. Caso a taxa atual de aumento da temperatura se mantenha, o aquecimento global provavelmente atingirá 1,5 °C entre 2030 e 2052. E



esse aquecimento deverá perdurar por séculos, ou até mesmo milênios, continuando a causar impactos severos e abrangentes, como ondas de calor, secas e incêndios florestais associados, chuvas fortes e inundações costeiras.

Em resposta às constatações do IPCC, uma abordagem política foi iniciada em 1992, a partir da realização no Rio de Janeiro da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como Rio-92. Nessa conferência, foi assinada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, com o objetivo principal de reverter as emissões de GEE para a atmosfera aos níveis de 1990 (LEITE, J. C., 2015; FREITAS & PAIVA, L. E. B., 2018; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019).

Como resultado das negociações da Rio-92, 153 países assinaram a Convenção. Nela, os países desenvolvidos se comprometeram a adotar políticas e medidas para mitigar as mudanças climáticas, limitando suas emissões antrópicas de GEE e protegendo e aumentando seus sumidouros e reservatórios desses gases. Contudo, o acordo não estabeleceu limites e metas objetivos para cada país. A partir daí, foi estabelecido um processo contínuo de discussões e criada a Conferência das Partes (COP) – o órgão supremo decisório no âmbito da UNFCCC –, cujas reuniões têm ocorrido anualmente, desde 1995 (BRASIL, 1998; DUBEUX, 2015; KUYPER, SCHROEDER & LINNÉR, 2018).

As negociações para o estabelecimento do tratado que depois ficou conhecido como o Protocolo de Kyoto tinham como base um aparente consenso: os países desenvolvidos (listados no seu Anexo I) deveriam dar o primeiro passo na redução das emissões de GEE; e os países em desenvolvimento (não-Anexo I) reduziriam suas emissões em um estágio posterior. Entretanto, em 1997, pouco tempo antes da assinatura do protocolo, os Estados Unidos afirmaram que só ratificariam um novo acordo se as formas de redução das emissões fossem o mais flexíveis possível e se os países em desenvolvimento também participassem dessa redução. Assim, no início de 2001, os EUA se retiraram do processo (KUYPER, SCHROEDER & LINNÉR, 2018).

O Protocolo de Kyoto foi assinado na 3ª COP, realizada em dezembro de 1997 no Japão, porém, só entrou em vigor em 2005, após intenso debate político. Apenas 83 países, de um total de mais de 190 existentes no mundo, ratificaram o protocolo. Segundo o documento, os países desenvolvidos signatários deveriam reduzir suas

emissões de GEE em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990 no primeiro período de compromissos obrigatórios, de 2008 a 2012. Os países desenvolvidos que ratificaram o protocolo eram responsáveis por cerca de 63% do total de emissões das economias avançadas. Conforme negociado, o protocolo não estabeleceu compromissos obrigatórios de redução de emissões para os países em desenvolvimento (BRASIL, s/d; ANDRADE & COSTA, 2008; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019; POLLITT, 2019).

Juntamente com a definição da meta de redução das emissões de GEE para os países desenvolvidos, foram estabelecidos também mecanismos de flexibilização, que viabilizariam o atendimento dos compromissos firmados por estes países por meio da compensação de emissões. Dentre estes mecanismos, estão a Implementação Conjunta e o Comércio de Emissões, que têm atuação restrita entre países do Anexo I, e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O MDL surgiu a partir de uma iniciativa brasileira e tem possibilitado o financiamento por países desenvolvidos de projetos de redução de GEE implantados em países em desenvolvimento (BRASIL, s/d; ADB, 2017; BITTENCOURT, BUSCH & CRUZ, 2019).

Para implementação do mecanismo de Comércio de Emissões, foi criado o Mercado Regulado de Carbono (MRC), cuja base são os projetos de MDL, os quais geram as Reduções Certificadas de Emissões (RCE), em inglês *Certified Emission Reductions* (CER), comumente denominadas de créditos de carbono. O mercado regulado de carbono é o ambiente institucional que define as regras para a concepção dos projetos e a comercialização dos créditos. Em 2008, no início do primeiro período de compromisso, o crédito de carbono estava super valorizado, chegando a valer 23 libras esterlinas. Entretanto, em 2016 os projetos de MDL já tinham recebido quase o total de aproximadamente 1,6 bilhão de CER elegíveis para uso no mercado da União Europeia até 2020. Dessa forma, o MDL sofreu um colapso no valor dos créditos de carbono, cujo preço alcançou 0,50 libras esterlinas no início de 2016. Portanto, o preço das CERs deixou de ser atraente e o interesse em participar deste mercado diminuiu bastante desde então (SOUZA, ALVAREZ & ANDRADE, 2013; GODOY & SAES, 2015; ERVINE, 2017).

Após a criação do mercado regulado de carbono, foi criado o Mercado Voluntário de Carbono (MVC), que não está submetido às regras do Protocolo de Kyoto. Este mercado se constitui em um ambiente institucional formado por diversos agentes –

como governos, empresas, Organizações Não Governamentais (ONG) e indivíduos – que estabelecem entre si as regras e os padrões de certificação. Neste mercado, os créditos de carbono negociados são intitulados *Verified Emission Reduction* (VER). Embora independente, na prática, o mercado voluntário está interligado ao mercado regulado. Existem paralelos entre o funcionamento de ambos os mercados e, às vezes, existe também uma sobreposição de alguns atores envolvidos no nível do projeto, além da possibilidade de migrar de um mercado para o outro (PAIVA, 2015; LANG, BLUM & LEIPOLD, 2019).

No início utilizado principalmente por agentes de países não signatários do Protocolo de Kyoto – como os Estados Unidos –, com o passar do tempo, o MVC tornou-se também uma alternativa aos rigorosos critérios do mercado regulado. A participação e/ou migração de empresas para esse mercado vem se dando em função da maior celeridade nos procedimentos de validação de projetos em comparação ao mercado regulado, o que maximiza o retorno do investimento, além da expectativa de melhores preços para os mesmos créditos (PAIVA, 2015; LANG, BLUM & LEIPOLD, 2019).

Em 2011, na COP 17, em Durban, dada a aproximação do término do primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto, que aconteceria em 2012, foi definido que um novo acordo global sobre a mudança do clima deveria ser assinado em 2015, para entrar em vigor em 2020. E em 2012, na COP 18, em Doha, foi adotada a Emenda de Doha ao Protocolo de Kyoto, que estabeleceu um segundo período de compromisso: de janeiro de 2013 a dezembro de 2020. Então, no final de 2015, durante a COP 21, foi fechado o Acordo de Paris (BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019).

O Acordo de Paris (UNFCCC, 2015) foi assinado por 195 países e ratificado em 2018 por 175 deles, que eram responsáveis por 88% das emissões globais de GEE. O fechamento do acordo foi devido ao deslocamento do foco dos mecanismos de mitigação das emissões de GEE para a meta final de redução da temperatura global. Os países – desenvolvidos e em desenvolvimento – definiram, conforme suas prioridades e possibilidades, compromissos voluntários unilaterais de ação: as chamadas Contribuições Nacionalmente Determinadas Pretendidas. Existem atualmente 186 NDCs registradas pela UNFCCC, sendo que em 167 desses documentos, os países se comprometeram a aumentar sua eficiência energética e em

147, a expandir o uso das energias renováveis. Alguns países comprometeram-se ainda a rever seus subsídios para os combustíveis fósseis (REN21, 2016; POLLITT, 2019).

O Acordo de Paris prevê o estabelecimento futuro de regras, modalidades e procedimentos para novos mecanismos de mercado, os quais provavelmente deverão incorporar os aprendizados obtidos com a utilização dos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Kyoto, inclusive o MDL. As únicas condições impostas no acordo foram a promoção do desenvolvimento sustentável, a integridade ambiental e a proibição de dupla contagem da redução de emissões de GEE. Então, a chave para a sua eficácia será o estabelecimento de metas rigorosas de redução de emissões e de um sistema de governança que busque garantir a conformidade e o cumprimento dessas metas (LARRAGÁN, 2016),

Olsen, Arens e Mersmann (2017) denominam esse novo mecanismo estabelecido pelo Artigo 6 do Acordo de Paris de Mecanismo de Mitigação Sustentável (SMM, do inglês *Sustainable Mitigation Mechanism*). Porém, outros autores, como Miguez & Andrade (2019), têm usado a denominação Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS ou SDM, do inglês *Sustainable Development Mechanism*). Olsen, Arens e Mersmann (2017) acreditam que o SMM apresenta um foco mais equilibrado entre a mitigação das mudanças climáticas e os objetivos do desenvolvimento sustentável. Assim, os cobenefícios dos projetos deverão ser avaliados da mesma forma que as reduções de emissões de GEE. Isso implica no monitoramento, na geração de relatórios e em procedimentos para validação e verificação – por parte de atores independentes – dos cobenefícios efetivamente gerados pelos projetos. E, mais importante, essa verificação deve garantir que os cobenefícios gerados sejam “reais, mensuráveis e de longo prazo” (UNFCCC, 2015, p. 06).

Pode-se dizer que a meta maior de todos os acordos climáticos internacionais é alcançar uma “Economia de Baixo Carbono” global. Assim, quanto mais eficaz a implementação do Acordo de Paris, mais exequível se torna a transição para a economia de baixo carbono, termo cunhado em 2003 no documento oficial do governo britânico intitulado “*Our energy future - creating a low carbon economy*”. A característica típica da economia de baixo carbono é a emissão reduzida de GEE, alcançada principalmente por meio de políticas de mitigação desses gases na atmosfera e de avanços tecnológicos em bens e serviços ambientais. Então, embora

as empresas sejam essenciais para o desenvolvimento de tecnologias limpas, um ambiente institucional favorável é igualmente importante para promover a inovação rumo à economia de baixo carbono (UNITED KINGDOM - DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY, 2003; IEA, 2015; COELHO, 2016; LINNENLUECKE *et al.*, 2018).

Segundo a rede das Nações Unidas *Sustainable Development Solutions Network* (SDSN) e a Fundação Eni Enrico Mattei (FEEM) (2019), nenhuma política ou tecnologia única pode levar a uma economia de baixo carbono de forma independente. Assim, são propostos seis pilares para a mitigação climática e a descarbonização, sendo quatro ligados a energia: geração de energias renováveis; substituição dos combustíveis fósseis por eletricidade em usos finais (por exemplo, veículos elétricos); utilização de uma gama de combustíveis sintéticos verdes; e implementação de *smart grids*, sistemas de energia baseados na tecnologia da informação, que alternam entre várias fontes de energia de forma a aumentar a eficiência e a confiabilidade.

Rockström *et al.* (2017) propõem uma "lei do carbono", visando reduzir pela metade as emissões antrópicas mundiais de CO<sub>2</sub> a cada década, até alcançar emissões zero em 2050. Segundo os autores, a chave para essa lei seria impulsionar as energias renováveis e outras tecnologias de emissão zero, e ao mesmo tempo desinvestir em combustíveis fósseis. Tal lei se aplicaria a todos os setores de todos os países e incentivaria ações ousadas no curto prazo.

Promover o desenvolvimento e ao mesmo tempo reduzir as emissões de GEE – visando migrar para uma economia de baixo carbono global – é o grande desafio posto para todos os países hoje. Isto porque para mitigar ou reduzir essas emissões, e as consequentes mudanças climáticas, é necessário promover alterações na forma como os recursos naturais são utilizados, com o objetivo de estabelecer um padrão menos intensivo em carbono no seu emprego. Alguns agentes econômicos podem adotar medidas e projetos de mitigação dentro da dinâmica das próprias forças de mercado, porém o alto nível de incerteza e os custos envolvidos no desenvolvimento de novas tecnologias ensejam a adoção de políticas públicas para estimular as ações empresariais de mitigação das emissões de GEE, incluindo a transição energética (MAZZUCATO & SEMIENIUK, 2018; REN21, 2020).

As políticas de mitigação vêm sendo criadas e adotadas por meio dos acordos climáticos tanto no nível internacional, quanto no nível nacional, em cada país

signatário. No entanto, após a realização de 25 conferências internacionais sobre o clima e cinco Relatórios de Avaliação do IPCC, as emissões de GEE continuam a aumentar. O que se conseguiu reduzir foi a taxa de crescimento. As emissões globais de CO<sub>2</sub> fóssil aumentaram a uma taxa de 3,0% ao ano durante os anos 2000, mas, a partir de 2010, a taxa de crescimento caiu para 0,9% ao ano. Portanto, acredita-se que é preciso combinar as políticas de apoio às tecnologias de baixo carbono com políticas de eliminação gradual do uso de combustíveis fósseis e ou de remoção de suas emissões (PETERS *et al.*, 2020).

As emissões de GEE são estimadas por tipos de gases, países e setores econômicos. Segundo o World Resources Institute (WRI, 2020), 74% das emissões mundiais são compostas pelo CO<sub>2</sub>, majoritariamente proveniente do uso de combustíveis fósseis. Quanto aos países, os 10 maiores emissores são responsáveis por mais de 68% das emissões, estando a China em primeiro lugar, com 26% das emissões globais de GEE. Em seguida, vêm os Estados Unidos (13%), a União Europeia (7,8%) e a Índia (6,7%).

Por fim, quanto aos setores econômicos definidos, a maior fonte de emissões antrópicas é o consumo de energia. O setor de energia inclui eletricidade e geração de calor, transporte, edifícios, fabricação e construção, emissões fugitivas e outras queimas de combustível. De acordo com os dados mais recentes, de 2018, as emissões mundiais desse setor eram de 37.224,95 MtCO<sub>2</sub>e, equivalentes a 76,1% do total (ver Tabela 1). Vale ressaltar que a geração de eletricidade e calor é responsável pela maior parte das emissões do setor de energia (CLIMATE WATCH, 2021).

**Tabela 1** – Evolução das emissões globais de GEE em MtCO<sub>2</sub>e por setor econômico (1990 - 2018)

Setor Econômico	Ano				
	1990	2000	2005	2010	2018
Energia	23363,95	25987,41	30201,08	34064,92	37224,95
Agricultura	4997,83	5094,12	5307,63	5515,23	5817,65
Processos industriais	1010,44	1388,47	1737,33	2223,08	2902,68
Resíduos	1364,40	1466,76	1422,66	1465,13	1606,86
Mudança no uso da terra e florestas	1909,29	1670,96	1631,34	1490,21	1387,56
<b>Total</b>	<b>32645,91</b>	<b>35607,72</b>	<b>40300,04</b>	<b>44758,57</b>	<b>48939,70</b>

Fonte: Elaboração própria com adaptações, a partir de Climate Watch (2021)

Na Tabela 1 pode-se também confirmar o aumento das emissões globais de GEE desde que essas começaram a ser calculadas, em 1990. Destaca-se que as emissões do setor de energia sempre representaram mais de 70% do total, tendo esse percentual aumentado ao longo do tempo. Em 2018, as emissões dos outros principais setores eram, percentualmente: agricultura (11,9%); processos industriais (5,9%); resíduos, incluindo aterros e águas residuais (3,3%); e mudança no uso da terra e florestas (2,8%).

Conforme já observado, a disposição dos agentes econômicos privados em investir em projetos de redução de emissões de GEE é muito influenciada pelo marco regulatório e pelo cenário político e macroeconômico. Principalmente nos níveis nacional e internacional, esses elementos precisam ser efetivos no incentivo e promoção dessa linha de atuação. No nível global, uma grande oportunidade para redução de GEE é a Agenda do Investidor. Essa agenda foi desenvolvida por sete instituições internacionais, sendo a grande maioria grupos de investidores. Esses investidores têm o objetivo de acelerar a transição para a economia de baixo carbono. Portanto, assumiram o compromisso de alinhar seus portfólios com o Acordo de Paris, visando atingir emissões globais líquidas zero até 2050 ou antes. Além disso, assinaram uma declaração em 2019, durante a COP25, requerendo que os governos mundiais implementem o Acordo de Paris (THE INVESTOR AGENDA, 2021).

Quanto ao marco regulatório, o Protocolo de Kyoto, que foi estendido até 2020, foi o marco a partir do qual diversos projetos de redução de GEE foram desenvolvidos. Além dos projetos de MDL, vêm sendo executados outros projetos tais como (MATHUR *et al.*, 2013; PAIVA, 2015):

- Redução de emissões por desmatamento e degradação florestal em países em desenvolvimento (REDD, do inglês *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries*);
- Redução de emissões por desmatamento e degradação, conservação e aumento de estoques de carbono florestal e manejo florestal sustentável (REDD+);
- Mercado voluntário de carbono;
- Agricultura de baixo carbono;
- Tecnologias sociais.

Como o foco do presente estudo são os projetos de MDL, apenas este tipo de projeto de redução de GEE será abordado neste marco teórico, na seção 2.1.1 a seguir.

### 2.1.1 Projetos de MDL

Os projetos de MDL podem envolver a substituição de energia de origem fóssil por outra de fonte renovável, a racionalização do uso da energia, serviços urbanos ou outras atividades que reduzam as emissões de GEE. A UNFCCC adotou uma lista de 15 escopos setoriais para os projetos, com base no Anexo A do Protocolo de Kyoto, que lista todos os gases do efeito estufa e os setores/categorias de fontes emissoras desses gases. Entre estes setores, encontram-se desde a indústria de energia (tanto de fontes renováveis, quanto não renováveis) até a agricultura, passando pelo transporte; tratamento e disposição de resíduos; reflorestamento; emissões fugitivas; e uso de solventes (BRASIL, s/d; ESPARTA & NAGAI, 2019).

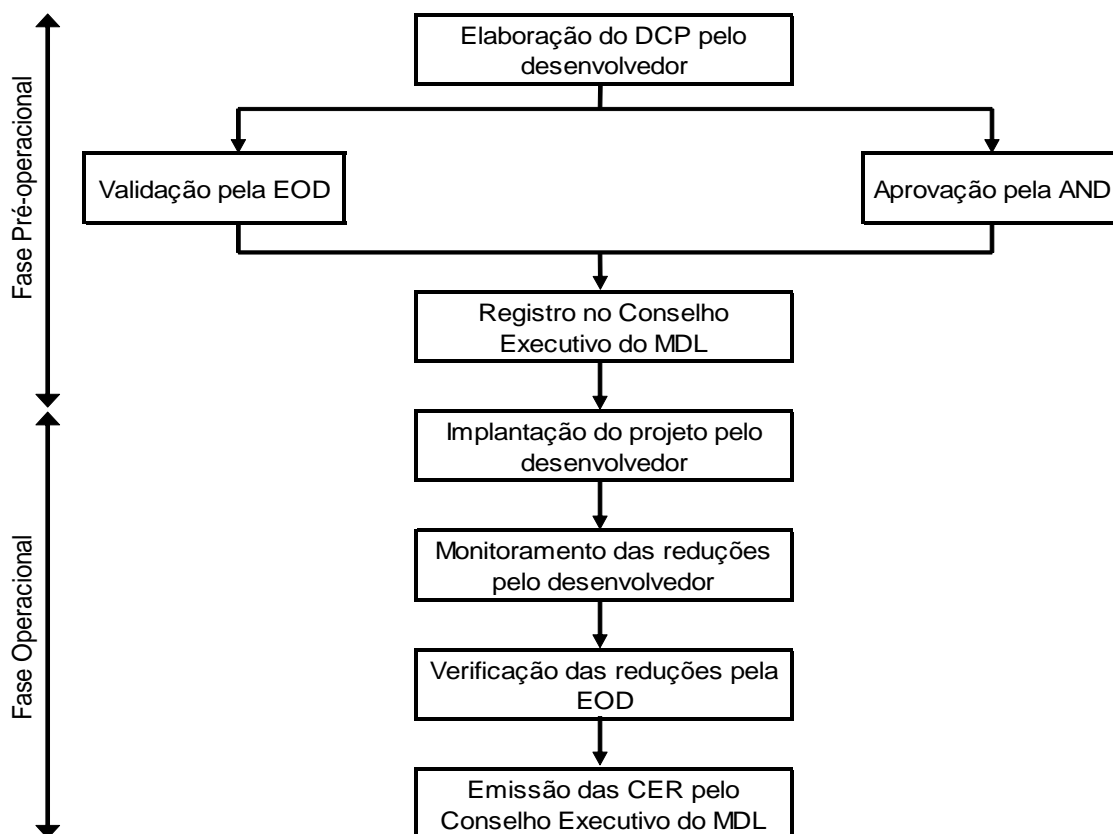
A autoridade maior para a aprovação de projetos de MDL e posterior emissão dos créditos de carbono (CERs) é o Conselho Executivo do MDL, estrutura integrante da UNFCCC que fica sediada em Bonn, na Alemanha. Cada CER certifica a redução de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente nas emissões de GEE, e o porte dos projetos de MDL é definido com base na quantidade de créditos gerados. A emissão das CERs é a última etapa de um projeto de MDL e só acontece depois que é possível verificar *a posteriori* a redução efetiva das emissões de gases (UNFCCC, 2018; BITTENCOURT, BUSCH & CRUZ, 2019).

De acordo com Fernández (2014) e Bittencourt, Busch & Cruz (2019), um projeto de MDL deve passar pelas seguintes etapas: 1) elaboração pelo desenvolvedor ou proponente do Documento de Concepção do Projeto (DCP ou PDD, do inglês *Project Design Document*); 2) aprovação pela Autoridade Nacional Designada (AND); 3) validação por uma Entidade Operacional Designada (EOD) credenciada pelo Conselho Executivo do MDL; 4) registro no Conselho Executivo do MDL, caso o projeto seja aprovado e validado; 5) implantação do projeto pelo desenvolvedor; 6) monitoramento das reduções pelo desenvolvedor; 7) verificação das reduções pela EOD; 8) Emissão das CERs pelo Conselho Executivo do MDL. As primeiras quatro etapas são executadas antes da implantação do projeto, na fase pré-operacional,



enquanto as últimas são realizadas durante a fase operacional, ao longo da sua vida útil, conforme pode ser visto na Figura 2<sup>5</sup>.

**Figura 2 – Etapas de um projeto de MDL**



Fonte: elaboração própria a partir de Fernández (2014)

Na fase pré-operacional, inicialmente o DCP é elaborado utilizando um formulário padrão da UNFCCC, devendo conter informações referentes à descrição geral da atividade do projeto, à metodologia de linha de base e de monitoramento aplicada, à duração da atividade do projeto, ao período de crédito e aos impactos ambientais, além dos comentários das partes interessadas (*stakeholders*). Na etapa seguinte, a submissão à AND do país anfitrião para aprovação, a contribuição do projeto de MDL para o desenvolvimento sustentável do país é analisada e, caso essa a contribuição seja considerada adequada, a AND emite uma Carta de Aprovação. Concomitantemente, o desenvolvedor deve contratar uma empresa especializada

<sup>5</sup> As etapas 6, 7 e 8 da fase operacional não são abordadas na presente pesquisa, cujo foco é nos cobenefícios dos projetos de MDL e não no benefício principal, a redução de GEE.

independente, intitulada EOD, para avaliar o projeto quanto aos requisitos próprios do mecanismo de desenvolvimento limpo, estabelecidos pela COP, e então validar ou não o mesmo como uma atividade de projeto de MDL (FERNÁNDEZ, 2014).

O processo de validação é considerado pela UNFCCC como um dos pontos fortes do MDL. Durante esse processo, a EOD avalia a confiabilidade e credibilidade dos dados levantados e dos cálculos realizados para determinar a quantidade de emissões de GEE a ser reduzida pelo projeto, gerando um Relatório de Validação. Cumpridos os requisitos de elegibilidade e aprovada a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável, o registro no Conselho Executivo do MDL pode ser feito. O registro é o aceite formal do projeto validado e é pré-requisito para a verificação, certificação e emissão das CERs relativas a esse projeto (FERNÁNDEZ, 2014; UNFCCC, 2018; 2020b).

A partir desse ponto, inicia-se a fase operacional, com a implantação do projeto, cuja vida útil e período de creditação foram definidos no DCP. Durante a operação das atividades, o proponente do projeto precisa realizar o monitoramento e mensuração das emissões de GEE, segundo a metodologia estabelecida pela UNFCCC. A consistência dos dados constantes do relatório de monitoramento deve ser verificada e certificada pela EOD, antes do relatório ser encaminhado ao Conselho Executivo, para emissão das CERs correspondentes (FERNÁNDEZ, 2014).

Os principais requisitos de elegibilidade para um projeto de MDL são a mensuração dos benefícios relacionados à mitigação da mudança climática e o critério de adicionalidade, o qual exige que as reduções das emissões antrópicas de GEE sejam adicionais às que ocorreriam na ausência do projeto a ser certificado. Em 2006, para orientar o cálculo da redução das emissões, a UNFCCC disponibilizou uma ferramenta metodológica para identificar o cenário de linha de base e demonstrar a adicionalidade dos projetos. Essa ferramenta foi sendo melhorada ao longo do tempo, tendo sido lançadas 10 versões até 2012 (BRASIL, s/d; UNFCCC, 2020b; MIGUEZ & ANDRADE, 2019).

O procedimento estabelecido na ferramenta metodológica citada segue quatro etapas: 1) a identificação de cenários alternativos plausíveis para o projeto; 2) a análise de barreiras que poderiam impedir a ocorrência desses cenários alternativos; 3) a análise comparativa dos investimentos para determinar qual dos cenários é financeiramente mais atraente; e 4) a análise das práticas comuns no setor e na área

geográfica. Quando a análise de investimento é conclusiva, o cenário alternativo mais atraente é considerado como o cenário de linha de base. Portanto, no caso de o projeto de MDL proposto ser o cenário mais atraente, ele não é considerado adicional e não pode ser registrado perante a UNFCCC. Por fim, a análise das práticas comuns é uma verificação de credibilidade para demonstrar a adicionalidade. Caso muitas atividades semelhantes à atividade do projeto de MDL proposto já estejam difundidas no setor e na área geográfica, o projeto também não é considerado adicional (UNFCCC, 2020b; MIGUEZ & ANDRADE, 2019).

Segundo Esparta & Nagai (2019) a avaliação de adicionalidade realizada no âmbito do MDL é um dos importantes legados desse mecanismo. Os autores defendem que o conceito de adicionalidade precisou ser flexibilizado para aplicação na prática. Afinal, o investimento em um projeto sem atratividade financeira, que conta apenas com o financiamento incerto dos créditos de carbono, pode tornar-se uma escolha muito arriscada e questionável, do ponto de vista do empreendedor. Contudo, os autores reconhecem que as receitas dos créditos de carbono contribuíram para aumentar a atratividade dos projetos de MDL do setor elétrico brasileiro, em especial de usinas de geração de eletricidade conectadas à rede.

Já Benites-Lazaro & Andrade (2019) acreditam que os critérios para garantir a adicionalidade não foram rigorosos o suficiente. Entre as lições aprendidas com o MDL, os autores incluem a necessidade de aprimorar as metodologias e os procedimentos de validação e verificação, a fim de garantir que cada CER represente uma tonelada de GEE efetivamente reduzida pelo projeto. Dessa forma, seria possível garantir também a integridade ambiental do mecanismo, ao evitar a dupla contagem de reduções de emissões.

Godoy (2013) e Gutierrez (2019) apontam a existência de vários custos de transação em todo o ciclo de um projeto de MDL. Esses custos podem ser classificados em *ex-ante* – que são incorridos na fase pré-operacional e incluem os custos de informação sobre o MDL, elaboração do DCP, comprovação da adicionalidade, custos com consultorias e a EOD, custos de negociação e elaboração de contratos, entre outros – e *ex-post*, que incidem na fase operacional, incluindo os custos do monitoramento, da verificação das reduções, da emissão dos certificados, além de eventuais custos de adaptação a mudanças no MDL após o primeiro período de compromisso.

Vale ressaltar que todos os processos de mensuração, validação, verificação e certificação realizados focam apenas no objetivo principal do MDL: a redução das emissões de GEE. O objetivo complementar de contribuição para o desenvolvimento sustentável, assim como a escuta da opinião das partes interessadas locais sobre a atividade do projeto, embora sejam itens obrigatórios do DCP, não são avaliados *a posteriori*, em relação a sua efetividade. Vários autores teceram críticas quanto à falta de avaliação dos cobenefícios gerados pelos projetos após sua implementação (FERNÁNDEZ, 2014; PAIVA, 2015; OLSEN, ARENS & MERSMANN, 2017; MORI-CLEMENT, 2019).

Apesar das críticas e dos altos custos de transação, desde a sua criação, o MDL foi um catalisador de investimentos de baixo carbono do mundo desenvolvido para o mundo em desenvolvimento. Até maio de 2018, o mecanismo tinha atraído investimentos privados que geraram quase 2 bilhões de CERs para países em desenvolvimento. Entretanto, a partir de 2013, após o final do primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto, o registro de projetos de MDL foi muito reduzido. Isso aconteceu basicamente em razão da decisão da União Europeia de somente comprar créditos de projetos implantados em países relativamente menos desenvolvidos. Dessa forma, as CERs dos países que mais contribuíram para a disseminação do mecanismo – como a China, a Índia e o Brasil – deixaram de ser aceitas (GUTIERREZ, 2019; MIGUEZ & ANDRADE, 2019).

Em abril de 2020, havia 8.377 projetos de MDL listados no documento intitulado *CDM Pipeline*, publicado e mantido atualizado mediante uma parceria entre o PNUMA e a Universidade Técnica da Dinamarca. A redução anual de emissões de GEE esperada totalizava 1.134,7 milhões de tCO<sub>2</sub>e. A grande maioria dos projetos (7.827) encontrava-se registrada perante o Conselho Executivo do MDL. Contudo, 4.720 (60,3%) desses projetos registrados estavam inativos, uma vez que não mantinham contato com a Secretaria da UNFCCC desde 2014 (UNEP DTU PARTNERSHIP, 2020). Acredita-se que essa situação está relacionada ao baixo preço das CERs e à sua não aceitação nos principais países.

Em relação à localização geográfica dos projetos de MDL, embora estejam instalados em 114 países por todo o mundo, há uma grande concentração na região Ásia Pacífico, em razão da China e da Índia pertencerem a essa região e serem os dois países com maior número de projetos. Existiam 3.851 projetos chineses, que

correspondiam a aproximadamente 46% do total, e 1.916 indianos, representando quase 23%. Quanto aos tipos de projetos predominantes no mundo, em primeiro lugar estavam os projetos de energia eólica, totalizando 2.571 (30,7%), e em segundo lugar os projetos hidrelétricos, totalizando 2.182, que representam 26% do total (UNEP DTU PARTNERSHIP, 2020).

Embora com uma quantidade muito menor do que a China e a Índia, o Brasil ocupava o terceiro lugar em número de projetos de MDL no mundo, com 380 projetos, representando 4,5% do total. Na América Latina, somente o México e o Chile também apresentavam certo destaque. Eram 202 projetos mexicanos, equivalentes a 2,4% do total, e 119 projetos chilenos, representando 1,4%. Quanto aos tipos de projetos predominantes no Brasil, em primeiro lugar estavam os hidrelétricos, totalizando 102 (26,8%) e em segundo lugar os de evitação de metano, somando 70 (18,4%) e em terceiro os eólicos, com 69 projetos, equivalentes a 18,2%. A redução anual de emissões de GEE esperada, referente ao conjunto dos projetos de MDL brasileiros, era de 53,6 milhões de tCO<sub>2</sub>e (UNEP DTU PARTNERSHIP, 2020).

O Brasil foi especialmente importante no início do MDL, tendo sido um dos países mais interessados em aproveitar as oportunidades que o mecanismo ofereceu em relação às energias renováveis. O primeiro projeto de MDL desenvolvido foi brasileiro. Seu registro foi feito em 2004, antes da entrada em vigor do Protocolo de Kyoto. O projeto era voltado para o aproveitamento energético do biogás gerado em um aterro sanitário (UNFCCC, 2018; OLIVEIRA, MIGUEZ & ANDRADE, 2019; PEREIRA, 2019)

O MDL foi um importante indutor de novas tecnologias no Brasil, embora o potencial brasileiro não tenha sido suficientemente explorado (PEREIRA, 2019). O mecanismo exerceu papel relevante no financiamento de atividades de projeto inovadoras, principalmente no início do primeiro período de compromisso. Oliveira, Miguez & Andrade (2019) estimaram que as CERs emitidas para atividades de projeto brasileiras, até o final de 2013, geraram uma receita de cerca de US\$ 900 milhões para seus proponentes.

Entre os legados do MDL para a sociedade brasileira, pode-se citar a difusão de conhecimentos, inovações e tecnologias voltados para a mitigação das mudanças climáticas e a sustentabilidade. Outro importante legado é o sólido sistema de monitoramento, validação e verificação das reduções de GEE estabelecido, que

certamente servirá de base para o novo mecanismo de governança climática. Na área pública, o estabelecimento de marcos legais, de uma governança climática estruturada e de políticas climáticas e energéticas também foram de bastante relevância. Da mesma forma, houve um estímulo à inclusão do tema ambiental no planejamento estratégico de longo prazo no setor privado, e em especial no setor de geração e uso da energia (MOZZER & PELLEGRINO, 2019).

## 2.2 MATRIZES ENERGÉTICA E ELÉTRICA

Matriz energética é o total da energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos. Representa a quantidade de energia ofertada por um país ou região considerando o conjunto de todas as fontes de energia utilizadas, tanto não renováveis quanto renováveis. A matriz energética não se restringe apenas à energia elétrica, transmitida através dos sistemas de distribuição. Inclui também a energia utilizada nos veículos. Portanto, além das fontes tradicionais de energia elétrica – como o carvão, os recursos hídricos e o gás natural – e das fontes renováveis mais exploradas recentemente – como a solar e a eólica – a matriz energética abrange fontes como o petróleo, o álcool, a lenha e os biocombustíveis, entre outras (OLIVEIRA, 2014).

A matriz energética de um país vai sendo formada ao longo do tempo de acordo com as necessidades de uso da energia e os recursos naturais mais abundantes no seu território. A disponibilidade destes recursos vai influenciar diretamente o custo de produção da energia a partir de cada fonte e este, por sua vez, molda a matriz energética. Logo, os países cujas matrizes energéticas são baseadas principalmente em combustíveis fósseis, ou seja, não renováveis, enfrentam maiores dificuldades na transição para uma matriz energética mais limpa e, portanto, para uma economia de baixo carbono (BEZERRA, F. N. R., 2016).

Como o petróleo, o gás natural e o carvão eram abundantes e baratos, estas fontes de energia formaram a base do desenvolvimento econômico da sociedade, principalmente desde a Revolução Industrial. Porém, seu uso intensivo tem consumido as reservas mundiais e gerado preocupação em relação à possibilidade de seu esgotamento. Assim, à medida que as reservas de combustíveis fósseis vão se tornando mais escassas, a tendência é de que seu custo de extração aumente

cada vez mais. Por outro lado, à medida que os custos de geração de energia a partir de fontes renováveis são reduzidos, esta alternativa torna-se cada vez mais atrativa em comparação com as fontes não renováveis. Os custos da geração eólica, por exemplo, caíram cerca de 80% nas três últimas décadas (CARVALHO, 2009; DE JONG, 2013; WWI, 2015).

Segundo o Worldwatch Institute – WWI (2015), o maior problema enfrentado mundialmente na transição para uma matriz energética mais limpa é a “vasta infraestrutura construída, cadeias de suprimentos complexas e um sistema socioeconômico que exige crescimento anual contínuo, a fim de honrar créditos financeiros anteriores” (WWI, 2015, p. 35). O governo dos Estados Unidos, por exemplo, prevê que, em 2030, 30% da eletricidade ainda será gerada por usinas movidas a carvão. No entanto, vem ocorrendo desvalorização de investimentos importantes e agentes econômicos do setor do carvão admitem que precisam proteger esses investimentos. O WWI afirma que os investimentos no aumento da eficiência energética e na geração por fontes renováveis não serão suficientes para alcançar uma economia de baixo carbono mundial, a menos que haja também um planejamento para a redução do consumo global de energia.

De acordo com a Comissão Global de Geopolítica da Transformação Energética (2019), a transição mundial para fontes renováveis de energia continuará se acelerando, devido principalmente à necessidade de mitigação das mudanças climáticas e ao aumento da capacidade dessas fontes de atender às demandas energéticas. Estruturas e arranjos globais de energia serão transformados, uma vez que o seu fornecimento não será mais dominado por um número restrito de países exportadores de combustíveis fósseis. A maioria dos países terá potencial para obter independência energética e, assim, o poder se tornará mais descentralizado e difuso.

Nessa mesma linha, Burke e Stephens (2018) defendem que a transição para as energias renováveis pode ser vista como uma oportunidade estratégica para o desenvolvimento da democracia. Para isso, seria necessário criar uma melhor governança democrática para incentivar a geração distribuída<sup>6</sup>. As tecnologias

---

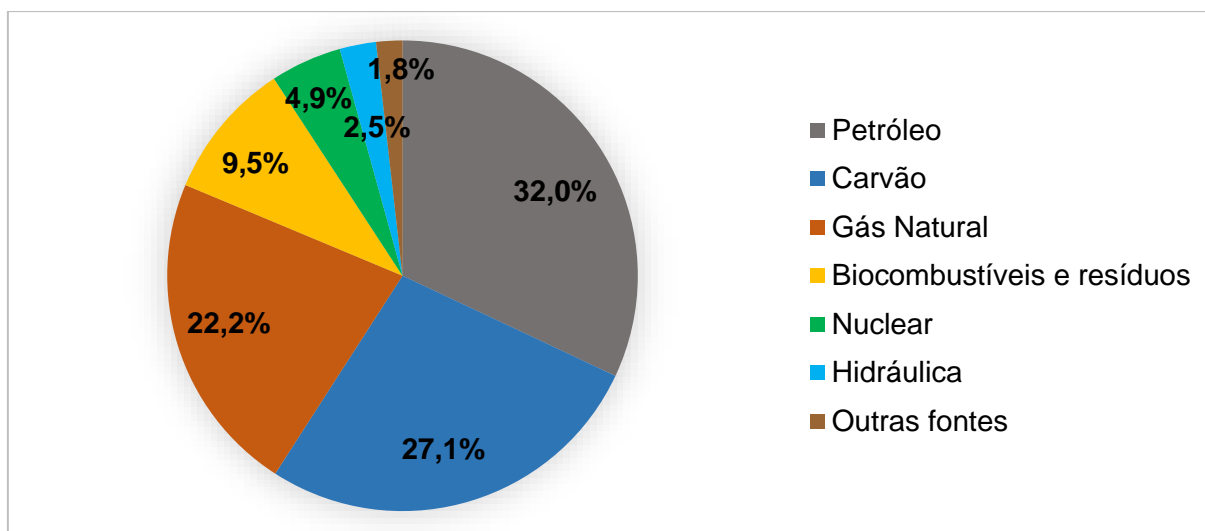
<sup>6</sup> O foco desta tese é a geração centralizada, caracterizada por grandes centrais de produção de energia elétrica. Porém, existe também a geração distribuída, caracterizada principalmente por ser realizada próxima dos consumidores finais, independente da potência, tecnologia e fonte de energia utilizada.

distribuídas ou descentralizadas de energia são mais flexíveis, possibilitando o desenvolvimento das energias renováveis, principalmente solar e eólica, nos níveis individual e comunitário.

Na transição energética, as maiores ameaças serão sofridas pelos países exportadores de combustíveis fósseis, como a Arábia Saudita, a Indonésia e a Rússia. Mas surgirão também oportunidades e benefícios, como o aumento da segurança energética, a criação de empregos e a promoção da sustentabilidade. Um dos países que mais vai se beneficiar da transição será a China. Sua influência aumentará, já que esse país se destaca como o maior fabricante global das tecnologias de energias renováveis. Após investir fortemente no desenvolvimento dessas tecnologias, no final de 2016, a China possuía quase 30% das patentes mundiais de energia renovável. Os Estados Unidos também estão bem posicionados na transição, sendo praticamente autossuficientes em energia e possuindo grandes empresas focadas em novas tecnologias, inclusive de veículos elétricos. E a Alemanha lidera o caminho na Europa, com quase 31.000 patentes de energia renovável (COMISSÃO GLOBAL DE GEOPOLÍTICA DA TRANSFORMAÇÃO ENERGÉTICA, 2019).

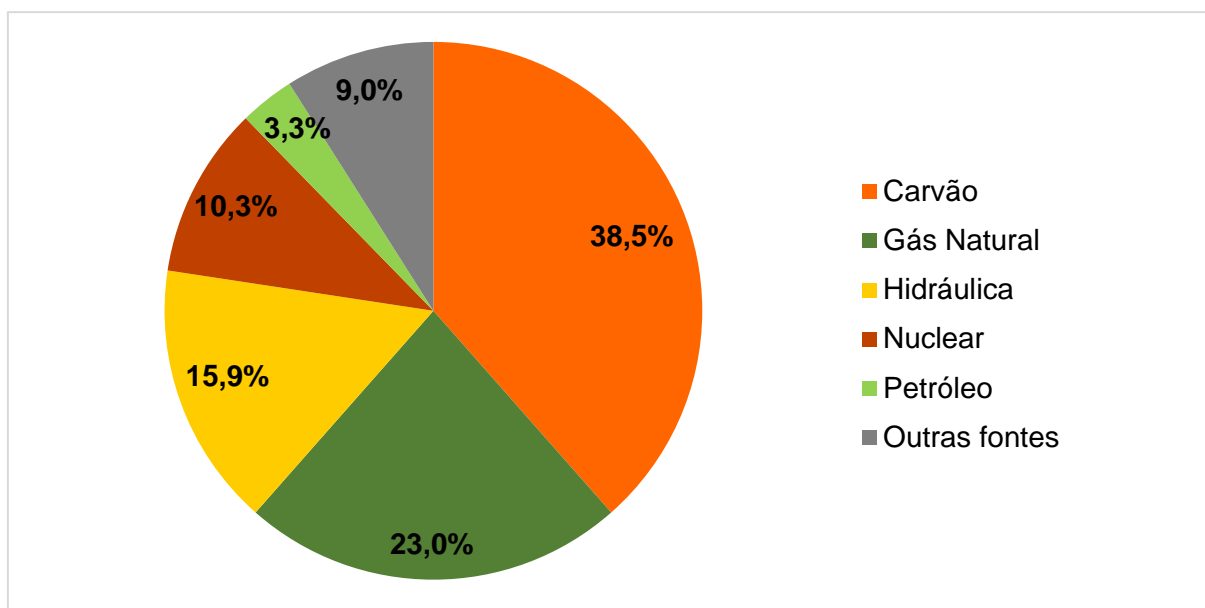
Entretanto, apesar de todos os esforços que vêm sendo feitos no sentido de reduzir as emissões de GEE e tornar a matriz energética mundial mais limpa, ainda há um longo caminho a ser percorrido. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, do inglês *International Energy Agency*), em 2017, a matriz ainda era quase toda composta por fontes não renováveis (86,2% do total). As fontes de origem fóssil – petróleo (32,0%), carvão mineral (27,1%) e gás natural (22,2%) – totalizavam 81,3%. E a fonte nuclear, que é uma fonte não renovável, porém de origem não fóssil, participava da matriz com 4,9% (ver Figura 3). Entre as fontes renováveis, vale mencionar apenas os biocombustíveis e resíduos (9,5%) e a hidráulica (2,5%). Outras fontes renováveis – como por exemplo eólica, solar, geotérmica e marés – participam dessa matriz com apenas 1,8% (IEA, 2019a). Portanto, a diversificação da matriz energética mundial por meio da ampliação da participação das fontes renováveis é uma importante meta a ser alcançada.



**Figura 3 – Matriz energética mundial em 2017**

Fonte: Elaboração própria a partir de IEA (2019a)

A matriz elétrica é uma parte da matriz energética, formada pelo subconjunto das fontes de energia disponíveis apenas para a geração elétrica (EPE, 2020). A matriz elétrica mundial também é dominada por fontes não renováveis, sendo as principais o carvão (38,5% do total), o gás natural (23,0%) e a nuclear (10,3%), totalizando 71,8% (ver Figura 4). A diferença mais marcante entre as matrizes diz respeito ao petróleo. Enquanto essa fonte tem a maior participação na matriz energética, participa com apenas 3,3% na matriz elétrica. Já o carvão se destaca entre as fontes não renováveis e o gás natural apresenta percentuais similares em ambas as matrizes. Devido ao maior destaque da fonte hidráulica (15,9%), a participação das fontes renováveis é um pouco maior na matriz elétrica, enquanto a participação dos biocombustíveis e resíduos é bastante reduzida. Tanto assim que, na Figura 4, os biocombustíveis e resíduos foram incluídos na categoria outras fontes, que soma apenas 9,0% e abrange também a geotérmica, a solar, a eólica, as marés e o calor, entre outras. Portanto, também se faz necessária a diversificação da matriz elétrica mundial por meio da ampliação da participação das fontes renováveis.

**Figura 4 – Matriz elétrica mundial em 2017**

Fonte: Elaboração própria a partir de IEA (2019a)

A despeito do investimento crescente nas energias renováveis, a dependência ainda existente em relação à produção de energia e de eletricidade a partir de fontes não renováveis tem contribuído para o aumento contínuo das emissões de GEE no mundo. A China, por exemplo, embora venha investindo muito nas energias renováveis, também tem aumentado a produção de eletricidade por meio de usinas termelétricas movidas a carvão. Mas há também outras atividades antrópicas influenciando o aumento nas emissões mundiais, como por exemplo o desmatamento, a metalurgia, a mineração e a criação de rebanhos bovinos (MORO, 2019).

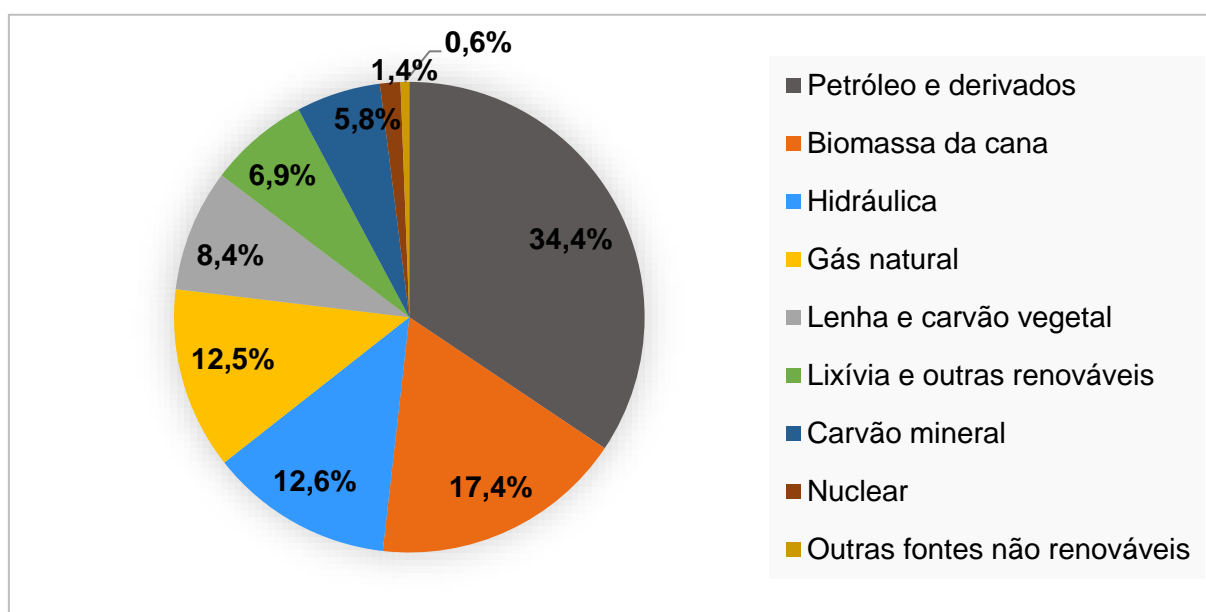
Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2019a; 2020), diferentemente da situação mundial, a matriz energética do Brasil emite muito menos GEE, devido a vários fatores, sendo o principal a abundância de fontes renováveis de energia. O setor de transportes é responsável pelo maior percentual das emissões de GEE associadas à matriz energética brasileira, equivalente a 46,3% em 2018.

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME, 2020), em 2017 foram emitidos 32,8 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> no mundo, devido ao uso de energia. Enquanto Estados Unidos e China foram responsáveis por 43% das emissões mundiais, o Brasil respondeu por apenas 1,3%. E em 2019, a relação entre as

emissões e a oferta interna de energia ficou em 1,38 tonelada de CO<sub>2</sub> por tonelada equivalente de petróleo, índice 40% inferior ao mundial.

Apesar disso, a participação das fontes não renováveis ainda é maior do que das renováveis. Somando as participações das principais fontes não renováveis – petróleo e derivados (34,4%), gás natural (12,5%), carvão mineral (5,8%) e nuclear (1,4%) – observa-se que elas compõem mais da metade da matriz energética brasileira, com 54,1%. Por outro lado, somando as participações das principais fontes renováveis – biomassa da cana (17,4%), hidráulica (12,6%), lenha e carvão vegetal (8,4%) e lixo e outras renováveis (6,9%) – tem-se um total de 45,3% (ver Figura 5). O biodiesel, o biogás, o gás industrial de carvão vegetal, a eólica e a solar são fontes renováveis agrupadas com a lixo. Entre essas fontes, destacam-se o biodiesel e a eólica, com cerca de 1,4% da matriz cada fonte (EPE, 2019a).

**Figura 5 – Matriz energética brasileira em 2018**



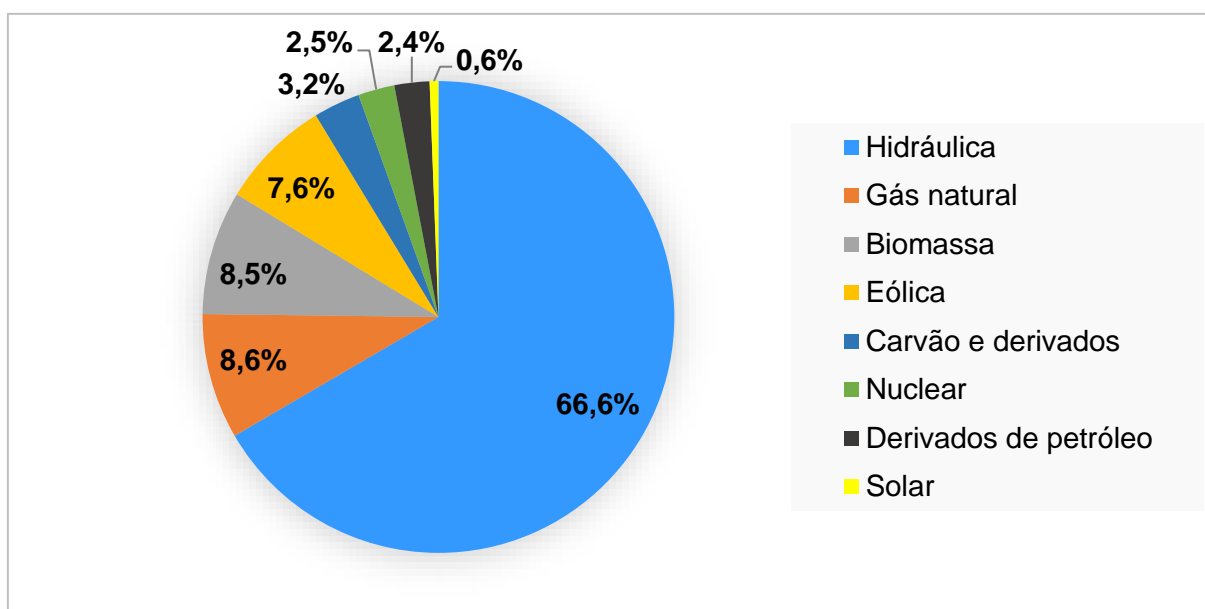
Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2019a)

Quanto à matriz elétrica brasileira, segundo a EPE (2019a), esta matriz está ainda mais baseada em fontes predominantemente renováveis, com destaque para a fonte hidráulica, que representa mais de sessenta por cento da oferta interna. A fonte eólica e a biomassa vêm apresentando crescimento acelerado, contribuindo para que a nossa matriz elétrica continue se destacando pela sua renovabilidade. Em 2018, o setor elétrico brasileiro emitiu, em média, 88 quilos de CO<sub>2</sub> para produzir 1 Megawatt-

hora (MWh) de energia, um índice considerado muito baixo quando comparado com os Estados Unidos, a China e países da União Europeia.

Em 2018, a participação das fontes renováveis na matriz elétrica brasileira atingiu 83,3%, divididos em: 66,6% provenientes da fonte hidráulica; 8,5% da biomassa, incluindo lenha, bagaço de cana, lixo, biodiesel e outras fontes primárias; 7,6% da eólica; e 0,6% da solar. Já as fontes não renováveis somaram apenas 16,70%, divididos em: 8,6% provenientes do gás natural; 3,2% do carvão e seus derivados; 2,5% da fonte nuclear; e 2,4% de derivados do petróleo (ver Figura 6).

**Figura 6 – Matriz elétrica brasileira em 2018**



Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2019a)

Segundo o boletim Números da ABEEólica de fevereiro de 2019, que informa os principais resultados referentes ao mês de dezembro de 2018, o Brasil gerou 64.360 MW médios de energia elétrica naquele mês (ABEEÓLICA, 2019). Já em abril de 2020, a capacidade instalada total de geração de energia elétrica do país atingiu 175.375 MW, incluindo a geração distribuída. No entanto, a geração distribuída fechou o mês com 2.925 MW instalados em 236.276 unidades, representando apenas 1,7% da capacidade instalada total. Quase a totalidade desse percentual (1,6%) provém da fonte solar (MME, 2020).

Embora a matriz elétrica brasileira seja dominada por fontes renováveis, vem sendo feito um esforço para diversificá-la, principalmente com a utilização de outras

fontes renováveis além da hidráulica. Até o final de 2022, a previsão é que as fontes solar e eólica, juntas, responderão por cerca de 68% da expansão da geração de energia, enquanto a expansão da fonte hidráulica deverá responder por apenas 6% (MME, 2020).

### **2.2.1 Energias Renováveis no Mundo**

A ampla geração de energia por fontes renováveis é um dos pilares essenciais para a redução significativa das emissões de GEE e consequente mitigação das mudanças climáticas, assim como para se alcançar o desenvolvimento sustentável e uma economia de baixo carbono global. Nessa seção, é discutido o papel e o *status* das energias renováveis no mundo. Devido ao foco desta tese, a discussão sobre a energia eólica no mundo é aprofundada na seção 2.2.1.1.

As reações de fusão nuclear que acontecem no núcleo do Sol são a maior fonte de energia renovável da Terra, fornecendo um fluxo contínuo, intenso e ilimitado de energia. Em um ano, a radiação solar fornece mais de 10.000 vezes a demanda de energia mundial anual. Atualmente, esse fluxo de energia solar pode ser utilizado direta e indiretamente. Na utilização direta, a energia solar pode ser gerada por meio de diferentes tecnologias, como a solar térmica e a fotovoltaica. Já a utilização indireta do fluxo de energia do Sol inclui a geração de energia por meio dos fenômenos naturais decorrentes das radiações solares, como o vento e o ciclo hidrológico (CARVALHO, 2009; SEN & GANGULY, 2017).

Apesar dessa intensidade e disponibilidade da energia do Sol, quando do estabelecimento dos modos de produção e consumo que perduram até hoje, os combustíveis fósseis foram a opção adotada. A pesquisa e o desenvolvimento tecnológico de fontes alternativas de energia só começaram na segunda metade do século passado, após a crise do petróleo e a criação de regulamentações mais rigorosas sobre as emissões de poluentes atmosféricos. O investimento nas tecnologias renováveis tinha por objetivo reduzir a dependência do petróleo e aumentar a segurança energética. E, embora a participação das energias renováveis nas matrizes energética e elétrica mundiais ainda seja pequena, seu crescimento tem sido rápido e contínuo (SEN & GANGULY, 2017; GANNOUM & PIRES, 2020).

No período de 2013 a 2018, o crescimento da demanda mundial pelas energias renováveis foi de 21,5%, enquanto o aumento na demanda total de energia final foi de 7,2%. Portanto, o ritmo de crescimento das renováveis revelou-se cerca de três vezes maior do que o ritmo da demanda total de energia. O setor de energia elétrica foi o responsável pelos maiores avanços, sendo que 48% do crescimento das renováveis deveu-se ao consumo de eletricidade proveniente das fontes solar e eólica. Durante o ano de 2019, a capacidade instalada de energia renovável forneceu aproximadamente 27,3% da geração global de eletricidade (REN21, 2020).

Mazzucato & Semieniuk (2018) pesquisaram as tecnologias renováveis e os atores financeiros responsáveis pelos investimentos nelas, no período de 2004 a 2014. As tecnologias que receberam os maiores investimentos foram a eólica *onshore*<sup>7</sup> (49,2%) e a solar fotovoltaica (18,1%). A participação do setor privado no financiamento cumulativo realizado ao longo do período foi preponderante, com 58,5%. Os principais atores desse setor foram os consórcios privados, empresas de energia, bancos comerciais e indústrias. Embora a participação dos atores públicos – como bancos, consórcios, fundos de investimentos e empresas estatais – seja bem menor, houve um aumento significativo. De 2004 a 2008, a participação dos atores públicos era de 17,5%, enquanto no período de 2012 a 2014, essa participação cresceu para 33,8%. Outro achado dessa pesquisa foi que os atores financeiros públicos investem em tecnologias de maior risco, enquanto os privados tendem a investir em tecnologias de menor risco.

Em 2019, registrou-se o maior aumento até então da capacidade de geração de energia renovável. Foram instalados mais de 200 gigawatts, o que proporcionou 2.588 GW de capacidade instalada total no final do ano no mundo. As políticas governamentais nacionais e subnacionais foram o principal impulsionador desse crescimento, contribuindo para a superação de barreiras econômicas, técnicas e institucionais. No final de 2019, quase todos os países tinham políticas de apoio às energias renováveis (AQUILA *et al.*, 2017; REN21, 2020).

A maioria das políticas públicas de incentivo às energias renováveis adotadas nos vários países do mundo combinaram estratégias de curto e longo prazo. As

---

<sup>7</sup> A tecnologia de geração eólica pode ser classificada, de acordo com o local onde os parques estão instalados, em *onshore* (em terra) e *offshore* (no mar).

estratégias de curto prazo mais adotadas foram os subsídios diretos, a redução de impostos para renováveis e a cobrança de impostos para emissão de CO<sub>2</sub>. Dentre as estratégias de longo prazo – que proporcionam um maior incentivo para a transição energética – destacam-se as tarifas *feed-in*<sup>8</sup>, os leilões e o sistema de cotas (AQUILA *et al.*, 2017).

Os atuais países líderes em energias renováveis priorizaram a adoção das tarifas *feed-in*, entre outros motivos, pela estabilidade financeira no longo prazo, pelo acesso facilitado à rede de distribuição e pelos custos transacionais reduzidos. Os leilões também vêm sendo adotados em mais países ao longo do tempo, podendo ser considerados como uma estratégia complementar às tarifas *feed-in*. Entre as vantagens dos leilões, tem-se a flexibilidade, a segurança no preço e na quantidade contratados e a transparência do processo (TOLMASQUIM, 2016).

Com esses incentivos, em 2019, 32 países tinham pelo menos 10 GW de capacidade de geração de energias renováveis, enquanto uma década antes eram apenas 19 países. Os principais, em termos de capacidade instalada, no final de 2019 eram: China (789 GW), Estados Unidos (282 GW), Brasil (144 GW), Índia (137 GW) e Alemanha (124 GW). Nota-se que a capacidade instalada da China era quase três vezes maior do que a dos EUA. A China também liderou o mundo em capacidade adicionada durante o ano, com 67 GW (REN21, 2020).

Nos últimos anos, algumas das instalações de geração de energias renováveis começaram a ser planejadas como sistemas híbridos. Nesses sistemas, realiza-se a geração de energia por meio de duas tecnologias diferentes no mesmo local. No início de 2017, cerca de 20 projetos híbridos de energia renovável, totalizando 5,6 GW, foram ou estavam sendo desenvolvidos em todo o mundo. As combinações das tecnologias renováveis nesses projetos incluem hidráulica e solar; eólica e solar; solar fotovoltaica e solar térmica; solar térmica e geotérmica; e biomassa e geotérmica. Algumas das vantagens dos sistemas híbridos são a redução da intermitência comum nas energias renováveis, aumentando a segurança energética; o uso compartilhado de terras, instalações e conexões de rede; a economia nos custos de operação e

---

<sup>8</sup> Sistema de preço que oferece contratos de longo prazo de compra e venda de energia, variando normalmente entre 10 e 25 anos, com pagamento da totalidade da energia gerada a um valor atrativo, em geral acima do valor de mercado das fontes concorrentes.

manutenção; e o aumento do fator de capacidade (FS-UNEP COLLABORATING CENTRE, 2017; FERRAZ DE ANDRADE SANTOS *et al.*, 2020).

Com as variações na radiação solar e na velocidade dos ventos, as fontes solar e eólica são inerentemente intermitentes e apresentam alto grau de imprevisibilidade. Dessa forma, dão origem a instabilidades em um sistema elétrico e sua integração efetiva no sistema gera desafios técnicos. Para além da implantação de sistemas híbridos, vêm sendo realizados também esforços de pesquisa e desenvolvimento visando superar esses desafios, com foco em soluções como o armazenamento em grande escala e a transmissão de grandes quantidades de energia por longas distâncias (sistema de corrente contínua em alta tensão). Contudo, considerando o nível do produtor de energia, a previsão da produção solar e eólica deve ser a primeira medida no gerenciamento da natureza variável dessas fontes, antes da adoção de estratégias mais dispendiosas (BURKE & STEPHENS, 2018; NOTTON *et al.*, 2018; FERRAZ DE ANDRADE SANTOS *et al.*, 2020).

Entre as tecnologias que estão sendo desenvolvidas para armazenamento de energia, destaca-se, para o curto prazo, o uso de baterias, incluindo as dos veículos elétricos. Para o longo prazo, uma das tecnologias mais amadurecidas é o armazenamento de ar comprimido, principalmente por meio de sistemas de grande porte<sup>9</sup>. O armazenamento de energia é necessário para estocar o excesso de eletricidade gerado e não consumido e assim compensar períodos de baixa geração, principalmente à medida que a participação das energias renováveis intermitentes na matriz elétrica aumenta (TESKE, 2013; GLOBAL COMMISSION ON THE GEOPOLITICS OF ENERGY TRANSFORMATION, 2019).

Além da mitigação das mudanças climáticas e do aumento da segurança energética, Sen e Ganguly (2017) apontam também a melhoria do acesso à energia e o desenvolvimento socioeconômico como benefícios das energias renováveis. A geração de energia por fontes renováveis é uma das bases das estratégias de

---

<sup>9</sup> A primeira fábrica de armazenamento de energia sob a forma de ar comprimido do mundo (Huntorf) foi inaugurada em 1978 na Alemanha e encontra-se em operação até hoje. Nessa instalação, é feito o armazenamento geológico em cavernas de sal subterrâneas. E recentemente, em julho de 2020, a China anunciou o lançamento de um novo sistema de armazenamento de energia comprimindo o ar em tanques com capacidade para armazenar até 100 MW do excedente gerado.



mitigação declaradas pela maioria dos países nas NDCs requeridas pelo Acordo de Paris. O aumento da segurança energética se dá pela utilização combinada de diferentes fontes de energia, reduzindo a dependência das fontes convencionais, geralmente não renováveis, e assim diversificando as matrizes energética e elétrica. Em relação à melhoria do acesso à energia, os autores ressaltam que as fontes renováveis são recursos naturais mais bem distribuídos pelo mundo do que as reservas de combustíveis fósseis. Por fim, quanto aos benefícios socioeconômicos, os autores destacam a geração de novas oportunidades de emprego, a contribuição para o desenvolvimento rural, diminuindo o nível de pobreza, a geração de renda e a melhoria da saúde e da educação.

Entretanto, Gibson, Wilman & Laurance (2017) exploram os impactos ambientais negativos das três maiores energias renováveis: hidrelétrica, solar e eólica. A energia hidrelétrica é a que apresenta os maiores riscos e impactos, como por exemplo: ocupação de áreas imensas; emissão de GEE decorrente da decomposição anaeróbia da vegetação do fundo dos reservatórios; perda de habitat e de biodiversidade; interrupção de ecossistemas terrestres e aquáticos. As usinas de energia solar requerem grandes extensões de terra – com remoção frequente de vegetação – e consomem bastante água, em especial para resfriar a turbina a vapor e limpar painéis solares e superfícies reflexivas. Porém, há pouco conhecimento sobre os impactos da geração solar sobre a vida selvagem. Por fim, alguns dos impactos conhecidos energia eólica são: colisão de pássaros e morcegos com as turbinas; elevação do ruído; aumento do risco de incêndio e das temperaturas locais.

No tocante ao futuro das energias renováveis, segundo a IEA (2019b), entre 2019 e 2024, a capacidade instalada global de geração deverá apresentar um crescimento de 1.200 GW, que representa um aumento de cerca de 50% em relação ao início do período analisado. A energia solar fotovoltaica deverá ter a maior expansão, sendo responsável por aproximadamente 60% do crescimento esperado. E quase metade desse crescimento será devido à geração distribuída. Em seguida, com uma previsão de aumento de 25%, tem-se a energia eólica *onshore*. O crescimento da geração hidrelétrica, embora venha desacelerando, deverá representar 10% do aumento total da capacidade renovável. A energia eólica *offshore* deverá contribuir com 4% desse aumento. Sua capacidade instalada deverá ser triplicada até 2024, devido à expansão da demanda europeia, americana e chinesa.

Por fim, o aumento da capacidade da bioenergia moderna<sup>10</sup> deverá também ser de 4%, sendo a maior parte utilizada como fonte de calor no setor industrial, principalmente na Índia, China e União Europeia.

Segundo Gielen *et al.* (2019), a participação da energia renovável no fornecimento total de energia pode alcançar 63% em 2050. Esse crescimento das energias renováveis, aliado à maior eficiência energética, poderia fornecer 94% da redução de emissões necessárias para alcançar as metas do Acordo de Paris. Porém, para que houvesse a eliminação das emissões de GEE, seriam necessárias inovações tecnológicas radicais, em especial nos setores de transporte e manufatura.

Entretanto, é possível que essas previsões precisem ser revistas, após a pandemia do novo coronavírus (COVID-19). Com as medidas tomadas em todo o mundo visando desacelerar a disseminação do vírus, as economias ficaram praticamente estagnadas e, portanto, a demanda por energia foi reduzida abruptamente. A demanda global de eletricidade diminuiu 2,5% no primeiro trimestre de 2020, influenciada principalmente pela queda na demanda por combustíveis fósseis. Contudo, as fontes renováveis apresentaram crescimento no mesmo período (REN21, 2020).

Sharma (2020) acredita que a pandemia revela oportunidades para a transição energética em todos os países. A autora ressalta a necessidade de fornecimento constante, confiável e acessível de eletricidade durante a crise sanitária atual. O fluxo ininterrupto de eletricidade torna-se essencial tanto para o funcionamento de instalações de saúde, quanto para o acesso à internet pela população em distanciamento social ou *lockdown* para atender necessidades básicas de saúde e alimentação e manter-se conectada aos serviços públicos. A autora defende que, para garantir a segurança energética necessária, o caminho é priorizar fontes renováveis diversificadas e sistemas energéticos descentralizados.

Gannoum e Pires (2020) também acreditam que após a pandemia, no médio e longo prazo, o impulso para a transição energética será intensificado. Os autores

---

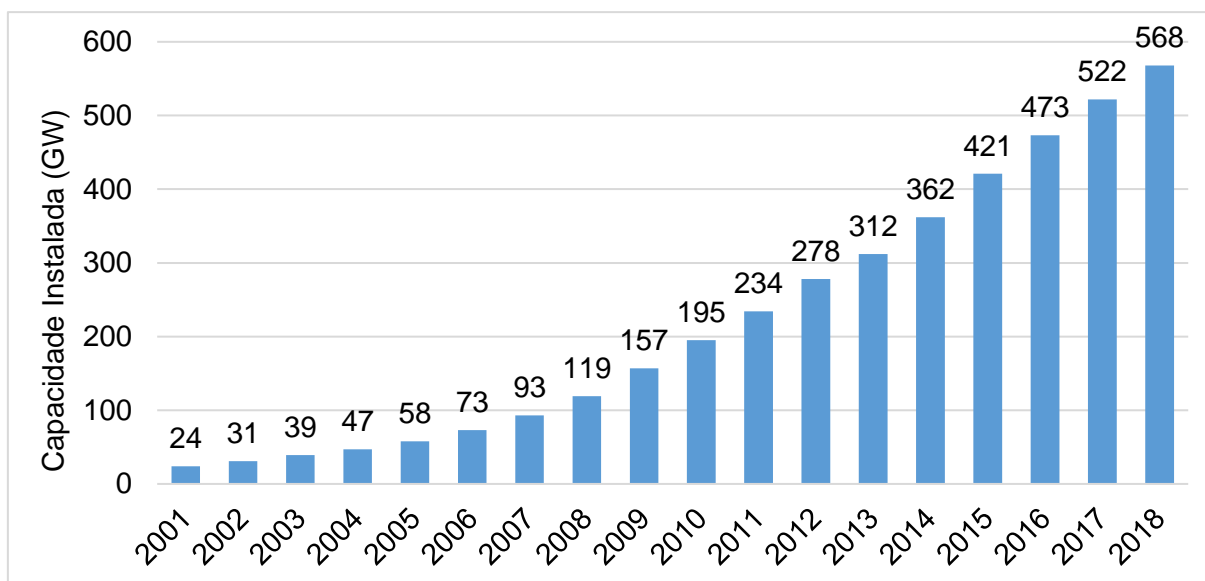
<sup>10</sup> A bioenergia moderna inclui biocombustíveis líquidos produzidos a partir do bagaço de cana e de outras plantas, biogás produzido por digestão anaeróbia de resíduos, sistemas de aquecimento de *pellets* de madeira, entre outras tecnologias. Já a bioenergia tradicional se refere à combustão de biomassa em formas como madeira, resíduos animais e carvão vegetal tradicional.

salientam que as energias renováveis são um dos pilares da luta contra o aquecimento global. Defendem que os benefícios sociais e econômicos dos investimentos serão essenciais no futuro pós-pandêmico e que os investidores priorizarão projetos que gerem benefícios sociais, como os projetos de energias renováveis.

#### 2.2.1.1 Energia Eólica no Mundo

O vento começou a ser usado para geração de energia elétrica a partir do final do século XIX, na Dinamarca e nos EUA. Porém, somente nos anos 70, passou a haver um desenvolvimento maior da energia eólica. Assim como aconteceu com as energias renováveis em geral, também a exploração da energia eólica foi incentivada pela crise do petróleo. A comunidade internacional, representada por países pertencentes à Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), por indicação da IEA, buscou reduzir a utilização do petróleo dos países exportadores e substituir o combustível fóssil por outras fontes de energia, diversificando a matriz energética. Então, o governo americano passou a incentivar as atividades de pesquisa e desenvolvimento da energia eólica. Durante a década de 1980, países europeus também começaram a investir na energia eólica, buscando principalmente reduzir sua dependência energética. No final dos anos 90, houve uma expansão para outros países, principalmente Índia e China (LEITE, D. B. & SOUZA, E. P., 2015; TOLMASQUIM, 2016; GANNOUM & PIRES, 2020).

Foi a partir dos anos 2000 que a energia eólica começou a se expandir para vários países ao redor do mundo. De acordo com o Conselho Global de Energia Eólica (GWEC, do inglês *Global Wind Energy Council*), de 2001 a 2004, a capacidade eólica global instalada em terra quase dobrou, passando de 24 GW para 47 GW (ver Figura 7). Dos 568 GW instalados *onshore* em 2018, quase 207 GW estavam localizados na China, e cerca de 97 GW nos Estados Unidos. O terceiro país em termos de capacidade instalada era a Alemanha, com 53 GW. A energia eólica *offshore* só começou a se desenvolver um pouco mais a partir de 2015. A capacidade eólica *offshore* ainda era incipiente em 2018: 23 GW, representando apenas cerca de 4% da capacidade eólica total de 591 GW (GWEC, 2019).

**Figura 7 – Evolução da capacidade eólica *onshore* instalada no mundo**

Fonte: Elaboração própria a partir de GWEC (2019)

Apesar do grande crescimento da capacidade instalada, a taxa de crescimento anual diminuiu a partir de 2010. A fonte eólica ainda é responsável por um percentual pequeno da energia elétrica produzida no mundo. No final de 2019, esse percentual era cerca de 6% da geração global de eletricidade. Entretanto, em alguns países europeus, a participação da energia eólica na geração da eletricidade doméstica total já era razoavelmente alta em 2017: 17,8% na Espanha, 16,2% na Alemanha e 14,8% no Reino Unido (GWEC, 2019; IEA, 2019a; REN21, 2020).

Mas quando se trata dos maiores produtores mundiais de energia eólica, os que mais se destacam são novamente a China e os Estados Unidos. Dos 1.127 TWh produzidos em 2017, a China foi responsável por 295 TWh (26,2% do total) e os EUA responderam por 257 TWh, equivalentes a 22,8%. A Alemanha era o terceiro produtor mundial de energia eólica com 106 TWh (9,4%). Índia, Reino Unido, Espanha e Brasil eram os próximos do *ranking*, com percentuais próximos, entre 4,5% e 3,8% (IEA, 2019a).

Portanto, não surpreende o fato de os maiores fabricantes de turbinas eólicas ou aerogeradores serem de origem europeia, chinesa e americana. Os aerogeradores – compostos basicamente por torre, gerador elétrico, nacelle, rotor e pás – são o principal equipamento para a produção de energia eólica. Sua tecnologia tem evoluído no sentido de permitir o uso de pás mais longas, montadas em torres mais altas.

Dessa forma, o tamanho médio das turbinas e dos rotores vem crescendo significativamente desde o desenvolvimento dos primeiros aerogeradores, assim como sua potência (IRENA, 2017).

O primeiro parque eólico europeu foi inaugurado em 1982 e possuía apenas 5 turbinas de 20 kW de capacidade. Já em 2017, a capacidade média das turbinas em todo o mundo chegou a 2,4 MW, um aumento de 11,3% em relação a 2016. A exploração da energia eólica *offshore* tem contribuído bastante para esse aumento, sendo a capacidade média das turbinas acima de 3 MW, nos países europeus que se destacam no mercado *offshore*. Ainda em 2017, o aerogerador mais potente em funcionamento era uma turbina *offshore* de 8 MW de capacidade nominal, cujas pás mediam 88,4 metros (WESTON, 2018; WINDEUROPE, 2020).

Segundo a *International Renewable Energy Agency* (IRENA, 2017), esses avanços proporcionaram aumento dos fatores de capacidade e diminuição do custo da energia eólica, assim como a possibilidade de geração eólica em locais de ventos menos intensos. O fator de capacidade mede a eficiência da geração de energia, ao estabelecer uma relação entre a produção efetiva de energia elétrica e a produção máxima possível, se as instalações funcionassem a plena capacidade, em determinado período. Em 2015, o fator de capacidade médio mundial era de apenas 23,8% e em 2017, 24,7%, mesmo com os avanços tecnológicos (CASTRO *et al.*, 2018; ABEEOLICA, 2017).

A redução dos custos totais de geração eólica vem sendo impulsionada não somente pelos avanços tecnológicos, mas também pelas economias de escala geradas com a expansão da indústria. Atualmente, a energia eólica *onshore* é competitiva em relação a outras tecnologias, quer tradicionais ou mais recentes, em vários países. Quanto à distribuição dos custos, os aerogeradores podem representar entre 64% e 84% do custo total instalado de um projeto eólico *onshore*. Os custos restantes referem-se a: planejamento do projeto, que pode envolver estudos de viabilidade e desenvolvimento, licenças, processamento legal, entre outros (9% a 11%); obras de construção civil (8% a 17%); e conexão do parque eólico à rede, incluindo transformadores e subestações, e a conexão à rede de distribuição ou transmissão, cujos custos podem variar de 8% a 11% do custo total (IRENA, 2017).

De acordo com a *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF), no seu relatório “2019 *Global Wind Turbine Market Shares*” (Participações no Mercado Global de Turbinas

Eólicas 2019), os fabricantes de aerogeradores forneceram, instalaram e testaram em todo o mundo cerca de 50 GW em 2018 e 61 GW em 2019, representando um aumento de 22%. A grande maioria das turbinas foi instalada em terra (88%), mas o percentual de turbinas instaladas no mar está crescendo, tendo aumentado de 8% para 12% entre os anos analisados. Do total de instalações adicionadas de energia eólica *onshore* em 2019, 30,4 GW se localizaram na região Ásia-Pacífico (VESTAS, 2020).

O mercado de fabricantes de aerogeradores é dominado por quatro grandes empresas, responsáveis por mais da metade das turbinas instaladas em 2019. A dinamarquesa Vestas é a líder. Porém, sofreu uma grande queda em sua participação de mercado, com a melhoria de desempenho de concorrentes, em especial a General Electric, dos EUA, e a Siemens Gamesa, da Espanha. A Siemens Gamesa subiu do quarto lugar no *ranking* em 2018 para o segundo, em 2019. A empresa está se destacando no mercado de *offshore*, assumindo a liderança após mais do que dobrar suas instalações em relação ao ano anterior. A terceira no *ranking* foi a Goldwind, da China, cuja atuação ocorre predominantemente no próprio país. A americana General Electric ocupou o quarto lugar no *ranking*, sendo responsável por quase metade de toda a nova capacidade instalada nos EUA em 2019 (VESTAS, 2019; VESTAS, 2020).

Quanto aos benefícios da energia eólica, a IRENA (2017) afirma que os benefícios socioeconômicos gerados – como o estímulo ao crescimento econômico, a criação de novas oportunidades de emprego e a melhoria da saúde e do bem-estar da população – são considerados essenciais para que muitos países incentivem essa e outras fontes renováveis. Quanto maior a capacidade de criar e alavancar atividades econômicas ao longo dos diferentes segmentos da cadeia de valor eólica, maior é o potencial de geração de emprego e renda no país produtor. Em 2016, o setor de energia eólica empregou, direta e indiretamente, cerca de 1,2 milhão de pessoas mundialmente. Mais da metade desses empregos foram criados na Ásia, principalmente na China.

No tocante à percepção da população sobre a energia eólica, pesquisas mostraram que, em geral, a sociedade é favorável às energias renováveis e à energia eólica. Entretanto, esse apoio à energia eólica acontece mais em um nível conceitual. Quando se trata da implantação de parques eólicos na sua vizinhança, boa parte dos residentes do local tende a se opor aos empreendimentos. Essa oposição habitual da

vizinhança aos projetos eólicos é chamada de síndrome do “não-no-meu-quintal” (*not-in-my-back-yard*). Sua base são as preocupações em relação à convivência com possíveis impactos negativos dos parques eólicos, que podem abranger desde o aumento do ruído até o impacto visual que descaracteriza uma paisagem, passando por questões relacionadas ao uso, ocupação e valor das terras (DAI *et al.*, 2015; SITRA, 2017; POGGI, FIRMINO & AMADO, 2018).

O Fundo de Inovação Finlandês Sitra (2017), considerando essa oposição, incluiu quatro dispositivos na Lei de Energia Renovável da Dinamarca, visando incentivar a aceitação dos parques por parte das comunidades locais. Os instrumentos são a criação de fundos para o planejamento inicial de projetos eólicos por proprietários locais; a realização de leilão obrigatório de pelo menos 20% do parque eólico para a população local; a compensação total pela perda do valor de propriedades; e a criação de fundos para realçar atributos paisagísticos e recreativos do local.

### **2.2.2 Energias Renováveis no Brasil**

Uma das principais características do setor elétrico brasileiro é a grande participação das fontes renováveis de energia. Dentre as fontes renováveis utilizadas hoje no Brasil, destacam-se a hidráulica, a eólica e a biomassa, que inclui o bagaço de cana de açúcar e o biodiesel, entre outros. A geração solar fotovoltaica ainda é pouco representativa, porém tem crescido bastante e a perspectiva é de que esse crescimento seja expressivo nos próximos anos (EPE, 2019a; 2019b).

Historicamente, a fonte hidráulica é responsável pela maior parte da energia elétrica gerada no Brasil. No final do século XIX, começaram a ser construídas usinas de pequeno porte próximas aos centros urbanos, com operação local e isolada. Mas, a partir da década de 1950, o governo brasileiro decidiu explorar mais o grande potencial hidrelétrico existente. E nas décadas de 1970 e 1980, empresas estatais investiram na construção de usinas de grande porte, expandindo bastante a hidreletricidade no país. Com isso, o Brasil se beneficiou de algumas vantagens da energia hidrelétrica, notadamente a renovabilidade e a capacidade de armazenamento (TOLMASQUIM, 2016, 2017).

As hidrelétricas já chegaram a representar em torno de 90% da capacidade instalada do país. Porém, em 2008, quando a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) lançou a 3ª e mais recente edição do Atlas de Energia Elétrica no Brasil, essa participação tinha diminuído para cerca de 74%. Em 2018, a participação da fonte hídrica já tinha sido reduzida para 66,6%. Esta redução vem ocorrendo, principalmente, em razão dos esforços do governo brasileiro para diversificar a matriz elétrica e cumprir os compromissos internacionais relativos à transição energética, incentivando investimentos nas novas fontes renováveis (ANEEL, 2008; TOLMASQUIM, 2016; EPE, 2019a).

Além disso, a expansão da energia hidrelétrica vem enfrentando progressivamente maiores restrições e custos elevados no Brasil. A disponibilidade dessa fonte vem diminuindo devido à crise hídrica que o país tem enfrentado. O nível pluviométrico na cabeceira dos rios que abrigam as usinas hidrelétricas tem sido bastante reduzido. Outras dificuldades encontradas são os impactos socioambientais negativos decorrentes das áreas alagadas pelos reservatórios e os altos investimentos necessários para a construção das usinas e das linhas de transmissão para escoamento da eletricidade, especialmente na região Norte do país (TOLMASQUIM, 2016; LOSEKANN & HALLACK, 2018; IEA, 2019a).

Visando a diversificação da matriz elétrica e a transição energética, a energia eólica é uma das novas fontes renováveis que vem sendo bastante incentivada nos últimos anos no Brasil. O potencial brasileiro de geração de energia eólica é expressivo. Dessa forma, o país vem se sobressaindo no *ranking* mundial de geração eólica. O Brasil passou da 15ª posição em 2013 para a 7ª em 2019 (MME, 2015; ABEEOLICA, 2020b).

A biomassa – que designa toda matéria orgânica não fóssil utilizada como fonte de energia – é mais uma das fontes renováveis que vêm obtendo bastante destaque no Brasil nas últimas décadas. Os exemplos mais comuns de biomassa são os resíduos agrícolas, madeira e plantas, como a cana de açúcar, o eucalipto e a beterraba. O primeiro leilão específico de bioeletricidade foi realizado em 2008. Dos projetos cadastrados, mais de 90% foram de termelétricas movidas a bagaço de cana de açúcar. Além disso, a produção de energia por meio da queima dos resíduos sólidos urbanos e pela utilização do metano associado a dejetos de suínos também tem sido incentivada. A biomassa é considerada a principal substituta dos



combustíveis fósseis, podendo ser aproveitada para geração de energia elétrica e uso térmico industrial. É por isto que atualmente essa fonte renovável ocupa o segundo lugar na matriz energética e o terceiro na matriz elétrica brasileira (ANEEL, 2008; OLIVEIRA, 2014; EPE, 2019a).

No que se refere à energia solar, a irradiação eletromagnética recebida do Sol no Brasil é bem mais elevada do que a de vários países que exploram a energia solar de forma consolidada, como a China, que tinha capacidade instalada de 130,6 GW em 2017, os Estados Unidos, com 52 GW, e o Japão, com 49 GW de capacidade (IEA, 2019a). Apesar disso, a geração de energia elétrica a partir da fonte solar e sua consequente participação na matriz elétrica brasileira são muito pequenas até o presente momento. Segundo a ANEEL (2019a), dos 7.420 empreendimentos de geração de energia em operação no Brasil em março de 2019, 2.469 (equivalentes a 33,3%) eram centrais geradoras solares fotovoltaicas, porém a potência instalada dessas centrais solares era de 2.074 MW, representando apenas 1,3% do total.

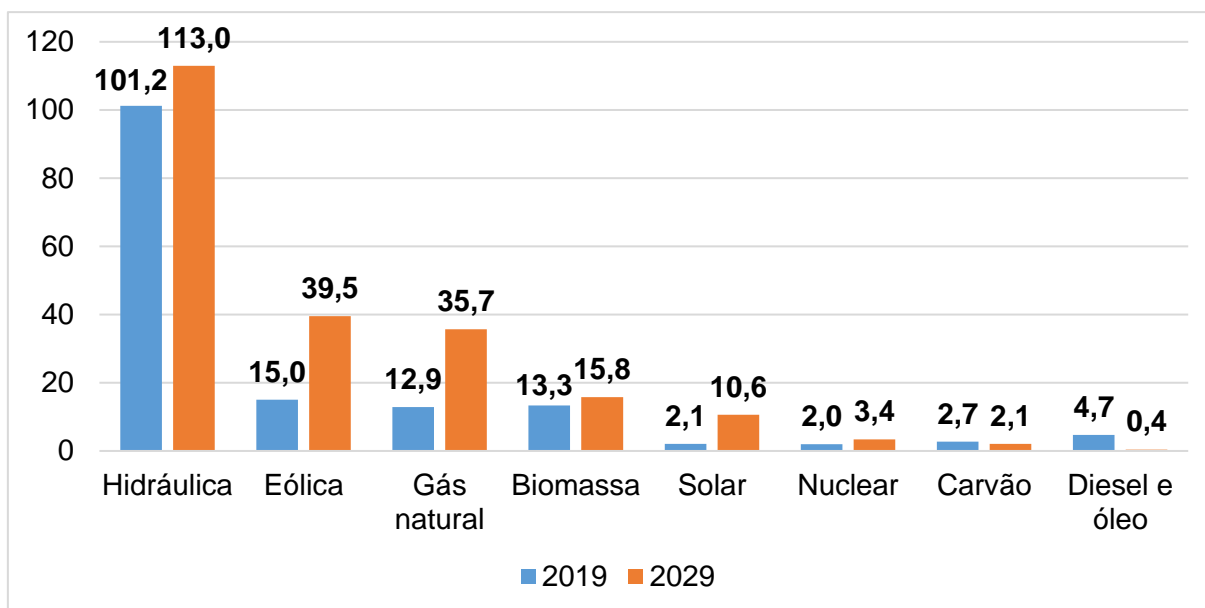
Entretanto, é necessário salientar que esses dados excluem as usinas de microgeração solar distribuída. Estas usinas, ao serem registradas como centrais geradoras de capacidade reduzida, podem obter a compensação da energia injetada na rede em relação à energia consumida. Do total de 72.806 unidades consumidoras com geração distribuída, cadastradas em julho de 2019, 99,6% eram usinas fotovoltaicas, com potência instalada de 896,2 MW, equivalente a 84,4% da potência instalada total (ANEEL, 2019a).

Essas novas fontes renováveis vêm sendo incentivadas por programas governamentais. Um instrumento de política pública energética que tem sido fundamental para essa expansão são os leilões de energia, em especial os leilões de fontes alternativas. Mas antes mesmo dos leilões, durante a crise energética de 2001, foi criado o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), que depois foi substituído pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), visando incentivar a instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), termelétricas a biomassa e centrais geradoras eólicas. A fonte solar fotovoltaica não foi incluída no PROINFA e só vem sendo incentivada nos anos mais recentes: o primeiro leilão com participação de projetos solares aconteceu em 2014. No caso específico da biomassa, em 2017 foi estabelecida a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), além de incentivos econômicos como linhas de

financiamento específicas e tributação diferenciada entre o etanol e a gasolina (AQUILA *et al.*, 2017; KOLOSZUK & SAUAIA, 2018; EPE, 2019b; ABEEÓLICA, 2020).

Além dos leilões de fontes alternativas, o governo brasileiro também pode contratar energias renováveis por meio dos outros tipos de leilão utilizados. São eles: Leilão de Energia Existente, Leilão de Energia Nova e Leilão de Energia de Reserva. No primeiro, a energia é proveniente de usinas que já se encontram em operação e a distribuição é efetuada no ano seguinte à contratação. No caso dos leilões de energia nova, o objetivo é suprir novas demandas energéticas, com planos de distribuição em um cenário de médio e longo prazos, relacionados à expectativa de crescimento populacional ou industrial. Por fim, o leilão de energia de reserva – que nada mais é do que um meio de gestão de risco – visa garantir uma margem de segurança no fornecimento de energia elétrica. Neste caso, realiza-se a contratação de energia excedente, utilizando encargos pagos por consumidores finais, com objetivo de diminuir riscos de uma possível escassez energética (CCEE, 2017).

Partindo da configuração atual do SIN e dos dados de projetos habilitados em leilões, a EPE (2019b) elaborou o Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 – PDE 2029. Segundo esse plano, a capacidade instalada do SIN será expandida em 37,3% de 2019 a 2029, passando de aproximadamente 161 GW para 221 GW. A capacidade instalada da fonte hidráulica, incluindo grandes usinas e PCHs, ainda será preponderante, com 113 GW. As capacidades instaladas solar centralizada, de gás natural e eólica terão os maiores aumentos em termos percentuais. A capacidade instalada eólica continuará sendo a segunda maior, com uma participação mais expressiva no SIN, passando de 15 GW para 39,5 GW (expansão de 163,3%). Já a capacidade solar centralizada deverá passar de 2,1 GW para 10,6 GW, um aumento de mais de 400% (ver Figura 8).

**Figura 8 – Capacidade instalada do SIN por fonte em 2019 e 2029 (GW)**

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2019b)

Com a priorização da expansão de fontes renováveis, em particular eólica e solar, percebe-se que o objetivo do PDE 2029 está alinhado com a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e com a contribuição esperada do setor energético para a NDC brasileira. Contudo, o consumo de energia *per capita* deverá aumentar no horizonte de tempo considerado, devido à necessidade de ampliação do desenvolvimento socioeconômico do país. Portanto, apesar da grande participação de fontes renováveis no setor de energia, as emissões do setor ainda deverão ser crescentes. Assim, o país precisará realizar esforços adicionais para mitigação de GEE em setores com maiores oportunidades de redução (BRASIL, 2009; EPE, 2019b).

Há ainda alguns desafios a serem vencidos para a integração das novas fontes renováveis ao setor elétrico brasileiro. Um desses desafios é a dependência locacional das centrais geradoras de energia em relação aos recursos eólico e solar. A concentração geográfica desses recursos, aliada ao uso intensivo da terra, particularmente no caso da fonte solar, faz com que essas centrais geradoras sejam instaladas longe das áreas de maior demanda de eletricidade. Portanto, surge a necessidade de planejar em conjunto a construção das centrais e das linhas de transmissão. Além disso, os custos de transmissão provavelmente serão maiores do que os custos de centrais geradoras de energia localizadas mais próximas das áreas

demandantes. A intermitência dessas fontes e a decorrente baixa previsibilidade na geração elétrica também representam desafios, ao tornarem mais complexo o cálculo da reserva exigida para garantir a confiabilidade do SIN (TOLMASQUIM, 2017).

Assim, a diversificação das fontes que compõem a matriz elétrica é uma estratégia relevante e necessária que vem sendo adotada pelo governo brasileiro. Com a diversificação das fontes, é possível aumentar a segurança e a confiabilidade energéticas e respeitar o princípio da modicidade tarifária. Os reservatórios das usinas hidrelétricas, por exemplo, oferecem suporte para a integração das fontes renováveis intermitentes, como a eólica e a solar. As termelétricas a biomassa, além de possuírem flexibilidade locacional, podem agregar outros benefícios por meio do aproveitamento de resíduos urbanos, agrícolas e florestais. Já as centrais eólicas podem ser complementares às usinas hidrelétricas em termos de geração, especialmente nos períodos secos no Nordeste brasileiro (EPE, 2019b).

As gerações hidrelétrica e eólica são complementares devido à complementaridade sazonal entre o regime de ventos do Nordeste e os fluxos nos reservatórios hidrelétricos das regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Em geral, quando existem períodos com grande incidência de chuvas, o potencial dos ventos diminui; e em contrapartida quando há um período de seca, os ventos atingem seu potencial máximo. A geração média de energia eólica é alta exatamente nos meses em que a energia hidrelétrica armazenada vai diminuindo, até atingir seu nível mais baixo. Assim, a geração eólica permite que as hidrelétricas armazenem água nos reservatórios, evitando o acionamento das usinas térmicas. Isso contribui para a modicidade tarifária, uma vez que o custo da energia termelétrica atualmente é mais alto do que o da eólica. A geração eólica de grande escala também contribui para a economia de água na bacia do Rio São Francisco, melhorando não apenas a segurança energética brasileira, mas também a segurança hídrica (DE JONG *et al.*, 2016; GREENPEACE BRASIL, 2016).

### 2.2.2.1 Energia Eólica no Brasil<sup>11</sup>

No Brasil, o início da geração de energia elétrica a partir da fonte eólica aconteceu em 1992, com a operação comercial do primeiro aerogerador, instalado no arquipélago de Fernando de Noronha, com capacidade de 225 kW. Este projeto piloto foi financiado pelo instituto de pesquisas dinamarquês *Nordic Folkecenter for Renewable Energy* e executado por meio de uma parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE) (PINTO & SANTOS, 2019; ABEEÓLICA, 2020c).

Nos anos seguintes, a geração de energia por meio da fonte eólica se desenvolveu pouco, especialmente devido ao custo ainda muito alto desta tecnologia. Entretanto, com a crise energética de 2001, o governo federal tentou incentivar empreendimentos de energia eólica no país. Assim, foi criado o PROEÓLICA, com o objetivo de contratar mais de mil megawatts em projetos de energia eólica até dezembro de 2003. Esse programa, no entanto, não obteve sucesso e foi substituído pelo PROINFA, criado em 2002 pelo Ministério de Minas e Energia com o principal objetivo de fomentar a produção de eletricidade por meio de fontes renováveis, com foco na fonte eólica, na biomassa e nas pequenas centrais hidrelétricas, levando em consideração as características de cada região do país (MME, 2009; ABEEÓLICA, 2020c).

O PROINFA visava também reduzir as emissões brasileiras de gases do efeito estufa e contribuir para o desenvolvimento sustentável, conforme acordado na UNFCCC. Porém, inicialmente, o programa não previa a titularidade de eventuais créditos de carbono. Quatro anos depois, em 2006, foi decretado que a estatal Eletrobrás deveria desenvolver, direta ou indiretamente, os processos relacionados ao MDL, desde a elaboração dos DCPs até a comercialização das CERs eventualmente obtidas no âmbito do programa. As receitas provenientes da venda das CERs deveriam ser destinadas à redução dos custos do PROINFA, visando à modicidade tarifária. Entretanto, até dezembro de 2017, os projetos que haviam sido submetidos em 2012 ainda não tinham sido registrados, e, conseqüentemente, a

---

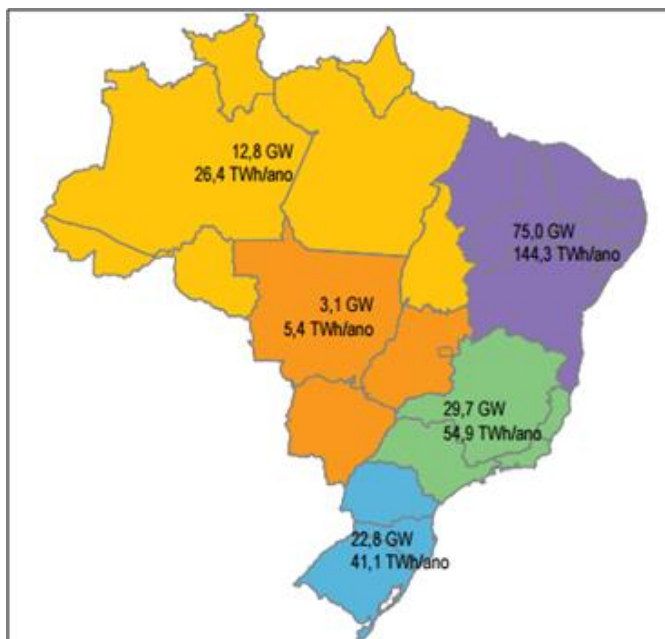
<sup>11</sup> Partes do conteúdo dessa seção foram publicadas no seguinte artigo fruto da tese: MAGALHÃES, J. V. M.; GÓES, M. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S. Análise estratégica do setor de energia eólica no Brasil. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v.12, p.3 - 25, 2019. DOI: 10.19177/reen.v12e120193-25.

oportunidade de obtenção das receitas das CERs foi perdida (BRASIL, 2006; ESPARTA & NAGAI, 2019).

O PROINFA incentivou ainda o desenvolvimento das indústrias de aerogeradores e de seus componentes no Brasil, ao definir um índice de nacionalização dos equipamentos e serviços de 60% a 90% do valor do investimento. As regras de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) foram essenciais para iniciar a cadeia produtiva de energia eólica brasileira. Atualmente, estão instalados no Brasil seis fabricantes de turbinas, além de produtores de pás, torres e vários outros componentes. Contudo, os grandes agentes econômicos ou *players* atuantes no país são empresas multinacionais. Ainda são poucas as empresas brasileiras com tecnologia própria para a produção de aerogeradores (TORINELLI, SILVA JR. & ANDRADE, 2018; LIMA, 2018; ABEEÓLICA, 2020c).

Existem no Brasil fatores naturais muito favoráveis para a geração de energia eólica, como uma extensa área territorial, condições climáticas que contribuem para a ocorrência de ventos fortes e oscilação da velocidade desses ventos muito baixa (5%). Assim, o potencial eólico do país vem sendo estudado desde a década de 1970. Porém, apenas em 2001 foi publicado o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, que estimou a velocidade e direção do vento considerando uma altura de 50 metros, em conformidade com as dimensões dos aerogeradores da época. O potencial eólico-elétrico estimado dessa forma foi de 143 GW. Observa-se na Figura 9, a seguir, que a região Nordeste apresentou de longe o maior potencial eólico do Brasil (75 GW); em seguida foi a região Sudeste, cujo potencial representava quase 40% do potencial nordestino; e em terceiro lugar, a região Sul (ANEEL, 2008; PINTO & SANTOS, 2019; FERRAZ DE ANDRADE SANTOS *et al.*, 2020).

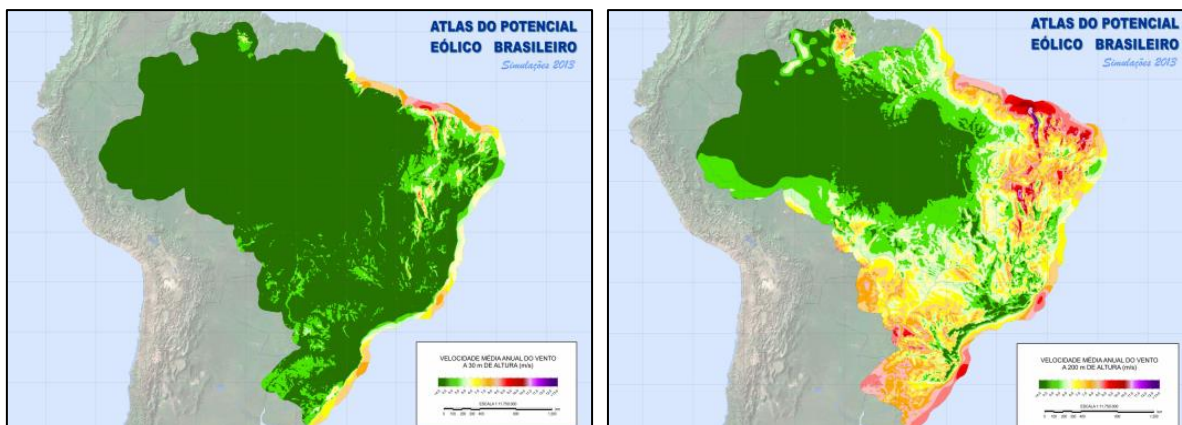
**Figura 9** – Potencial eólico brasileiro em 2001 por região (para 50 m)



Fonte: ANEEL (2008)

Em 2013, esse atlas foi atualizado pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL, 2017) com a utilização de simulações ajustadas a partir de dados anemométricos oriundos de 39 parques eólicos. Dessa vez, foram elaborados sete mapas temáticos das velocidades médias anuais do vento para alturas de 30 a 200 metros (ver Figura 10). Foram também consideradas as restrições à instalação dos parques, como a existência de áreas de proteção ambiental, florestas e rios. O litoral do país e a região Nordeste também se destacam aqui em termos de velocidade dos ventos. Conforme pode-se observar no mapa relativo à altura de 200m (à direita), essas velocidades maiores variam de 6,5 m/s, equivalente às áreas na cor amarela, até mais de 13 m/s, velocidade somente registrada na região Nordeste, na pequena área de cor roxa.

**Figura 10** – Potencial eólico brasileiro em 2013 (para 30 e 200 m)



Fonte: CEPEL (2017)

Os investimentos privados realizados no setor eólico na última década têm sido vultosos. Uma característica importante desses investimentos é a sua concentração em pequenos e médios municípios nordestinos de baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), principalmente devido ao grande potencial eólico e à disponibilidade de terra. No período de 2011 a 2018, foram investidos US\$ 31,3 bilhões no setor eólico. E em 2019 foram US\$ 3,45 bilhões (R\$ 13,6 bilhões) investidos em novos projetos no setor. Esse valor equivale a 53% dos investimentos realizados em todas as fontes renováveis no Brasil nesse ano (GOUVÊA & SILVA, 2018; ABEEOLICA, 2020b).

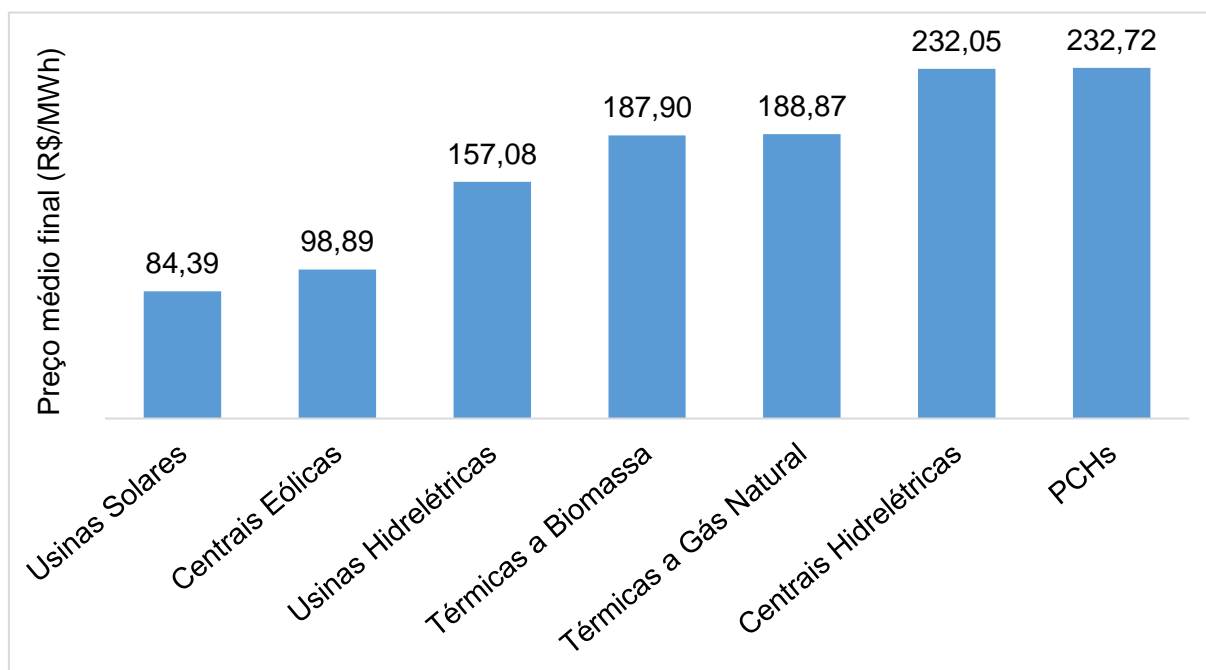
Outros dois fatores também vêm desempenhando um papel importante na expansão da fonte eólica no Brasil: os preços competitivos e o alto fator de capacidade. No primeiro leilão exclusivo para a fonte eólica – o Leilão de Energia de Reserva de 2009 (LER 2009) – o preço médio final foi de R\$ 148,39/MWh. O deságio em relação ao preço-teto de R\$ 189,00/MWh estabelecido para esse leilão foi de 21,49% e a redução média em relação aos preços praticados no PROINFA foi de 45% (RODRIGUES, PEROBELLI & VASCONCELOS, 2017; GOUVÊA & SILVA, 2018).

Além disso, a energia eólica tem se tornado mais competitiva nos últimos leilões. No mais recente Leilão de Energia Nova (A-6), realizado em outubro de 2019, foram contratados 91 empreendimentos de geração, sendo 44 usinas eólicas, equivalentes a 48,4% do total. O preço médio final foi de R\$ 176,09/MWh, com deságio de 39,5% em relação aos preços-tetos estabelecidos. Conforme pode ser visto na **Figura 11**, o



preço médio final dos projetos eólicos foi o segundo menor (R\$ 98,89/MWh), ficando acima apenas das usinas solares fotovoltaicas, com R\$ 84,39/MWh (ANEEL, 2019b).

**Figura 11 – Preços médios finais do Leilão de Energia Nova de 18/10/2019**



Fonte: Elaboração própria a partir de ANEEL (2019b)

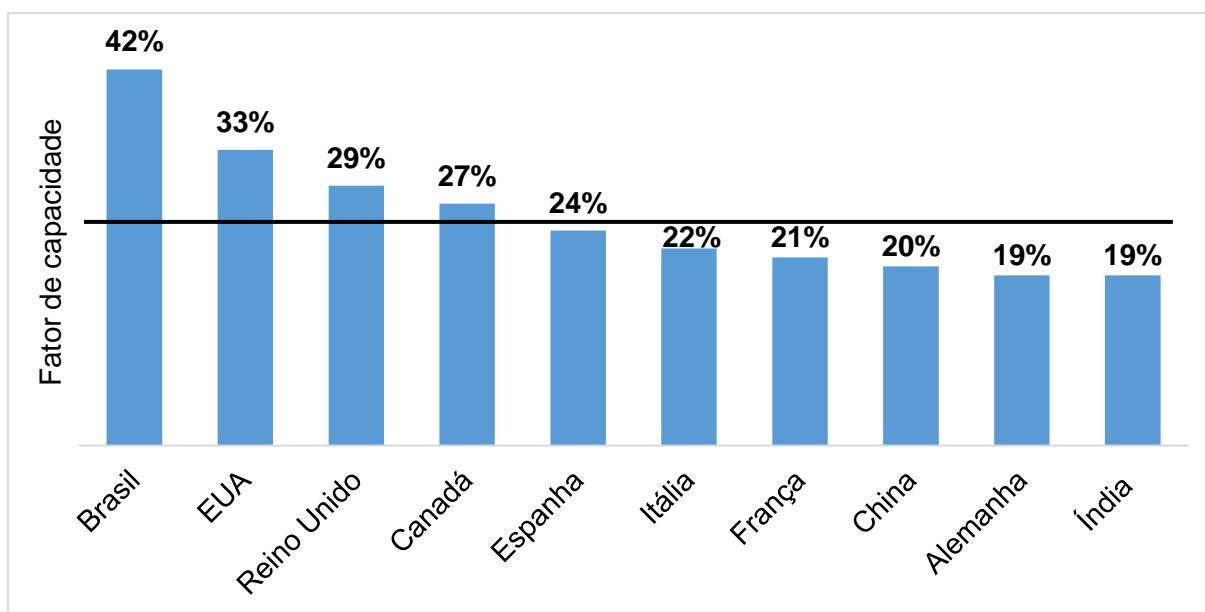
Os principais motivos que contribuíram para a diminuição do preço e o aumento da competitividade da energia eólica no Brasil são os avanços tecnológicos e as reduções de custos. Dentre esses motivos, pode-se destacar: os avanços tecnológicos ligados ao tamanho dos aerogeradores e aos novos materiais; a redução dos custos de produção, relacionada ao desenvolvimento da cadeia produtiva eólica no país, com a instalação de fabricantes de aerogeradores e seus componentes; e as desonerações fiscais (RODRIGUES, PEROBELLI & VASCONCELOS, 2017).

As principais isenções fiscais concedidas foram: do Programa de Integração Social e Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) para compra e importação de equipamentos e serviços nas obras de infraestrutura, exceto terrenos e mão de obra; do Imposto de Importação para os aerogeradores; e do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). O Convênio ICMS 101/97 do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) isentou do pagamento de ICMS operações com vários equipamentos e peças utilizados na geração de energia eólica, em

especial os aerogeradores, as torres e as pás. Esse convênio foi publicado inicialmente com prazo de seis meses. Entretanto, vem sendo prorrogado ao longo dos anos, tendo sido a prorrogação mais recente realizada em 2017, com prazo até 2028 (CONFAZ, 1997; RODRIGUES, PEROBELLI & VASCONCELOS, 2017).

O fato de o Brasil apresentar o maior fator de capacidade eólica do mundo também desempenha um papel muito relevante na expansão dessa fonte no país. O fator de capacidade médio brasileiro evoluiu de 32,4%, em 2012 para 42,7% em 2019. Já o fator de capacidade médio mundial era de 24,7% em 2017, sendo os Estados Unidos, o Reino Unido e o Canadá os únicos países além do Brasil que possuíam fator de capacidade acima da média (ver Figura 12). A sazonalidade da fonte eólica no Brasil ocasiona um aumento no fator de capacidade nos meses secos, de maio a novembro. Assim, em agosto de 2019, foi atingido o fator de capacidade de 59,1%, maior valor médio mensal do ano (CASTRO *et al.*, 2018; EPE, 2018; PINTO & SANTOS, 2019; ABEEOLICA, 2017, 2020b).

**Figura 12 – Maiores fatores de capacidade eólica do mundo (2017)**

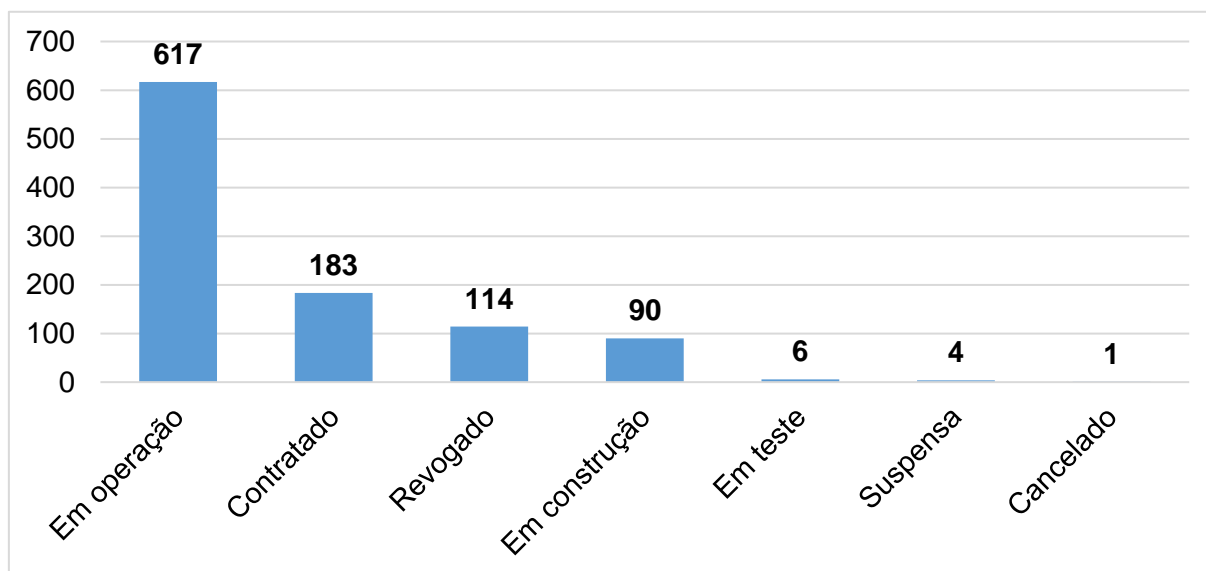


Fonte: ABEEOLICA (2017)

Com o grande potencial eólico brasileiro e todos os fatores positivos citados, a expansão da geração eólica tem sido bastante rápida e significativa. Em 2008, havia apenas 17 parques eólicos em operação, com capacidade instalada de 273 MW (ANEEL, 2008). No final de 2019, segundo a Abeeólica (2020d), já havia 617 parques

eólicos em operação, com 15,4 GW de capacidade. Além disso, a previsão era de aumento dessa capacidade em 8,5 GW, considerando os 6 parques em teste, os 90 em construção e os 183 já contratados em leilões e no mercado livre (ver Figura 13).

**Figura 13 – Status dos parques eólicos brasileiros**



Fonte: Elaboração própria a partir de ABEEÓLICA (2020d)

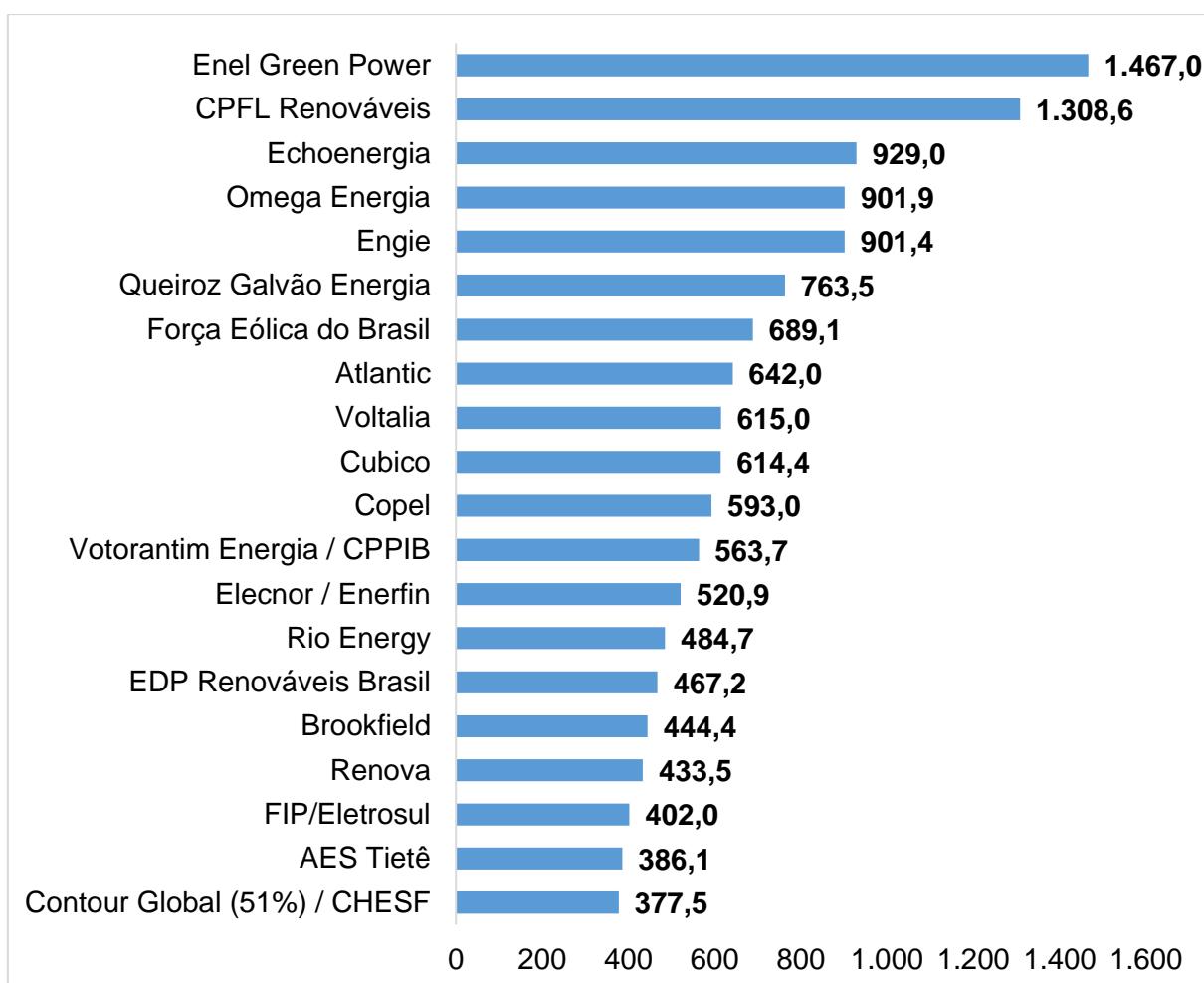
Em 2019, foram gerados 55,9 TWh de energia eólica, que representam 9,7% de toda a geração injetada no Sistema Interligado Nacional (SIN). O crescimento da geração eólica, em relação a 2018, foi de 15,5%, enquanto o aumento da geração a partir de todas as fontes no SIN foi de apenas 1,5% no mesmo período. Portanto, em setembro de 2019, a energia eólica já era responsável por 17,0% da energia consumida no SIN. Quanto à redução de GEE, as emissões evitadas em 2019 foram da ordem de 22,85 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e, que corresponderia à emissão anual de cerca de 21,7 milhões de automóveis (ABEEÓLICA, 2020a, 2020b). A partir desses dados, foi possível estimar que a redução média de GEE dos parques eólicos em operação no Brasil em 2019 foi de 37.034 tCO<sub>2</sub>e.

O dinamismo do setor tem sido tão grande que os dados mais recentes, de setembro de 2020, já registram 653 parques eólicos em operação no Brasil, com capacidade instalada de 16,68 GW. E a previsão é de que essa capacidade atinja 25,5 GW em 2024. Vale ressaltar que esta previsão é conservadora, uma vez que considera apenas contratos já viabilizados nos leilões e no mercado livre. Portanto,

com a realização de novos leilões, a capacidade instalada deverá aumentar ainda mais nos próximos anos (ABEEÓLICA, 2020a).

Então, pode-se considerar que o setor eólico brasileiro está consolidado, com um bom número de empreendedores, os quais se inserem no mercado participando dos leilões de energia e posteriormente produzindo e comercializando a energia gerada. Os empreendedores são também responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos de MDL – frequentemente elaborados mediante a contratação de consultorias especializadas – e pela posterior operação e manutenção dos parques eólicos implantados.

De acordo com a Abeeólica (2020d), em março de 2020 havia um total de 64 investidores ou empreendedores responsáveis por 713 parques nas fases de construção, teste e operação, com uma potência média de 25,5 MW por parque. Os 20 maiores empreendedores em termos de potência instalada são responsáveis por 74,1% da potência total de 18.215,97 MW. O maior empreendedor do setor de geração eólica no Brasil é a Enel Green Power, com 1.467,0 MW. O segundo lugar pertence à CPFL Renováveis, com 1.308,6 MW (ver Figura 14). Vale ressaltar que alguns desses empreendedores resultam de parcerias entre duas ou mais empresas diferentes, como por exemplo a parceria entre a Votorantim Energia e o fundo de pensão canadense CPPIB e a parceria entre a Contour Global e a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF).

**Figura 14 – Potência instalada por empreendedor de projetos eólicos (MW)**

Fonte: Elaboração própria a partir de ABEEÓLICA (2020d)

A Enel Green Power (EGP) foi fundada em 2008 para desenvolver atividades de geração de energia renovável em todo o mundo. A EGP faz parte da Enel, que foi fundada em 1962, é controlada pelo governo italiano e atua em 35 países, sendo a maior empresa da Europa em valor de mercado. Por todo o mundo, a EGP possui mais de 1.200 unidades produtivas, incluindo usinas eólicas, solares, hidrelétricas e geotérmicas, com cerca de 46 GW de capacidade. No Brasil, a EGP possui atualmente 40 usinas, com uma capacidade instalada total de 3.745,7 MW, sendo 1.269,2 MW de energia hidrelétrica; 1.498,0 MW de energia eólica; e 978,5 MW de energia solar fotovoltaica (EGP, 2020).

Em 2018, com a aquisição da distribuidora de energia Eletropaulo, a Enel se tornou o maior grupo privado do setor elétrico brasileiro. A companhia investiu R\$ 12,7 bilhões naquele ano, principalmente nessa aquisição, na melhoria da eficiência

do sistema elétrico e na geração de energia renovável. A liderança dos segmentos de energia eólica e solar no país foi mantida e a previsão era de ampliação da capacidade em 2 GW até 2021 na área de renováveis. Então, a Enel foi eleita a empresa mais sustentável do Brasil e a melhor empresa no setor de energia, pelo Guia Exame de Sustentabilidade 2018. O grupo também tem forte participação no mercado livre de comercialização de energia elétrica, sendo um ator importante neste segmento (MELO, 2018; ENEL BRASIL, 2019).

O segundo empreendedor de projetos eólicos é a CPFL Renováveis, que foi criada em 2011 por meio da fusão dos ativos da Empresa de Energias Renováveis (ERSA) com os ativos renováveis da CPFL Energia S.A. Assim, a CPFL Renováveis já nasceu líder em seu segmento e vem adotando uma estratégia de expansão baseada em aquisições e desenvolvimento de projetos em suas diferentes fases. Seu portfólio é composto por 94 usinas em operação, totalizando 2,1 GW de capacidade instalada. Além dos 1,3 GW das usinas eólicas, essa capacidade está dividida basicamente em 453,1 MW de PCHs e 370,0 MW de termelétricas movidas a biomassa (CPFL RENOVÁVEIS, 2020).

O principal comprador da energia eólica é o governo brasileiro, por meio das concessionárias ou permissionárias do serviço público de distribuição. O ambiente no qual ocorre a celebração dos contratos de compra e venda de energia é denominado Ambiente de Contratação Regulado (ACR) ou mercado regulado. Nesse ambiente, a energia é contratada por meio dos diversos tipos de leilões, promovidos pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), por delegação da ANEEL. Os critérios que prevalecem para vencer esses certames são a menor tarifa e a maior efetividade na disponibilização da energia. Após os leilões, são celebrados contratos bilaterais entre as concessionárias ou autorizadas para a geração de energia e as concessionárias ou permissionárias do serviço de distribuição (ANEEL, 2008; CCEE, 2017).

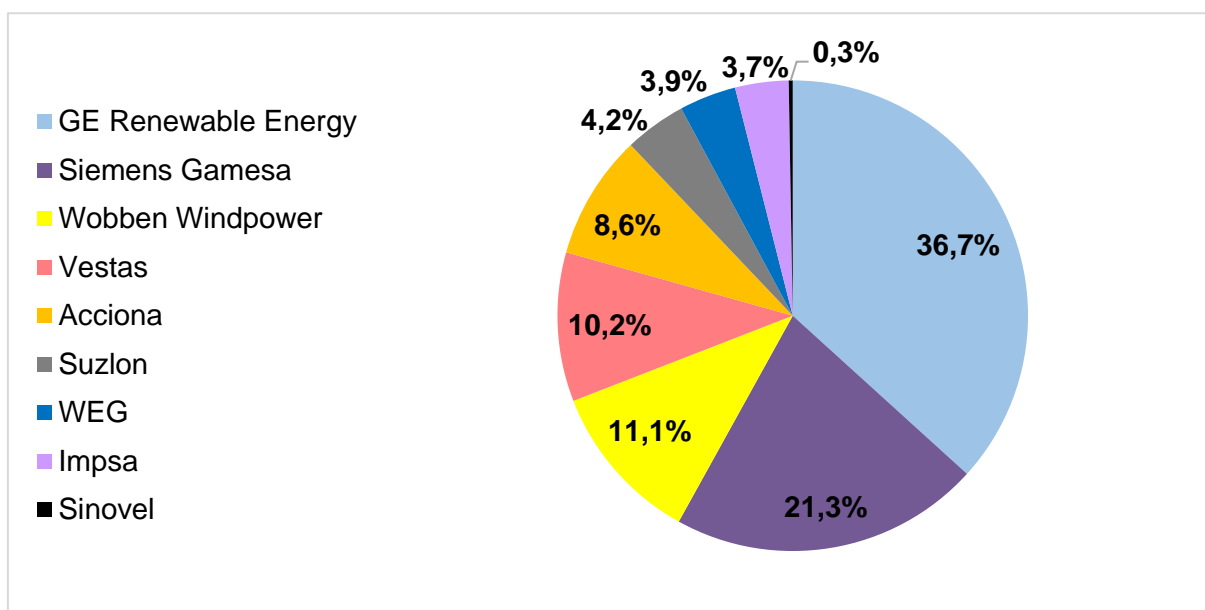
Além do governo federal, grandes indústrias com demanda superior a 0,5 MW podem adquirir energia elétrica para uso próprio, no Ambiente de Contratação Livre (ACL), mais conhecido como mercado livre de energia. Neste mercado, vendedores e compradores negociam entre si as cláusulas dos contratos celebrados, como preço, prazo e condições de entrega da energia contratada. Apesar de ainda pouco conhecida entre os consumidores residenciais, esta é uma prática que vem se

expandindo no setor eólico, com adesão considerável de grandes consumidores industriais, como por exemplo as siderúrgicas (ANEEL, 2008; VALVERDE, 2020).

A expansão da atuação do setor eólico brasileiro no mercado livre tem sido tão relevante que em 2018, pela primeira vez, as vendas no ACL foram maiores do que no mercado regulado. Enquanto foram vendidos em leilões 1,25 GW, mais de 2 GW foram negociados no mercado livre. E em 2019, a situação foi bastante semelhante, com 1,13 GW vendidos no mercado regulado e novamente cerca de mais de 2 GW vendidos no mercado livre. Acredita-se que o maior motivo são os preços atrativos, cerca de 35% menores que os das distribuidoras (ABEEOLICA, 2020b; VALVERDE, 2020).

Como o principal equipamento dos parques eólicos é o aerogerador, a maior parte do investimento realizado nos parques corresponde à aquisição desses ativos. Assim, os fornecedores de aerogeradores são agentes econômicos muito relevantes para o setor. Segundo a Abeeólica (2020d), em março de 2020 havia apenas nove fornecedores atuando no setor de energia eólica brasileiro. Essas empresas tinham fornecido em conjunto 8.438 turbinas para os 713 parques em construção, teste e operação. Portanto, a média era de quase 12 aerogeradores por parque e 938 aerogeradores por fornecedor. A Figura 15 a seguir apresenta as participações desses fornecedores no mercado brasileiro.

**Figura 15** – Participação de mercado dos fornecedores de aerogeradores



Fonte: Elaboração própria com adaptações, a partir de ABEEÓLICA (2020d)

Pode-se observar que os fornecedores de turbinas são, em sua quase totalidade, multinacionais de origem estrangeira. A única empresa brasileira de fornecimento de aerogeradores é a WEG. Nota-se ainda a existência de um movimento de concentração de capitais, que vem acontecendo por meio de fusões e aquisições. As duas empresas líderes de mercado, a GE *Renewable Energy*, com 36,7%, e a Siemens Gamesa, com 21,3%, são resultado de processos de fusão e aquisição ocorridos entre 2015 e 2017.

A GE *Renewable Energy* foi criada em 2015, por meio da aquisição da francesa Alstom Power & Grid pela norte-americana GE, por US\$ 10,6 bilhões. A companhia opera em mais de 80 países e é responsável pela instalação e manutenção de cerca de 45.000 turbinas eólicas globalmente e 3.100 turbinas no Brasil. Seu portfólio de energia renovável é abrangente, incluindo soluções para eólicas *onshore* e *offshore*, hidrelétricas, usinas solares e sistemas híbridos renováveis, entre outras (GE RENEWABLE ENERGY, 2020).

Visando conseguir uma melhor posição competitiva frente à GE e liderar o mercado mundial de fornecimento de equipamentos eólicos, foi fundada em 2017 a Siemens Gamesa *Renewable Energy*, por meio da fusão dos negócios da alemã Siemens e da espanhola Gamesa. A empresa é controlada pela Siemens, com 67% das ações. Como as atividades da Siemens e da Gamesa eram complementares, tanto em presença geográfica, quanto em linhas de produtos, com a fusão, a nova companhia formada está presente em mais de 90 países nos cinco continentes. A Siemens Gamesa possui sede na Espanha e mais de 50 escritórios de vendas em 39 países. A capacidade renovável instalada globalmente é de quase 105 GW, sendo 88,8 GW em projetos *onshore* e 16,1 GW em *offshore* (SIEMENS GAMESA, 2020).

Portanto, nota-se que o setor eólico brasileiro vem apresentando um ambiente favorável para investidores que buscam se inserir no mercado de energias renováveis. Como o setor encontra-se em expansão, sua atratividade é grande. No cadastramento de projetos para participação nos dois Leilões de Energia Nova realizados em dezembro de 2017, por exemplo, a eólica foi a fonte mais cadastrada, tanto em número de projetos como em potência total. Do conjunto de 2.768 projetos cadastrados, 1.907 projetos (68,9%) foram da fonte eólica, com previsão de oferta de 53.255 MW de potência (EPE, 2017). Entretanto, a exigência de investimento inicial



vultoso limita a quantidade de empresas interessadas, basicamente atraindo grandes grupos empresariais nacionais e, principalmente, multinacionais.

No que se refere à distribuição geográfica dos parques eólicos brasileiros, nota-se uma concentração na região Nordeste. Isso se deve ao vasto potencial e ao alto fator de capacidade, somados à existência de grandes extensões de terra que podem ser aproveitadas para a geração eólica. Os cinco estados brasileiros que apresentaram os maiores fatores de capacidade médios em 2019 são todos localizados no Nordeste: Maranhão com 49,7%, Bahia com 49,1%, Pernambuco com 47,1%, Piauí com 44,0% e Rio Grande do Norte com 39,6% (ABEEOLICA, 2020b; FERRAZ DE ANDRADE SANTOS *et al.*, 2020).

Segundo a Abeeólica (2020a), em setembro de 2020, dos 653 parques eólicos em operação no Brasil, 557 (85,3%) estavam localizados no Nordeste. Dessa forma, a capacidade instalada eólica da região era de 14.576,3 MW, representando 87,4% da capacidade brasileira de 16.681,3 MW. Esse *ranking* é liderado pelos estados do Rio Grande do Norte, com 168 parques e 4.672,4 MW, e da Bahia, com 172 parques e 4.372,6 MW (ver Tabela 2). Com a expansão de capacidade que vem acontecendo, novos recordes de geração estão sendo estabelecidos a cada ano. Enquanto em setembro de 2019, foi registrado um recorde de fornecimento equivalente a 88,8% da energia consumida no subsistema Nordeste, em junho de 2020 esse recorde foi de 95,18% (ABEEÓLICA, 2020a; 2020b).

**Tabela 2** – Parques eólicos e capacidade instalada por estado brasileiro (2020)

<b>Estado</b>	<b>Nº de Parques</b>	<b>Potência (MW)</b>
Rio Grande do Norte	168	4.672,4
Bahia	172	4.372,6
Ceará	84	2.179,3
Piauí	68	1.935,9
Rio Grande do Sul	80	1.835,9
Pernambuco	34	798,4
Maranhão	15	426,0
Santa Catarina	14	238,5
Paraíba	15	157,2
Sergipe	1	34,5
Rio de Janeiro	1	28,1
Paraná	1	2,5
<b>Total do Nordeste</b>	<b>557</b>	<b>14.576,3</b>
<b>Total do Brasil</b>	<b>653</b>	<b>16.681,3</b>
<b>Percentual</b>	<b>85,3%</b>	<b>87,4%</b>

Fonte: Elaboração própria com adaptações, a partir de ABEEÓLICA (2020a)

Como o foco desta tese são os projetos de MDL de energia eólica do Nordeste, é importante realizar algumas comparações entre os documentos de concepção desses projetos e os parques eólicos. Inicialmente, destaca-se a diferença expressiva em termos de quantidade total de DCPs e de parques no Brasil e no Nordeste. De acordo com a UNEP DTU *Partnership* (2020), em abril de 2020, existiam 92 DCPs de projetos de MDL de energia eólica no Brasil, com capacidade total de 6.955,8 MW, e 69 DCPs de projetos no Nordeste, com 5.192,8 MW, representando 75% em número de DCPs e 74,7% em capacidade (ver **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Portanto, nota-se que a quantidade de DCPs é muito menor do que a quantidade de parques eólicos no Brasil e no Nordeste em 2020 (apenas 14,1% e 12,4%, respectivamente).

**Tabela 3** – Comparação entre DCPs e parques eólicos por estado brasileiro

Estado	Nº de DCPs	Capacidade DCPs (MW)	Nº de parques (2016)	Capacidade parques (MW)	Expansão 2016 a 2020	Capacidade acrescida (MW)
RN	31	1.805,1	125	3.419,6	43	1.252,9
RS	20	1.721,2	68	1.648,9	12	187,0
CE	19	1.593,3	67	1.784,4	17	394,9
BA	13	1.375,3	73	1.897,8	99	2.474,8
PI	2	90,0	33	914,9	35	1.021,0
SC	2	13,8	14	238,5	0	0,0
PE	1	79,9	29	650,9	5	147,5
PB	1	55,2	12	62,7	3	94,5
RJ	1	28,1	1	28,1	0	0,1
RN/BA	1	101,6	0	0	0	0,0
RN/CE	1	92,4	0	0	0	0,0
MA	0	0	0	0	15	426,0
SE	0	0	1	34,5	0	0,0
PR	0	0	1	2,5	0	0,0
<b>Total NE</b>	<b>69</b>	<b>5.192,8</b>	<b>340</b>	<b>8.764,7</b>	<b>217</b>	<b>5.811,6</b>
<b>Total BR</b>	<b>92</b>	<b>6.955,8</b>	<b>424</b>	<b>10.682,6</b>	<b>229</b>	<b>5.998,7</b>
<b>Percentual</b>	<b>75,0%</b>	<b>74,7%</b>	<b>80,2%</b>	<b>82,0%</b>	<b>94,8%</b>	<b>96,9%</b>

Fonte: Elaboração própria com adaptações, a partir de UNEP DTU *Partnership* (2020) e Abeeólica (2020d)

Entretanto, todos os DCPs de projetos de MDL de energia eólica brasileiros foram submetidos à UNFCCC no período de 2005 a 2016. A grande maioria deles foi

registrada em 2012, ano do final do primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto. E apenas cinco projetos foram registrados após 2013 (UNEP DTU PARTNERSHIP, 2020). Isso se deve parcialmente à decisão da União Europeia de não comprar créditos de projetos de países considerados emergentes, entre eles o Brasil. Assim, o preço das CERs ficou muito reduzido e deixou de ser atrativo. Além disso, em 2015, com o Acordo de Paris e a promessa do estabelecimento de um novo mecanismo de mercado, muitos investidores perderam o interesse no MDL.

Porém, existem ainda outros motivos, relacionados ao critério da adicionalidade. Primeiro, com as condições favoráveis para a exploração da fonte eólica no Brasil, a atratividade financeira dos projetos eólicos já era grande independentemente do recebimento de CERs. E com isso, houve a difusão de muitos parques concentrados na mesma área geográfica, principalmente na região Nordeste. Dessa forma, os parques eólicos deixaram de cumprir as exigências impostas pelo mercado regulado, notadamente o critério da adicionalidade, para serem registrados como projetos de MDL (ver seção 2.1.1).

Assim, serão feitas algumas comparações em relação ao ano de 2016, quando também foi realizada a pesquisa de campo. Segundo a Abeeólica (2020d), em 2016 existiam 424 parques eólicos instalados no Brasil, com capacidade de 10.682,6 MW, e 340 no Nordeste, com 8.764,7, que representa 82,0% (ver Tabela 3). Embora o número de DCPs seja muito menor do que o de parques (21,7% e 20,3% para o Brasil e o Nordeste, respectivamente), é preciso ressaltar que muitos DCPs foram elaborados para complexos eólicos inteiros, englobando de dois até dezesseis parques. É por isso que quando se compara a capacidade instalada, os percentuais são bem mais significativos. Portanto, a capacidade total dos projetos de MDL de energia eólica brasileiros equivalia a 65,1% da capacidade dos parques eólicos instalados no país em 2016. Quando se trata do Nordeste, esse percentual é um pouco menor, mas ainda bastante relevante: 59,2% da capacidade dos parques.

Com o passar do tempo e a instalação de novos parques, os projetos de MDL e sua capacidade instalada foram ficando proporcionalmente menores. No período de 2016 a 2020, foram instalados 229 novos parques com capacidade total de 5.998,7 MW. Com isso, em 2020 o percentual da capacidade dos projetos de MDL em relação aos parques eólicos foi reduzido de 65,1% para 41,7%, no caso do Brasil, e de 59,2%

para 35,6%, no caso do Nordeste (UNEP DTU PARTNERSHIP, 2020; ABEEÓLICA, 2020d).

Quase toda a expansão de capacidade ocorrida entre 2016 e 2020 foi concentrada no Nordeste: 94,8% em termos de número de parques e 96,9% em termos de potência. Em relação aos estados, a Bahia teve o maior crescimento, tanto em número de parques (99), quanto em capacidade instalada (2.474,8 MW), o que representou um aumento de mais de 130%. Outros dois estados nordestinos também apresentaram expansão significativa: o Rio Grande do Norte, com 43 novos parques e aumento de capacidade de 1.252,9 MW, e o Piauí, que ampliou sua geração eólica em mais de 100%, com 35 novos parques e 1.021,0 MW de acréscimo de capacidade. Por fim, merece destaque também a expansão do setor eólico no Maranhão, que não tinha nenhum parque em 2016 e atualmente possui 15, com capacidade de 426 MW (UNEP DTU PARTNERSHIP, 2020; ABEEÓLICA, 2020d).

### 2.3 COBENEFÍCIOS DE PROJETOS DE MDL

Os cobenefícios gerados pelos projetos de MDL são complementares ao objetivo principal de reduzir as emissões de GEE. Embora o Protocolo de Kyoto não tenha definido o conceito de cobenefício, nem mesmo o conceito de desenvolvimento sustentável, a perspectiva de cobenefícios adotada pela UNFCCC segue a abordagem baseada no modelo “*Triple Bottom Line*” (TBL), também conhecido como tripé da sustentabilidade. O desenvolvimento sustentável é um conceito polissêmico, ou seja, possui várias definições, que incluem diferentes dimensões da sustentabilidade. Entretanto, a abordagem mais recorrente na literatura sobre desenvolvimento sustentável é baseada no TBL, o qual enfoca o desenvolvimento que contribui para o bem-estar ambiental, social e econômico ao longo do tempo (SILVA JR. *et al.*, 2011; HAMMER & PIVO, 2016).

O conceito de *triple bottom line* foi cunhado em 1994 pelo consultor de negócios John Elkington, em um artigo para a *California Management Review*. Nas duas últimas décadas, muito contribuiu para a incorporação da sustentabilidade à agenda empresarial, principalmente por meio das políticas de Responsabilidade Social Corporativa (RSC). Embora tenha surgido no meio empresarial, o modelo do *triple bottom line* é difundido tanto nos negócios, quanto na academia (ŽAK, 2015).

Entretanto, vários autores reconhecem dificuldades na sua utilização prática nas empresas. O próprio Elkington (2018) teceu críticas à adoção do TBL apenas como uma ferramenta de prestação de contas em relatórios corporativos. Segundo ele, o objetivo do TBL era contribuir para a transformação do capitalismo, estimulando a regeneração das economias, das sociedades e da biosfera. Porém, o conceito foi “capturado e diluído por contadores e consultores de relatórios”.

Existem alguns críticos que questionam pressupostos do TBL, como a preocupação equilibrada com as três dimensões e a ausência de conflito entre os objetivos financeiros e não financeiros das empresas (ŽAK, 2015; ISIL & HERNKE, 2017). Outros autores vêm buscando ampliar a abordagem do TBL para o desenvolvimento sustentável e defendendo que, para atingir a sustentabilidade, outras dimensões também precisam ser consideradas, tais como: governança e ética (REZAAE, 2016); cultural (SOINI & DESSEIN, 2016); territorial (BORRELLI, 2016); e psicológica (BORDEN, 2017).

Apesar das críticas, o modelo TBL é adotado pela maioria dos autores interessados em analisar os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável dos projetos de MDL. Mas, mesmo enfocando apenas três dimensões, ainda há alguns empecilhos em relação à avaliação desses cobenefícios. Principalmente, no que tange à mensuração dos objetivos não financeiros: a justiça social e a proteção ambiental. Assim, ao contrário do que acontece com a redução das emissões de GEE, que é mensurada, verificada e certificada, no caso dos cobenefícios dos projetos de MDL, embora seja um item obrigatório do DCP, não existe previsão de avaliação relativa ao seu alcance na prática, após a implementação do projeto (FERNÁNDEZ, 2014; KATTUMURI & KRUSE, 2017).

Nesse contexto, as análises *ex-post* e as comparações entre as análises *ex-ante* e *ex-post* tornam-se ainda mais relevantes para avaliar a geração de cobenefícios de projetos de MDL. Na literatura revisada, que inclui os trabalhos sobre cobenefícios dos projetos de MDL em geral e dos projetos de MDL de energia eólica, em particular (ver Quadro 1 e Quadro 2), a categoria *ex-post* é a que apresenta a maior quantidade de trabalhos (12 de um total de 46). A análise quantitativa realizada por meio de modelagem foi o segundo tipo mais utilizado, somando 10 estudos, sendo a maioria de autores chineses. A realização apenas da análise *ex-ante* foi verificada em 9 pesquisas. E a comparação entre as análises *ex-ante* e *ex-post* foi observada em 8

trabalhos, sendo 7 de autoria de membros do grupo Governança para Sustentabilidade e Gestão de Baixo Carbono (GpS). Por fim, a discussão qualitativa foi identificada em mais 7 trabalhos.

**Quadro 1<sup>12</sup>** – Síntese dos trabalhos sobre cobenefícios de projetos de MDL

<b>Autor</b>	<b>Tipo de Análise</b>	<b>Foco do Estudo</b>
Olsen (2007)	Qualitativa (discussão)	Contribuição do MDL para o desenvolvimento sustentável
Subbarao & Lloyd (2011)	<i>Ex-ante</i> e <i>ex-post</i>	Contribuições de projetos de MDL de pequeno porte para comunidades rurais
Bogo (2012)	<i>Ex-ante</i> e <i>ex-post</i>	Cobenefícios declarados e efetivamente gerados pelos projetos de MDL de Santa Catarina
Fernández <i>et al.</i> (2012)	<i>Ex-ante</i>	Cobenefícios declarados nos DCPs dos projetos de MDL de Santa Catarina
UNFCCC (2012a)	<i>Ex-ante</i>	Cobenefícios declarados nos DCPs de todos os projetos de MDL registrados
Karakosta <i>et al.</i> (2013)	<i>Ex-ante</i>	Cobenefícios de projetos de MDL no Quênia
Mathur <i>et al.</i> (2013)	<i>Ex-post</i>	Cobenefícios de projetos de mercado de carbono às comunidades hospedeiras
Fernández <i>et al.</i> (2014)	<i>Ex-ante</i> e <i>ex-post</i>	Cobenefícios dos projetos de MDL de hidrelétricas brasileiras
Fernández (2014)	<i>Ex-ante</i> e <i>ex-post</i>	Cobenefícios de projetos brasileiros de mitigação de mudanças climáticas
Jørgensen (2015)	<i>Ex-post</i>	Papel do nível subnacional na governança climática multinível
Paiva <i>et al.</i> (2015)	<i>Ex-post</i>	Cobenefícios dos projetos do mercado voluntário de carbono no Brasil
Paiva (2015)	<i>Ex-ante</i> e <i>ex-post</i>	Cobenefícios dos projetos do mercado voluntário de carbono no Brasil
Rehme <i>et al.</i> (2015)	<i>Ex-post</i>	Efeito das políticas públicas sobre inovação tecnológica no setor elétrico europeu
Watts, Albornoz & Watson (2015)	<i>Ex-ante</i>	Adicionalidade dos projetos de MDL na América Latina e em especial no Chile
Larragán (2016)	Qualitativa (discussão)	Regulamentação do mercado de carbono no Acordo de Paris
Shaw (2016)	Qualitativa (discussão)	Enquadramentos alternativos ao debate de justiça climática para apoiar políticas climáticas mais justas
ADB (2017)	<i>Ex-post</i>	Cobenefícios dos projetos financiados pelo Fundo de Carbono Futuro
Benites-Lazaro & Mello-Théry (2017)	<i>Ex-ante</i>	Responsabilidade Social Corporativa em projetos de MDL no Brasil, México e Peru
Lazaro & Gremaud (2017)	<i>Ex-ante</i>	Cobenefícios dos projetos de MDL na América Latina
Schreurs (2017)	<i>Ex-post</i>	Governança climática multinível na China

<sup>12</sup> Essa síntese inclui apenas os trabalhos utilizados nas seções 2.3 e 2.4.

Autor	Tipo de Análise	Foco do Estudo
Benites-Lazaro, Gremaud & Benites (2018)	<i>Ex-ante e ex-post</i>	Motivações para que empresas latino-americanas implementem projetos de MDL e adotem práticas de RSC
Torinelli, Silva Jr. & Andrade (2018)	Qualitativa (discussão)	Desafios financeiros enfrentados pelos atores do setor de energia eólica no Brasil
UNFCCC (2018)	<i>Ex-post</i>	Realizações e cobenefícios do MDL
Benites-Lazaro & Mello-Théry (2019)	<i>Ex-ante</i>	Processo participativo de partes interessadas locais no MDL em quatro países da América Latina
Mori-Clement (2019)	Quantitativa (modelagem)	Quantificação dos impactos dos projetos de MDL no desenvolvimento sustentável de municípios brasileiros
Grover & Rao (2020)	Quantitativa (modelagem)	Comparação da desigualdade, do desemprego e da pobreza em áreas com e sem projetos de MDL instalados no Brasil
Karlsson, Alfredsson & Westling (2020)	Qualitativa (discussão)	Revisão da literatura sobre cobenefícios de política climática

Fonte: Elaboração própria (2021)

Alguns autores – como a UNFCCC (2012a), Karakosta *et al.* (2013), Rehme *et al.* (2015), o Banco de Desenvolvimento Asiático (2017), Mori-Clement (2019), Karlsson, Alfredsson & Westling (2020) e Grover e Rao (2020) – concluíram que os projetos de MDL podem contribuir para o desenvolvimento sustentável. Em 2012, a UNFCCC (2012a) deu um primeiro passo no sentido de estabelecer indicadores adequados para mensuração dos cobenefícios dos projetos de MDL. Assim, foi definido um conjunto de 10 indicadores, buscando mensurar a contribuição destes projetos para o desenvolvimento sustentável, sempre considerando suas três dimensões clássicas:

- Econômica: dinamização da economia local, incluindo a criação de emprego e redução da pobreza; desenvolvimento ou difusão local da tecnologia; melhoria da infraestrutura;
- Ambiental: redução da poluição; promoção de energia confiável e renovável; preservação dos recursos naturais; e
- Social: melhoria das condições de saúde e segurança; envolvimento da comunidade local; promoção da educação; empoderamento das mulheres e cuidado das crianças e dos frágeis.

Em seguida, a UNFCCC (2012a) estudou os DCPs de 3.864 projetos registrados e submetidos a registro até junho de 2012, tabulando os cobenefícios declarados com base nos indicadores de desenvolvimento sustentável estabelecidos. Essa análise *ex-ante* concluiu que os cobenefícios mais frequentes eram a dinamização da economia local, incluindo a criação de emprego e redução da pobreza (28,8%); a redução da poluição (21,7%); e a promoção de energia confiável e renovável (19,1%). Note-se que até os cobenefícios mais frequentes apresentaram percentuais relativamente baixos e que nenhum dos indicadores sociais se destacou nesta pesquisa.

Karakosta *et al.* (2013), estudando 14 DCPs no Quênia, concluíram que a implementação dos projetos de MDL pode promover o desenvolvimento sustentável. Sua análise *ex-ante* apontou uma contribuição positiva dos projetos do escopo de troca de combustível e eficiência energética, levando à conclusão de que o MDL possui potencial de apoio à formulação de políticas climáticas e energéticas. Os cinco cobenefícios mais comuns encontrados por esses autores foram: crescimento econômico, bem-estar, promoção da energia, geração de empregos e promoção da saúde. Vale ressaltar que os cobenefícios ambientais apresentaram desempenho muito ruim.

Nessa mesma linha, o Banco de Desenvolvimento Asiático (ADB, do inglês *Asian Development Bank*) avalia que os projetos apoiados pelo seu Fundo de Carbono Futuro estão gerando diversos cobenefícios para as comunidades onde foram implantados. Esses projetos localizam-se nos 12 países membros do banco, todos da região da Ásia e Pacífico, incluindo países menos desenvolvidos e os pequenos Estados insulares em desenvolvimento, onde historicamente há menos oportunidades de realizar projetos de MDL (ADB, 2017).

Entretanto, a geração desses cobenefícios apresenta grandes diferenças – a depender do tipo de projeto, país hospedeiro, entre outros fatores – e uma complexidade para avaliação e mensuração. É interessante destacar que a metodologia utilizada pelo ADB para avaliar os cobenefícios sociais, ambientais e econômicos dos seus projetos relaciona-os com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS ou SDG, do inglês *Sustainable Development Goals*) adotados



formalmente em 2015, juntamente com a Agenda 2030<sup>13</sup>, pelos países membros da ONU. Os cobenefícios verificados nessa análise *ex-post* incluem, entre outros, a melhoria do acesso à energia e da segurança energética; a geração de emprego; a difusão de tecnologias limpas; e os benefícios à saúde associados à redução da poluição atmosférica (ADB, 2017).

Karlsson, Alfredsson & Westling (2020) realizaram uma extensa revisão da literatura sobre cobenefícios e concluíram que existe um forte predomínio de estudos sobre a melhoria da qualidade do ar. A maioria desses estudos foi publicada por autores asiáticos, em especial chineses. Outros cobenefícios que também mereceram destaque foram a melhoria do desempenho econômico e organizacional, a melhoria da biodiversidade e a melhoria da qualidade do solo e da água, nesta ordem. A maior crítica feita por esses autores é a falta de integração entre o conhecimento acadêmico gerado e a formulação das políticas climáticas, que tendem a ser excessivamente balizadas pelos custos.

Considerando os cobenefícios tecnológicos, Rehme *et al.* (2015) afirmam que o efeito das políticas climáticas e energéticas na inovação tecnológica pode ser benéfico. Essas políticas podem estimular a colaboração mútua, a fim de fortalecer a inovação tecnológica, tanto na esfera pública quanto na privada, incluindo parcerias com universidades e centros de pesquisa locais, parcerias público-privadas (PPPs) e inovação nas transações comerciais da cadeia de suprimentos.

Entretanto, outros autores – como Olsen (2007), Subbarao e Lloyd (2011), Bogo (2012), Fernández *et al.* (2012, 2014), Fernández (2014), Mathur *et al.* (2013), Paiva (2015), Paiva *et al.* (2015), Shaw (2016), Dirix, Peeters e Sterck (2016), Larragán (2016) e Lazaro e Gremaud (2017) – criticam o MDL no que se refere à geração de cobenefícios para o desenvolvimento sustentável.

Há mais de uma década, Olsen (2007) fez uma revisão da literatura sobre os cobenefícios de projetos de MDL e concluiu que o mecanismo atingia o objetivo de redução das emissões de GEE e era útil para a transferência de recursos do Norte para o Sul para o pagamento pelas CERs. Contudo, desempenhava papel limitado na

---

<sup>13</sup> A Agenda 2030 é um plano de ação que visa promover o desenvolvimento sustentável e erradicar a pobreza até 2030. Para maiores informações, ver seção 2.5.

contribuição para o desenvolvimento sustentável, uma vez que os cobenefícios não eram quantificados monetariamente.

Subbarao e Lloyd (2011) estudaram um grande número de DCPs de projetos de MDL de pequena escala e conduziram cinco estudos de caso na Índia. Na análise *ex-ante*, 470 dos 500 DCPs registrados estavam no setor privado, com pouco envolvimento dos governos ou das comunidades rurais locais; conseqüentemente, geraram cobenefícios muito baixos para as partes interessadas locais. Os únicos cobenefícios notáveis foram o uso de recursos locais e a geração de renda. A análise *ex-post*, no entanto, revelou que o envolvimento das comunidades locais foi essencial para gerar cobenefícios reais, especialmente em questões de educação, saúde e igualdade de gênero. Dirix, Peeters e Sterck (2016) afirmaram que projetos rurais de energia renovável de pequena escala parecem ser os que mais contribuem para o alívio da pobreza. Entretanto, concluíram que em geral o MDL gerou poucos cobenefícios em prol dos pobres e precisava urgentemente de reformas.

Shaw (2016) percebeu que alguns projetos de MDL estavam minando os direitos das comunidades anfitriãs. Shaw afirma que a mudança climática é injusta, pois ameaça direitos fundamentais, como acesso à água, arriscando o bem-estar humano. Além disso, as políticas climáticas se tornaram disfuncionais e não estão contribuindo para minimizar as desigualdades existentes. Nessa mesma linha, Mathur *et al.* (2013) conduziram quatro estudos de caso em projetos de mercado de carbono na África e na Ásia e concluíram que os projetos geralmente oferecem cobenefícios pequenos às comunidades hospedeiras.

Larragán (2016) e Dirix, Peeters & Sterckx (2016) questionaram o fato de os projetos de MDL não estarem enfocando as dimensões sociais e econômicas de forma geograficamente equilibrada em todo o mundo. Esses autores afirmam que muitos projetos foram acusados de não contribuírem para o desenvolvimento sustentável e de se concentrarem em um pequeno número de grandes países em desenvolvimento. Apenas quatro países (Índia, China, Brasil e México) registraram, por vezes, até 85% de todos os projetos de MDL e nunca menos de 60%, enquanto menos de 2% dos projetos eram de países africanos.

Nessa mesma linha, Watts, Albornoz e Watson (2015) sugeriram melhorias no MDL, para que este cumprisse seu papel de promoção do desenvolvimento sustentável. Algumas das medidas propostas incluíam o estabelecimento de

parâmetros uniformes para projetos semelhantes, a simplificação do processo de registro e o fornecimento de ajuda internacional para os países menos desenvolvidos que historicamente não tiveram capacidade de participar do MDL.

Em uma análise *ex-ante* de projetos da América Latina, Lazaro e Gremaud (2017) verificaram que os setores de energia brasileiro e peruano tinham o maior número de projetos de MDL registrados, enquanto no México o setor de gestão e tratamento de resíduos liderava em termos de MDL. Dos 461 DCPs estudados, 51% relataram contribuições para a segurança energética e 45% citaram a criação de empregos como um cobenefício. Esses autores concluíram que nem todos os projetos analisados contribuíram para o desenvolvimento sustentável e, embora no Brasil e no Peru os cobenefícios econômicos tenham sido destacados, no México o foco principal foi nos cobenefícios ambientais. Esses achados mostram que os cobenefícios sociais tiveram um papel secundário.

Quanto aos cobenefícios dos projetos de MDL brasileiros, Fernández *et al.* (2012) estudaram 20 DCPs de projetos registrados no estado de Santa Catarina e concluíram que o MDL não estava conseguindo gerar os cobenefícios prometidos. Nessa análise *ex-ante*, foram estabelecidos doze indicadores, dos quais se destacaram: desenvolvimento econômico local, transferência de tecnologia, geração de emprego, percepções das partes interessadas locais e benefícios ambientais. Os resultados mostraram que os cobenefícios econômicos dos projetos estudados tendiam a ser mais amplos do que os sociais e ambientais.

Bogo (2012) ampliou essa pesquisa, realizando as análises *ex-ante* e *ex-post* e sua comparação. A autora concluiu que os projetos contribuíram para o desenvolvimento sustentável local até certo ponto. Os maiores cobenefícios verificados pertenciam à dimensão econômica: benefícios para a economia local, geração de empregos direta ou indiretamente relacionados com o projeto ou melhorias na infraestrutura e nos serviços locais. Em seguida, destacaram-se os cobenefícios ambientais, incluindo a segurança ambiental e a utilização eficiente, a melhoria ou a proteção de recursos naturais. E os cobenefícios sociais – que incluem a promoção da educação, a saúde, as condições de trabalho e de vida e os direitos humanos – foram os menos verificados. Segundo a autora, alguns fatores contribuíram para esses resultados modestos, em especial a inexistência de um instrumento oficial para medir e monitorar os cobenefícios gerados, a condução dos projetos pelos

desenvolvedores de maneira autônoma e a baixa participação das partes interessadas locais.

Fernández (2014) realizou análises *ex-ante* e *ex-post* de vinte projetos brasileiros de redução de GEE, utilizando um modelo de análise composto por 30 indicadores de cobenefícios, divididos nas dimensões econômica, social, ambiental e empoderamento. A autora concluiu que apenas um terço dos projetos de MDL tiveram uma contribuição para o desenvolvimento sustentável considerada moderada, enquanto o restante teve contribuição pequena ou inexistente. Os principais cobenefícios verificados na análise *ex-post* foram a melhoria na gestão dos recursos naturais, o aumento da participação e conscientização dos atores locais, a tecnologia como ferramenta de empoderamento, a criação de empregos e o estímulo à economia local.

A autora concluiu ainda que vários cobenefícios identificados – como a criação de empregos, a difusão da tecnologia e a redução de odores em aterros sanitários – não era adicional. Alguns desses benefícios poderiam ser obtidos sem a implantação do projeto, devido a práticas como o licenciamento ambiental e a responsabilidade social corporativa. Observou também que os projetos pesquisados sofriam influência direta da sua natureza e dos atores proponentes. A autora verificou que os projetos industriais – entre os quais encontram-se a maioria dos projetos brasileiros – por si só não traziam mais cobenefícios que os solicitados nas suas atividades, e sugeriu que deveriam ser propostos mecanismos para que o proponente do projeto assumisse um compromisso com a geração de cobenefícios adicionais. Apontou, ainda, a importância de identificar quem são os beneficiários dos cobenefícios gerados e a necessidade de definir processos de consulta mais efetivos, de forma a envolvê-los. Por fim, esta autora conclui que apenas os requisitos da UNFCCC não foram um estímulo considerável para a criação de cobenefícios nos locais onde os projetos de MDL foram implantados (FERNÁNDEZ, 2014).

Fernández *et al.* (2014) também realizaram análises *ex-ante* e *ex-post*. Eles estudaram dois projetos de MDL de hidrelétricas no Brasil (um pequeno e um grande) e concluíram que ambos os projetos falharam em trazer benefícios sociais consideráveis a longo prazo para as comunidades locais, como a promoção da saúde e educação e a contribuição para o empoderamento de grupos vulneráveis. No

entanto, esses projetos foram relativamente bem-sucedidos na geração de cobenefícios relacionados à geração de emprego e à economia local.

Mori-Clement (2019) e Grover e Rao (2020) fizeram análises quantitativas comparando a mudança em indicadores de cobenefícios socioeconômicos entre 2000 e 2010, em municípios e microrregiões brasileiros onde projetos de MDL foram instalados. Ambos os trabalhos concluíram que os projetos geraram cobenefícios. No caso de Mori-Clement (2019), os indicadores utilizados foram índices de desenvolvimento humano, renda per capita e taxa de desemprego, entre outros. A autora concluiu que três dos quatro tipos de projetos estudados (energia de biomassa, gás de aterro e evitação de metano) estimularam a renda local e as oportunidades de emprego. Somente os projetos hidrelétricos, sendo mais intensivos em capital, não contribuíram para oportunidades de emprego; porém, foram os únicos a contribuir para a redução da pobreza. Vale destacar que os projetos eólicos não foram incluídos nesse estudo porque a maioria deles foi implantada após 2010.

No caso de Grover e Rao (2020), os cobenefícios analisados foram a desigualdade, a pobreza e o desemprego, no mesmo período. Os autores concluíram que os projetos de MDL geraram reduções nos três indicadores estabelecidos. Quanto aos tipos de projeto que mais impulsionaram as reduções, destacaram-se os hidrelétricos, de evitação de metano e, em menor grau, de biomassa. Os projetos eólicos, que, como visto, ainda eram pouco numerosos em 2010, geraram como cobenefício apenas a redução do desemprego.

Nesse ponto, chama-se a atenção para os resultados conflitantes entre os trabalhos de Fernández *et al.* (2014) e de Mori-Clement (2019) e Grover e Rao (2020) no tocante ao cobenefício de geração de empregos de projetos hidrelétricos. Acredita-se que a diferença nos resultados das análises de cobenefícios variaram em razão do método e do âmbito dos estudos. Enquanto Fernández *et al.* (2014) realizaram pesquisa qualitativa focada nos impactos dos projetos hidrelétricos em comunidades vizinhas, os estudos de Mori-Clement (2019) e Grover e Rao (2020) são quantitativos e focam no impacto dos projetos em indicadores socioeconômicos de municípios e microrregiões brasileiros, respectivamente.

Embora o estudo de Paiva *et al.* (2015) não esteja diretamente relacionado ao MDL, a análise de cobenefícios realizada utilizou os dez indicadores estabelecidos pela UNFCCC em 2012. Foram pesquisados quatro projetos de redução de GEE

participantes do Mercado Voluntário de Carbono no Brasil. Os projetos eram classificados nas seguintes áreas: reflorestamento, fogões eficientes e troca de combustíveis fósseis (nas indústrias de cerâmica e de celulose). Após realizar a análise *ex-post*, concluiu-se que apenas os cobenefícios de uso eficiente dos recursos naturais e criação de empregos locais ou regionais foram gerados nos quatro projetos. Somente dois dos projetos geraram cobenefícios significativos. Nesses, verificou-se maior participação de atores sociais diversos e a utilização de padrões de certificação que estabelecem regras claras para cobenefícios a serem proporcionados, especialmente o padrão Clima, Comunidade e Biodiversidade (CCB) e o *Gold Standard*. Devido a isso, os autores afirmam que os projetos voluntários do mercado de carbono têm um potencial maior de contribuir para o desenvolvimento sustentável no nível local do que os projetos de MDL.

Contudo, ampliando essa pesquisa, Paiva (2015) realizou análises *ex-ante* e *ex-post* de projetos brasileiros do MVC e concluiu que os projetos contribuía pouco para o desenvolvimento sustentável e raramente beneficiavam comunidades locais. Na análise *ex-ante*, foram pesquisados todos os 193 DCPs de projetos comercializados até junho de 2014 e verificou-se que os cobenefícios econômicos se destacaram em relação às outras dimensões. Os cobenefícios mais verificados nesta pesquisa foram: desenvolvimento ou difusão local da tecnologia (88% dos projetos); melhoria das condições de saúde e segurança (69%) e dinamização da economia local, incluindo a criação de emprego e redução da pobreza (60%).

Na análise *ex-post*, observou-se que os cobenefícios efetivamente gerados foram maiores do que os declarados nos DCPs. O cobenefício de desenvolvimento ou difusão local da tecnologia continuou sendo o mais verificado, seguido pela dinamização da economia local, incluindo criação de emprego e redução da pobreza e pela preservação dos recursos naturais. A autora concluiu que os cobenefícios sociais foram pequenos e geraram pouca sinergia com as necessidades das comunidades locais (PAIVA, 2015).

Considerando as várias críticas, o Conselho Executivo do MDL adotou uma série de iniciativas visando melhorar a contribuição dos projetos de MDL para o desenvolvimento sustentável. No entanto, ainda não enfrentou efetivamente uma das críticas principais, que é a falta de um mecanismo oficial para medição e monitoramento obrigatórios dos cobenefícios gerados por tais projetos (SUBBARAO

& LLOYD, 2011; BOGO, 2012; FERNÁNDEZ *et al.*, 2012, 2014; PAIVA *et al.*, 2015; PAIVA, 2015; OLSEN, ARENS & MERSMANN, 2017; MORI-CLEMENT, 2019).

### 2.3.1 Cobenefícios de Projetos de MDL de Energia Eólica

Com relação aos cobenefícios dos projetos de MDL de energia eólica no mundo, verificou-se que a literatura internacional é predominantemente chinesa, concentrada nos cobenefícios ambientais (ver Quadro 2). Quase metade dos projetos de MDL registrados estão na China, onde a poluição do ar é uma grande preocupação. Esse achado é congruente com as pesquisas de Karlsson, Alfredsson & Westling (2020).

**Quadro 2 – Síntese dos trabalhos sobre cobenefícios de projetos de MDL de energia eólica**

<b>Autor</b>	<b>Tipo de Análise</b>	<b>Foco do Estudo</b>
Aitken (2010)	<i>Ex-post</i>	Cobenefícios sociais de empreendimentos de energia eólica no Reino Unido
Lewis (2010)	Qualitativa (discussão)	Papel do financiamento de carbono no desenvolvimento das energias renováveis na China
Sun <i>et al.</i> (2010)	<i>Ex-ante</i>	Cobenefícios ambientais dos projetos de MDL e implicações para políticas ambientais
Silva Jr. <i>et al.</i> (2011)	<i>Ex-ante e ex-post</i>	Contribuições de projetos de MDL de energia eólica no Brasil para tecnologias mais limpas e DS
Baxter <i>et al.</i> (2013)	<i>Ex-post</i>	Percepção pública de parques eólicos no Canadá
Ma <i>et al.</i> (2013)	Quantitativa (modelagem)	Quantificação de cobenefícios ambientais e econômicos da energia eólica na China
McDowall <i>et al.</i> (2013)	Qualitativa (discussão)	Energia eólica na China, Europa e EUA, com foco na evolução das políticas e do sistema de inovação
Silva Jr. <i>et al.</i> (2013)	<i>Ex-ante e ex-post</i>	Contribuições de projetos de MDL de energia no Brasil para tecnologias mais limpas e DS
Zhao, Li & Xia (2014)	Quantitativa (modelagem)	Efeitos da receita de créditos de carbono no preço da energia eólica na China
Xue <i>et al.</i> (2015)	<i>Ex-post</i>	Análise comparativa entre uma usina eólica e uma usina termelétrica a carvão na China
Zhou, Li e Huang (2015)	Quantitativa (modelagem)	Cobenefícios ambientais dos projetos de MDL de energia eólica e solar na China
Bajoji (2016)	<i>Ex-post</i>	Percepções dos <i>stakeholders</i> sobre os impactos socioeconômicos e ambientais de parques eólicos
Murata <i>et al.</i> (2016)	Quantitativa (modelagem)	Cobenefícios ambientais dos projetos de MDL de energia renovável na China e na Índia
Yang (2016)	Quantitativa (modelagem)	Quantificação de cobenefícios ambientais da energia eólica na China
Kattumuri & Kruse (2017)	<i>Ex-post</i>	Cobenefícios sociais, econômicos e ambientais das energias renováveis na Índia
Du & Takeuchi (2018)	Quantitativa (modelagem)	Medição dos impactos de projetos de MDL de energia renovável na área rural da China

Autor	Tipo de Análise	Foco do Estudo
Tu <i>et al.</i> (2018)	Quantitativa (modelagem)	Capacidade das políticas de precificação de carbono de apoiar o investimento em energia eólica na China
Pereira (2019)	<i>Ex-ante</i>	Contribuição do MDL para o desenvolvimento sustentável no Brasil
Fu, Mu & Li (2020)	Quantitativa (modelagem)	Correlação entre a decisão de investimento em projetos de MDL de energia eólica e o preço dos créditos de carbono

Fonte: Elaboração própria (2021)

Sun *et al.* (2010) realizaram uma análise *ex-ante* de 128 DCPs de projetos entre a China e a Suécia e concluíram que os projetos de energia hidrelétrica e eólica eram os que mais contribuíam para os cobenefícios ambientais. Os indicadores de cobenefícios utilizados foram a redução de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e de material particulado (MP) e as mortes e perdas de safras evitadas devido à redução desses poluentes. Portanto, os autores recomendaram o incentivo a projetos hidrelétricos e eólicos de forma a ajudar a China a mitigar as mudanças climáticas e melhorar o meio ambiente.

As conclusões de Xue *et al.* (2015) também apontam para um aumento nos cobenefícios ambientais ligados à qualidade do ar. Os autores realizaram uma análise comparativa *ex-post* entre uma usina eólica e uma usina termelétrica a carvão na China, ambas com a mesma capacidade produtiva. Uma das conclusões foi que a usina eólica reduziu as emissões de CO<sub>2</sub> em até 97,48%. Como a redução nas emissões de CO<sub>2</sub> não pode ser considerada como cobenefício de um projeto de MDL, os cobenefícios ambientais verificados foram as reduções de 30 a 80% nas emissões de outros poluentes atmosféricos (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e MP). Apesar desses achados, os autores destacam a necessidade de desenvolver a energia eólica para gerar mais cobenefícios ambientais, para além da melhoria da qualidade do ar.

Ma *et al.* (2013) e Yang (2016) realizaram análises quantitativas para estimar a redução da poluição atmosférica, considerando as emissões de CO<sub>2</sub> e de outros poluentes, e a redução no uso da água gerada pela produção eólica. Ambos os trabalhos apontaram para a efetividade da energia eólica na geração dos cobenefícios ambientais estudados e dos cobenefícios econômicos decorrentes. Assim, concluíram que, ao contribuir para a redução de vários problemas ambientais, a energia eólica também contribui para a redução dos gastos do governo chinês.



Murata *et al.* (2016) pesquisaram os cobenefícios ambientais de projetos de MDL de energia renovável na China e na Índia, com foco em eólica, solar e biomassa. Utilizando um modelo quantitativo, os autores concluíram que os cobenefícios desses projetos dependiam das políticas de padrão de emissões dos países anfitriões. Na China, a partir de julho de 2011, com a promulgação de um rigoroso padrão de emissões para usinas de energia, o controle das emissões de óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e de óxidos de nitrogênio nas novas usinas termelétricas a carvão tornou-se bastante avançado, afetando a linha de base dos projetos de MDL. Assim, neste país a redução das emissões agora é muito menor do que antes e os cobenefícios ambientais ligados à melhoria da qualidade do ar promovida pelos projetos têm se revelado bastante limitados.

Já na Índia, a situação é bem diferente. O padrão de emissões para poluentes atmosféricos abrange apenas material particulado. Portanto, a tendência é que o controle das emissões de SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> seja inexistente ou, na melhor das hipóteses, pouco rigoroso. Então, os projetos de MDL de energia renovável apresentam maior potencial de reduzir as emissões destes poluentes, gerando cobenefícios ambientais mais efetivos nesse país do que na China (MURATA *et al.*, 2016).

Quanto aos cobenefícios econômicos, McDowall *et al.* (2013) estudaram o desenvolvimento da energia eólica na China, na Europa e nos Estados Unidos, com foco na evolução das políticas e do sistema de inovação. Os autores afirmam que a atuação política do governo central chinês e os compromissos assumidos visando criar uma indústria nacional geraram confiança por parte dos investidores para atuar naquele mercado. Citam a pesquisa de Lewis (2010), que avaliou a importância do financiamento de carbono no setor eólico chinês. Lewis verificou que a maioria do financiamento para energia eólica provinha de corporações estatais. Assim, concluiu que o MDL não tinha sido até então um grande estímulo à implantação de parques eólicos ou à transferência de tecnologia.

Ao contrário de Lewis (2010), o estudo de Zhou, Li e Huang (2015) concluiu que o MDL pode ser uma ferramenta poderosa de acesso a tecnologias limpas, representando uma forma inovadora de reduzir as emissões de GEE e ao mesmo tempo atender uma demanda crescente por eletricidade. Os autores realizaram uma análise quantitativa dos projetos de MDL de energia eólica e solar na cidade de Shenzhen, localizada no sul da China. O foco foi nos cobenefícios ligados a melhorias

na energia e na tecnologia. Os principais cobenefícios verificados foram a tendência de transição de uma matriz energética dominada pelo carvão para outra dominada por energias mais limpas; a diversificação do mix de geração de energia da cidade pela utilização das fontes eólica e solar; e a atração de investimentos motivados pelos projetos de MDL, que contribuiu para o enfrentamento de desafios técnicos e financeiros referentes ao desenvolvimento local das energias renováveis.

Os achados de Zhao, Li e Xia (2014) corroboraram os de Zhou, Li e Huang (2015). Os autores realizaram análises de sensibilidade para verificar os fatores que influenciavam o preço da energia eólica na China. Concluíram que o MDL vinha sendo uma das estratégias mais eficientes de desenvolvimento das energias renováveis, em especial a energia eólica. Com a implementação dos projetos de MDL, tinha havido uma tendência de queda rápida do preço de custo da eletricidade gerada por fonte eólica, sendo os créditos de carbono recebidos o principal fator externo que influenciava o preço de custo.

Também enfocando os cobenefícios econômicos dos projetos de MDL de energia eólica na China, Tu *et al.* (2018) e Fu, Mu e Li (2020) empregaram modelos quantitativos para estudar a relação entre os investimentos nos projetos e o preço dos créditos de carbono. Ambos os trabalhos concluíram que a receita dos créditos de carbono é muito importante para melhorar a lucratividade dos projetos de energia eólica e, conseqüentemente, aumentar a atratividade do investimento. Contudo, os atuais preços baixos das CERs têm diminuído bastante essa relevância. Assim, com a implementação de um sistema nacional de comércio de carbono, os autores propõem melhorias nesse sistema visando incentivar o desenvolvimento do setor de energia eólica.

A tendência da pesquisa chinesa de se concentrar em cobenefícios ambientais e econômicos em detrimento dos cobenefícios sociais foi apontada por Du e Takeuchi (2018). Seu estudo quantitativo mediu os impactos sociais dos projetos de MDL de energia renovável nas comunidades rurais da China, usando três indicadores: geração de renda, criação de empregos e mudanças na estrutura industrial. Eles concluíram que projetos de bioenergia em pequena escala criaram mais oportunidades de trabalho para trabalhadores não qualificados do que projetos eólicos e solares de larga escala. No entanto, estes últimos promoveram o desenvolvimento rural e atraíram de volta, para atuar na agricultura, trabalhadores que haviam emigrado.

Nesse ponto, cabe destacar que nenhum dos estudos apresentados até então utilizou indicadores de cobenefícios abrangentes, englobando as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica. Portanto, a despeito de ter havido geração de cobenefícios efetiva, não é possível afirmar que houve contribuição para o desenvolvimento sustentável na perspectiva do *triple bottom line*.

Entretanto, Kattumuri e Kruse (2017) realizaram uma análise *ex-post* dos cobenefícios sociais, econômicos e ambientais das energias renováveis na Índia. Os autores pontuaram a dificuldade e complexidade de medir e quantificar os cobenefícios, devido à natureza inerentemente qualitativa de alguns deles e a lacunas na literatura sobre o tema. No caso da energia eólica, foi estudado um grande complexo, com 235 aerogeradores. Entre os achados dessa pesquisa, verificou-se um conjunto amplo de cobenefícios. Contudo, a maioria deles foi categorizada como cobenefícios econômicos e praticamente não foram elencados cobenefícios ambientais. Os autores listaram como cobenefícios ambientais apenas a sustentabilidade da energia renovável e a redução das emissões de GEE (que, conforme visto, não pode ser considerada como cobenefício de projetos de MDL).

Quanto aos cobenefícios sociais, foram elencados a melhoria da infraestrutura local, especialmente a construção de estradas, e o aumento das atividades de responsabilidade social corporativa, como o plantio de árvores em conjunto com escolas locais, programas de saúde para comunidades próximas ao complexo e o desenvolvimento de uma lagoa para irrigação de plantações. Já os cobenefícios econômicos incluíram: a melhoria da infraestrutura (cobenefício também listado na dimensão social); a criação de empregos, principalmente para trabalhadores não qualificados; o aumento de receita para o governo local com o pagamento de impostos; o aumento do fornecimento de energia na região; o uso mais eficiente de terras agrícolas improdutivas; e o aumento do valor das terras, devido ao aquecimento da economia (KATTUMURI & KRUSE, 2017).

Também na Índia, Bajoji (2016) realizou uma análise *ex-post* das percepções das partes interessadas locais sobre os impactos socioeconômicos e ambientais de dois parques eólicos. Na percepção dos 12 *stakeholders* da comunidade pesquisados, os impactos socioeconômicos e ambientais negativos dos parques eólicos não foram totalmente mitigados porque houve problemas referentes ao uso do solo, ao ruído e ao sombreamento. Por outro lado, houve benefícios em relação à criação de

empregos locais. Em um dos parques eólicos, todos os empregados eram oriundos das comunidades vizinhas e moravam perto do parque.

Embora não sejam projetos de MDL, os projetos de energia eólica pesquisados por Aitken (2010) e Baxter *et al.* (2013), em países desenvolvidos, trazem contribuições interessantes para este trabalho acerca da percepção das comunidades vizinhas. Aitken (2010) estudou os benefícios sociais dos empreendimentos eólicos no Reino Unido e destacou a existência de interesses conflitantes entre os moradores das comunidades locais. Apesar disso, muitos foram favoráveis à priorização de benefícios ambientais, em particular os relacionados à eficiência energética ou às energias renováveis. Já Baxter *et al.* (2013) estudaram a percepção pública dos parques eólicos no Canadá e descobriram que apenas 25% dos residentes em uma comunidade que convivia com turbinas eólicas eram a favor delas.

No que se refere aos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável de projetos de MDL de energia eólica brasileiros, são muito poucos os trabalhos encontrados com esse foco específico (SILVA JR. *et al.*, 2011; SILVA JR. *et al.*, 2013; PEREIRA, 2019). Silva Jr. *et al.* (2011) realizaram análises *ex-ante* e *ex-post* de dois projetos de MDL de energia eólica, sendo um localizado no Nordeste e o outro no Sul do Brasil. Nesse estudo, foram considerados aspectos como o ciclo do projeto, a transferência de tecnologia, as tecnologias ambientais e o desenvolvimento sustentável. Seus achados indicaram que os projetos estudados promoveram a transferência parcialmente exógena de tecnologia e o uso de tecnologias mais limpas, além de contribuírem para o desenvolvimento sustentável de forma relativamente equilibrada entre as dimensões econômica, social e ambiental. Entre os principais cobenefícios identificados, destacaram-se a geração de emprego e renda, o aumento da receita de tributos, a criação de programas socioambientais, o crescimento da economia local, a diversificação da matriz elétrica e a preservação de matas nativas.

Ampliando essa pesquisa, Silva Jr. *et al.* (2013) realizaram análises *ex-ante* e *ex-post* de cinco projetos de MDL de energia brasileiros. Dessa feita, os autores compararam projetos de energia eólica, hidrelétrica e biomassa. Quanto à tecnologia, verificou-se que apenas os projetos eólicos apresentaram transferência parcialmente exógena de tecnologia, enquanto nos projetos hidrelétricos e de biomassa a transferência foi predominantemente endógena. Já em relação ao desenvolvimento sustentável, apenas o projeto de geração de energia por meio de biomassa não

contribuiu para a dimensão social. Assim, os autores concluíram que os projetos eólicos e hidrelétricos, que eram baseados em tecnologias mais limpas, também foram os que geraram cobenefícios econômicos, sociais e ambientais de forma mais equilibrada.

Por fim, em uma análise *ex-ante* sobre a contribuição do MDL para o desenvolvimento sustentável no Brasil, Pereira (2019) afirma que essa contribuição nunca foi uma prioridade para os agentes econômicos que atuam no mercado de carbono no país. Entretanto, o MDL foi relevante para impulsionar a fonte eólica. Além disso, dos nove tipos de projetos de MDL existentes, os projetos eólicos foram os que tiveram melhor desempenho na avaliação feita dos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável. Mesmo assim, os cobenefícios ambientais foram de pouca relevância, enquanto os econômicos e sociais se destacaram. Os cobenefícios econômicos identificados foram a criação de empregos e a contribuição para o desenvolvimento regional. Já os cobenefícios sociais foram a redução da desigualdade e melhoria da qualidade de vida das populações de baixa renda e o treinamento e capacitação sobre a tecnologia utilizada.

#### 2.4 BENEFÍCIOS E IMPACTOS DE PROJETOS DE ENERGIA EÓLICA BRASILEIROS

Embora haja poucas pesquisas focadas nos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável de projetos de MDL de energia eólica brasileiros, há muitos trabalhos que abordam os benefícios e, principalmente, os impactos da energia eólica no Brasil. Assim, a grande maioria da literatura nacional pesquisada tem como foco os impactos sociais, econômicos e ambientais da geração eólica. Os parques e complexos eólicos estudados podem ou não serem também projetos de MDL, o que não influencia as análises realizadas. Mais da metade desses trabalhos realizam análises *ex-post*, utilizando o método de estudo de caso. Quanto ao nível da análise, as pesquisas têm privilegiado os níveis estadual e, principalmente, local. Os estados mais pesquisados são o Ceará, o Rio Grande do Norte e o Piauí. Outra característica comum é a investigação dos impactos junto a moradores de comunidades vizinhas aos parques e complexos (ver Quadro 3).

**Quadro 3 – Síntese dos trabalhos sobre benefícios e impactos da energia eólica no Brasil**

<b>Autor</b>	<b>Tipo de Análise</b>	<b>Foco do Estudo</b>
Brown (2011)	<i>Ex-post</i>	Impactos da geração eólica no desenvolvimento econômico no Ceará
Silva <i>et al.</i> (2013)	Qualitativa (discussão)	Desenvolvimento da energia eólica no Brasil a partir da crise do setor de energia
Simas & Pacca (2013)	Quantitativa (modelagem)	Quantificação de empregos diretos e indiretos gerados pela energia eólica no Brasil
Simas & Pacca (2014)	Quantitativa (modelagem)	Quantificação de empregos diretos e indiretos gerados pela energia eólica no Brasil
Rozendo, Ferraz e Bastos (2014)	<i>Ex-post</i>	Impactos dos parques eólicos sobre terras de reforma agrária no Rio Grande do Norte
Moreira <i>et al.</i> (2015)	<i>Ex-post</i>	Impactos socioambientais e econômicos da energia eólica no interior do Ceará
Costa, R. F. (2015)	<i>Ex-post</i>	Impacto econômico e social da instalação de parques eólicos no Rio Grande do Norte
Ferraz (2015)	<i>Ex-post</i>	Impactos dos parques eólicos sobre terras de reforma agrária no Rio Grande do Norte
Bezerra, M. B. C. (2016)	<i>Ex-post</i>	Percepção socioambiental da comunidade da Pedra do Sal acerca da implantação do Complexo Eólico Delta do Parnaíba, no Piauí
Gorayeb e Brannstrom (2016)	Qualitativa (discussão)	Propostas para gestão participativa de parques eólicos no Ceará
Hofstaetter (2016)	<i>Ex-post</i>	Impactos socioambientais da instalação de parques eólicos no Rio Grande do Norte
Araújo & Moura (2017)	Quantitativa	Análise cienciométrica da literatura científica sobre os impactos causados pela instalação de parques eólicos
Bezerra, M. B. C. <i>et al.</i> (2017)	<i>Ex-post</i>	Percepção socioambiental da comunidade da Pedra do Sal acerca da implantação do Complexo Eólico Delta do Parnaíba, no Piauí
Loureiro, Gorayeb & Brannstrom (2017)	<i>Ex-post</i>	Comparação do processo de implantação de parques eólicos no Brasil (Ceará) e nos EUA (Texas)
Maurício (2017)	<i>Ex-post</i>	Projetos de energia eólica e regulação das condutas territoriais no litoral do Piauí
Pamplona e Fraissat (2017)	Qualitativa (discussão)	Benefícios dos projetos de energia eólica implantados no Nordeste
Costa, M. A. S. <i>et al.</i> (2019)	<i>Ex-post</i>	Impactos socioeconômicos, ambientais e tecnológicos da instalação de parques eólicos no Ceará
Gorayeb, Brannstrom & Meireles (2019)	<i>Ex-ante e Ex-post</i>	Impactos socioambientais da energia eólica no Brasil
Santana Filho (2019)	<i>Ex-ante</i>	Condicionantes socioambientais para instalação de parques eólicos na Bahia
Galvão <i>et al.</i> (2020)	<i>Ex-post</i>	Conexões entre energia eólica, pobreza e sustentabilidade social no semiárido brasileiro
Gonçalves <i>et al.</i> (2020)	Quantitativa (modelagem)	Impacto da energia eólica no mercado de trabalho brasileiro

Fonte: Elaboração própria (2021)

Simas e Pacca (2013, 2014) e Gonçalves *et al.* (2020) tratam principalmente da geração de empregos. Simas e Pacca (2013, 2014) destacam os benefícios da geração de renda e criação de empregos, embora os empregos criados sejam mais numerosos no curto prazo, durante a construção dos parques eólicos. Apesar de menos numerosos, as vagas de longo prazo na operação e manutenção dos parques também representam um cobenefício importante pelo fato de persistirem por toda a vida útil do empreendimento.

Simas e Pacca (2013) argumentam que os benefícios ganham relevo quando as comunidades dentro da área de influência de um parque eólico estão em localidades rurais com poucas oportunidades econômicas, como é o caso na maioria dos parques no Nordeste. Estes autores defendem que a implantação de parques eólicos seja combinada com políticas eficientes de gestão de recursos e de desenvolvimento regional, de forma a aumentar sua contribuição para o desenvolvimento sustentável.

Gonçalves *et al.* (2020) realizaram uma análise quantitativa do impacto da energia eólica no mercado de trabalho brasileiro de 2004 a 2016. Os autores concluíram que a energia eólica pode gerar benefícios sociais significativos ligados ao emprego e aos salários dos trabalhadores, contribuindo para o desenvolvimento local. Relacionaram a instalação de parques ao crescimento do emprego na indústria, na agricultura e na construção. Além disso, verificaram aumento de salários em todos os setores econômicos, considerando também os empregos indiretos e os postos de menor qualificação.

Galvão *et al.* (2020) também afirmam que a energia eólica criou novas oportunidades de trabalho no Rio Grande do Norte, principalmente na construção dos parques eólicos. Nessa fase, as vagas oferecidas exigiam pouca qualificação. Porém, quando a operação se iniciava, os empregos locais eram reduzidos consideravelmente. Além disso, os resultados da pesquisa mostraram que os projetos eólicos não contribuíram para o desenvolvimento sustentável da região onde foram implantados. Essa região possui clima semiárido, sendo marcada pelo atraso econômico, escassez hídrica, pobreza e vulnerabilidade. Com o agravamento da seca na região, a agricultura familiar – que representa o modelo produtivo de sobrevivência daquela população – tem sido muito prejudicada, gerando um empobrecimento ainda maior dessas famílias. Por fim, os autores defendem que, para que os empreendimentos eólicos contribuam efetivamente para o DS, é essencial promover

uma participação mais ampla das comunidades do entorno e uma distribuição dos benefícios econômicos de forma socialmente mais justa.

Araújo e Moura (2017) realizaram análises cienciométricas na literatura brasileira sobre impactos da instalação de parques eólicos e concluíram que a energia eólica ainda não pode ser considerada limpa e sustentável do ponto de vista social e ambiental. Sugerem que sejam feitos debates mais aprofundados sobre o tema, envolvendo as comunidades locais. Os principais benefícios verificados pelos autores na literatura analisada foram: não geração de poluentes; sustentabilidade da fonte; redução das emissões de GEE; geração de menores impactos ambientais do que outras fontes de energia; geração de empregos; atração de turistas; viabilidade econômica; e geração de renda para os proprietários de terras. E os principais impactos negativos identificados foram: ruído; poluição visual; risco de colisão de aves e morcegos com as pás dos aerogeradores; perda de *habitat* de animais terrestres; desmatamento da vegetação local; alteração da paisagem; e alterações hidrostáticas do lençol freático. Vale destacar que a grande maioria dos impactos listados estão ligados à dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável.

Brown (2011) verificou que os parques eólicos geravam benefícios locais limitados no Ceará, como a criação de empregos temporários na fase de construção, o aumento de atividades comerciais e a geração de renda proveniente de aluguéis. No entanto, eles tiveram muitos impactos locais negativos, em especial a obstrução do acesso às áreas de pesca e os danos às casas e infraestrutura locais devido a equipamentos de construção e ao tráfego de caminhões. Os maiores benefícios dos parques eólicos foram encontrados em escala regional: a mitigação da poluição do ar e da água e a criação de empregos, embora os postos de trabalho criados sejam principalmente qualificados ou temporários.

As pesquisas de Moreira *et al.* (2015) e Costa, M. A. S. *et al.* (2019) também tiveram como foco os impactos socioambientais de parques eólicos no Ceará. Moreira *et al.* (2015) observaram como principais impactos a degradação do manguezal que era utilizado como fonte de renda pela comunidade, o ruído e a poluição por resíduos de óleo das torres. Os impactos ambientais e a perda da fonte de renda, associados à expectativa frustrada de geração de emprego local, geraram uma indignação passiva por parte de moradores das comunidades vizinhas aos parques.



Costa, M. A. S. *et al.* (2019) concluíram que os parques eólicos são uma opção de geração de energia com impactos ambientais menores do que outras fontes. Porém, os impactos causados precisam ser minimizados. Os principais impactos socioambientais verificados nessa pesquisa foram: diminuição da fauna e da flora; poeira e fissuras em casas geradas pelo tráfego pesado nas vias de acesso; geração de ruídos, principalmente à noite; e restrição de acesso à área do parque. Quanto aos benefícios, verificou-se o aumento do movimento e do lucro de estabelecimentos comerciais; a abertura de novos empreendimentos; e o crescimento do setor de prestação de serviços, em especial hotéis e pousadas.

Gorayeb e Brannstrom (2016), Loureiro, Gorayeb e Brannstrom (2017) e Gorayeb, Brannstrom e Meireles (2019) também defendem a minimização dos impactos causados pelos parques eólicos no Ceará. No tocante ao processo de implantação dos parques, esses autores criticam a adoção do Relatório Ambiental Simplificado (RAS), ao invés do Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA); a implantação em áreas costeiras; e a falta de políticas que garantam o direito à terra para as populações tradicionais. Eles sugerem que o processo de implantação dos parques seja mais participativo e negociado de forma a beneficiar mais as comunidades da sua área de influência.

Pamplona e Fraissat (2017) acreditam que os benefícios dos projetos de energia eólica implantados no Nordeste alcançam apenas uma pequena parcela da sociedade, e terminam por aumentar as desigualdades socioeconômicas, que já são grandes na região. Os autores afirmam que os maiores beneficiários são os proprietários de terras que arrendam uma pequena parte delas para a instalação dos aerogeradores, recebendo, em 2017, uma renda mensal entre R\$ 1.200,00 e R\$ 1.800,00 por cada aerogerador. Ainda segundo os autores, a ABEEólica estimava que, considerando todo o território nacional, mais de 4.000 famílias recebiam cerca de R\$ 10 milhões por mês pelo arrendamento das suas terras.

Silva *et al.* (2013) destacam a existência de conflitos sociais em algumas áreas de influência de parques eólicos no Nordeste, ligados à apropriação indevida de terras de uso coletivo e à postura de governos locais. Os autores afirmam que, apesar de haver criação de empregos para a comunidade, pela característica de fragilidade socioeconômica destas áreas, os poucos postos ocupados são de baixa qualificação. Por fim, consideram que os esforços feitos para promoção da aceitação da energia

eólica por parte das partes interessadas locais não vêm sendo suficientes e que esta questão se revelará crítica para o desenvolvimento do setor.

Rozendo, Ferraz e Bastos (2014) e Ferraz (2015) pesquisaram os impactos dos parques eólicos Rio do Fogo e Arizona I sobre o assentamento de reforma agrária Zumbi, no Rio Grande do Norte. O foco do estudo foram os conflitos territoriais, que já aconteciam na região desde a construção da estrada e a instalação da energia elétrica, na década de 1980. Com a chegada dos parques eólicos, a empresa responsável e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) estabeleceram acordos de compensação para os assentados. Contudo, na percepção deles, a compensação foi limitada. Segundo os autores, para muitos assentados, o maior legado dos parques eólicos é a desarmonia e desagregação da comunidade.

Costa, R. F. (2015) e Hofstaetter (2016) também pesquisaram os impactos da geração eólica no Rio Grande do Norte, com ênfase em aspectos socioeconômicos. Ambos os autores observaram que os parques têm gerado impactos negativos nos municípios onde se instalam, como a exploração infanto-juvenil, o aumento da criminalidade e a sobrecarga no sistema de saúde, entre outros. Hofstaetter (2016) verificou que os impactos sobre a saúde individual e coletiva dos habitantes dos municípios receptores dos parques eram diversos, desde dores de cabeça e insônia causadas pelo ruído das pás dos aerogeradores até doenças sexualmente transmissíveis. Costa, R. F. (2015) concluiu que o desenvolvimento socioeconômico dos municípios tem ficado aquém do esperado e sugere a atração de indústrias de componentes eólicos para o estado e o compartilhamento da riqueza gerada com esses municípios.

Bezerra, M. B. C. (2016), Bezerra, M. B. C. *et al.* (2017) e Maurício (2017) estudaram os impactos socioambientais da geração eólica sobre a comunidade de Pedra do Sal, no Piauí. Entre as críticas feitas, Bezerra *et al.* (2017) afirmam que os empregos gerados foram transitórios, apenas durante a fase de construção, e insuficientes para atender à demanda daquela localidade. A necessidade de mão de obra qualificada para operar o complexo fez com que profissionais de outras regiões fossem contratados, distanciando os moradores da oportunidade de melhorar sua renda e qualidade de vida.

Foram entrevistados 150 dos 980 moradores da Pedra do Sal e 84,66% deles afirmaram sentir-se incomodados, insatisfeitos ou indignados com o complexo. Na

percepção de quase todos os entrevistados, o complexo gerou vários impactos negativos, principalmente ambientais. Os impactos mais citados foram o ruído provocado pelos aerogeradores, o aumento na emissão de poeira, a modificação da paisagem do litoral, o soterramento de lagoas, a retirada de vegetação e a privatização de áreas que antes eram de livre acesso e uso comum (BEZERRA, M. B. C., 2016; BEZERRA, M. B. C. *et al.*, 2017).

Maurício (2017) pesquisou o impacto referente às terras percebidas como sendo de uso comum pelos moradores de Pedra do Sal. Esse autor concluiu que a expansão da geração eólica pode ameaçar os modos de vida e direitos territoriais das comunidades tradicionais. Como o complexo eólico ocupa grandes áreas territoriais, os moradores dessa comunidade perderam o livre acesso que tinham às terras que passaram a fazer parte da área do empreendimento. Assim, foram proibidos de acessar recursos naturais – basicamente lagoa, duna, mata e mangue – anteriormente utilizados para suas atividades de subsistência, quais sejam a pesca, a caça e o extrativismo. Como consequência, vários moradores adotaram práticas cotidianas de resistência, como o corte e derrubada de cercas, além de formas públicas de ação coletiva, como manifestações de rua e bloqueio de rodovia.

Diante desse tipo de problema, o governo da Bahia publicou, em 01/07/2020, a Instrução Normativa Conjunta SDE/SDR/CDA/PGE Nº 01/2020, que dispõe sobre os procedimentos de regularização fundiária em terras devolutas estaduais com potencial de geração de energia eólica. Dentre os principais objetivos desta normativa, tem-se o aumento da atratividade da Bahia para a implantação de novos empreendimentos deste setor e a promoção do desenvolvimento rural no estado, em especial na região do semiárido. Na regularização fundiária, será dada preferência aos ocupantes, incluindo as comunidades tradicionais e os remanescentes de quilombos existentes nas terras devolutas (BAHIA, 2020). Esse parece ser um bom exemplo a ser seguido por outros estados que visam conciliar o desenvolvimento da energia eólica e a proteção de populações vulneráveis e do meio ambiente.

Santana Filho (2019) analisou o processo de licenciamento ambiental de um complexo eólico composto por três parques, situado no semiárido baiano. O objetivo da pesquisa era avaliar a eficácia das condicionantes socioambientais das licenças prévia, de instalação e de operação dos parques. O licenciamento ambiental é um instrumento de prevenção e fiscalização instituído pela Lei Nº 6.938, que dispõe sobre

a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981). As condicionantes de licença podem ser definidas como condições, restrições e medidas de controle elaboradas pelo órgão ambiental que são incorporadas à licença emitida, de forma a viabilizar a conclusão favorável do processo de licenciamento. Por meio das condicionantes, os empreendedores assumem compromissos visando à minimização ou à compensação dos impactos socioambientais causados pelos empreendimentos.

Santana Filho (2019) constatou que quatro condicionantes se repetiram nas licenças dos parques estudados. Essas condicionantes estavam relacionadas a comunicação social, educação ambiental, controle e monitoramento de ruídos e de material particulado (principalmente poeira). Além disso, grande parte das condicionantes analisadas exigiam a apresentação ou execução de planos e programas ambientais. O autor concluiu que, por meio das condicionantes ambientais da licença, é possível estabelecer obrigações às empresas de energia eólica que visem à prevenção, mitigação e compensação dos impactos ambientais negativos decorrentes da instalação dos parques e complexos.

Santana Filho (2019) ressalta ainda o fato de as áreas mais favoráveis para a geração eólica no estado da Bahia estarem localizadas no semiárido. Como essa região é marcada pela escassez de água e por índices de desenvolvimento humano muito baixos, foi possível identificar uma vulnerabilidade socioambiental grande. Dessa forma, a prevenção, mitigação e compensação dos impactos ambientais negativos torna-se ainda mais necessária.

No semiárido baiano há uma região conhecida como Boqueirão da Onça, de mais de um milhão de hectares de vegetação nativa bem conservada, que possui uma das poucas populações de onça da caatinga e também apresenta grande potencial eólico. Visando conciliar a preservação ambiental e o desenvolvimento econômico, foi criado em 2018 o Parque Nacional do Boqueirão da Onça, com quase 350 mil hectares, e a Área de Proteção Ambiental (APA) do Boqueirão da Onça, com cerca de 500 mil hectares. Na área do Parque Nacional, as únicas atividades que podem ser desenvolvidas são a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico. Entretanto, na APA é permitido desenvolver atividades produtivas, como a geração eólica, mediante licenciamento ambiental (ADEODATO, 2015; BRASIL, 2018a).

Outra ferramenta importante para prevenir, mitigar e compensar impactos ambientais são as reservas ambientais legais. O novo Código Florestal, Lei 12.651/12

define reserva legal como a “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do artigo 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa”. O artigo 12 estabelece o percentual mínimo de 20% da área do imóvel para todas as regiões do Brasil, exceto a Amazônia Legal (BRASIL, 2012).

As reservas legais se caracterizam como um dos mecanismos efetivos no cumprimento da função socioambiental da propriedade, fundamentada na finitude dos recursos naturais. Sua criação protege particularmente a flora e a fauna locais, mas favorece também a preservação do solo e dos recursos hídricos (SANTOS & BERTOLLA, 2019). Assim, a criação de uma reserva ambiental legal dentro de um complexo eólico é uma ação importante no sentido de preservar e conservar os recursos naturais, mantendo o equilíbrio ecológico e a biodiversidade.

## 2.5 OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA AMPLIAÇÃO DOS COBENEFÍCIOS DOS PROJETOS DE MDL

As oportunidades e os desafios para ampliar os cobenefícios gerados pelos projetos de MDL podem se originar dos vários níveis de governança: global, nacional, subnacional e do nível do projeto. Estão relacionados a políticas climáticas e energéticas em todos os níveis e também à atuação do setor privado e da sociedade. Uma síntese dos desafios e oportunidades para ampliar os cobenefícios dos projetos de MDL identificados é apresentada no Quadro 4 a seguir.

**Quadro 4 – Síntese dos desafios e oportunidades para ampliar os cobenefícios dos projetos de MDL por nível**

<b>Nível</b>	<b>Desafios</b>	<b>Oportunidades</b>
Global	1. Queda no preço das CERs 2. Comprometimento da confiança do setor privado no MDL 3. Manter a continuidade entre o MDL e o MDS	1. Novo mecanismo estabelecido no Acordo de Paris (MDS) 2. Governança climática global 3. Agenda 2030 e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
Nacional	4. Atuação da AND (incentivo à participação das partes interessadas e auditoria de cobenefícios)	4. Políticas de mitigação das mudanças climáticas e incentivo às energias renováveis 5. Metas nacionais estabelecidas nas NDCs
Subnacional	5. Conflitos entre os níveis de governo 6. Conflitos entre os interesses dos atores internacionais, nacionais, subnacionais e locais 7. Falta de recursos adequados para estabelecer e implementar políticas	6. Possibilidade de experimentação em relação às políticas climáticas e energéticas
Projeto	8. Oposição de comunidades locais 9. Dificuldades de financiamento	7. Novas formas de financiamento 8. Políticas de RSC 9. Investimento Social Privado (ISP) 10. Possibilidade de conciliar a geração eólica com outras atividades 11. Ganhos de eficiência

Fonte: Elaboração própria (2021)

No nível global, o MDL foi implantado dentro de uma concepção de aprender fazendo, adotada para colocar o mecanismo em funcionamento o mais rápido possível. Então, algumas deficiências em relação às suas regras foram reveladas durante a execução. Entre essas deficiências, pode-se citar a dificuldade de comprovar se as reduções de emissões dos projetos de MDL são realmente adicionais; a contribuição insuficiente para o desenvolvimento sustentável; o baixo nível de envolvimento das comunidades locais na discussão dos impactos e benefícios dos projetos; e a participação mínima dos países menos desenvolvidos (UNFCCC, 2018; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019).

Dessa forma, existem lições a serem aprendidas pelo Conselho Executivo do MDL para melhorar o novo mecanismo global do mercado de carbono que substituirá o MDL. O Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS), que foi estabelecido a partir do Acordo de Paris, deve ser visto como uma grande oportunidade para

implementar um instrumento de política climática que não apenas reduza as emissões de GEE, evitando a contagem dupla, mas também forneça maiores cobenefícios (UNFCCC, 2018; OLSEN, ARENS & MERSMANN, 2017).

Contudo, a própria UNFCCC (2018) afirma que a confiança do setor privado no MDL foi comprometida e agora é necessária alguma segurança e credibilidade de investimentos futuros para o setor apoiar o novo mecanismo de desenvolvimento sustentável. Miguez & Andrade (2019) corroboram essa visão. Afirmam que uma eventual falha em garantir o reconhecimento dos esforços dos desenvolvedores de projetos de MDL comprometeria o princípio da segurança jurídica, ameaçando a adesão ao MDS. Os autores chamam a atenção para a necessidade de uma transição suave entre esses dois mecanismos. A continuidade na transição entre o MDL e o MDS passaria por manter a validade das metodologias já utilizadas e emitir Certificados de Redução de Emissões do novo mecanismo para as atividades de projeto registradas como MDL, entre outras ações.

No entanto, o colapso na demanda pelas CERs nos mercados de carbono, principalmente na Europa, causando a queda no seu preço, representa um grande desafio para qualquer mecanismo de mercado e, portanto, para a geração de cobenefícios. Segundo Ventura *et al.* (2015), enquanto os preços forem os principais atrativos, a contribuição dos mecanismos de mercado para o desenvolvimento sustentável e para o estabelecimento de uma economia de baixo carbono será insuficiente.

Assim, a estratégia do mercado de carbono deve estar associada a estratégias voluntárias, bem como a políticas de comando e controle nos níveis nacional e subnacional. Em 2009, o Brasil, por exemplo, decidiu inserir suas metas voluntárias de redução de emissões de GEE na Política Nacional sobre Mudança do Clima. As estratégias de governança climática global multinível devem se desdobrar de decisões consensuais em nível internacional até ações, políticas e programas em nível local, que devem ser considerados essenciais para essa governança (BRASIL, 2009; VENTURA *et al.*, 2015).

Entre as estratégias voluntárias, estão a Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A Agenda 2030 da ONU é um plano de ação global composto por 17 ODS e 169 metas, visando promover o desenvolvimento sustentável e erradicar a pobreza até 2030. O plano é voltado para governos, sociedade,

empresas, academia e para cada indivíduo. Na Agenda 2030, foram definidos cinco eixos de atuação: planeta, pessoas, prosperidade, paz e parceria. Esses eixos são considerados cruciais para solucionar os problemas socioambientais e atingir a sustentabilidade em todo o mundo. As companhias que integram os ODS nas suas políticas de sustentabilidade e de responsabilidade social – como fez o ADB no caso dos projetos de MDL apoiados pelo Fundo de Carbono Futuro – podem ampliar os cobenefícios gerados (ONU, 2015).

Focando no nível nacional, as Autoridades Nacionais Designadas foram criticadas por não prestarem atenção suficiente aos cobenefícios e ao engajamento das partes interessadas, ou pior, por fazê-lo intencionalmente, a fim de atrair mais investidores de projetos de MDL (OLSEN, 2007; SUN *et al.*, 2010; MORI-CLEMENT, 2019; BENITES-LÁZARO & MELLO-THÉRY, 2019; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019). Estes são desafios para aumentar os cobenefícios que a UNFCCC (2020) abordou parcialmente, ao desenvolver a ferramenta *online* para que os proponentes dos projetos mostrem voluntariamente os cobenefícios gerados; revisar os procedimentos relacionados ao engajamento das partes interessadas; e disponibilizar também *online* todos os documentos relacionados a cada projeto de MDL.

As principais oportunidades neste nível referem-se a políticas e medidas dos governos nacionais que visam favorecer a mitigação das mudanças climáticas e as energias renováveis. Olsen, Arens & Mersmann (2017) afirmam que, no Acordo de Paris, a relação entre o desenvolvimento sustentável e as Contribuições Nacionalmente Determinadas é intrínseca. Além disso, os países latino-americanos agora são obrigados a apresentar metas nacionais através de suas NDCs (BENITES-LAZARO, GREMAUD & BENITES, 2018).

Contudo, Stahlke (2019) verificou que, quanto maior o número de projetos hospedados por um país, menor a quantidade de redução de GEE declarada em suas NDCs. O autor concluiu que, a partir do momento em que os países em desenvolvimento também assumem compromissos de redução, os cobenefícios dos projetos de MDL precisam ser maiores para que continuem atraentes. Assim, o novo mecanismo precisará ser adaptado à situação pós 2020 para ter eficácia.

No nível subnacional, os governos estaduais e municipais podem servir como laboratórios de experimentação em relação às políticas climáticas e energéticas. Eles podem não apenas desenvolver novas soluções independentemente, mas também



experimentar sua implementação. Isso permite o aprendizado de lições necessárias antes que as políticas sejam ampliadas nacionalmente. Um bom exemplo são os esquemas regionais chineses de comércio de emissões de carbono. A China introduziu esses esquemas piloto antes do lançamento de seu sistema nacional de comércio de emissões. Inicialmente, o sistema será limitado ao setor de energia, mas após a conclusão, será o maior mercado de carbono do mundo (JÖRGENSEN, JOGESH & MISHRA, 2015; SCHREURS, 2017).

Esse tipo de governança de clima e energia em vários níveis pode ser uma oportunidade para aumentar os cobenefícios dos projetos de MDL brasileiros, mas, ao mesmo tempo, também apresenta desafios. Um desafio importante é a necessidade de ajustes mútuos de estratégias *top-down* e *bottom-up* desenvolvidas nos níveis nacional e subnacionais. Com tais ajustes, o risco de conflitos intergovernamentais e desalinhamento com as estratégias nacionais pode ser reduzido. Outro desafio que pode ser enfrentado é a falta de recursos adequados e de estruturas de incentivo. Portanto, é necessário algum grau de coordenação central para que haja sinergia entre as políticas e ações (JÖRGENSEN, JOGESH & MISHRA, 2015; SCHREURS, 2017).

Além disso, o apoio aos projetos em nível local pode apresentar desafios, especialmente se os interesses locais não forem considerados na agenda global. Os impactos da governança climática global são difusos e as populações locais não têm se beneficiado o suficiente deles a longo prazo. Atores em nível internacional muitas vezes têm interesses que diferem dos atores em nível nacional ou local. Assim, para ser mais eficaz, o sistema de governança deve ser projetado para refletir seu caráter baseado em rede e de múltiplos níveis e atores (ANDRADE & PUPPIM DE OLIVEIRA, 2014; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019).

Considerando o nível do projeto, um desafio que pode ser enfrentado por alguns empreendimentos é a oposição de comunidades locais à sua instalação e a percepção negativa em relação à sua contribuição para a melhoria das condições de vida dessas comunidades. Em países desenvolvidos, como a Inglaterra, o Canadá e a Dinamarca, vêm sendo observados conflitos de interesse, percepção pública negativa e oposição em relação aos empreendimentos eólicos (AITKEN, 2010; BAXTER *et al.*, 2013; SITRA, 2017). Também no Brasil vários estudos abordando as relações conflituosas entre projetos eólicos e as comunidades vizinhas vêm sendo realizados (BROWN,

2011; SILVA *et al.*, 2013; ROZENDO, FERRAZ & BASTOS, 2014; MOREIRA *et al.*, 2015; COSTA, R. F., 2015; FERRAZ, 2015; BEZERRA, M. B. C., 2016; BEZERRA, M. B. C. *et al.*, 2017; MAURÍCIO, 2017; COSTA, M. A. S. *et al.*, 2019).

Outro desafio intrinsecamente conectado aos níveis nacional e global é o financiamento do projeto. No nível global, há a queda nos preços das CERs e no nacional, o financiamento governamental nem sempre é suficiente. Assim, os desenvolvedores de projetos eólicos podem enfrentar dificuldades de financiamento público e precisar buscar novas fontes e instrumentos de financiamento privado (TORINELLI, SILVA JR. & ANDRADE, 2018).

Nesse cenário, novas formas de financiamento surgem como uma oportunidade relevante. São exemplos dessas novas formas a agenda ESG (do inglês *Environmental, Social and Governance*), o financiamento verde e o financiamento climático. Com o ESG, as decisões de investimentos e concessão de crédito passam a ser influenciadas não apenas pelo lucro a ser gerado para a instituição financeira e seus acionistas (*shareholders*), mas também pelo impacto em todas as partes interessadas (*stakeholders*). Na dimensão ambiental, por exemplo, estão incluídos critérios de avaliação como emissão de carbono, consumo de água e geração de resíduos. (AMBROZIO *et al.*, 2020).

O financiamento climático apresenta foco no deslocamento do fluxo financeiro para atividades com emissão de GEE reduzida. De acordo com Trostmann (2017), os países desenvolvidos fornecem apoio para países em desenvolvimento por meio do Fundo Verde do Clima, mobilizando cerca de US\$ 100 bilhões por ano. A autora identificou uma grande variedade de fundos atuantes no Brasil, sendo 20 nacionais e 28 internacionais.

Por fim, o financiamento verde é o capital direcionado a segmentos com potencial para promover um desenvolvimento ambientalmente sustentável. Dessa forma, os *green bonds* são títulos que oferecem incentivos fiscais para financiar projetos que proporcionam benefícios ambientais (TORINELLI, SILVA JR. & ANDRADE, 2018). Portanto, os projetos de MDL, em especial os de energias renováveis, tendem a ser favorecidos por todas as novas formas de financiamento citadas.

Uma das principais oportunidades para aumentar os cobenefícios no nível do projeto é a implementação de políticas de Responsabilidade Social Corporativa. Benites-Lázaro & Mello-Théry (2017) examinaram a relação entre a implementação de projetos de MDL e a adoção de práticas de RSC na América Latina. A grande maioria dos 593 DCPs do Brasil, México e Peru analisados mencionou atividades de RSC, como a promoção de educação técnica e ambiental e melhorias no acesso a serviços de saúde e serviços básicos, como água potável. As autoras concluíram que essas atividades, na maior parte dos casos, foram implementadas como meio de alcançar aceitação social e legitimidade para os projetos e melhorar a reputação corporativa.

No entanto, ao expandir essa pesquisa, Benites-Lazaro, Gremaud & Benites (2018) conduziram análises *ex-ante* e *ex-post* de projetos de MDL nos mesmos países. Os resultados deste novo estudo revelaram contradições, no caso de algumas empresas, entre as declarações feitas nos DCP e o efeito de suas ações nas comunidades locais e no meio ambiente. Os autores citam exemplos de projetos de MDL registrados que trouxeram sérios impactos negativos às comunidades e prejudicaram o meio ambiente.

Diretamente ligado à RSC, outra oportunidade para aumentar os cobenefícios no nível do projeto, principalmente os sociais, é o Investimento Social Privado (ISP). Segundo o Grupo de Institutos, Fundações e Empresas (GIFE, s.d.), o ISP é “o repasse voluntário de recursos privados de forma planejada, monitorada e sistemática para projetos sociais, ambientais, culturais e científicos de interesse público”. Dessa forma, o ISP se diferencia da filantropia e das ações assistencialistas pela abordagem típica do setor privado, com foco na gestão e nos resultados dos projetos. Outro elemento considerado fundamental pelo GIFE é o envolvimento das comunidades no desenvolvimento desses projetos.

O ISP pode ser estimulado por meio de incentivos concedidos pelo poder público. Com as linhas de crédito para investimentos sociais, as empresas podem se beneficiar de financiamento público, de longo prazo, a custos financeiros baixos, para a execução de seus projetos de responsabilidade social. Assim, em 2006 o BNDES aprovou uma linha de financiamento intitulada “Investimentos Sociais das Empresas”, visando aumentar o grau de responsabilidade social corporativa e promover a

articulação das ações empresariais com as políticas públicas na área social (BNDES, 2006).

Por fim, foram identificadas duas oportunidades no nível do projeto ligadas à área econômica: a possibilidade de conciliar a geração eólica com outras atividades e os ganhos de eficiência dos parques eólicos. Ao estudar o município de Serra do Mel, localizado no Rio Grande do Norte, Sobrinho Jr., Morais e Silva (2020) concluíram que a conciliação da atividade agrícola com a geração eólica é possível. Os autores analisaram mapas de uso e ocupação do solo e verificaram que a instalação dos parques eólicos não provocou mudanças significativas na área agrícola nem na vegetação nativa. Além disso, mais de 80% dos 220 agricultores entrevistados afirmaram que era possível conciliar a atividade agrícola com a eólica, sem maiores repercussões nos lotes rurais nem conflitos aparentes entre os proprietários das terras e os desenvolvedores dos parques.

Poggi, Firmino e Amado (2018), em um estudo realizado em Portugal, também verificaram que o impacto dos parques eólicos no uso e ocupação do solo foi mínimo, tendo sido mantidas as atividades que existiam anteriormente, como a agricultura. Entretanto, os autores chamam atenção para o possível surgimento de um conflito entre as atividades, devido à expansão acelerada da produção de energia renovável nas áreas rurais. Portanto, defendem que sejam definidas estratégias no nível municipal para garantir um zoneamento sustentável das energias renováveis nas áreas rurais.

Além das atividades rurais tradicionais, a geração eólica também pode ser associada à geração por meio de outras fontes de energia, como a solar. Conforme visto, os sistemas híbridos apresentam grandes vantagens. Entre elas estão o aumento do fator de capacidade e da segurança energética; o compartilhamento de terras, instalações e conexões de rede; e a economia nos custos de operação e manutenção (FS-UNEP COLLABORATING CENTRE, 2017; FERRAZ DE ANDRADE SANTOS *et al.*, 2020).

Por fim, quanto aos ganhos de eficiência, o fator de capacidade está diretamente relacionado à eficiência na geração de energia elétrica. Tendo o Brasil o maior fator de capacidade eólica do mundo, os parques eólicos do país, em especial os localizados no Nordeste, apresentam ganhos de eficiência justificados pela velocidade e constância dos ventos. O desenvolvimento de tecnologia nacional, com adaptação

tecnológica para as circunstâncias locais, pode aumentar ainda mais a eficiência das turbinas eólicas (FERRAZ DE ANDRADE SANTOS *et al.*, 2020).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos que permitiram o alcance dos objetivos da tese por meio da organização, coleta, tratamento e análise dos dados. A definição dos procedimentos metodológicos da pesquisa é uma etapa fundamental para dar robustez à análise dos dados coletados. Assim, esta pesquisa privilegia estratégias e técnicas de pesquisa qualitativa, tendo sido dado um tratamento quantitativo aos dados coletados, o qual serviu de apoio para a análise qualitativa. Os procedimentos metodológicos adotados estão estruturados de acordo com as cinco fases sistematizadas no Quadro 5 e descritas nas seções a seguir.

**Quadro 5 – Fases da Pesquisa**

<b>Primeira Fase: Pesquisa Documental</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levantamento do estado da arte da literatura nacional e internacional, especialmente no que tange ao setor de energia eólica, aos projetos de MDL e aos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável;</li> <li>2. Pesquisa documental em bancos de dados, especialmente da ABEEOLICA e o <i>CDM Pipeline</i>;</li> <li>3. Mapeamento dos projetos e atores-chave do setor de energia eólica no Brasil.</li> </ol>
<b>Segunda Fase: Modelo de Análise da Pesquisa</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construção do modelo de análise da pesquisa (<i>framework</i>) para operacionalização das demais fases;</li> <li>2. Elaboração do instrumento de coleta de dados (roteiro de entrevista) a partir do modelo de análise construído e realização de pré-teste.</li> </ol>
<b>Terceira Fase: Análise Ex-ante</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definição de critérios para seleção da amostra de 50 projetos de MDL de energia eólica localizados no Nordeste;</li> <li>2. Construção do banco de dados com os 50 projetos selecionados;</li> <li>3. Elaboração do perfil dos 50 projetos de MDL de energia eólica;</li> <li>4. Avaliação dos cobenefícios declarados nos DCPs, usando o instrumento de coleta de dados;</li> <li>5. Análise <i>ex-ante</i> dos cobenefícios declarados nos 50 DCPs.</li> </ol>
<b>Quarta Fase: Análise Ex-post</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definição de critérios para seleção da amostra de 10 projetos de MDL de energia eólica do Nordeste visitados;</li> <li>2. Seleção da amostra, com base nos critérios definidos;</li> <li>3. Elaboração do perfil dos 10 projetos de MDL visitados;</li> <li>4. Pesquisa de campo, com visita técnica e entrevista com os gestores desses projetos;</li> <li>5. Análise <i>ex-post</i> dos cobenefícios percebidos pelos gestores dos projetos.</li> </ol>
<b>Quinta Fase: Oportunidades e Desafios</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comparação entre as análises <i>ex-ante</i> dos 50 e dos 10 projetos estudados;</li> <li>2. Comparação entre as análises <i>ex-ante</i> e <i>ex-post</i>;</li> <li>3. Identificação, categorização e análise das oportunidades e desafios para ampliação dos cobenefícios gerados.</li> </ol>

Fonte: Elaboração própria (2021)

### 3.1 PRIMEIRA FASE: PESQUISA DOCUMENTAL

A primeira fase tem um caráter empírico exploratório, com o propósito de subsidiar a construção de um modelo analítico adequado para atingir os objetivos da tese (na segunda fase). Para coletar e analisar dados secundários foram utilizados recursos tradicionais de pesquisa (literatura acadêmica especializada; *working papers*, diagnósticos, relatórios e documentos institucionais, material de imprensa, portais institucionais etc.), bem como planilhas em Excel e os DCPs dos projetos pesquisados. Visando garantir amplo acesso à literatura acadêmica nacional e internacional, foram pesquisados diversos bancos de dados bibliográficos focados no armazenamento e gestão de artigos científicos, como por exemplo Scopus, Compendex, Scielo, *Web of Science*, *Google Scholar* e *ScienceDirect*.

Foi feita, então, uma revisão aprofundada da literatura, com foco nos temas em estudo, especialmente no que tange às mudanças climáticas, mercado de carbono, setor de energia, energias renováveis, energia eólica, projetos de MDL e seus cobenefícios para o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, foi possível alcançar o primeiro objetivo específico desse trabalho, qual seja, de discutir o papel e o status da energia eólica no mundo, considerando os desafios impostos pelas mudanças climáticas. Vale ressaltar que a pesquisa bibliográfica continuou sendo feita ao longo de todo o trabalho, no intento de incluir a produção acadêmica mais recente.

Nesta fase, foi realizada também uma pesquisa documental em documentos institucionais e bancos de dados. Os principais documentos utilizados foram boletins de dados anuais e relatórios técnicos de entidades como o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a Associação Brasileira de Energia Eólica (Abeeólica), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Os bancos de dados de maior relevância para esta pesquisa foram fornecidos pela Abeeólica (2020) e pela UNEP DTU *Partnership* (2020), ambos na forma de planilhas em Excel.

A partir do banco de dados da Abeeólica (2020) – que inclui diversas informações sobre todos os parques e complexos eólicos no Brasil – foi possível não apenas coletar dados fundamentais sobre cada um dos projetos visitados, como também mapear o setor de energia eólica, traçando o perfil dos empreendimentos e

identificando os atores-chave do setor no Brasil. Assim, foi alcançado o segundo objetivo específico.

O banco de dados da UNEP DTU *Partnership* (2020), intitulado *CDM Pipeline*, apresenta informações atualizadas sobre todos os projetos de MDL no mundo, seus proponentes, suas características e até mesmo os compradores dos créditos de carbono. A partir desse banco de dados, todos os projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro foram identificados e na terceira fase da pesquisa uma amostra desses projetos foi selecionada para estudo.

Vale ressaltar que a escolha de focar apenas parques ou complexos eólicos que tiveram projetos de MDL submetidos – embora estes sejam menos numerosos – se justifica pela relevância em termos de potência instalada e pela possibilidade de acesso aos documentos de concepção dos projetos no *site* da UNFCCC. Também é relevante para a pesquisa a obrigatoriedade de declarar nos DCPs os cobenefícios a serem gerados. Dessa forma, viabiliza-se a análise *ex-ante*, que é baseada na pesquisa documental feita nos DCPs. Por consequência, viabiliza-se também a comparação entre as análises *ex-ante* e *ex-post*, sendo a última baseada na pesquisa de campo.

### 3.2 SEGUNDA FASE: MODELO DE ANÁLISE DA PESQUISA

A segunda fase foi dedicada à construção dos modelos analíticos e elaboração dos instrumentos de coleta de dados. Foi construído um quadro teórico-metodológico de referência, a partir da análise dos dados coletados durante a pesquisa exploratória e do aprofundamento da revisão da literatura especializada (nacional e estrangeira), para a operacionalização das demais fases da pesquisa. Visando alcançar os objetivos deste trabalho, foram construídos dois modelos para traçar o perfil dos parques eólicos localizados no Nordeste brasileiro que são também projetos de MDL; e outro modelo para analisar os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável declarados nos DCPs e percebidos pelos gestores na pesquisa de campo (análises *ex-ante* e *ex-post*).

O modelo analítico utilizado para traçar o perfil dos 50 projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro foi criado prioritariamente com base nos dados disponíveis no *CDM Pipeline* e, secundariamente, na planilha da ABEEólica e nos



próprios documentos de concepção dos projetos. Assim, foram estabelecidos os seguintes indicadores para traçar o perfil dos projetos: sua localização; seu histórico perante a UNFCCC; os atores-chaves envolvidos (desenvolvedores dos projetos, consultores dos DCPs e fornecedores das turbinas eólicas); além de dados técnico-financeiros, como investimento, capacidade instalada, quantidade de aerogeradores e a redução anual média estimada de GEE (ver Quadro 6).

**Quadro 6 – Modelo de análise do perfil dos 50 projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro analisados**

<b>Perfil dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro</b>	<b>Critérios</b>	<b>Indicadores</b>
	Localização	Estado da Federação
	Histórico	Ano de submissão do DCP à UNFCCC
		Ano do registro pela UNFCCC
		Ano do início do 1º período de crédito
	Atores-chave	Desenvolvedor do projeto
		Consultor do DCP
		Fornecedor do aerogerador
	Dados técnico-financeiros	Quantidade de aerogeradores
		Capacidade instalada (MW)
Investimento (MUS\$)		
Redução anual média estimada de GEE (tCO <sub>2e</sub> )		

**Fonte:** Elaboração própria (2021)

Já o modelo de análise utilizado para traçar o perfil dos 10 projetos visitados precisou de algumas modificações para melhor adaptação à pesquisa de campo e aos dados coletados. Dessa forma, para traçar o perfil dos 10 projetos, foram incluídos os seguintes indicadores: título do projeto, ano de entrada em operação e potência da turbina. E foram excluídos os indicadores ano do registro pela UNFCCC, ano do início do 1º período de crédito e investimento. A exclusão do indicador investimento se deveu à dificuldade de acesso aos dados financeiros reais, no caso de alguns projetos. Já no que se refere à potência dos aerogeradores, foi a observação de diferenças significativas entre os projetos que levou à inclusão desse indicador (ver Quadro 7).

**Quadro 7 – Modelo de análise do perfil dos 10 projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro analisados**

Perfil dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro	Critérios	Indicadores
	Identificação	Título do projeto
	Localização	Estado da Federação
	Histórico	Ano de submissão do DCP à UNFCCC
		Ano de entrada em operação
	Atores-chave	Desenvolvedor do projeto
		Consultor do DCP
		Fornecedor do aerogerador
	Dados técnico-financeiros	Quantidade de aerogeradores
		Capacidade instalada (MW)
Potência da turbina (MW)		
Redução anual média estimada de GEE (tCO <sub>2e</sub> )		

Fonte: Elaboração própria (2021)

O modelo criado para analisar os cobenefícios declarados e percebidos dos projetos estudados teve como fundamentação principal a ferramenta aprovada na 70ª reunião do Conselho Executivo do MDL, no final de 2012. Esta ferramenta, intitulada *Sustainable Development Co-benefits Tool* ou *SD Tool* (UNFCCC, 2012b), foi disponibilizada a partir de 2013 no *site* da UNFCCC. A *SD Tool* permite que os desenvolvedores dos projetos avaliem voluntariamente os cobenefícios gerados utilizando indicadores mais detalhados do que os estabelecidos anteriormente.

Na verdade, a ferramenta consiste essencialmente em uma série de perguntas abrangentes sobre os cobenefícios gerados. A cada pergunta corresponde um indicador, que são agrupados em critérios. Os critérios, por sua vez, são agrupados nas três grandes dimensões da sustentabilidade. Assim, a dimensão ambiental é composta pelos critérios ar, terra, água e recursos naturais; a dimensão social pelos critérios empregos, saúde e segurança, educação e bem-estar; e a econômica por crescimento, energia e transferência de tecnologia. Entretanto, o modelo analítico elaborado para a presente pesquisa agregou à ferramenta da UNFCCC os indicadores definidos por Fernández (2014) e Paiva (2015), tornando-a ainda mais abrangente.

É importante esclarecer algumas limitações da ferramenta da UNFCCC e do modelo adotado. O primeiro esclarecimento refere-se ao uso do termo terra, ao invés de solo. Na elaboração do modelo, optou-se por ser o mais fiel possível à tradução literal da *SD Tool*, que usa a palavra *land*, ao invés de *soil*. O segundo ponto a ser esclarecido refere-se ao agrupamento dos indicadores nas dimensões ambiental,

social e econômica. Esta escolha foi feita principalmente para facilitar o entendimento e a sistematização e análise dos dados coletados, porém também pode acarretar dificuldades. Alguns indicadores poderiam estar inseridos em mais de uma dimensão, como por exemplo a melhoria do acesso à energia, a criação de novos postos de trabalho e a redução do risco de deslizamentos de terra. Contudo, vale lembrar que o conjunto desses indicadores visa avaliar a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável como um todo.

A partir do modelo analítico construído, foi elaborado e testado o principal instrumento de coleta de dados para a realização da pesquisa (ver Apêndice B). Com esse instrumento, os cobenefícios foram avaliados utilizando uma escala com três graus de contribuição para cada indicador constante do modelo de análise: '+1' (mais um), '0' (zero) e '-1' (menos um). Logo, os projetos deveriam ser pontuados com '+1' (mais um) para cada indicador com uma contribuição para o desenvolvimento sustentável; com '0' (zero) quando não fosse declarada ou percebida a contribuição; e com '-1' (menos um) se fosse declarada ou percebida uma contribuição negativa do projeto para o dado indicador. Embora o foco desta pesquisa sejam os co-benefícios dos projetos de MDL de energia eólica, como qualquer outra atividade econômica, eles também geram impactos negativos. Por exemplo, na fase de construção ocorre a geração de poeira e o aumento do tráfego na região, enquanto na fase de operação há o aumento do ruído e o risco de colisão de pássaros com as pás das turbinas.

Dessa forma, foi possível quantificar os dados qualitativos constantes do modelo de análise dos cobenefícios. Foram estabelecidos 84 indicadores, mas como 3 deles só poderiam ser pontuados com '-1', cada parque ou complexo eólico poderia ter uma pontuação máxima hipotética de 81 pontos. Esta pontuação é hipotética devido à abrangência do modelo de análise, desenvolvido para qualquer tipo de projeto de MDL. Então existe a possibilidade de alguns indicadores estabelecidos não serem aplicáveis a projetos de MDL de energia eólica. A pontuação máxima de cada critério é igual ao número de indicadores que o compõem. Por exemplo, o critério de melhoria da qualidade do ar possui 9 indicadores de cobenefício; portanto, sua pontuação máxima é de 9 pontos, o que equivale a 11,11% da pontuação máxima de um parque eólico (ver Quadro 8).

**Quadro 8 – Modelo de análise dos cobenefícios e pontuação máxima**

Dimensões	Critérios / Indicadores	Pontuação máxima de um projeto	% da pontuação máxima
<b>Ambiental</b>	<b>Ar</b> Redução das emissões de: óxidos de enxofre (SOx); óxidos de nitrogênio (NOx); cinzas; material particulado (MP); poeira; compostos orgânicos voláteis não metânicos; ruído; odores; outros.	9	11,11%
	<b>Terra</b> Prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos no final da vida útil; Produção ou utilização de composto orgânico; Produção ou utilização de nutrientes do solo; Uso de tecnologia ecoeficiente de irrigação; Uso de medidas para prevenir a erosão ou salinização do solo; Prática de cultivo mínimo; Outras melhorias.	7	8,64%
	<b>Água</b> Melhoria da gestão ou controle de águas residuais; Economia ou conservação de água; Melhoria da confiabilidade e acessibilidade do abastecimento de água para a comunidade; Garantia à comunidade de água potável através de purificação da fonte existente ou de fonte limpa; Melhoria da qualidade da água dos corpos hídricos; Outras melhorias.	6	7,41%
	<b>Recursos naturais</b> Proteção ou melhoria: da gestão dos recursos minerais; dos biomas; da diversidade da flora e fauna; do manejo das florestas; Outras melhorias.	5	6,17%
	<b>Total da Dimensão Ambiental</b>	<b>27</b>	<b>33,33%</b>
<b>Social</b>	<b>Empregos</b> Criação de: novos postos de trabalho em longo prazo; novos postos de trabalho em curto prazo (durante a implantação); novas fontes de geração de renda; outras oportunidades de emprego.	4	4,94%
	<b>Saúde e segurança</b> Redução ou prevenção: de doenças; de acidentes ou incidentes; Redução do risco: à saúde causado pela poluição dos ambientes internos; de deslizamentos de terra; de incêndio ou explosão; Redução da criminalidade; Melhoria: da segurança alimentar; dos serviços de saúde oferecidos às comunidades; do saneamento básico e do gerenciamento de resíduos; Outras melhorias.	10	12,34%
	<b>Educação</b> Fornecimento de cursos de formação relacionados com o trabalho; Aprimoramento da qualidade dos serviços educacionais; Difusão de conhecimentos relacionados ao projeto; Outros benefícios.	4	4,94%
	<b>Bem-estar</b> Melhoria das condições de trabalho; Contribuição para o desenvolvimento rural/das comunidades; Atenuação da pobreza; Melhoria da distribuição de riqueza ou geração de renda para a comunidade; Aumento das receitas municipais; Empoderamento das mulheres; Redução do tráfego; Promoção	15	18,52%

Dimensões	Crerios / Indicadores	Pontuação máxima de um projeto	% da pontuação máxima
	da harmonia e coesão social; Criação de oportunidades, mecanismos ou ferramentas para responder às necessidades das partes interessadas locais; Compartilhamento de forma equitativa da receita dos créditos de carbono; Percepção positiva por parte dos atores locais sobre a contribuição do projeto para melhoria das condições de vida; Redução da migração na área de influência do projeto; Cuidado com crianças e pessoas em situação vulnerável; Inclusão de grupos vulneráveis em discussões/atividades do projeto; Outros benefícios.		
	<b>Total da Dimensão Social</b>	<b>33</b>	<b>40,74%</b>
<b>Econômica</b>	<b>Crescimento</b> Realização de novo investimento econômico como resultado do projeto; Propiciação do início de novas atividades industriais ou comerciais; Criação e manutenção de nova infraestrutura; Geração de ativo relevante para a empresa; Aumento da eficiência das atividades produtivas existentes; Redução dos custos de produção ou de serviços; Criação de novas oportunidades de negócios; Aumento do turismo local; Outros benefícios.	9	11,11%
	<b>Energia</b> Melhoria da cobertura/disponibilidade do fornecimento de energia; Melhoria do acesso à energia; Aumento da acessibilidade ou confiabilidade da energia; Redução da dependência de fontes externas de energia; Promoção de utilização sustentável da energia; Outras melhorias.	6	7,41%
	<b>Transferência de tecnologia</b> Introdução, desenvolvimento ou difusão: de tecnologia importada; de novas tecnologias locais; Adaptação de novas tecnologias para as circunstâncias locais; Atividades que constroem know-how para o desenvolvimento de novas tecnologias; Envolvimento das universidades locais ou centros de investigação para o desenvolvimento, utilização ou difusão de tecnologia; Outros benefícios.	6	7,41%
	<b>Total da Dimensão Econômica</b>	<b>21</b>	<b>25,93%</b>
<b>Pontuação Máxima</b>		<b>81</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de UNFCCC (2012b), Fernández (2014) e Paiva (2015).

Nota-se que a dimensão social possui a maior pontuação máxima (33 pontos, equivalente a 40,74% do total), seguida pela ambiental (27 pontos, 33,33%) e, finalmente, econômica (21 pontos, 25,93%). Isto se deve ao fato de a dimensão social possuir o maior número de indicadores, principalmente dentro dos critérios “Bem-estar” (15 indicadores) e “Saúde e segurança” (10 indicadores). Este peso maior dado à dimensão social no modelo se justifica por dois motivos: 1) os projetos de MDL são hospedados apenas em países menos desenvolvidos, que costumam enfrentar sérios

problemas sociais; 2) estudos realizados anteriormente detectaram uma tendência a menores contribuições dos projetos de MDL para esta dimensão (UNFCCC, 2012a; FERNÁNDEZ *et al.*, 2012; FERNÁNDEZ, 2014; PAIVA, 2015; PAIVA *et al.*, 2015; LAZARO & GREMAUD, 2017).

Além do instrumento de coleta de dados para a análise de cobenefícios apresentado no Apêndice B, foi elaborado também um instrumento de coleta de dados sobre o setor eólico (ver Apêndice C). Esse instrumento consiste em um roteiro de entrevista semiestruturado sobre as principais oportunidades e desafios do setor eólico no Brasil e no Nordeste. Os dados coletados por meio desse instrumento foram utilizados na fase de identificação das oportunidades e desafios para ampliação dos cobenefícios dos projetos.

### 3.3 TERCEIRA FASE: ANÁLISE *EX-ANTE*

A terceira fase se baseou na pesquisa documental dentro dos DCPs dos projetos selecionados. Os objetivos específicos atingidos nesta fase da pesquisa foram o terceiro e o quarto: evidenciar o perfil dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste a partir de uma amostra selecionada; e identificar, avaliar e analisar os cobenefícios declarados em cada DCP.

Para seleção da amostra, inicialmente foi estabelecido o critério de possuir o status de “registrado” pelo Conselho Executivo do MDL em maio de 2016. Naquela época, de acordo com o *CDM Pipeline*, existiam 54 projetos de MDL de energia eólica no Nordeste, sendo 47 registrados, 6 com validação terminada e 1 em validação. No entanto, no início da quarta fase, durante a seleção da amostra dos projetos a serem visitados, enfrentou-se dificuldade em contatar algumas empresas e agendar visitas a 10 projetos pertencentes à amostra dos 47 registrados. Assim, foram incluídos na pesquisa de campo – e conseqüentemente também na pesquisa documental – 3 projetos com status diferente de “registrado”, sendo 2 em validação e 1 com validação terminada. Então, foi construído um banco de dados dos 50 projetos selecionados, na forma de planilhas em Excel. E posteriormente, usando o modelo de análise mostrado no Quadro 6, foi dado um tratamento estatístico para a elaboração do perfil desses projetos.

O próximo passo foi a realização da pesquisa documental nos DCPs. Estes documentos foram a fonte de coleta dos dados secundários referentes aos cobenefícios declarados. De acordo com o modelo de DCP exigido pela UNFCCC, na Seção "A.2. *Description of the project activity*", os proponentes dos projetos precisam declarar como esses deverão contribuir para o desenvolvimento sustentável. Então, tomando como base os cobenefícios declarados, foi usado o instrumento de coleta de dados criado para avaliá-los e pontuá-los de acordo com o modelo de análise dos cobenefícios (Quadro 8). Ao fazer isso, foi possível realizar a análise *ex-ante* dos cobenefícios declarados nos 50 DCPs.

### 3.4 QUARTA FASE: ANÁLISE *EX-POST*

Na quarta fase, foram realizadas a pesquisa de campo e a análise *ex-post*. A pesquisa de campo permitiu alcançar o objetivo específico de descrever 10 projetos representativos da realidade dos projetos de MDL de energia eólica estudados e analisar os cobenefícios percebidos pelos seus gestores.

A análise *ex-post* realizada nesta fase é particularmente importante para obter resultados mais próximos da realidade, pois pode haver mudanças no projeto e na sua contribuição para o desenvolvimento sustentável, por várias razões. Às vezes, os desenvolvedores dos projetos os vendem a outras empresas, os empreendedores podem ter uma política de responsabilidade social e ambiental mais ou menos consistente, os órgãos ambientais podem ser mais ou menos exigentes do que se esperava, a instituição financiadora pode incentivar ou exigir contrapartidas, entre outras possibilidades.

Para a realização da pesquisa de campo, foram selecionados 10 projetos com base em critérios predefinidos. Para que a amostra selecionada fosse representativa do setor de energia eólica do nordeste brasileiro e seus cobenefícios fossem os maiores possíveis, foram definidos os critérios de localização e tempo de implantação. Os projetos visitados estão localizados prioritariamente nos estados onde a produção eólica vem sendo mais destacada: Rio Grande do Norte, Bahia e Ceará. O outro critério importante foi o ano de entrada em operação dos projetos. Foram privilegiados projetos que estavam em operação há pelo menos dois anos. Ao fazer isso, esperava-se que os cobenefícios gerados fossem maiores, resultando em lições mais relevantes

a serem aprendidas para o MDS, mecanismo que substituirá o MDL. Os projetos visitados são apresentados no Quadro 9, com a sua localização, as empresas gestoras e os cargos dos empregados entrevistados.

**Quadro 9 – Projetos de MDL visitados**

Nº	Projetos	EF	Municípios	Empresas	Informantes
1	Complexo Eólico União dos Ventos	RN	Pedra Grande e São Miguel do Gostoso	Serveng	Engenheiro de Operação
2	Complexo Eólico Asa Branca	RN	João Câmara, Jandaíra e Parazinho	Contour Global	Líder do <i>site</i> / Técnico de Meio Ambiente
3	Parque Eólico Rio do Fogo	RN	Rio do Fogo	Iberdrola	Suporte Técnico de Operação e Manutenção/ Auxiliar Administrativo
4	Complexo Eólico Alto Sertão	BA	Caetité, Guanambi, Pindaí e Igaporã	Renova	Engenheiro de O&M / Analista de Comunicação / Diretor vice-presidente de sustentabilidade
5	Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas	BA	Brotas de Macaúbas	Statkraft	Consultor Ambiental
6	Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul	BA	Morro do Chapéu, Cafarnaum, Bonito e Mulungu do Morro	Enel	Supervisor de Elétrica
7	Parque Eólico Dunas de Paracuru	CE	Paracuru	Alfa	Diretor de Projetos
8	Complexo Eólico Trairi	CE	Trairi	Tractebel (Engie)	Engenheiro de Operação
9	Complexo Eólico Santos	CE	Trairi	Santos/ Cúbico	Gerente de Operação
10	Complexo Eólico Delta do Parnaíba	PI	Parnaíba	Omega	Gestora de Responsabilidade Social

Fonte: Elaboração própria (2021)

Durante a pesquisa de campo, os principais dados primários foram coletados por meio da observação direta da realidade em análise e das entrevistas direcionadas com atores-chave, principalmente os gestores dos parques eólicos visitados, e eventualmente especialistas do setor eólico e consultores, entre outros. Secundariamente, também foram coletados dados primários por meio da participação na agenda de debates, em palestras e seminários sobre a temática em estudo.

Vale ressaltar que, no contato inicial com as empresas, foi solicitada a realização de entrevista com o principal gestor responsável pelo parque ou complexo como um todo, no intuito de que o entrevistado tivesse o maior conhecimento possível sobre as



diversas áreas abordadas no instrumento de coleta de dados. A solicitação foi atendida nos casos das entrevistas realizadas com ocupantes dos cargos de Líder do *site*, Diretor de Projetos, Engenheiro de Operação, Engenheiro de Operação e Manutenção (O&M), Gerente de Operação e Suporte Técnico de Operação e Manutenção. Entretanto, nem sempre isso foi possível, devido a contratempos diversos com alguns dos gestores designados para serem entrevistados. Dessa forma, em três projetos, foram entrevistados ocupantes de outros cargos.

Durante as entrevistas, além do instrumento de coleta de dados para a análise de cobenefícios apresentado no Apêndice B, foi aplicado também o instrumento de coleta de dados sobre o setor eólico (Apêndice C). Considerou-se que os gestores podem ser vistos como especialistas no setor eólico. Ademais, foi aplicado também a outros especialistas do setor eólico, como a Presidente da Abeeólica e consultores de empresas. Os dados coletados por meio desse instrumento foram utilizados na quinta fase da pesquisa.

Visando melhor entendimento e sistematização, foram elaborados os perfis dos 10 projetos de MDL visitados, que são apresentados na seção 4.2.1, antes da análise individual de cada projeto. A seguir, foi feita a descrição de cada projeto de MDL e a análise dos cobenefícios declarados e percebidos pelos gestores entrevistados usando o instrumento de coleta de dados criado para tal. As entrevistas foram gravadas e transcritas e são a principal fonte de dados consultada para esta análise. Além disso, foram utilizados dados secundários sobre os projetos e suas empresas gestoras. Além de reportagens, artigos acadêmicos, dissertações e teses sobre os projetos, documentos como relatórios de sustentabilidade, *sites* institucionais, EIA/RIMA, licenças ambientais, entre outros foram sempre buscados. Em alguns casos, no entanto, certos documentos não existiam ou não estavam disponíveis. O Quadro 10 apresenta os principais documentos consultados em cada projeto.

**Quadro 10 – Documentos consultados por projeto visitado**

<b>Nº</b>	<b>Projetos</b>	<b>Principais documentos consultados</b>
1	Complexo Eólico União dos Ventos	Relatório de sustentabilidade; <i>site</i> institucional; banco de dados da Abeeólica; boletim do ONS; documento da ANEEL
2	Complexo Eólico Asa Branca	Relatório anual; <i>site</i> institucional; banco de dados da Abeeólica; informativo do complexo
3	Parque Eólico Rio do Fogo	Relatório de sustentabilidade; <i>site</i> institucional; banco de dados da Abeeólica; artigo e dissertações sobre o parque
4	Complexo Eólico Alto Sertão	Relatório anual e de sustentabilidade; <i>site</i> institucional; banco de dados da Abeeólica; licença ambiental; livro <i>Plantas Medicinais: saberes tradicionais</i>
5	Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas	Relatório anual; <i>site</i> institucional; banco de dados da Abeeólica; licenças ambientais
6	Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul	Relatório de sustentabilidade; <i>sites</i> institucionais; banco de dados da Abeeólica; boletim do ONS; documento da ANEEL
7	Parque Eólico Dunas de Paracuru	<i>Site</i> institucional; banco de dados da Abeeólica; relatório de verificação independente de informações não financeiras
8	Complexo Eólico Trairi	Relatório de sustentabilidade; relatório integrado; <i>sites</i> institucionais; banco de dados da Abeeólica; RIMA
9	Complexo Eólico Santos	<i>Sites</i> institucionais; banco de dados da Abeeólica; RIMA
10	Complexo Eólico Delta do Parnaíba	Relatório de sustentabilidade; <i>site</i> institucional; banco de dados da Abeeólica; documento da ANEEL; artigos e dissertação sobre o complexo

Fonte: Elaboração própria (2021)

O nível de detalhamento da análise de cada projeto variou principalmente em razão da quantidade de cobenefícios gerados; da eloquência e do conhecimento dos entrevistados acerca desses cobenefícios; e da quantidade de documentos que foi possível consultar. Assim, a análise do complexo Alto Sertão, por exemplo, ficou bem mais extensa do que as análises dos complexos Cristal e Serra Azul e do parque Dunas de Paracuru.

### 3.5 QUINTA FASE: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Na quinta fase, os resultados da terceira e quarta fases foram comparados. Assim, foi possível alcançar o sexto objetivo específico, o de confrontar os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável declarados nos DCPs (análise *ex-ante*) com os percebidos pelos gestores após a implantação dos projetos (análise *ex-post*) e identificar eventuais lacunas. Com base nos desempenhos dos projetos pesquisados e na comparação entre as análises, foi possível analisar as

oportunidades e desafios para ampliação dos cobenefícios gerados pelos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro, que é o objetivo geral da presente pesquisa.

Inicialmente, os cobenefícios declarados nos DCPs da amostra de 50 projetos foram comparados com os declarados nos DCPs dos 10 projetos visitados, visando observar semelhanças e discrepâncias entre as análises *ex-ante*. Em seguida, foi realizada a comparação entre as análises *ex-ante* e *ex-post*, ou seja, entre os cobenefícios declarados nos DCPs e os percebidos pelos gestores (ver seção 4.3).

E então foi possível atingir o objetivo específico sete, qual seja, de identificar e categorizar as oportunidades e os desafios para ampliação dos cobenefícios dos projetos de energia eólica pesquisados. A literatura estudada e os resultados obtidos foram as bases para atingir não somente o objetivo específico sete, como também o objetivo geral da tese. Os principais resultados utilizados nessa fase foram os dados coletados sobre as oportunidades e desafios do setor eólico e os cobenefícios percebidos na análise *ex-post*. A categorização foi realizada levando em consideração as dimensões político-institucional, ambiental, social e econômica, em conjunto com os diversos níveis de governança climática: global, nacional, subnacional e o nível do projeto.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS<sup>14</sup>

---

Neste capítulo, são apresentados os resultados da pesquisa realizada, culminando na análise das oportunidades e dos desafios para ampliação dos cobenefícios dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro (seção 4.4). Inicialmente, na seção 4.1, expõe-se os resultados da análise documental, quais sejam o perfil dos 50 projetos de MDL analisados e os cobenefícios declarados nos DCPs. A seção 4.2 apresenta uma breve caracterização dos 10 projetos escolhidos para realização da pesquisa de campo e a descrição e análise dos cobenefícios de cada um deles. E na seção 4.3 é feita uma síntese da comparação entre os cobenefícios declarados e percebidos.

### 4.1 COBENEFÍCIOS DECLARADOS NOS 50 PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA DO NORDESTE BRASILEIRO

Nesta seção, são apresentados os resultados da análise *ex-ante*, que inclui o perfil dos 50 projetos de MDL de energia eólica analisados e a análise dos cobenefícios declarados nos documentos de concepção desses projetos. O perfil dos projetos foi traçado utilizando o modelo de análise exposto no Quadro 6, enquanto a análise dos cobenefícios utilizou o modelo apresentado no Quadro 8.

#### 4.1.1 Perfil dos 50 Projetos

O perfil dos projetos de MDL de energia eólica foi traçado levando em consideração alguns critérios, como a localização, o histórico, os atores-chave e dados técnico-financeiros. As características predominantes dos projetos são

---

<sup>14</sup> Partes do conteúdo desse capítulo foram publicadas nos seguintes artigos frutos da tese:

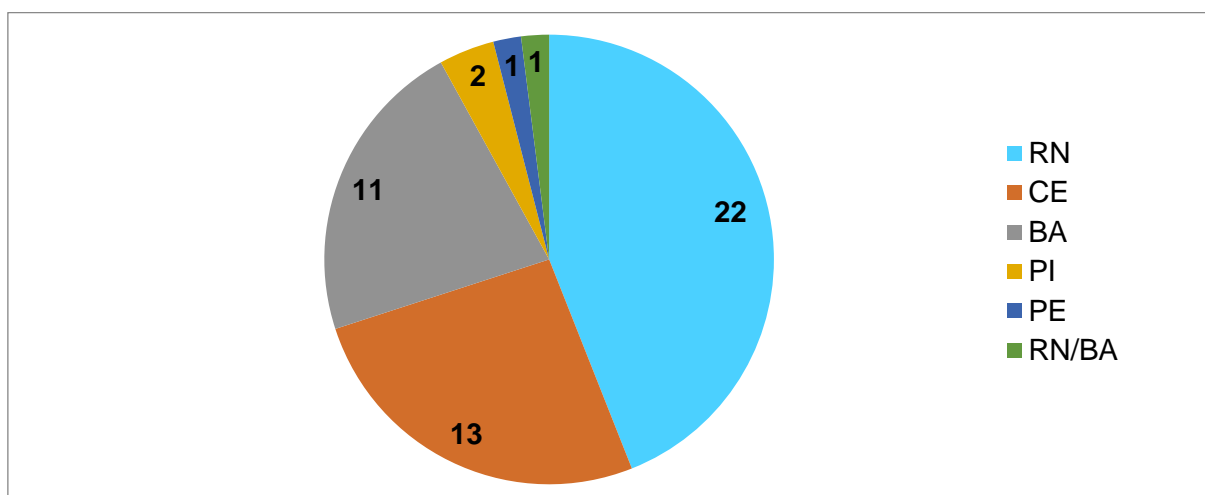
GÓES, M. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S.; SANTANA, A. C. Projetos de MDL de energia eólica no Nordeste do Brasil: perfil e cobenefícios declarados. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA** (ANPAD), v. 12, n. 3, 2018. DOI: 10.24857/rgsa.v12i2.1477.

GÓES, M. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S.; JABBOUR, C. Wind power projects in Brazil: challenges and opportunities increasing co-benefits and implications for climate and energy policies. **Environment, Development and Sustainability**. 05 mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01300-8>.

apresentadas nessa seção principalmente em forma gráfica. Quanto à localização, os projetos eólicos estudados se concentram no estado do Rio Grande do Norte (22 DCPs). Em seguida, destacam-se os estados do Ceará e da Bahia, com 13 e 11 projetos, respectivamente (ver Figura 16). Esses achados estão coerentes com os dados sobre os DCPs dos projetos de MDL de energia eólica brasileiros (UNEP DTU PARTNERSHIP, 2020). Vale lembrar, contudo, que apesar de o Ceará possuir mais DCPs do que a Bahia, já faz alguns anos que esse estado possui mais parques eólicos do que aquele (ABEEÓLICA, 2020a, 2020d).

Corroborando os achados de Gouvêa & Silva (2018), devido à necessidade de grandes extensões de terra, os parques e complexos eólicos analisados encontram-se instalados em pequenos e médios municípios do interior e do litoral dos estados, com IDH baixo. A depender do seu porte, da localização específica e do território do município, o parque ou complexo pode se situar em mais de um município, como é o caso de 13 dos 50 projetos analisados. Tanto no Rio Grande do Norte quanto no Ceará, existem muitos parques em municípios litorâneos. Entretanto, na Bahia estes se localizam apenas no interior do estado, principalmente em regiões mais centrais.

**Figura 16** – Localização dos projetos de MDL de energia eólica analisados

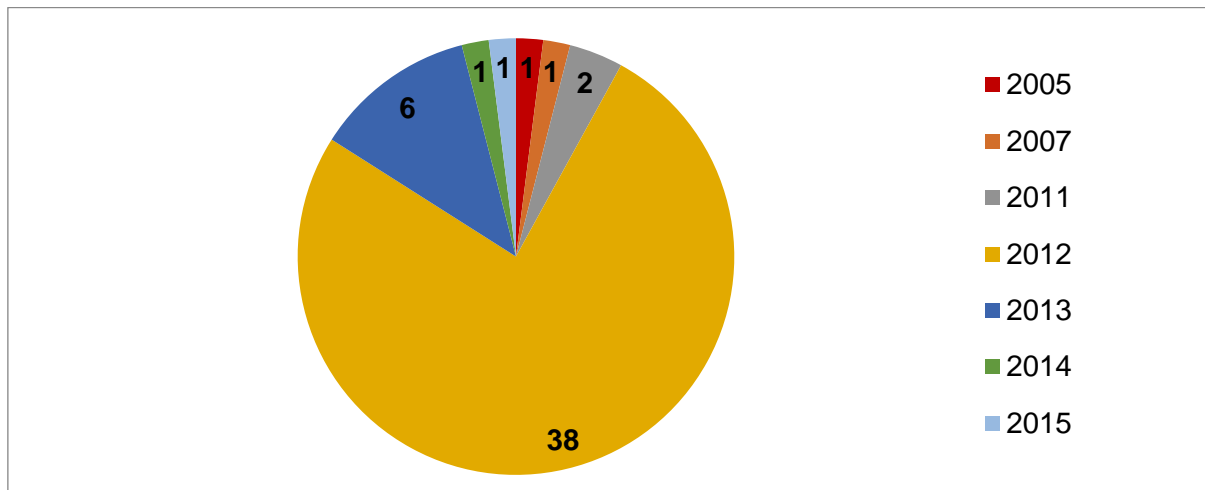


Fonte: Elaboração própria (2021)

Quanto ao histórico desses projetos de MDL, analisando sua data de submissão inicial à UNFCCC, observa-se uma grande concentração de submissões em 2012. Ao longo daquele ano, foram submetidos 38 DCPs. No ano seguinte, foram submetidos 6 DCPs. E em todos os outros anos, apenas 1 ou 2 (ver Figura 17). Conforme já

discutido na seção 2.1.1, essa situação ocorreu devido ao término do primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto em 2012.

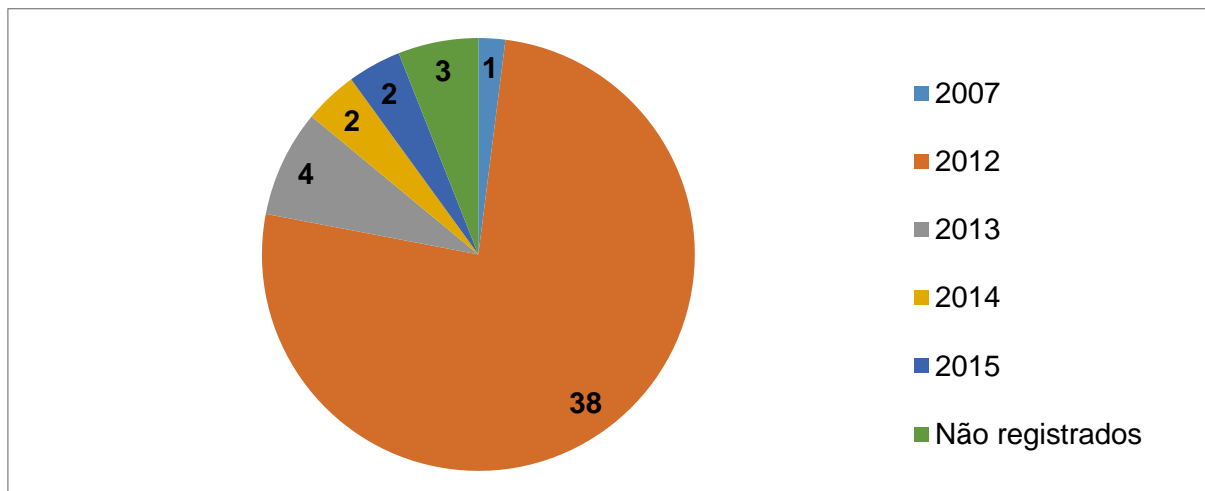
**Figura 17** – Submissão dos projetos de MDL de energia eólica analisados por ano



Fonte: Elaboração própria (2021)

No que se refere à data de registro desses projetos perante a UNFCCC, da mesma forma, observa-se uma grande concentração no ano de 2012. Também devido ao término do primeiro período de compromisso, a UNFCCC fez um esforço e conseguiu registrar 38 DCPs em 2012, sendo que quase a metade dos registros foi feita em dezembro (18 DCPs). Dos projetos registrados em 2012, 37 foram submetidos no mesmo ano e um havia sido submetido em 2011. Vale lembrar que 3 dos 50 projetos analisados não foram registrados, estando 2 ainda em processo de validação e 1 com validação terminada (ver Figura 18).

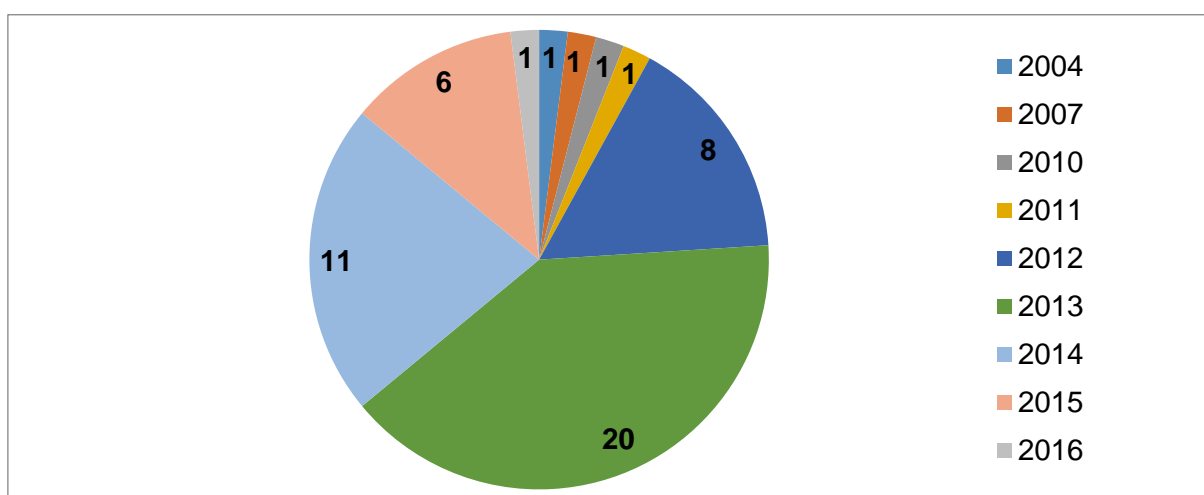
**Figura 18** – Registro dos projetos de MDL de energia eólica analisados por ano



Fonte: Elaboração própria (2021)

Os anos de início do primeiro período de crédito de carbono, no caso dos projetos de MDL analisados, foram estabelecidos pelos desenvolvedores basicamente entre 2012 e 2015. Como consequência da quantidade de submissões e registros em 2012, a maior concentração se deu nos anos de 2013, início do primeiro período de crédito em 20 DCPs, e 2014, ano de início em 11 DCPs (ver Figura 19). Para a grande maioria dos projetos de MDL estudados, este período tem a duração de sete anos e pode haver mais dois períodos de crédito subsequentes. A partir da data de início do primeiro período de crédito de carbono, as reduções das emissões de GEE precisam ser monitoradas pelo desenvolvedor do projeto e verificadas pela entidade designada para que as CERs possam ser emitidas e comercializadas no mercado regulado de carbono (ver seção 2.1.1).

**Figura 19** – Início do 1º período de crédito dos projetos de MDL analisados

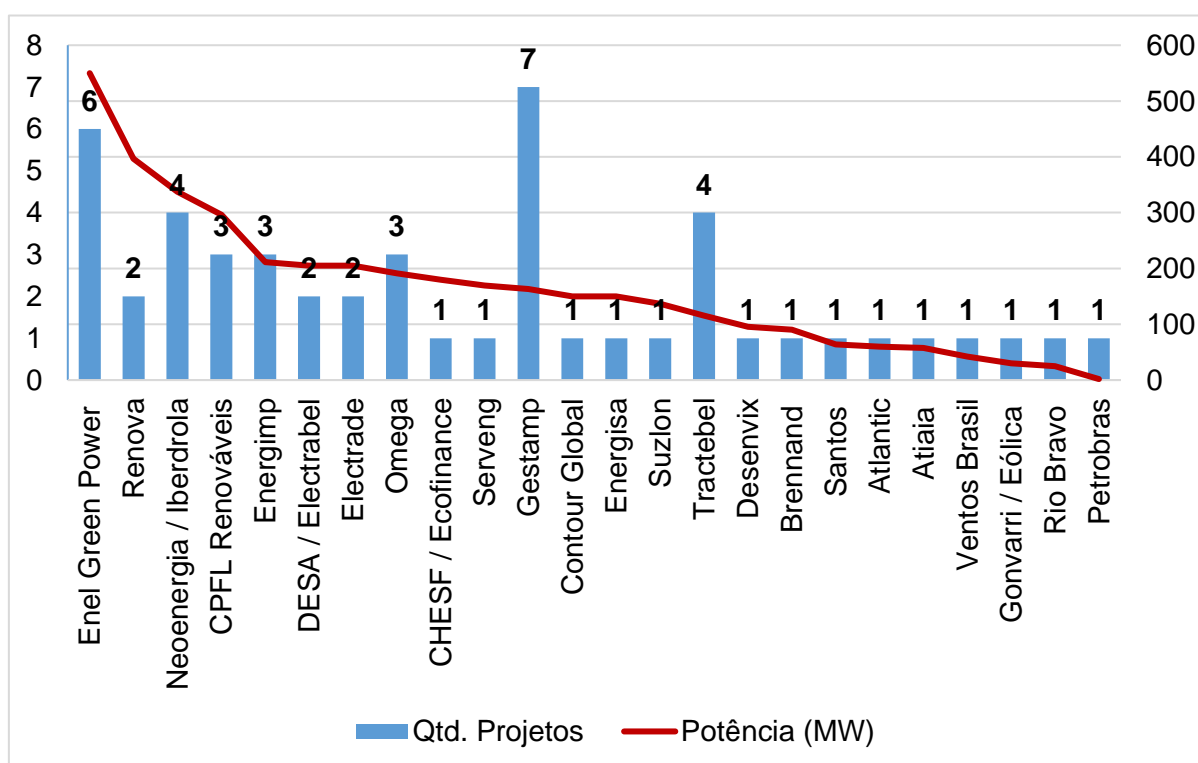


Fonte: Elaboração própria (2021)

No que se refere aos atores-chaves envolvidos, foram mapeados os desenvolvedores dos projetos, os consultores dos DCPs e os fornecedores dos aerogeradores. Muitos desses atores-chaves são grandes empresas com atuação global, especialmente os fornecedores. Em termos quantitativos, os desenvolvedores de projetos são os mais numerosos (24 empresas). Já a quantidade de consultores e fornecedores é bem menor. Quando da proposição dos DCPs, participaram 13 consultorias e 11 fornecedores de turbinas.

Entre os desenvolvedores, destaca-se a italiana Enel Green Power, com 6 DCPs e a maior potência instalada (549,9 MW). Esse achado é coerente com a posição de liderança da Enel no setor eólico do Brasil (ABEEÓLICA, 2020d). A brasileira Renova, com apenas 2 DCPs, era o segundo desenvolvedor em termos de capacidade instalada, com 396,5 MW. Isso aconteceu devido a ambos os DCPs serem referentes a grandes complexos eólicos. E o então consórcio formado pela espanhola Iberdrola e pela brasileira Neoenergia era o terceiro em capacidade, com 4 DCPs de 337,3 MW. Com o dinamismo do setor, em 2017 a Neoenergia passou a ser controlada pelo grupo Iberdrola. Vale notar que a espanhola Gestamp, embora tivesse proposto a maior quantidade de projetos (7), não se destacava em termos de potência, com apenas 163,2 MW (ver Figura 20).

**Figura 20** – Desenvolvedores dos projetos de MDL de energia eólica analisados



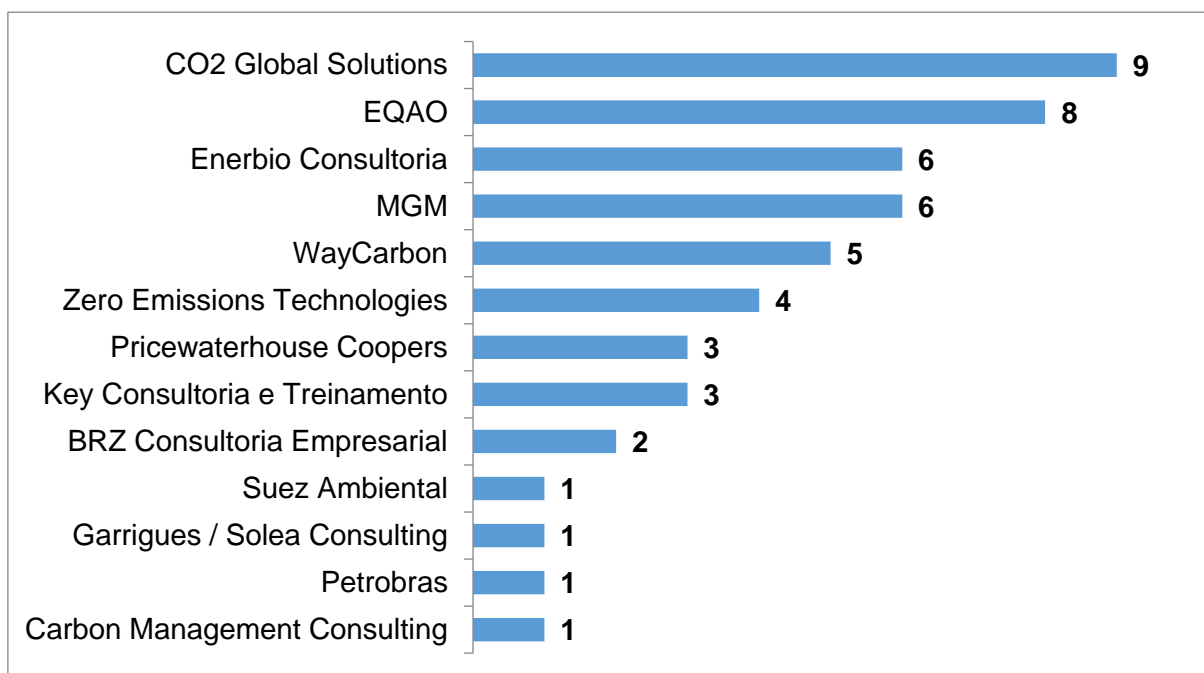
Fonte: Elaboração própria (2021)

Quanto aos consultores dos DCPs, mais da metade dos projetos foi elaborada por apenas quatro empresas de consultoria: a espanhola *CO<sub>2</sub> Global Solutions*, com 9 DCPs; as brasileiras *EQAQ* (8 DCPs) e *Enerbio* (6 DCPs); e a canadense *MGM*, com 6 DCPs (ver Figura 21). Analisando os dados, percebe-se uma relação estreita entre as consultorias e os desenvolvedores dos projetos. Assim, sete dos nove DCPs



elaborados pela *CO<sub>2</sub> Global Solutions* foram submetidos pela Gestamp. Da mesma forma, quatro dos seis projetos elaborados pela Enerbio pertenciam à Tractebel (atual Engie). E todos os DCPs elaborados pela MGM foram propostos pela Enel Green Power. Apenas a EQAO, a WayCarbon e a Zero Emissions Technologies fugiram a esse padrão, tendo elaborado DCPs para vários desenvolvedores diferentes.

**Figura 21** – Consultores dos DCPs de energia eólica analisados



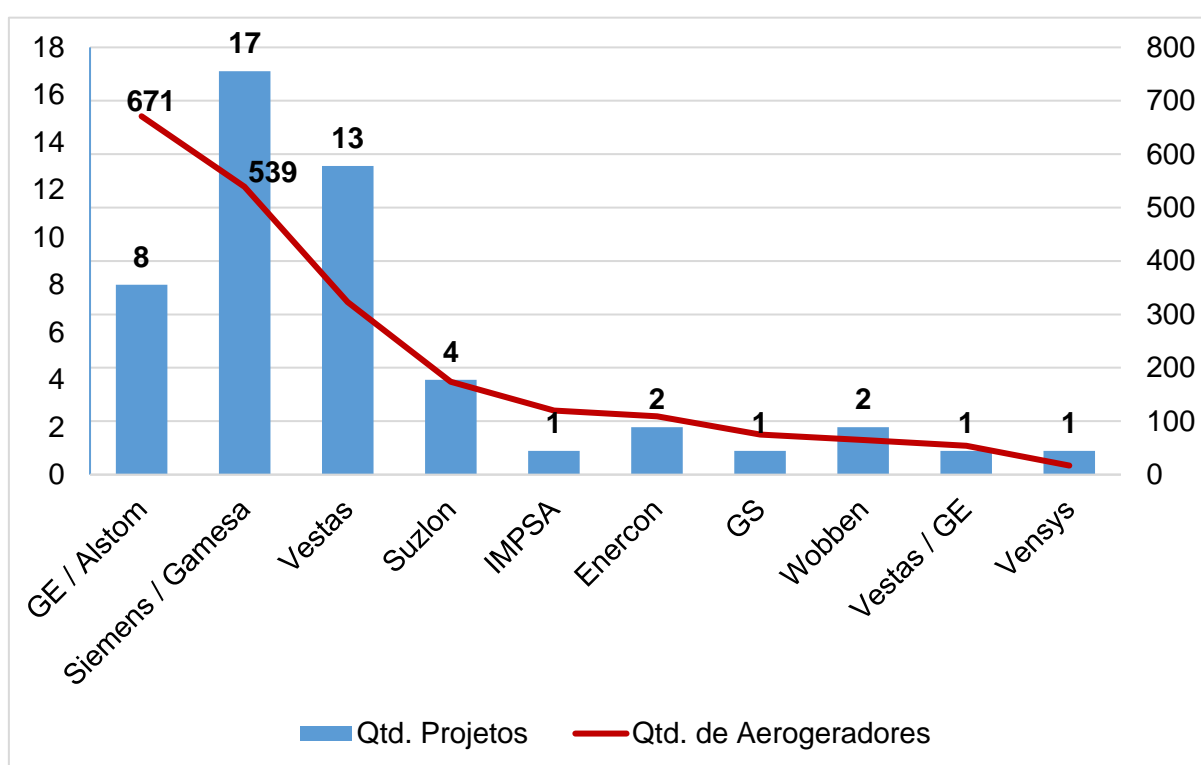
Fonte: Elaboração própria (2021)

Nos casos dos desenvolvedores e consultores, foi possível identificar empresas brasileiras atuando nos projetos analisados. Contudo, os fornecedores das turbinas foram todos companhias multinacionais de origem estrangeira, detentoras da tecnologia de geração eólica. Além disso, há uma concentração ainda maior do que nos casos dos outros dois atores-chaves, principalmente quando se considera as fusões e aquisições já citadas (ver seção 2.2.2.1). Assim, os onze fornecedores da época da elaboração dos DCPs foram reduzidos para nove.

Em termos de projetos e de capacidade instalada, os três maiores fornecedores de aerogeradores – a GE / Alstom (atual *GE Renewable Energy*), a Siemens Gamesa e a Vestas – forneceram 1533 turbinas (71,4% do total) para 38 dos 50 projetos. A *GE Renewable Energy* ficou em primeiro lugar quando se trata do número de aerogeradores fornecidos para os projetos analisados (671) e em terceiro lugar em

termos de quantidade de projetos. Isso se deu porque dos oito projetos que contaram com turbinas da GE, quatro são grandes complexos eólicos. A Siemens Gamesa ficou em primeiro lugar em termos de número de projetos, mas foi a segunda no fornecimento de aerogeradores, tendo fornecido 539 turbinas para 17 projetos (ver Figura 22). Portanto, esses resultados são convergentes com os dados da Abeeólica (2020d) sobre os fornecedores de aerogeradores do setor de energia eólica brasileiro.

**Figura 22** – Fornecedores dos aerogeradores dos projetos de MDL de energia eólica analisados



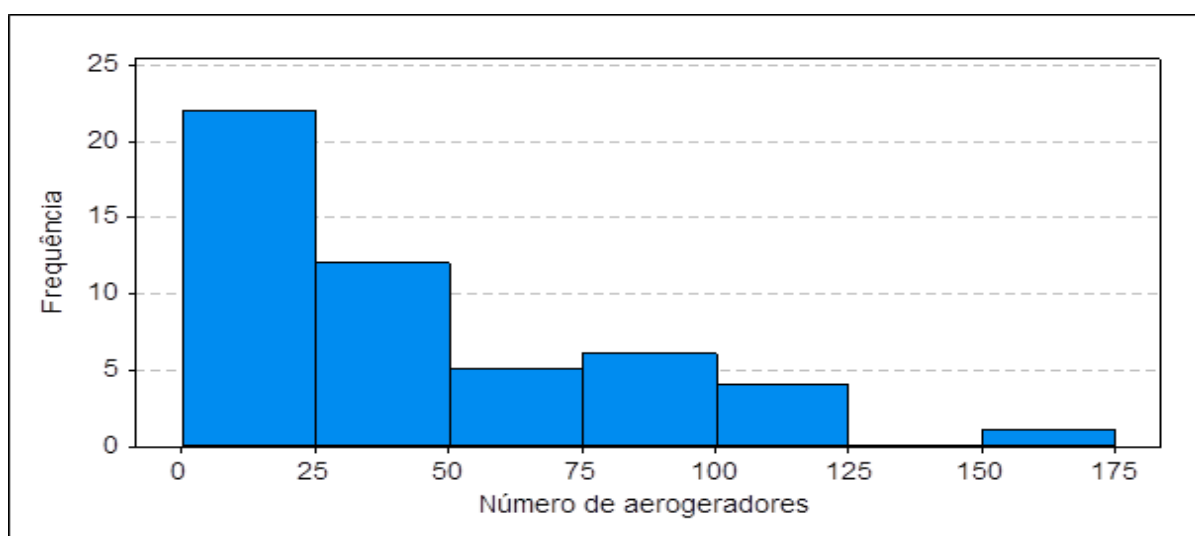
Fonte: Elaboração própria (2021)

Para completar o perfil dos projetos, foram levantados dados técnico-financeiros referentes ao número de aerogeradores por projeto, capacidade instalada, investimento realizado e redução anual média estimada das emissões de GEE. Foram elaborados histogramas com a distribuição de frequência para todos os dados técnico-financeiros analisados e observou-se que esses dados apresentaram comportamentos similares. Provavelmente, isso se deve a uma correlação positiva entre eles. Via de regra, quanto menor a quantidade de aerogeradores, menores a capacidade do projeto, o investimento realizado e a redução das emissões de gases e vice-versa. É claro que existem outros fatores que influenciam, gerando uma certa

dispersão nos dados, como por exemplo a potência nominal do aerogerador muito maior ou menor do que a média.

Iniciando pelo número de aerogeradores dos projetos analisados, observou-se que 22 dos 50 projetos possuíam até 24 aerogeradores. Dentro dessa classe, a concentração ocorreu entre 10 e 14 máquinas, que foi o caso em 13 projetos. Em seguida, verificou-se que 12 projetos contavam com 25 a 49 turbinas, ficando agrupados na segunda classe mostrada na Figura 23. Assim, a maioria dos projetos analisados possuía menos de 50 aerogeradores e apenas um projeto de um complexo da Renova possuía mais de 150 aerogeradores.

**Figura 23** – Distribuição de frequência do nº de aerogeradores dos projetos analisados

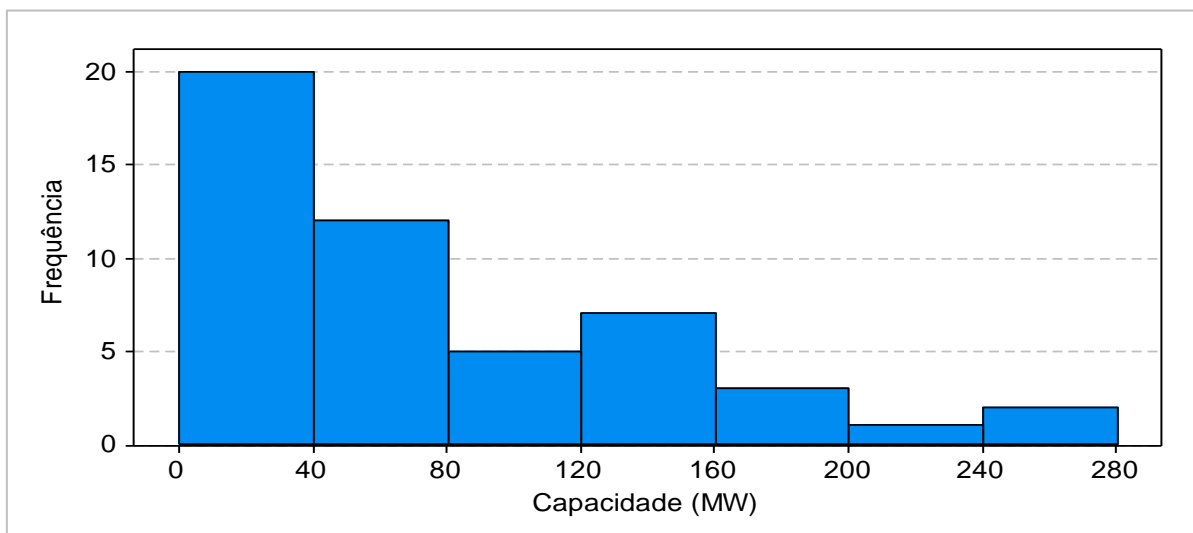


Fonte: Elaboração própria (2021)

Examinando a distribuição de frequência da capacidade dos projetos analisados (Figura 24), observou-se também uma concentração nas duas classes iniciais do histograma. Portanto, dos 50 projetos, 20 possuíam capacidade de até 39,9 MW e 12 de 40 MW até 79,9 MW. Conclui-se que há uma concentração de projetos de MDL de energia eólica de menor porte no Nordeste brasileiro. Isto ocorre porque os parques eólicos devem possuir individualmente uma potência instalada de no máximo 30 MW para que sejam classificados como Sociedades de Propósito Específico (SPE) e assim possam tirar proveito dos benefícios do regime tributário de lucro presumido (SOUSA & NASCIMENTO, 2012). Porém, cumpre salientar que boa parte desses projetos de pequeno porte na verdade pertencem a grandes complexos. Esse é o caso, por

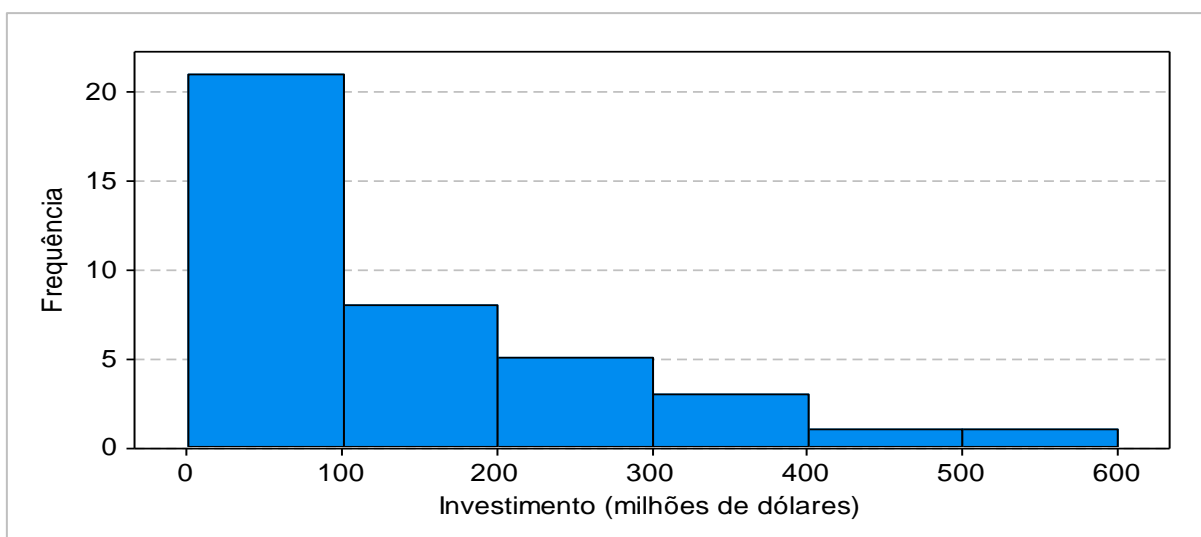
exemplo, dos projetos Trairi, Guajirú, Fleixeiras I e Mundaú, que compõem o Complexo Eólico Trairi, com 115,4 MW de capacidade total.

**Figura 24** – Distribuição de frequência da capacidade dos projetos analisados



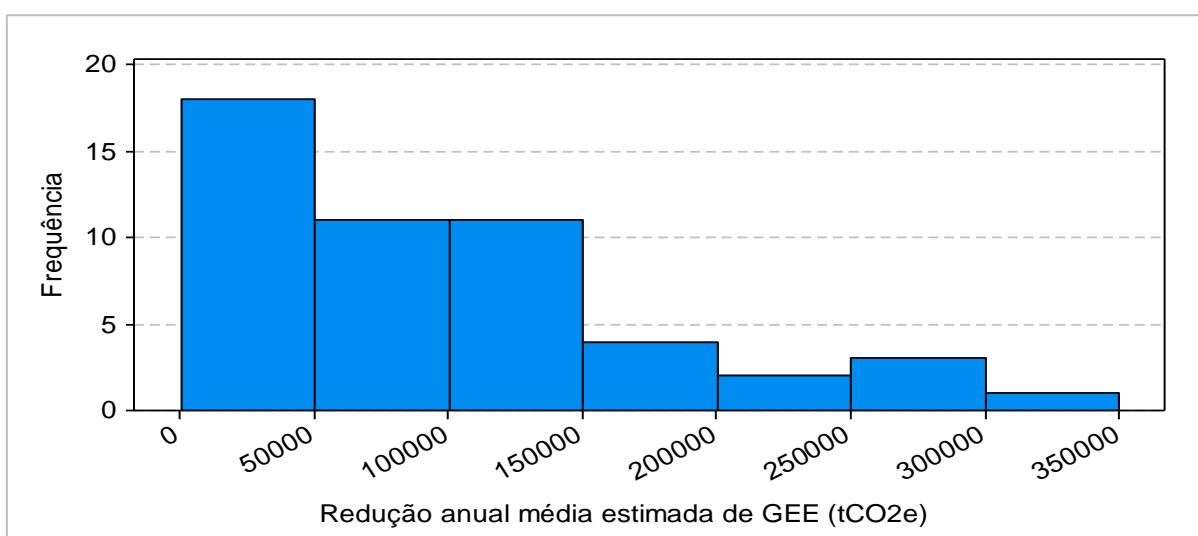
Fonte: Elaboração própria (2021)

Dos 50 projetos, foi possível obter acesso ao valor do investimento realizado em apenas 39 casos. O investimento feito em 11 projetos não estava disponível na base de dados do CDM *Pipeline*. A amplitude dos dados foi bastante grande. Assim, os investimentos variaram de US\$ 2,9 a US\$ 579,8 milhões nos 39 projetos analisados. Porém, a concentração na classe inicial foi ainda maior do que nos outros dados técnico-financeiros: 21 dos 39 projetos receberam investimentos de até US\$ 100 milhões. Oito projetos tiveram investimentos entre US\$ 100 e US\$ 200 milhões. E a maioria dos 10 projetos com investimento superior a US\$ 200 milhões é composta por grandes complexos, com capacidade instalada de 129 MW a 240 MW (ver Figura 25).

**Figura 25** – Distribuição de frequência do investimento nos projetos analisados

Fonte: Elaboração própria (2021)

Por fim, a redução anual média estimada de GEE foi menor do que 50.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente no caso de 18 dos 50 projetos analisados. Em cada uma das classes seguintes – de redução anual média estimada de 50.000 tCO<sub>2</sub>e até menos de 100.000 tCO<sub>2</sub>e e de 100.000 tCO<sub>2</sub>e até menos de 150.000 tCO<sub>2</sub>e – foram registrados 11 projetos. Assim, esse indicador apresentou uma maior concentração nas três primeiras classes do histograma (ver Figura 26).

**Figura 26** – Distribuição de frequência da redução de GEE dos projetos analisados

Fonte: Elaboração própria (2021)

Vale ressaltar que quase todos os projetos adotam a mesma metodologia de cálculo da redução das emissões de GEE estabelecida pela UNFCCC: a “Metodologia consolidada de grande escala: geração de eletricidade conectada à rede a partir de fontes renováveis” (ACM0002). O único projeto que não usou essa metodologia foi um projeto de pequeno porte da Petrobras (1,8 MW). Os cálculos utilizam como referência um cenário de linha de base, que no caso da grande maioria dos DCPs foi a manutenção da situação atual. Dessa forma, na ausência do projeto, a energia – que passaria a ser fornecida à rede por este – seria gerada pelas centrais já em operação, que são majoritariamente hidrelétricas e termelétricas movidas a combustíveis fósseis, em especial o gás natural.

Por fim, é apresentada uma síntese das características que se destacaram no perfil dos 50 projetos de MDL de energia eólica analisados (ver Quadro 11).

**Quadro 11 – Perfil dos 50 projetos de MDL de energia eólica analisados**

<b>Crítérios</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nº projetos</b>	<b>Destques</b>
Localização	Estado da Federação	44	Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia
Histórico	Submissão	38	2012
	Registro	38	2012
	Início do 1º período de crédito	31	2013 2014
Atores-chave	Desenvolvedor do projeto	19	Enel Green Power, Renova, Iberdrola e Gestamp
	Consultor do DCP	17	CO <sub>2</sub> Global Solutions e EQAO
	Fornecedor do aerogerador	25	Siemens Gamesa e GE Renewable Energy
Dados técnico-financeiros	Quantidade de aerogeradores	34	até 49 turbinas
	Capacidade instalada (MW)	32	até 79,9 MW
	Investimento (MUS\$)	21	até US\$ 100 milhões
	Redução anual média estimada de GEE (tCO <sub>2</sub> e)	40	até 150.000 tCO <sub>2</sub> e

Fonte: Elaboração própria (2021)

O Rio Grande do Norte, o Ceará e a Bahia se destacam como os estados que mais possuem projetos de MDL de energia eólica no Nordeste. A maioria dos projetos analisados foi submetida e registrada em 2012, com o início do 1º período de crédito em 2013 e 2014. Os principais atores-chave são: Enel Green Power, Renova, Iberdrola e Gestamp como desenvolvedores dos projetos; CO<sub>2</sub> Global Solutions e

EQAO como consultores dos DCPs; e Siemens Gamesa e GE Renewable Energy como fornecedores das turbinas. Quanto aos dados técnico-financeiros, a maioria dos projetos possui até 49 aerogeradores e capacidade instalada de até 79,9 MW. Os investimentos realizados foram predominantemente de até US\$ 100 milhões e a redução anual média estimada de GEE de até 150.000 tCO<sub>2</sub>e.

#### 4.1.2 Cobenefícios Declarados

Na análise dos DCPs dos projetos de MDL de energia eólica analisados, percebeu-se que foi dada pouca ênfase à declaração dos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável. O somatório da pontuação obtida pelos 50 projetos totalizou 442 pontos, representando apenas 10,9% da pontuação máxima teórica, de 4050 pontos. Os cobenefícios que mais se destacaram estão ligados à criação de empregos (104 pontos, equivalentes a 23,5% da pontuação total); ao crescimento econômico (74 pontos, equivalentes a 16,8%); e à energia (70 pontos e 15,8%), conforme mostrado no Quadro 12 a seguir.

**Quadro 12 – Pontuação dos cobenefícios declarados nos 50 projetos analisados**

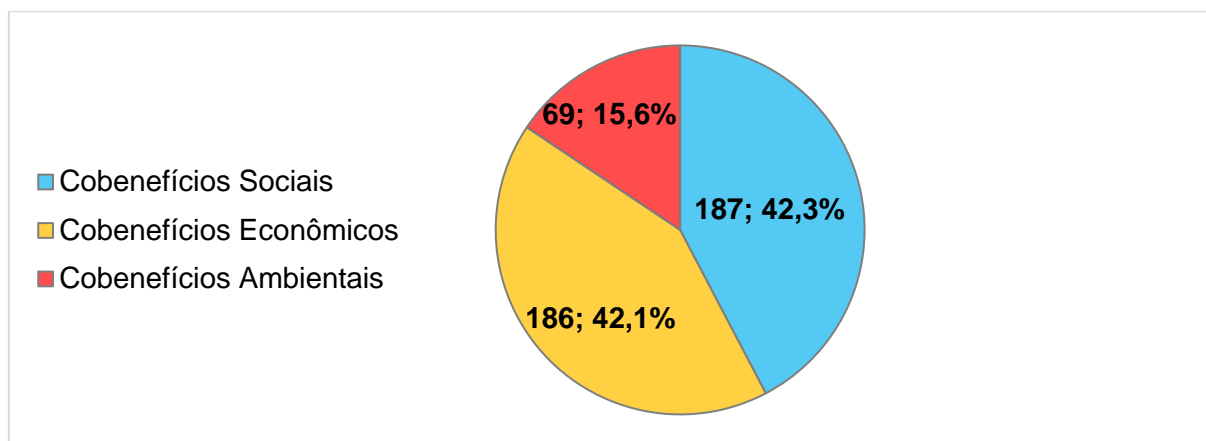
Dimensões	Critérios	Pontuação dos 50 projetos	Percentual
<b>Ambiental</b>	Ar	38	8,6%
	Terra	3	0,7%
	Água	8	1,8%
	Recursos naturais	20	4,5%
	<b>Total da Dimensão Ambiental</b>	<b>69</b>	<b>15,6%</b>
<b>Social</b>	Empregos	104	23,5%
	Saúde e segurança	2	0,5%
	Educação	14	3,2%
	Bem-estar	67	15,1%
	<b>Total da Dimensão Social</b>	<b>187</b>	<b>42,3%</b>
<b>Econômica</b>	Crescimento	74	16,8%
	Energia	70	15,8%
	Transferência de tecnologia	42	9,5%
	<b>Total da Dimensão Econômica</b>	<b>186</b>	<b>42,1%</b>
<b>Pontuação Total dos 50 projetos</b>		<b>442</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaboração própria (2021)

Assim como no modelo de análise, observou-se que a dimensão social obteve a maior pontuação (187 pontos, equivalentes a 42,3%). Entretanto, os cobenefícios econômicos obtiveram uma pontuação quase igual – 186 pontos, equivalentes a

42,1% – percentual muito maior do que o do modelo de análise (25,9%). Já todos os cobenefícios ambientais declarados somaram apenas 69 pontos, que representam 15,6% da pontuação total, enquanto no modelo o percentual era de 33,3% (ver Figura 27). Esta figura deixa patente como os cobenefícios ambientais declarados são muito inferiores aos sociais e econômicos.

**Figura 27** – Cobenefícios dos projetos analisados por dimensão



Fonte: Elaboração própria (2021)

Esse achado indica uma ênfase na dimensão econômica, em detrimento da dimensão ambiental, por parte dos proponentes dos projetos de MDL. Bogo (2012) e Lazaro e Gremaud (2017) também identificaram um predomínio dos cobenefícios econômicos nas suas pesquisas sobre projetos de MDL brasileiros. Acredita-se que a declaração limitada de cobenefícios ambientais é parcialmente devida ao fato de a maior contribuição das energias renováveis para o meio ambiente estar na redução das emissões de GEE, não considerada como cobenefício nos projetos de MDL.

Neste ponto, cumpre destacar que, assim como a redução das emissões de GEE, também os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável dos projetos de MDL são definidos tomando como referência um cenário de base que pressupõe a ausência do projeto. Como visto, nos projetos de energia eólica no Nordeste brasileiro, geralmente o cenário é a geração utilizando centrais hidrelétricas e termelétricas. Assim, a redução de outros poluentes atmosféricos gerados pelas termelétricas, não considerados como GEE, poderia ter sido declarada como cobenefício para o desenvolvimento sustentável em praticamente todos os DCPs, o que não aconteceu.

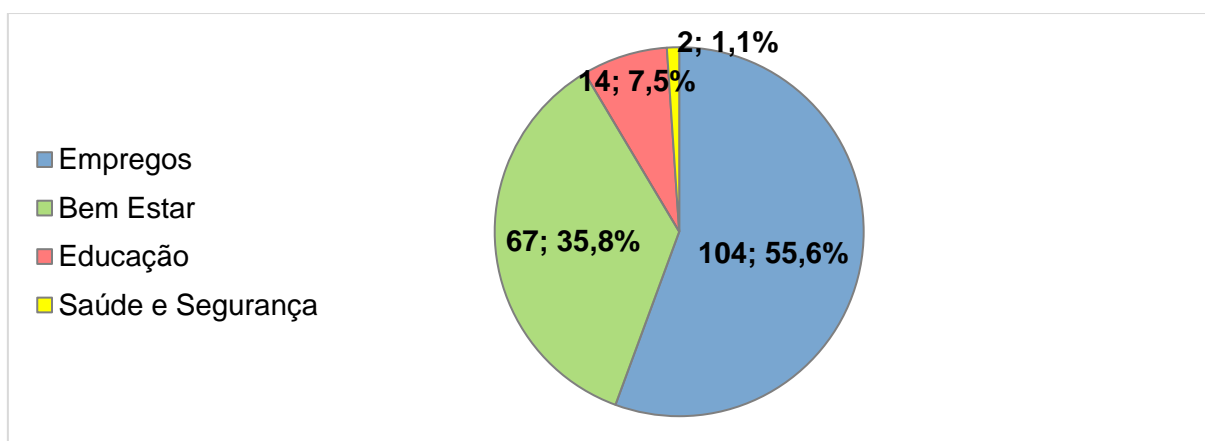
Da mesma forma, em boa parte dos DCPs, outros cobenefícios evidentes de qualquer parque eólico não foram declarados. São exemplos disso a geração de renda



para a comunidade (no mínimo, a proveniente do arrendamento de terras para a instalação do parque) e a criação de novas oportunidades de negócios, uma vez que os parques e complexos eólicos exercem influência considerável na economia local, principalmente quando localizados em municípios menores.

Quanto aos cobenefícios sociais, a geração de novos empregos de curto e longo prazo foi o principal cobenefício declarado. Este resultado é convergente com os achados de outras análises *ex-ante*, como as realizadas pela UNFCCC (2012) e por Lazaro & Gremaud (2017). Em apenas 2 dos 50 DCPs a criação de empregos não foi citada. Assim, o critério empregos somou 104 pontos, que representam 55,6% da pontuação dos cobenefícios sociais. Em seguida, está a melhoria no bem-estar da população, com 67 pontos (35,8%). Entre os 15 indicadores de bem-estar, destacaram-se apenas o aumento das receitas municipais e a contribuição para o desenvolvimento rural ou das comunidades. Os cobenefícios ligados a educação e saúde e segurança foram pouco declarados nos DCPs e assim tiveram pontuações muito baixas: 14 e 2 pontos, respectivamente (ver Figura 28). Esse achado assemelha-se aos achados de Bogo (2012) em relação aos pequenos cobenefícios dos projetos de MDL catarinenses no que tange a educação, saúde, condições de trabalho e de vida e aos direitos humanos.

**Figura 28** – Cobenefícios sociais dos projetos analisados

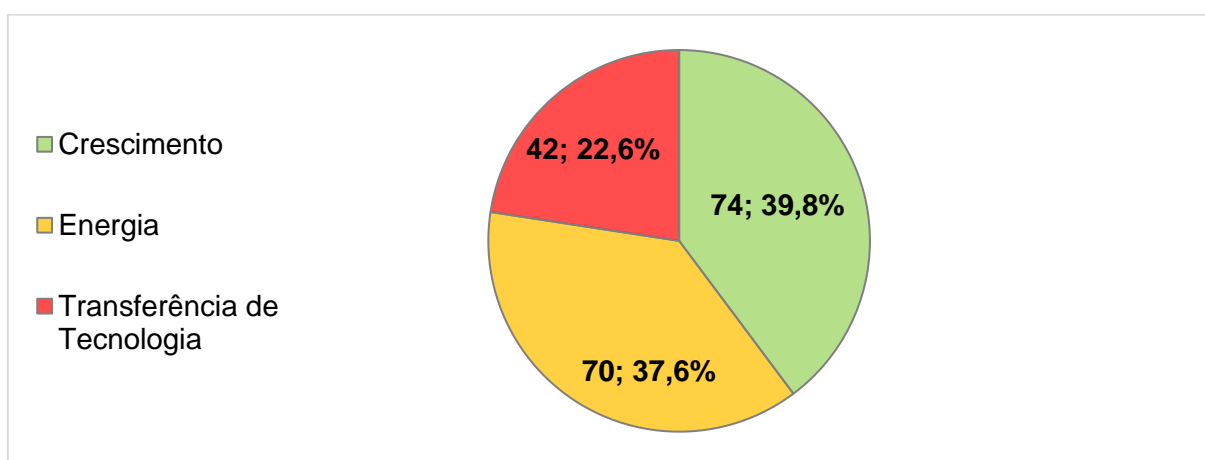


Fonte: Elaboração própria (2021)

Passando aos cobenefícios econômicos, os mais citados estão relacionados ao crescimento da economia local e regional, que somou 74 pontos, equivalentes a 39,8% do total dos cobenefícios econômicos. Dentro desse critério, destacam-se a criação e manutenção de infraestrutura, principalmente rodovias, e o início de novas

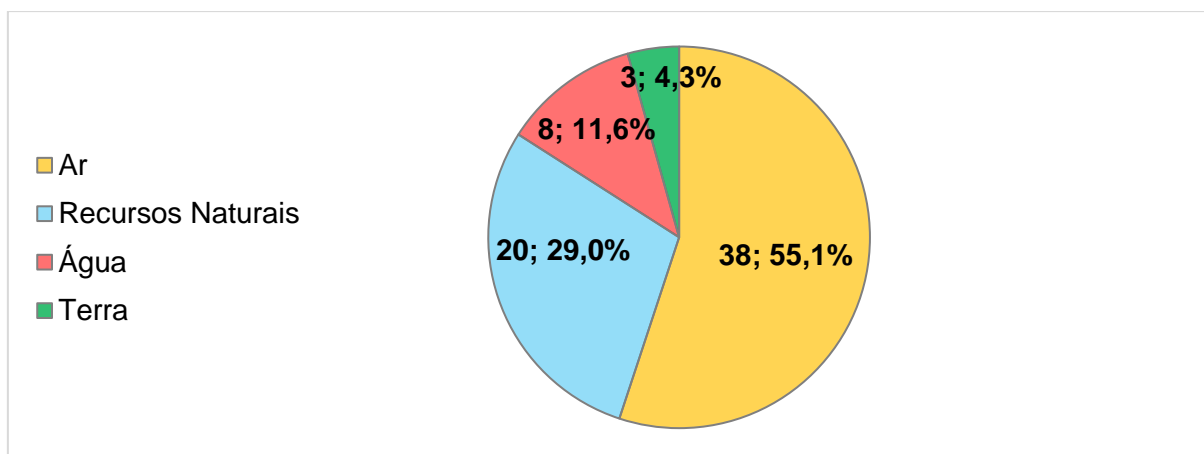
atividades comerciais ou industriais. Em seguida, merece destaque o critério energia, com 70 pontos e 37,6%. Os principais cobenefícios ligados à energia foram a promoção e a utilização sustentável da energia, com 38 pontos, e a melhoria na cobertura ou disponibilidade do fornecimento de energia, com 26 pontos. O critério transferência de tecnologia foi o menos pontuado, somando 42 pontos (22,6%). A maior parte dessa pontuação (31 pontos) refere-se ao cobenefício de introdução, desenvolvimento ou difusão de tecnologia importada (ver Figura 29).

**Figura 29** – Cobenefícios econômicos dos projetos analisados



Fonte: Elaboração própria (2021)

Por fim, a dimensão ambiental foi claramente relegada a um plano secundário. A melhoria da qualidade do ar foi o cobenefício mais declarado, somando 38 pontos, que representam 55,1% do total dos cobenefícios ambientais (ver Figura 30). Em apenas 10 dos 50 DCPs, os proponentes de projetos declararam que haveria redução dos poluentes atmosféricos  $SO_x$  e  $NO_x$ , que seriam emitidos no caso da geração de energia a partir de termelétricas movidas a combustíveis fósseis. E em 13 DCPs foram declaradas outras melhorias na qualidade do ar. Esses resultados são congruentes com os de Xue *et al.* (2015), que defendem a ampliação dos cobenefícios ambientais dos projetos de MDL de energia eólica, para além da melhoria da qualidade do ar.

**Figura 30** – Cobenefícios ambientais dos projetos analisados

Fonte: Elaboração própria (2021)

Em seguida, se destacou a proteção ou melhoria na gestão dos recursos naturais, com 20 pontos (29,0%). Vale ressaltar que quase a totalidade dessa pontuação (19 pontos) refere-se aos recursos naturais não renováveis, como o carvão e o gás natural. Em somente um DCP a proteção e melhoria do bioma local e da diversidade de espécies da flora e fauna foram declaradas. O critério água somou apenas 8 pontos (11,6%), quase todos referentes a sua economia ou conservação. E no que tange ao critério terra, foram declarados cobenefícios em apenas 3 DCPs, basicamente sobre a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos (ver Figura 30).

#### 4.2 COBENEFÍCIOS DECLARADOS E PERCEBIDOS NOS 10 PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA DO NORDESTE BRASILEIRO

Nesta seção, apresenta-se inicialmente o perfil dos projetos de MDL de energia eólica visitados e, posteriormente, descreve-se cada um desses projetos, analisando os cobenefícios declarados nos DCPs e percebidos pelos gestores.

##### 4.2.1 Perfil dos 10 Projetos

Os projetos de MDL de energia eólica analisados têm algumas características diferentes e outras similares em termos de localização, principais atores envolvidos, histórico, capacidade e redução estimada de GEE. Vale ressaltar que, apesar de no

caso do Complexo Eólico Alto Sertão e dos Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul existirem dois DCPs, eles foram tratados como um único projeto porque são geridos na prática como um só empreendimento. Uma visão geral do perfil dos 10 projetos, dispostos na ordem em que são apresentados neste capítulo, é mostrada no Quadro 13.

**Quadro 13 – Perfil dos 10 Projetos de MDL de energia eólica do Nordeste visitados**

Projeto	EF	Desenvolvedor do projeto	Consultor do DCP	Fornecedor da turbina	Ano de submissão do DCP	Ano de entrada em operação	Capacidade instalada (MW)	Qtd. de turbinas	Potência da turbina (MW)	Redução de GEE anual estimada (tCO <sub>2</sub> e)
Complexo Eólico União dos Ventos	RN	Serveng	WayCarbon	General Electric	2012	2014	169,6	106	1,6	295.518
Complexo Eólico Asa Branca	RN	Contour Global	Zero Emissions	General Electric	2011	2014	150,0	100	1,6	127.249
Parque Eólico Rio do Fogo	RN	Iberdrola	Garrigues / Solea	Wobben	-----	2006	49,3	62	0,8	15.091
Complexo Eólico Alto Sertão	BA	Renova	Key Consult. Ecopart (EQAO)	General Electric	2012 2012	2012 2014	129,2 162,0	81 102	1,6	117.424 166.924
Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas	BA	Desenvix	Enerbio	Alstom	2012	2012	95,19	57	1,67	62.623
Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul	BA	Enel Green Power	Não houve	Siemens Gamesa	2012 2012	2017 2016	89,7 118,0	39 59	2,3 2,0	186.718 150.427
Parque Eólico Dunas de Paracuru	CE	Alfa	CO <sub>2</sub> Global Solutions	Gamesa	2012	2012	42,0	21	2,0	45.468
Complexo Eólico Trairi	CE	Tractebel (Engie)	Enerbio	Siemens	2012	2014	115,4	50	2,3	175.967
Complexo Eólico Santos	CE	Santos / Cubico	Zero Emissions	Gamesa	2012	2014	64,0	32	2,0	68.130
Complexo Eólico Delta do Parnaíba	PI	Omega	Ecopart (EQAO)	Gamesa	2012	2014	70,0	35	2,0	133.800

Fontes: Abeeolica (2020) e UNEP DTU Partnership (2020)

Quanto à localização, apesar de terem sido contemplados estados diferentes, os projetos têm em comum a instalação em municípios de pequeno e médio porte, onde, além do grande potencial eólico, existe disponibilidade de terra. Principalmente no caso dos complexos eólicos, a ocupação de grandes áreas rurais, muitas vezes de difícil acesso, é necessária. No caso dos municípios litorâneos, onde em geral a ocupação é maior, os parques podem ficar próximos de áreas residenciais. Essa situação é mais branda no caso dos municípios localizados no interior dos estados.

No que se refere aos atores-chave, os proponentes dos DCPs são os mais diversificados. Cada parque visitado pertence a uma empresa diferente, sendo a maioria de origem estrangeira. Apenas a Serveng, a Renova e a Omega são empresas brasileiras. Os consultores dos DCPs também são variados e apenas dois deles prestaram consultoria para mais de um DCP. Das oito empresas de consultoria que elaboraram os DCPs, metade é brasileira: WayCarbon, Key, Ecopart (atual EQAO) e Enerbio.

Já os fornecedores das turbinas ou aerogeradores são bem mais concentrados (conforme discutido na seção 2.2.2.1 – Energia eólica no Brasil). Na época da elaboração dos DCPs, cinco empresas multinacionais de origem estrangeira forneceram aerogeradores para os 10 projetos: General Electric, Wobben, Alstom, Siemens e Gamesa. Atualmente – com a compra pela GE da divisão de energia da Alstom em 2015 e a fusão da Siemens e da Gamesa em 2017 – são apenas três fornecedores prestando serviços de manutenção dos aerogeradores. Essa concentração se deve ao controle da tecnologia eólica por essas empresas, originárias da Espanha, dos EUA e da Alemanha.

A submissão à UNFCCC de 8 dos 10 DCPs aconteceu em 2012, ano em que terminou o primeiro período de compromisso firmado no Protocolo de Kyoto, conforme discutido anteriormente. Quanto ao ano de entrada em operação comercial, a maioria dos projetos começou a funcionar plenamente em 2014. Apenas o parque Rio do Fogo entrou em operação há mais de uma década, em 2006. Já os complexos Cristal e Serra Azul, depois de concluídos, enfrentaram um atraso importante para entrar em operação comercial, sendo os últimos a fazê-lo, devido à inexistência de linha de transmissão para interligação com o SIN.

Em relação à capacidade instalada, esta é proporcional à quantidade de turbinas e a sua potência nominal. Quanto maior a capacidade instalada, maior o porte do projeto. Contudo, segundo consulta feita por e-mail à ABEEólica, não há uma classificação oficial diferenciando o porte dos complexos eólicos. O que é possível observar nessa amostra é que o menor parque (Dunas de Paracuru) tem capacidade instalada de 42 MW, enquanto o maior complexo (Alto Sertão) tem capacidade de 291,2 MW, quase sete vezes maior do que o menor parque. Então, pode-se concluir que existe uma diferença razoável de porte entre os projetos.

No tocante às turbinas, sua quantidade varia de 21 no parque Dunas de Paracuru a 183 no complexo Alto Sertão. Portanto, aqui também há uma diferença importante em termos quantitativos entre os projetos. Já a potência nominal varia de acordo com o fornecedor da turbina e o ano de implantação do projeto. Os aerogeradores menos potentes têm capacidade nominal de 800 kW. Eles foram fornecidos pela Wobben e pertencem ao projeto mais antigo: Rio do Fogo. Já os aerogeradores mais potentes, com capacidade de 2,3 MW, são os fornecidos pela Siemens.

Por fim, no caso da redução das emissões de GEE, a redução anual estimada, calculada em cada DCP, varia de 15.091 tCO<sub>2</sub>e no projeto Rio do Fogo a 337.145 tCO<sub>2</sub>e, somando a redução estimada do projeto Cristal (186.718) e do projeto Serra Azul (150.427). Em média, a redução anual estimada dos projetos é de cerca de 155 mil toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

#### **4.2.2 Complexo Eólico União dos Ventos**

A presente análise do Complexo Eólico União dos Ventos baseia-se principalmente na entrevista realizada com o engenheiro de operação em 15 de janeiro de 2016, quando da realização da visita ao complexo. Além dessa fonte, são utilizadas também as observações feitas pela autora durante a visita técnica realizada logo após a entrevista e as seguintes fontes secundárias: *site* institucional do BNDES (2011); Documento de Concepção do Projeto União dos Ventos (SERVENG, 2012); alteração do cronograma de implantação das Centrais Geradoras Eólicas União dos Ventos 1 a 10 (ANEEL, 2013); banco de dados da ABEEólica (2020); *site* institucional do Grupo Serveng (2019); Boletim Mensal de Geração Eólica do Operador Nacional do Sistema Elétrico - Agosto/2019 (ONS, 2019); e uma dissertação sobre o impacto

econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte (COSTA, R. F., 2015).

#### 4.2.2.1 Perfil do Projeto

O Complexo Eólico União dos Ventos (Figura 31) localiza-se nos municípios de Pedra Grande e São Miguel do Gostoso, no litoral do Estado do Rio Grande do Norte. O projeto foi concebido pela Bioenergy, uma empresa nacional de geração de energia, que em 2009 estabeleceu um contrato de compra e venda de energia com a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), dentro do Ambiente de Contratação Livre (ACL) ou mercado livre. Ao longo de 2010 até o início de 2011, a Serveng foi adquirindo todas as dez empresas (do tipo SPE) que formavam o complexo. Assim, em junho de 2011, após a obtenção das licenças ambientais de instalação junto ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), a implantação do complexo foi iniciada (SERVENG, 2012).

**Figura 31** - Complexo Eólico União dos Ventos



Fonte: Dados da visita (2016)

O complexo foi financiado pelo BNDES. O financiamento para a obra foi de R\$ 557,1 milhões, equivalentes a 73,8% do valor total do investimento, de R\$ 754,6 milhões. Esse investimento abrangeu 10 centrais de geração de energia eólica, com capacidade instalada de 169,6 MW, produzidos por 106 aerogeradores de eixo horizontal fornecidos pela empresa General Electric (GE), cada um com 1,6 MW de potência nominal (BNDES, 2011; SERVENG, 2012).

O DCP “*Windfarm Complex* União dos Ventos” foi elaborado pela Consultoria WayCarbon, também brasileira, e o seu proponente foi a própria Serveng. Foi



submetido à UNFCCC em julho de 2012 e registrado dois meses depois. A data inicial do 1º período de crédito estabelecida no DCP foi 31/12/2013. A metodologia utilizada para o cálculo da redução das emissões foi a estabelecida pela UNFCCC (ACM0002). Usando essa metodologia, a redução anual média estimada de GEE do projeto foi calculada em 295.518 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (SERVENG, 2012).

Em 2010, foi firmado um contrato de concessão de transmissão com a CHESF, no qual ficou estabelecido que a subestação João Câmara II deveria entrar em operação comercial em maio de 2012. Porém, houve um atraso de quase dois anos nas obras da subestação e de seus sistemas associados e esta só entrou em operação em fevereiro de 2014. Então a Serveng solicitou o adiamento do cronograma de implantação das dez centrais eólicas e o complexo só começou a operar comercialmente em abril de 2014 (ANEEL, 2013; ABEEÓLICA, 2020).

No início de 2018, o complexo foi ampliado, com a aprovação pela ANEEL de mais três centrais eólicas para operação comercial. Assim, a capacidade do complexo foi acrescida de 65,1 MW. Vale destacar que o Complexo Eólico União dos Ventos é um dos maiores atores do mercado livre brasileiro (ONS, 2019).

O Grupo Serveng possui empresas que atuam em todo o território brasileiro nos setores de engenharia e construção, desenvolvimento imobiliário, mineração, transportes, energia e concessões de serviços públicos. A Serveng, uma empresa de capital privado, foi fundada em 1958 e no início focava apenas em engenharia, transportes e infraestrutura, sendo um dos principais grupos privados no mercado de infraestrutura do Brasil. Somente a partir dos anos 2000, o Grupo Serveng passou a atuar no mercado de geração de energia com a fundação da Corumbá Concessões, empresa responsável pela construção e administração da hidrelétrica Corumbá IV, em Goiás, a qual entrou em operação em 2006. Em 2011, o grupo criou a *holding* Ventos Potiguares Comercializadora de Energia S/A, para incorporar os 10 parques eólicos do futuro Complexo União dos Ventos (SERVENG, 2019).

A Serveng possui projetos de sustentabilidade ligados às áreas de educação e cultura, saúde, voluntariado (campanhas de doação) e meio ambiente. Como o grupo se originou em São Paulo, boa parte dos seus projetos está focada nesse estado, como por exemplo, seu projeto de inclusão social, em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). No Rio Grande do Norte, o grupo desenvolve o projeto “A Energia é Você!”, em parceria com o SENAI e com as secretarias dos

municípios de São Miguel do Gostoso e Parazinho. Esse projeto busca capacitar profissionais para atuar em parques eólicos, além de outras instalações de energia renovável (SERVENG, 2019).

#### 4.2.2.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

Ao analisar o DCP do Projeto União dos Ventos, percebeu-se que os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável declarados estavam genéricos demais e foram subestimados. Assim, este DCP teve uma das piores pontuações entre os projetos pesquisados, somando apenas 6 pontos na análise *ex-ante*, equivalentes a 7,4% da pontuação máxima total. Contudo, vale ressaltar que no geral os cobenefícios declarados em todos os DCP foram bastante inferiores aos percebidos pelos gestores. Dessa forma, a pontuação média dos 10 projetos na análise *ex-ante* foi igual a 10,5, correspondendo a apenas 13,0% da pontuação total.

Já em relação à análise *ex-post* do projeto, pode-se afirmar que os cobenefícios percebidos pelo gestor entrevistado foram regulares, uma vez que sua pontuação total somou 51 pontos, equivalentes a 63% da pontuação máxima total de 81 pontos. Sendo a pontuação média dos 10 projetos examinados na análise *ex-post* igual a 50,4, correspondente a 62,2%, nota-se que o desempenho do projeto ficou apenas um pouco acima dessa média (ver Quadro 14).

**Quadro 14** – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto União dos Ventos

Dimensões	Critérios	Cobenefícios Declarados	Cobenefícios Percebidos
Ambiental	Ar	0	6
	Terra	0	2
	Água	0	2
	Recursos Naturais	1	4
	Total da Dimensão Ambiental	1	14
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	3,7%	51,9%
Social	Empregos	2	4
	Saúde e Segurança	0	6
	Educação	0	3
	Bem-Estar	0	10
	Total da Dimensão Social	2	23
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	6,1%	69,7%

<b>Dimensões</b>	<b>Crítérios</b>	<b>Cobenefícios Declarados</b>	<b>Cobenefícios Percebidos</b>
Econômica	Crescimento	0	5
	Energia	2	5
	Transferência de Tecnologia	1	4
	Total da Dimensão Econômica	3	14
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	14,3%	66,7%
Pontuação Total		6	51
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		<b>7,4%</b>	<b>63,0%</b>

Fonte: Elaboração própria (2021)

No DCP, os cobenefícios citados foram o baixo impacto ambiental do projeto; a criação de postos de trabalho; a contribuição para a diversificação da matriz elétrica e para a segurança energética; e o incentivo para o desenvolvimento e aprendizado tecnológicos. Portanto, percebe-se uma ênfase um pouco maior nos cobenefícios econômicos (SERVENG, 2012).

Já na pesquisa de campo, os cobenefícios sociais foram os mais destacados, somando 23 pontos, equivalentes a 69,7% da pontuação máxima desta dimensão (33 pontos). Conforme esperado, o bem-estar foi o cobenefício social mais percebido, seguido por saúde e segurança, empregos, e, por fim, educação. Dentro do critério bem-estar, destacaram-se os cobenefícios referentes ao desenvolvimento rural ou das comunidades do entorno, com geração de renda para estas; o aumento das receitas municipais, especialmente considerando o Imposto Sobre Serviços (ISS) na fase de construção; empoderamento das mulheres; e percepção positiva por parte dos atores locais sobre o projeto.

Quanto à geração de renda para as comunidades do entorno, a empresa realizou cursos de corte e costura em duas comunidades e um curso para ensinar a produzir sabão, visando incentivar novas atividades produtivas nestas comunidades. Vale ressaltar que, antes do complexo eólico, as principais atividades econômicas dos municípios de Pedra Grande e São Miguel eram a agropecuária, o extrativismo, a pesca e o turismo. Outras formas de geração de renda para as comunidades percebidas pelo gestor são o aluguel de pousadas e casas para usar como dormitório

quando há demandas pontuais do complexo e o consumo no comércio local, principalmente na área de alimentação e serviços.

A empresa tem empregados dedicados a áreas relacionadas aos cobenefícios sociais que se sobressaíram: técnicos de saúde, segurança e meio ambiente e uma pessoa encarregada pelas ações de responsabilidade social, que interage com a comunidade. Na visão do gestor entrevistado, eles são bem dinâmicos e participativos. Entre as ações desenvolvidas pela empresa na área de saúde e segurança, foram citadas palestras ministradas para os empregados; a constituição de uma brigada de incêndio; e campanhas internas e na comunidade, contando com médicos e dentistas para fazer avaliações. Quanto à redução de acidentes, a empresa busca criar uma cultura de segurança e, como consequência, quando da visita, o complexo estava há 1.100 dias sem acidentes com afastamento.

Quanto às receitas municipais, em Pedra Grande ocorreu um aumento significativo na arrecadação do ISS nos anos de 2012 e 2013 devido às obras de construção do complexo. Para dar uma ideia da ordem de grandeza, em 2011 foram arrecadados R\$ 66.442,46, e em 2012 e 2013 foram arrecadados, respectivamente, R\$ 2.798.179,71 e R\$ 1.663.967,00. Após a conclusão das obras e a entrada em operação, as receitas de ISS provenientes do complexo diminuem, ficando restritas às empresas que prestam serviços ao mesmo. Entretanto, o município começa a receber a receita do repasse de 25% da arrecadação do ICMS feito pelo governo estadual (COSTA, R. F., 2015).

No tocante à geração de empregos, foram criados cerca de 200 empregos diretos na construção do complexo e quando da visita a campo este contava com 60 empregados próprios e 20 terceirizados para sua operação e manutenção (O&M). Os trabalhadores mais especializados, como os engenheiros, não são da região. Alguns são de Natal e outros de fora do estado. Já a maioria dos técnicos, eletricitas, pessoal de vigilância e limpeza é composta por mão de obra local treinada pela empresa.

Dos empregados próprios, seis eram mulheres, ou seja, 10% do total. Na percepção do gestor entrevistado, o empoderamento das mulheres na empresa é alto, pois “não há nenhuma restrição” ao trabalho feminino. Contudo, ele admite que os trabalhos de campo, que são mais pesados, basicamente são realizados por homens. Há apenas uma operadora no complexo, enquanto as outras mulheres ocupam cargos como analista de recursos humanos, técnica de meio ambiente e auxiliar de limpeza.

Essa realidade não difere muito na grande maioria dos parques eólicos visitados. Isso já era esperado, uma vez que, de modo geral, as áreas de engenharia e de energia são dominadas por homens. E em relação ao empoderamento feminino na comunidade, os cursos de corte e costura promovidos pelo complexo beneficiaram mulheres das duas comunidades onde foram realizados.

No critério educação, devido à carência de mão de obra especializada na região, o complexo forneceu cursos profissionalizantes no âmbito do projeto “A Energia é Você!”. Na fase de implantação, foram realizados treinamentos de marceneiro, ferreiro, motorista, segurança, operador, auxiliar de eletricista, entre outros. Atualmente, as principais ações são o programa de visitação “Tour dos Ventos”, focado nas comunidades do entorno, em escolas e universidades, e as palestras realizadas nas escolas locais por empregados do complexo sobre suas profissões.

Logo em seguida aos cobenefícios sociais, estão os cobenefícios econômicos, com 14 pontos (66,7% da pontuação máxima desta dimensão). Os critérios crescimento econômico e energia apresentaram 5 pontos cada, seguidos de perto pelo critério transferência de tecnologia, com 4 pontos. Os principais cobenefícios responsáveis por este desempenho foram: o investimento econômico de mais de R\$ 700 milhões feito no projeto; a geração de ativos relevantes para a empresa, em especial os aerogeradores; a criação de novas atividades comerciais; a geração de energia sustentável; e a transferência de tecnologia.

No que se refere ao crescimento econômico, o gestor entrevistado destacou o dinamismo econômico e social gerado na região durante a fase de construção do complexo. Porém, mesmo agora na fase de operação, ele nota que em São Miguel, onde mora, foram criadas novas atividades comerciais, como restaurantes, pousadas e lojas diversas. Esses achados confirmam os resultados das pesquisas de Costa, M. A. S. *et al.* (2019), que identificaram os benefícios de aumento do movimento e do lucro de estabelecimentos comerciais, abertura de novos empreendimentos e crescimento do setor de prestação de serviços, em especial hotéis e pousadas.

O gestor entrevistado ressaltou a contribuição do complexo para a segurança energética da matriz e a redução de custo, uma vez que o preço da energia termelétrica está maior do que o da eólica. Em relação à transferência de tecnologia, o gestor destacou a tendência a internalização na prestação de serviços – como a manutenção e a inspeção dos aerogeradores no final da garantia – e na fabricação de

componentes. Os aerogeradores do complexo ainda estão sob responsabilidade da GE, devido ao período de garantia, mas o gestor acredita que ao final da garantia pode ser contratada uma empresa brasileira para prestar este serviço específico.

Na época da visita, em janeiro de 2016, a eficiência das atividades produtivas do complexo estava muito baixa devido à falta de vento, sendo aquele o pior mês já enfrentado desde o início do parque. Como quase não havia chovido nos últimos anos, não havia sequer um parâmetro de comparação, mas a chuva estava gerando uma calma tão grande que a maioria dos aerogeradores estava parada.

Por fim, os cobenefícios ambientais obtiveram 14 pontos, equivalentes a 51,9% do total dessa dimensão. Os cobenefícios relacionados ao ar e aos recursos naturais pontuaram mais do que os ligados à terra e à água. Os cobenefícios que se destacaram foram: a melhoria da qualidade do ar; a melhoria na gestão de jazidas minerais próximas ao parque eólico; a proteção e melhoria do bioma (caatinga) e da diversidade de espécies da flora e da fauna; a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos por meio de uma empresa terceirizada especializada; e a melhoria da gestão de águas residuais, com a construção de uma estação de tratamento de esgoto.

A melhoria da qualidade do ar mencionada deve-se à redução de outros poluentes atmosféricos que não se constituem em gases do efeito estufa, os quais seriam emitidos caso a energia fosse produzida utilizando combustíveis fósseis. Assim como em outros projetos, o gestor mencionou a questão do pequeno aumento no ruído, porém ressaltou que pelo fato de a área do complexo ser grande, quase não existindo residências próximas aos aerogeradores, nunca houve reclamações.

Existem nas proximidades do complexo jazidas de piçarro, um tipo de terra misturada com areia e pedras. O complexo tem autorização para explorar esse material, que foi utilizado na construção dos acessos internos e ainda é utilizado para compensar o desgaste natural desses acessos. Segundo o gestor, a exploração das jazidas é feita de forma racional, utilizando o mínimo necessário, até porque o transporte representa um custo a mais. Durante a visita, foi possível observar que o estado de conservação dos acessos internos ao complexo estava em condições bem superiores ao estado das estradas externas, de cerca de 10 km de piçarro, que estavam cheias de lama e poças de água.

Na percepção do gestor entrevistado, é feita uma melhoria moderada na qualidade do solo por meio de tratamento de contenção natural das dunas com palhas de coqueiros, o que ajuda no crescimento da vegetação natural. Com a preservação da flora, a fauna também é favorecida. Há placas proibindo a caça em toda a área do complexo e vigilantes atentos a um eventual descumprimento. Além disso, é feito um trabalho de conscientização com as equipes que trabalham no complexo. Assim, animais silvestres diversos, como pássaros, cobras, escorpiões, carcarás e abelhas podem ser vistos na área do mesmo. Quando encontrados nas proximidades das instalações do complexo, são devolvidos ao seu habitat natural. Como a vida útil do complexo é de 20 a 30 anos, e há a proibição de atividades que degradam o meio ambiente, a tendência é a flora e a fauna serem preservadas no longo prazo.

Outras ações citadas pelo gestor em relação a melhorias na gestão dos recursos naturais foram as campanhas de recolhimento de lixo, realizadas duas vezes por ano na praia e em comunidades próximas e uma campanha interna constante de conscientização para uso racional da água.

Quanto à prevenção da poluição pelo descarte dos resíduos sólidos gerados no complexo, segundo o gestor, é feita a coleta seletiva e todo o resíduo recolhido recebe a destinação adequada. Uma atenção especial é dada à graxa usada nos equipamentos, que também é recolhida e destinada adequadamente no final da sua vida útil, por uma empresa de reciclagem terceirizada que efetua este serviço periodicamente.

Em relação à melhoria da gestão da água na área de influência do complexo, praticamente nenhuma ação é feita no sentido de beneficiar as comunidades do entorno, como por exemplo, melhorar a confiabilidade e acessibilidade do abastecimento de água para a comunidade ou melhorar a qualidade da água dos corpos hídricos. Essa situação também foi encontrada na maioria dos parques eólicos visitados.

O gestor informou que foi necessário fazer captação de água para a construção das torres de concreto, uma vez que o processo de produção do cimento é exotérmico, ou seja, libera calor, sendo a água usada para reduzir sua temperatura. Como essa água se evapora, não existe água residual de processo nem na construção, nem na operação dos parques eólicos. Para as águas residuais geradas nas atividades administrativas, foi construída uma estação de tratamento de esgoto, já que não há

rede coletora na região do complexo, assim como em quase toda a zona rural brasileira.

### **4.2.3 Complexo Eólico Asa Branca**

A análise do Complexo Eólico Asa Branca baseia-se em grande parte na entrevista realizada com o técnico ambiental e o líder do *site* em 30 de novembro de 2016, quando da realização da visita técnica ao complexo. Outras fontes de coleta de dados foram as observações feitas pela autora em campo e as seguintes fontes secundárias: *site* institucional do BNDES (2011); Documento de Concepção do Projeto Asa Branca (CONTOURGLOBAL, 2011); banco de dados da ABEEólica (2020); *site* institucional da ContourGlobal (2019a); relatórios anuais da ContourGlobal (2017; 2019b); informativo do Complexo Asa Branca (CONTOURGLOBAL, 2015); e uma dissertação sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte (COSTA, R. F., 2015).

#### **4.2.3.1 Perfil do Projeto**

O Complexo Eólico Asa Branca (Figura 32) localiza-se na região do agreste do Rio Grande do Norte, nos municípios de João Câmara, Jandaíra e Parazinho, a cerca de 90 km de Natal. O projeto, desenvolvido pela ContourGlobal, venceu o 2º Leilão de Fontes Alternativas (LFA 2010), realizado em agosto de 2010. Sua construção foi iniciada um ano depois e finalizada em agosto de 2013, porém o complexo só entrou em operação comercial em dezembro de 2014. Esse atraso deveu-se basicamente ao fato das obras de construção da subestação João Câmara III não terem sido concluídas a tempo. O complexo Asa Branca ocupa uma área de 4.062 hectares e conta com 100 aerogeradores de 1,6 MW fornecidos pela GE e uma subestação coletora de 34,5/138 kV. Desta subestação, a energia gerada é distribuída por uma linha de transmissão de 13 km até a subestação João Câmara III, localizada no distrito de Queimadas (CONTOURGLOBAL, 2015; ABEEOLICA, 2016).



**Figura 32** – Complexo Eólico Asa Branca

Fonte: Dados da visita (2016)

O DCP “Asa Branca *Wind Power Bundle Project*” foi elaborado pela Consultoria *Zero Emissions Solutions*, de origem belga, e o seu proponente foi a própria ContourGlobal. Foi submetido à UNFCCC em junho de 2011, porém até o momento não foi registrado, continuando com o status “em validação”. A data inicial do 1º período de crédito estabelecida no DCP foi 01/01/2013. Com base na metodologia ACM0002, a redução anual média estimada de GEE do projeto seria de 127.249 tCO<sub>2</sub>e (CONTOURGLOBAL, 2011).

A capacidade instalada do complexo é de 160 MW, divididos em cinco parques de 32 MW (Asa Branca IV, V, VI, VII e VIII), energia suficiente para abastecer aproximadamente 300 mil residências. O investimento foi da ordem de R\$ 600 milhões, com financiamento de R\$ 453,1 milhões pelo BNDES, com previsão de criação de 800 empregos diretos e indiretos na fase de construção (BNDES, 2011; ABEEÓLICA, 2020).

A ContourGlobal é uma empresa internacional de geração de energia que produz aproximadamente 4.200 MW em 61 usinas localizadas em 20 países, com destaque para países da Europa, América Latina e África Subsaariana. Foi fundada em 2005, em Nova York e começou sua atuação no Brasil já em 2006, com o desenvolvimento de uma PCH de 25 MW em Goiás, a qual entrou em operação em 2009. O Complexo Eólico Asa Branca foi o segundo empreendimento da ContourGlobal no Brasil (CONTOURGLOBAL, 2019a).

A empresa possui uma divisão de geração renovável – que inclui eólica, solar e hidrelétrica – formada por usinas geradoras com capacidade bruta instalada de 1.375 MW. Estas usinas incluem ativos eólicos na Áustria, Brasil (Asa Branca e Chapada) e

Peru, com capacidade total bruta de 862 MW; usinas hidrelétricas localizadas na Armênia e no Brasil, com capacidade bruta total de 441 MW; e usinas solares localizadas na República Checa, Itália e Eslováquia, com uma capacidade bruta total de 72 MW (CONTOURGLOBAL, 2019a).

A operação com segurança e eficiência, minimizando impactos ambientais, e a administração dos negócios com responsabilidade fazem parte dos princípios declarados pela ContourGlobal. A empresa possui uma estratégia de investimento social, visando promover o crescimento econômico e melhorar o bem-estar nas comunidades onde trabalha. Além disso, atua na prevenção da corrupção, tendo implantado um programa abrangente de conformidade anticorrupção (CONTOURGLOBAL, 2019b).

De acordo com o Relatório Anual 2018 da ContourGlobal, foram desenvolvidos 122 projetos de investimento social naquele ano, representando um aumento de 31% em relação a 2017. Destes, 45% foram implantados na Europa e 40% na América Latina. No Brasil, e mais especificamente no Complexo Asa Branca, as atividades de RSC incluem a implementação de um sistema integrado de gestão de saúde, segurança e meio ambiente, um programa interno de auditoria ambiental e ações voltadas para a conscientização da comunidade sobre a importância de preservar os animais selvagens (CONTOURGLOBAL, 2019b).

#### 4.2.3.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

Na análise do Projeto Asa Branca, notou-se que os cobenefícios percebidos pelos gestores entrevistados foram muito altos. Dentre todos os 10 projetos pesquisados, este teve a maior pontuação na análise *ex-post*: 62 pontos, equivalentes a 76,5% da pontuação máxima total. Já na análise *ex-ante*, percebeu-se que os cobenefícios declarados no DCP do projeto tiveram desempenho de moderado a baixo. A pontuação total deste DCP ficou abaixo da média, somando 9 pontos, equivalentes a 11,1% da pontuação máxima (ver Quadro 15).

**Quadro 15 – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Asa Branca**

<b>Dimensões</b>	<b>Crítérios</b>	<b>Cobenefícios Declarados</b>	<b>Cobenefícios Percebidos</b>
Ambiental	Ar	0	6
	Terra	1	4
	Água	0	3
	Recursos Naturais	0	4
	Total da Dimensão Ambiental	1	17
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	3,7%	63,0%
Social	Empregos	2	4
	Saúde e Segurança	0	7
	Educação	0	4
	Bem-Estar	3	13
	Total da Dimensão Social	5	28
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	15,2%	84,8%
Econômica	Crescimento	2	9
	Energia	1	4
	Transferência de Tecnologia	0	4
	Total da Dimensão Econômica	3	17
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	14,3%	81,0%
<b>Pontuação Total</b>		<b>9</b>	<b>62</b>
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		<b>11,1%</b>	<b>76,5%</b>

Fonte: Elaboração própria (2021)

No DCP, foram citados alguns cobenefícios que se destacam em relação a outros projetos, como por exemplo, a redução da ocupação territorial e a compatibilidade com outras atividades como pecuária, agricultura, piscicultura, entre outras. Os outros cobenefícios mencionados foram o aumento da segurança da matriz elétrica; a melhoria da infraestrutura local, com a construção, restauração e manutenção de estradas; a geração de empregos diretos e indiretos; a geração de renda para a comunidade; o aumento da arrecadação de impostos governamentais; e a criação de novas oportunidades de negócios, em especial dentro do setor eólico (CONTOURGLOBAL, 2011).

Este foi o projeto que apresentou a maior divergência entre os cobenefícios declarados no DCP e os percebidos pelos gestores, chegando a 65,4 pontos percentuais. Essa diferença pode ser explicada pela grande quantidade de cobenefícios percebidos. Observou-se que tanto na análise *ex-ante* quanto na *ex-post*

os cobenefícios sociais se destacaram, seguidos de perto pelos econômicos. E os cobenefícios ambientais foram os menos relevantes.

Na pesquisa de campo, os cobenefícios sociais tiveram a pontuação mais alta dentre todos os projetos visitados, somando 28 pontos (84,8%). Conforme esperado, neste projeto também o bem-estar foi o cobenefício social mais percebido, seguido por saúde e segurança, empregos e educação. Dentro do critério bem-estar, destacaram-se os cobenefícios referentes à contribuição para o desenvolvimento rural ou das comunidades, ao cuidado com crianças e pessoas em situação vulnerável, à criação de mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais, e à percepção positiva por parte dos atores locais sobre o projeto.

O complexo eólico possui um Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social, no âmbito do qual são realizadas algumas campanhas de conscientização social e ambiental. Nestas campanhas, já foram realizadas capacitações visando desenvolver opções de geração de renda na comunidade, como curso de corte e costura e de cozinha regional. Vale ressaltar que a maioria do público beneficiado tem sido as mulheres. Além disso, em 2013 foi dado apoio a um projeto de implantação de uma fábrica de vassouras de garrafa PET no município de Parazinho, a partir de uma demanda de pessoas da comunidade. Entretanto, esse projeto tem enfrentado dificuldades, especialmente devido a problemas de gestão por parte da associação de moradores. Outro cobenefício percebido pelos gestores em relação à geração de renda para a comunidade é o valor mensal que 14 proprietários recebem referente ao arrendamento das suas terras, além de um percentual sobre a geração de energia, estipulado em contrato.

Em relação ao cuidado com crianças e pessoas em situação vulnerável, a empresa desenvolveu o projeto social Ventos de Asa Branca junto com as Prefeituras Municipais de Parazinho e João Câmara e uma ONG, usando a linha de crédito do BNDES para investimentos sociais privados. Durante o ano de 2015, crianças do terceiro ao sexto ano participaram gratuitamente de atividades esportivas, aulas de música e aulas de arte sustentável no contra turno escolar, com apoio de monitores da própria região. Há ainda um trabalho social voltado para os idosos, com a realização de atividades no centro de convivência gerido pela área de assistência social da prefeitura.

Segundo os gestores entrevistados, a empresa mantém canais de comunicação com a comunidade para divulgar informações e receber demandas ou reclamações, as quais diminuíram após o período de construção. São feitas campanhas de comunicação social semestrais, nas quais é divulgado um informativo da empresa, que inclui o telefone do escritório em São Paulo. Além disso, o atendimento pessoal sem marcação prévia também é possível, a depender do assunto. No informativo de maio de 2015, foram divulgadas as oficinas de policultivos agroecológicos realizadas em novembro do ano anterior e a oficina de educomunicação, que busca educar utilizando os meios de comunicação (CONTOURGLOBAL, 2015).

Na visão dos gestores, a percepção por parte dos atores locais sobre o complexo eólico é predominantemente positiva, considerando a melhoria da economia local e da arrecadação do município. Apesar disso, eles reconhecem que as expectativas frustradas em relação à geração de emprego após a construção afetam a percepção de algumas pessoas. As expectativas eram muito altas e consideradas irreais pelos gestores, devido à falta de qualificação técnica da mão de obra local.

Como João Câmara e Parazinho são os municípios do Rio Grande do Norte com maior número de parques eólicos, a arrecadação municipal aumentou muito a partir de 2011. A construção do complexo eólico Asa Branca ocorreu de 2011 a 2013, contribuindo para esse aumento. O ISS arrecadado em João Câmara em 2011 foi de R\$ 2.412.755,67 e em Parazinho em 2012 a arrecadação chegou a R\$ 6.580.746,39 (COSTA, R. F., 2015).

Quanto ao critério saúde e segurança, foram citadas pelos gestores a redução de acidentes e incidentes e a redução dos riscos de incêndio ou explosão e de deslizamentos de terra. A empresa mantém um técnico de segurança no complexo, que é responsável pelo programa de treinamento voltado a capacitação dos funcionários na área de segurança e pelo monitoramento e acompanhamento das atividades, para evitar que aconteçam acidentes. Quando da visita, o período máximo sem acidentes no complexo era de 446 dias (ver Figura 33). Existe também um plano de atendimento a emergências e uma vez por ano as equipes são treinadas para atender emergências como derramamento de óleo, desmatamento ou incêndio florestal.

**Figura 33** – Cobenefícios do Complexo Eólico Asa Branca

Fonte: Dados da visita (2016)

No que tange à criação de empregos, na época da construção do complexo, havia cerca de 500 funcionários diretos e 500 indiretos. Porém, quando da visita a campo este contava com 19 empregados próprios e 28 terceirizados (prestando serviços de manutenção dos aerogeradores, manutenção civil, segurança patrimonial e monitoramento ambiental). Do ponto de vista de absorção da mão de obra local, os gestores percebem que o impacto não foi significativo. Porém, do ponto de vista da região e do setor, consideram que o impacto é significativo: hoje existem mais e melhores vagas de emprego no setor eólico, que absorvem mão de obra da região e cujo nível de remuneração é maior do que o praticado antes.

Passando aos cobenefícios educacionais, a empresa tem um programa de treinamento que promove cursos internos ou externos visando o desenvolvimento profissional em áreas de interesse. Para a comunidade, há um calendário de visitas às instalações do complexo, nas quais, conforme o público, temas diversos podem ser abordados, desde o uso consciente da água e o tráfico de animais até o processo de implantação do empreendimento e questões técnicas que envolvem o setor eólico.

Porém, a ação mais significativa relatada pelos gestores entrevistados foi a reforma em 2013 da escola do Assentamento Modelo II, que fica bem próxima à divisa do parque. Essa escola atendia aproximadamente 80 crianças e estava bastante deteriorada, inclusive com danos na alvenaria e no telhado. Com a reforma, o tamanho da escola foi duplicado e sua infraestrutura física foi melhorada. A empresa ainda fez doação de carteiras, computadores e ventiladores.

Em seguida aos cobenefícios sociais, estão os econômicos, com 17 pontos (81,0%). Os cobenefícios ligados ao crescimento econômico se destacaram e os ligados a energia e transferência de tecnologia foram percebidos com a mesma importância, somando 4 pontos cada. Os principais responsáveis por este desempenho foram: o investimento econômico resultante do projeto, com a geração de ativos relevantes para a empresa; a criação de novas atividades, principalmente comerciais; a criação e manutenção de nova infraestrutura; a redução da dependência de fontes externas de energia; a geração de energia sustentável; a introdução, desenvolvimento e / ou difusão de tecnologia importada; e a adaptação de novas tecnologias para as circunstâncias locais.

A criação de novos empreendimentos comerciais e de serviços a partir de demandas geradas pelos parques eólicos da região, em especial em João Câmara, tem sido relevante. Restaurantes, pousadas, lojas diversas e de materiais de construção, corretoras de imóveis e empresas de sinalização foram negócios citados pelo entrevistado. Nos últimos anos, um novo serviço mais diretamente ligado ao setor eólico tem sido oferecido: o serviço de operação e manutenção de parques. Ele ressaltou, contudo, que é difícil estimar a contribuição de um único parque eólico para esses cobenefícios, uma vez que já existem vários na região.

No que se refere à criação e manutenção de nova infraestrutura, foi construída uma estrada de 42 km para circulação no complexo, que recebe manutenção anual a cargo da empresa terceirizada de construção civil. Como existem quatro trechos dessa estrada que estabelecem ligação entre pequenas comunidades, esse também é um cobenefício importante gerado.

O fato de a energia eólica ser considerada limpa, quase não gerando resíduos nem poluição atmosférica, foi citado pelos gestores entrevistados. A redução da dependência de fontes externas de energia também é um cobenefício considerável na sua percepção. Em razão da geração eólica, o Rio Grande do Norte, que só recebia a energia do SIN, sendo chamado de “fim de curso”, agora fornece energia em uma quantidade tal que seria suficiente para atender a demanda do estado. Assim, o desempenho da rede melhora, aumentando a oferta de energia para o consumidor final e evitando os “apagões”.

Por fim, quanto à transferência de tecnologia, os gestores percebem como cobenefício a introdução, desenvolvimento ou difusão de tecnologia americana.

Reconhecem, contudo, que o *software* do aerogerador, desenvolvido pela GE, é uma “caixa preta”. Portanto, acredita-se que não é possível afirmar que há efetivamente uma transferência tecnológica. A simples introdução e difusão de tecnologia importada da forma com vem sendo realizada neste e em outros complexos e parques eólicos não se caracteriza como transferência de tecnologia. A situação é diferente quando se trata dos sistemas de supervisão do centro de operações do Complexo Eólico Asa Branca. Modelados de acordo com as circunstâncias e necessidades do complexo, esses sistemas foram desenvolvidos pela empresa brasileira Elipse.

Por fim, com 17 pontos (63,0%), os cobenefícios ambientais percebidos pelos gestores entrevistados foram os menos pontuados. Dentre eles, destaca-se a melhoria da qualidade do ar promovida pela fonte eólica – principalmente quando comparada com a geração termelétrica – devido ao fato de não haver emissão de GEE nem de outros poluentes atmosféricos. Outros cobenefícios ambientais percebidos foram a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos; a melhoria da gestão ou controle dos recursos hídricos e das águas residuais; e a proteção do bioma da região do complexo (caatinga) e de espécies de flora e fauna.

Os gestores percebem haver bastante cuidado com o descarte apropriado dos resíduos sólidos gerados no complexo. Uma empresa especializada presta esse serviço e emite um certificado de destinação final dos resíduos que são recolhidos. A cada seis meses, o complexo apresenta ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte as evidências que comprovam o adequado gerenciamento dos seus resíduos sólidos.

Em relação a melhorias na gestão dos recursos hídricos, no início da implantação foi realizado um mapeamento e sinalização dos lagos temporários e cursos d'água intermitentes, proibindo seu aterramento e qualquer atividade nesses locais. Apenas na construção da estrada, quando foi necessário cruzar cursos d'água intermitentes, foram colocadas grandes galerias embaixo desta para que o fluxo não fosse interrompido. Como a água é muito escassa na região, seu controle e uso racional, visando evitar desperdícios, é uma preocupação no complexo, tendo sido incluído no plano anual de treinamento para os funcionários. As águas residuais são destinadas a fossas sépticas e quando estão cheias, o resíduo é recolhido por empresas especializadas e enviado para uma lagoa de estabilização para tratamento.



Como parte do licenciamento ambiental do complexo, a empresa executou um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), plantando mudas de espécies nativas da caatinga na área destinada a reserva ambiental legal. Para instituir as áreas de reserva legal, primeiro foi necessário realizar a regularização fundiária das terras onde o complexo seria implantado, o que também pode ser considerado como um cobenefício. Essas áreas foram delimitadas com cercas e identificadas com placas. Além disso, foram sinalizadas com placas de proibição: do acesso de pessoas não autorizadas, de jogar lixo, de desmatar e de caçar (ver Figura 33).

Essas áreas são acessadas por equipes de pesquisa, quando necessário, visando proteger a flora e a fauna. Além do PRAD, existe um programa de monitoramento de fauna desde o início da implantação do empreendimento, também exigido pelo órgão ambiental no processo de licenciamento. Caso sejam identificados animais dentro da área utilizada para produção de energia, eles são resgatados por uma equipe de consultoria especializada, contratada pelo complexo, e destinados novamente à área de reserva legal.

#### **4.2.4 Parque Eólico Rio do Fogo**

Esta análise do Parque Eólico Rio do Fogo baseia-se principalmente na entrevista realizada com o responsável pelo suporte técnico de O&M e o auxiliar administrativo em 29 de novembro de 2016, quando a visita ao parque foi realizada. Além dessa fonte, foram utilizadas também as observações da autora durante a visita técnica e as seguintes fontes secundárias: Documento de Concepção do Projeto Rio do Fogo (IBERDROLA, 2007); notícias online sobre Rio do Fogo (ARAÚJO, R., 2010) e sobre a Iberdrola (2015); dissertação sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte (COSTA, R. F., 2015); artigo e dissertação sobre o impacto da implantação do parque eólico Rio do Fogo sobre o assentamento Zumbi (ROZENDO, FERRAZ & BASTOS, 2014; FERRAZ, 2015); *site* institucional (IBERDROLA, 2019a); e o Relatório de Sustentabilidade de 2018 (IBERDROLA, 2019b).

#### 4.2.4.1 Perfil do Projeto

O Parque Eólico Rio do Fogo (Figura 34) localiza-se no município litorâneo de Rio do Fogo, no Rio Grande do Norte, aproximadamente 90 km ao norte de Natal. Este parque é de propriedade da Enerbrasil, empresa controlada pela Iberdrola Renováveis do Brasil, e foi o primeiro projeto de energia eólica incentivado pelo PROINFA, contando com o financiamento do BNDES. Sua construção foi iniciada em 2005 e cerca de um ano depois, em julho de 2006, o parque entrou em operação comercial. O Parque Eólico Rio do Fogo possui 62 aerogeradores de 800 kW fornecidos pela Wobben/Enercon, sendo sua capacidade instalada de 49,30 MW. Como este parque eólico é muito mais antigo do que todos os outros visitados, a potência dos seus aerogeradores também é bem menor.

**Figura 34** – Parque Eólico Rio do Fogo



Fonte: Dados da visita (2016)

O DCP intitulado “Rio do Fogo Wind Energy Project” foi elaborado pelas Consultorias Garrigues Medio Ambiente Consultora Técnica y de Gestión Integrada del Medio Ambiente e Solea Consulting, ambas de origem espanhola, e o seu proponente foi a própria Iberdrola. O projeto está datado de 07/03/2007, porém não se encontra disponível no *site* da UNFCCC pois a Iberdrola desistiu do processo de validação. Assim, o status do projeto no *CDM Pipeline* é “validação terminada”. A data inicial do 1º período de crédito que consta no DCP é 01/07/2007. Com base na metodologia ACM0002, a redução anual média estimada de GEE do projeto seria de 15.091 tCO<sub>2</sub>e (IBERDROLA, 2007).

Em setembro de 2013, o Parque Eólico Arizona I – que pertence à Força Eólica do Brasil, um consórcio do grupo espanhol Iberdrola e da Neoenergia – entrou em operação, formando um complexo eólico junto com Rio do Fogo. Este parque é

composto por 14 aerogeradores de 2 MW da fabricante espanhola Gamesa, totalizando 28 MW de potência instalada.

O complexo ocupa 540 hectares em uma área majoritariamente de dunas móveis, em um latifúndio pertencente ao INCRA, onde existem pequenos assentamentos. Os ventos na região são constantes, levando a um bom rendimento dos aerogeradores, que ficam voltados para o mar. Os aerogeradores são interligados por um circuito de média tensão em 34,5 kV e existe uma subestação elevadora de 34,5/69 kV, localizada dentro da área do complexo, e uma linha de transmissão de 69 kV que leva a energia gerada à subestação de Extremoz, de propriedade da distribuidora Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN).

O grupo Iberdrola está entre as cinco maiores empresas de energia do mundo, concentrando grande parte de sua atividade em cinco países: Espanha, Reino Unido, Estados Unidos, Brasil e México. É a maior produtora de energias renováveis da Europa e dos EUA e a líder mundial em energia eólica. Da sua produção total de 145.597 GWh em 2018, 42,4% foi de origem renovável, apresentando um aumento de 5 pontos percentuais em relação a 2017 (IBERDROLA, 2019a; 2019b).

A Iberdrola está presente no Brasil desde 1997, através da sua participação de 39% na *holding* Neoenergia. Além disso, em 2011, a Elektro, uma distribuidora de energia de origem brasileira, foi integrada ao grupo. Em 2015, a Iberdrola possuía uma força de trabalho de cerca de 9.000 empregados no Brasil. Em 2018, foram produzidos no Brasil pela empresa 13.652 GWh, sendo 10.099 (74,0%) a partir de fontes renováveis (IBERDROLA, 2015; 2019b).

O consórcio formado pela Iberdrola e pela Neoenergia para atuação na área eólica estabeleceu uma parceria com a Gamesa, com a qual já tinha assinado em 2015 acordos para o fornecimento de 372 MW no Brasil. Os aerogeradores – que se adaptam especialmente bem às condições dos ventos fortes e pouco turbulentos brasileiros – são fabricados na fábrica da Gamesa no município de Camaçari, na Bahia (IBERDROLA, 2015).

De acordo com o Informe de Sustentabilidade 2018 da Iberdrola, a empresa reformou seu sistema de governança corporativa para formalizar e desenvolver o compromisso em cumprir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, que foram integrados nas políticas de sustentabilidade da companhia.

Além disso, a empresa mede e avalia as contribuições de seus negócios para as comunidades usando o padrão LBG (*London Benchmarking Group*), por ser amplamente reconhecido em nível internacional. O investimento social realizado em 2018 – que inclui projetos ligados ao desenvolvimento socioeconômico do meio ambiente, à sustentabilidade energética, à arte e cultura, à educação e à cooperação e solidariedade – somou 36.268.099 EUR, representando 67,9% do total de 53.452.269 EUR (IBERDROLA, 2019b).

#### 4.2.4.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

A partir da análise do Projeto Rio do Fogo, notou-se que os cobenefícios declarados no DCP e percebidos pelo gestor entrevistado destacaram-se em relação aos projetos visitados. Dentre os 10 projetos, este teve a segunda maior pontuação na análise *ex-post*: 59 pontos, equivalentes a 72,8% da pontuação máxima total. Também na análise *ex-ante*, os cobenefícios declarados no DCP apresentaram um dos melhores desempenhos. A pontuação total deste DCP ficou acima da média, somando 13 pontos, equivalentes a 16,0% da pontuação máxima (ver Quadro 16).

**Quadro 16 – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Rio do Fogo**

<b>Dimensões</b>	<b>Crítérios</b>	<b>Cobenefícios Declarados</b>	<b>Cobenefícios Percebidos</b>
Ambiental	Ar	1	6
	Terra	1	4
	Água	1	2
	Recursos Naturais	-1	4
	Total da Dimensão Ambiental	2	16
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	7,4%	59,3%
Social	Empregos	2	4
	Saúde e Segurança	0	6
	Educação	0	3
	Bem-Estar	3	10
	Total da Dimensão Social	5	23
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	15,2%	69,7%
Econômica	Crescimento	3	9
	Energia	2	6
	Transferência de Tecnologia	1	5
	Total da Dimensão Econômica	6	20
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	28,6%	95,2%
<b>Pontuação Total</b>		<b>13</b>	<b>59</b>
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		<b>16,0%</b>	<b>72,8%</b>

Fonte: Elaboração própria (2021)

O DCP deste projeto é um dos mais detalhados em relação aos cobenefícios a serem gerados. Foi um dos poucos a declarar melhorias em relação aos cobenefícios ambientais ligados ao ar, terra e água, como a redução de contaminantes do ar e de resíduos sólidos e efluentes líquidos. Além disso, foi também um dos poucos a declarar impactos ambientais negativos, como a poluição visual e sonora e o impacto potencial sobre as aves migratórias (IBERDROLA, 2007).

Além dos cobenefícios ambientais, no DCP também foram listados cobenefícios sociais e econômicos, como a geração de empregos, a distribuição de renda, o desenvolvimento tecnológico, a melhoria da infraestrutura local com a construção de uma nova estrada, a independência de fontes de energia externas ao estado e o incremento do turismo na região. O DCP declara a geração de 500 empregos diretos durante a fase de construção e 21 empregos diretos durante a operação, em postos de trabalho qualificados ou semi-qualificados.

Na pesquisa de campo, os cobenefícios econômicos se destacaram, apresentando a maior pontuação entre todos os parques eólicos visitados: 20 pontos (95,2%). Assim, a pontuação total deste parque foi muito influenciada pela dimensão econômica, porém acredita-se que esta alta pontuação é resultado de uma visão exageradamente otimista do gestor entrevistado. Em razão do Parque Eólico Rio do Fogo ser de pequeno porte, antigo e, portanto, defasado tecnologicamente, os cobenefícios econômicos gerados não são tão significativos, em especial quando comparados aos cobenefícios de alguns grandes complexos eólicos visitados.

O critério crescimento econômico foi o mais pontuado, seguido pelos critérios energia e transferência de tecnologia. Os principais cobenefícios responsáveis por este desempenho foram o alto investimento e a geração de ativos relevantes para a empresa, o aumento da eficiência das atividades produtivas existentes e a redução dos custos de produção ou de serviços. De acordo com Rozendo, Ferraz e Bastos (2014), o valor total investido no parque foi de R\$ 209 milhões, sendo R\$ 136 milhões (65,1%) provenientes de empréstimo do BNDES. Para tornar os investimentos mais atrativos, do ponto de vista econômico-financeiro, o corpo técnico de engenharia da Iberdrola estuda os modelos de aerogeradores adquiridos para os empreendimentos espalhados por todo o mundo, visando reduzir os custos de operação e aumentar sua vida útil e econômica.

Portanto, os cobenefícios econômicos percebidos pelo gestor entrevistado são voltados principalmente para a empresa. Na sua percepção, o município de Rio do Fogo se desenvolveu pouco com a instalação do parque eólico, principalmente devido a uma cultura local de pesca de subsistência. Apenas na época da construção houve uma movimentação maior da economia, mas depois não se notou desenvolvimento no município. Para ele, isso se deve ao fato de as pessoas do local, em geral, não quererem se comprometer com empregos formais – quer na área de comércio, de serviços ou industrial – nem cumprir normas e horários. Corroborando essa percepção, Araújo, R. (2010) afirma que a população não busca se qualificar, quer seja por não ter condição financeira ou por não ambicionar melhoria do seu nível de renda e qualidade de vida.

Segundo o gestor, devido à proximidade de assentamentos, a comunidade faz pequenos cultivos dentro da área do complexo (de caju, mangaba, melancia, mandioca, batata doce ou outros), compartilhando o espaço como “um bem comum”.

Nesse ponto, vale ressaltar que o complexo eólico Rio do Fogo é o único dentre os visitados cuja área é completamente aberta, não possuindo cercas. Inclusive, há uma rodovia estadual que corta o complexo, interligando o distrito de Zumbi à sede do município. A manutenção dessa estrada é feita uma vez por ano em uma parceria entre a empresa e a prefeitura.

Quanto à energia, a melhoria na sustentabilidade, disponibilidade, acessibilidade, confiabilidade e qualidade do fornecimento de energia foram cobenefícios percebidos pelo gestor. A empresa instalou filtros de harmônicos na subestação, visando reduzir os ruídos na rede elétrica e assim melhorar a qualidade da energia. Também houve a redução da dependência de fontes externas ao Rio Grande do Norte. Entretanto, este projeto é o único que gerou o cobenefício de melhoria no acesso à energia. Além de propiciar esse acesso para os assentamentos – que não eram eletrificados anteriormente – a Iberdrola também faz a doação da energia fornecida.

Antes do início da implantação do parque, a Enerbrasil e o INCRA haviam estabelecido acordos de compensação para os assentados. Como a agrovila do assentamento não dispunha de energia elétrica nem de água, ficou definido que o custeio desses dois insumos ficaria a cargo da empresa durante o tempo de vigência do contrato. Esse foi considerado pelos assentados como um dos principais cobenefícios gerados pelo Parque Eólico Rio do Fogo. Entretanto, na percepção deles, as negociações acerca da instalação deste parque foram insuficientes. A empresa havia se comprometido em um dos acordos a disponibilizar R\$ 100.000,00 no primeiro ano de operação do parque para construção de equipamentos de infraestrutura social ou de suporte ao sistema produtivo comunitário. Porém, as decisões sobre a destinação desse dinheiro foram tomadas pelo INCRA e, segundo relatos, os investimentos realizados não consideraram os anseios dos assentados (ROZENDO, FERRAZ & BASTOS, 2014; FERRAZ, 2015).

No que se refere a transferência de tecnologia, o gestor percebe como principais cobenefícios a introdução, desenvolvimento e / ou difusão de tecnologia importada; a construção de *know-how* para o desenvolvimento de novas tecnologias; e a parceria com universidades locais ou centros de investigação. O gestor destacou os estudos meteorológicos ligados a medição de ventos feitos no complexo com apoio de empregados da Iberdrola na Espanha. Esses estudos são voltados para as

necessidades da produção e geram um indicador de performance. Como resultado, pode haver a indicação de manutenção ou troca de algum componente do aerogerador com problema. Por fim, a empresa mantém uma parceria com o Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER), localizado em Natal, para estudos de vento, manutenção de equipamentos e levantamentos na área ambiental (flora, fauna e mapeamento da qualidade do ar).

Passando aos cobenefícios sociais, estes também tiveram uma pontuação expressiva: 23 pontos (69,7%). Conforme esperado, o bem-estar foi o cobenefício social mais percebido, seguido por saúde e segurança, empregos, e, por fim, educação. Dentro do critério bem-estar, destacaram-se os cobenefícios referentes a melhoria das condições de trabalho; aumento das receitas municipais; empoderamento das mulheres; criação de mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais; e percepção positiva por parte dos atores locais sobre o projeto.

O parque contribui com o aumento da arrecadação de impostos pela prefeitura de Rio do Fogo. Em 2006, período da construção, o ISS arrecadado foi de R\$ 1.801.795,89. No ano seguinte, esse valor caiu para R\$ 371.768,20. Com o repasse da arrecadação do ICMS, o município teve também um incremento de 38% nesse imposto após o início das atividades do parque. Apesar disso, o empreendimento contribuiu pouco para o desenvolvimento econômico do município (ARAÚJO, R., 2010; COSTA, R. F., 2015).

Embora neste complexo eólico houvesse apenas duas mulheres, uma delas era a líder do parque de Rio do Fogo. Este foi o único parque entre os visitados em que uma mulher ocupava um cargo tão alto. O gestor entrevistado fez questão de frisar que ela era bastante qualificada e que tanto ela como a outra mulher que trabalhava no parque, responsável pela limpeza, eram valorizadas. Em relação a esse ponto, novamente se nota uma percepção excessivamente positiva por parte do gestor.

Quanto aos mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais, o gestor destacou o papel do departamento de comunicação da empresa e a existência de uma equipe jurídica, que presta apoio à população assentada. Além disso, citou também a existência de pessoal próprio e empresas contratadas para cuidar de questões ambientais que possam vir a afetar as comunidades vizinhas, como por exemplo, no caso de um sinistro em um aerogerador.



Os cobenefícios referentes a saúde e segurança citados foram a redução ou prevenção de doenças, de acidentes e de incidentes e a redução dos riscos de incêndio ou explosão e de deslizamentos de terra e a melhoria da segurança alimentar. Nada foi percebido em relação a melhoria dos serviços de saúde oferecidos às comunidades nem em relação ao saneamento básico e gerenciamento de resíduos. Apenas na época da construção do parque, a empresa fez uma campanha e montou um grupo de assistentes sociais para prevenir o tráfico de crianças, o abuso, a pedofilia e a prostituição, através do Disque 100. Segundo o gestor, essa iniciativa não teve continuidade por falta de parceria com a prefeitura.

Quanto à geração de empregos, o gestor estimou que foram criados cerca de 700 empregos durante o ano em que o parque foi construído e informou que atualmente há um total de 25 pessoas trabalhando, incluindo empregados da Iberdrola e das empresas terceirizadas, e contando com o pessoal dos turnos. Vale ressaltar que os números de empregos declarados no DCP foram próximos dos percebidos na pesquisa de campo. Entretanto, do total de empregados na operação do complexo, apenas duas pessoas são da região, apesar de o gestor frisar que a empresa procurou absorver pessoas das comunidades vizinhas. Porém, ele considera que a iniciativa não teve sucesso devido à questão cultural citada.

Por fim, em relação a educação, os principais cobenefícios percebidos foram doações de computadores, livros e ferramentas de pesquisas feitas, a cada ano, para uma escola ou centro educacional diferente. Todos os anos, no mês de outubro, do início do mês até o Dia das Crianças, a empresa contrata uma equipe para organizar e coordenar trabalhos realizados pelas crianças sobre energias renováveis, através de maquetes, peças teatrais e entrevistas simuladas. Além disso, há um projeto chamado “Aulas de Energia” em um centro do IDEMA em Maracajaú, a 20 km do parque. Neste centro de formação, que recebe escolas e a comunidade em geral, são dadas aulas de energia eólica de forma lúdica, apresentando o funcionamento de um parque eólico.

Os cobenefícios ambientais foram os menos percebidos, com 16 pontos (59,3%). Observa-se maior pontuação no critério ar, posteriormente em terra e recursos naturais e, por último, água. A redução nas emissões de outros poluentes atmosféricos além dos GEE foi o principal cobenefício ambiental percebido. Afora isso, foram percebidos também: a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos;

a melhoria da qualidade do solo por meio de tratamento de contenção natural das dunas; a proteção dos recursos minerais, como a areia, e do bioma local, conhecido como zona da mata; e a economia de água.

Na percepção do gestor entrevistado, a empresa respeita o meio ambiente, o que pode ser observado no cuidado com o descarte apropriado dos resíduos sólidos gerados no complexo. A cada 3 a 5 anos, o óleo dos aerogeradores deve ser substituído por completo. Quando isso acontece, uma empresa especializada é contratada para a coleta e destinação apropriada do resíduo, com emissão de certificado. Também no caso de um eventual vazamento de óleo dos aerogeradores, o complexo tem mecanismos para sua contenção.

Devido à necessidade de que as dunas sejam estabilizadas para que não avancem sobre os aerogeradores, passou-se a utilizar palha de coqueiro e esterco de gado (com adubo) para propiciar a germinação de sementes de plantas rasteiras apropriadas para as dunas da região. O período que antecede as chuvas é escolhido para plantar e a irrigação inicial é feita manualmente.

A água utilizada na operação e manutenção do complexo provém de poços artesianos e seu uso é restrito às pessoas que trabalham lá. A qualidade dessa água é monitorada periodicamente, mediante análise laboratorial. Em 2005, na instalação do parque Rio do Fogo, a água utilizada para a construção da base dos aerogeradores foi proveniente de caminhões pipa, embora naquela época ainda houvesse bastante água na região. Desde então, a falta de chuva fez com que várias lagoas dentro da área do parque, onde a população local pescava peixe e camarão, desaparecessem.

Por fim, quanto à preservação dos recursos naturais, toda a área do complexo é protegida: a retirada de areia das dunas, o desmatamento e as queimadas são proibidos. O complexo tem um contrato bianual com uma consultoria ambiental especializada, que faz uma visita mensal ao parque, para observar e proteger o ecossistema. Este trabalho é feito em conjunto com a equipe de O&M do complexo, que identifica situações de risco, principalmente em relação à fauna local.

#### **4.2.5 Complexo Eólico Alto Sertão**

Esta análise do Complexo Eólico Alto Sertão baseia-se principalmente nas entrevistas realizadas com a analista de comunicação e o engenheiro de O&M, feitas

nas instalações do complexo em 01 de agosto de 2016; e na entrevista com o diretor vice-presidente de sustentabilidade, feita no escritório da Renova em Salvador em 11 de outubro de 2016. Além dessas fontes, foram utilizadas também as observações da autora durante a visita técnica ao complexo e as seguintes fontes secundárias: licença ambiental concedida à Renova (BAHIA, 2010); DCPs Renova Area 6-8 Wind Power Project e Renova 2010 Wind Parks (RENOVA, 2011; 2012); livro *Plantas Medicinais: saberes tradicionais* (RENOVA, 2014); *site* institucional (RENOVA, 2016a); Relatório Anual e de Sustentabilidade 2015 (RENOVA, 2016b); artigos de jornal sobre energia eólica na Bahia (PEREIRA, 2012; ORDOÑEZ, 2012; EDUARDO, 2015; CAETITÉ, 2015; MACHADO, 2019); banco de dados da ABEEólica (2020).

#### 4.2.5.1 Perfil do Projeto

O Complexo Eólico Alto Sertão (Figura 35) localiza-se no sudoeste da Bahia, a cerca de 750 quilômetros de Salvador, nos municípios de Caetité, Guanambi, Pindaí e Igaporã, sendo os três primeiros pertencentes ao território de identidade intitulado Sertão Produtivo. A Renova Energia desenvolveu dois projetos de MDL, cada um abrangendo seis parques eólicos: o primeiro projeto contava com 81 aerogeradores e capacidade total de 129,2 MW e foi proposto a partir do 2º Leilão de Energia de Reserva (LER 2009); e o segundo, com 102 aerogeradores e capacidade total de 162 MW, foi proposto a partir do 3º Leilão de Energia de Reserva (LER 2010). Todos os aerogeradores utilizados no complexo são fornecidos pela GE e possuem capacidade nominal de 1,6 MW cada. O preço de venda da energia estabelecido em leilão no caso do primeiro projeto foi de 146,94 R\$/MWh, enquanto no segundo projeto foi de 121,25 R\$/MWh. O investimento total feito no Complexo Eólico Alto Sertão I foi de R\$ 1,2 bilhão. (RENOVA, 2011; 2012; PEREIRA, 2012; ABEEOLICA, 2020).

**Figura 35** – Complexo Eólico Alto Sertão

Fonte: Dados da visita (2016)

A Renova submeteu e registrou junto à UNFCCC em 2012 dois Documentos de Concepção de Projeto: Renova Area 6-8 Wind Power Project e Renova 2010 Wind Parks. O primeiro projeto foi elaborado pela Key Consultoria e Treinamento e o segundo pela Ecopart Assessoria em Negócios Empresariais, mais conhecida como EQAO, ambas empresas brasileiras de consultoria. Com base na metodologia ACM0002, a redução anual média estimada de GEE do projeto Renova Area 6-8 seria de 117.424 tCO<sub>2</sub>e e a do projeto Renova 2010 seria de 166.924 tCO<sub>2</sub>e, totalizando 284.348 tCO<sub>2</sub>e (RENOVA, 2011; 2012).

Entretanto, o Complexo Eólico Alto Sertão é muito maior do que esses projetos de MDL. De acordo com o *site* institucional da Renova, o Complexo Eólico Alto Sertão I possui 294,4 MW de capacidade instalada, o Alto Sertão II possui 386,1 MW e o Alto Sertão III, que estava em construção, possuiria capacidade de 400 MW (RENOVA, 2016a).

A construção do Complexo Eólico Alto Sertão I foi iniciada em 2010. Aqui cumpre ressaltar que a licença ambiental de localização concedida pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEPRAM) à Renova, pelo prazo de cinco anos, estabeleceu diversos condicionantes socioambientais. Entre esses condicionantes, destaca-se a apresentação da documentação comprobatória da averbação da reserva legal; um plano de resgate de material arqueológico; a constituição de uma Comissão de Acompanhamento do Empreendimento (CAE); e diversos programas como o de monitoramento da avifauna, recuperação das áreas degradadas, gerenciamento de

resíduos sólidos, controle de processos erosivos, comunicação social e educação em saúde para as comunidades, entre outros (BAHIA, 2010).

Embora a obra tenha sido concluída em julho de 2012, o complexo só iniciou a operação comercial em julho de 2014. Esse atraso de dois anos foi devido ao fato das obras de construção da subestação Igaporã II, que permitiria a integração ao SIN, não terem sido concluídas a tempo pela CHESF. De fato, em setembro de 2012 essas obras não haviam sequer começado. Porém, pelas regras do edital de licitação, as geradoras que concluíram os parques eólicos dentro do prazo tinham direito a receber uma receita fixa prevista no contrato. No caso da Renova, o governo federal deveria garantir o pagamento equivalente ao fornecimento de, no mínimo, 134 MW. Ao todo, 32 usinas eólicas construídas ficaram inoperantes em todo o Brasil, somando R\$ 370 milhões de receitas a receber (ORDOÑEZ, 2012; PEREIRA, 2012).

A Renova Energia foi fundada em 2001, sendo uma empresa brasileira de geração de energia renovável, com atuação inicial na fonte hídrica (em PCH) e depois nas fontes eólica e solar. A partir de 2009, a companhia passou a concentrar suas atividades na geração eólica e o Complexo Alto Sertão I foi considerado o maior complexo eólico da América Latina, quando da sua implantação (RENOVA, 2016a).

Em 2010, a Renova foi a primeira empresa do setor de energia renovável a ter suas ações listadas na Bolsa de Valores de São Paulo (BM&F Bovespa). Diferencia-se de algumas empresas de geração eólica pela atuação integrada desde a prospecção inicial até a operação dos empreendimentos, passando pelo desenvolvimento de projetos, pela comercialização de energia, e pela construção e implantação dos parques. Em 2016, a Renova estava atuando na operação de três PCHs, na implantação do Complexo Eólico Alto Sertão III e no desenvolvimento de novos projetos eólicos do seu portfólio, que tinha um potencial de 6 GW em áreas espalhadas por diversos municípios da região nordeste (RENOVA, 2016a).

De acordo com o Relatório Anual e de Sustentabilidade 2015, a Renova era a principal referência em termos de práticas de responsabilidade socioambiental no mercado brasileiro de energias renováveis. Além de realizar seu inventário de emissões de gases de efeito estufa, mantinha programas de cunho socioambiental, como o Programa Catavento. Esse programa é uma iniciativa voluntária de investimento social privado da Renova, voltada para as áreas de dinamização da

economia, recursos hídricos e educação e cultura. Vale destacar que o programa está associado ao subcrédito social do BNDES (RENOVA, 2016b).

Em 2015, o Programa Catavento investiu mais de R\$ 2 milhões em ações de melhoria de serviços e infraestrutura das comunidades locais, com destaque para os seguintes projetos: fortalecimento das cadeias produtivas, com o objetivo ampliar a renda familiar por meio da prestação de assistência técnica e extensão rural; projeto de fortalecimento do associativismo, com o objetivo de apoiar as associações de moradores e produtores locais em termos de mobilização, gestão e institucionalização; projeto água no semiárido, que visa recuperar e preservar os mananciais naturais e artificiais; implantação do Museu do Alto Sertão da Bahia (MASB) para a conservação dos achados arqueológicos feitos na região; e o Conservatório de Música Anísio Teixeira, que promove capacitação e experiência nas áreas musical e teatral (RENOVA, 2016b).

A empresa elaborou uma matriz de materialidade em relação a sustentabilidade, com alguns temas e assuntos prioritários, como por exemplo: controle e monitoramento de uso da água; monitoramento de fauna e flora; recuperação de áreas degradadas; geração e disposição de resíduos; tratamento de efluentes; gestão de impactos nas comunidades; investimento social privado; geração de emprego; condições de trabalho; fomento à economia local; desenvolvimento da cadeia produtiva; novas tecnologias para medição de ventos; entre outros (RENOVA, 2016b).

Em 2015, a Renova investiu R\$ 15,1 milhões em iniciativas de proteção ambiental que abrangeram os seus projetos eólicos, PCH, solares e linhas de transmissão. Para evitar a degradação do solo e como compensação do processo de supressão vegetal necessário para implantação do Alto Sertão III, a Renova investiu R\$ 2,73 milhões em ações de recuperação de taludes. Já em relação a ações voltadas para melhorias que geraram benefícios para as comunidades do entorno dos projetos, o investimento da empresa foi de R\$ 12,1 milhões, concentrado em obras de infraestrutura (RENOVA, 2016b).

Em relação a comunicação com as comunidades, a Renova conta com alguns canais: um boletim informativo, o Jornal Circulador, reuniões comunitárias de etapas de obras e as comissões de acompanhamento dos empreendimentos. A empresa tem ainda uma política corporativa de relacionamento com comunidades e implantou um sistema de gestão de demandas comunitárias, para recebimento e tratamento de

queixas e reclamações. Por meio dessas iniciativas, em 2015 foram registradas 18 reclamações relacionadas com questões ambientais nos diversos projetos, das quais 17 (94,4%) foram solucionadas. Entretanto, as queixas e reclamações relacionadas a impactos na sociedade foram muito mais numerosas. E os projetos eólicos foram de longe os que geraram mais reclamações: foram registradas 387 queixas, das quais 360 (93,0%) foram solucionadas (RENOVA, 2016b).

Essas reclamações não foram detalhadas no Relatório Anual e de Sustentabilidade 2015, mas provavelmente estão associadas aos impactos destacados nesse mesmo documento, referentes principalmente à fase de construção dos parques. São eles: aumento do tráfego nas rodovias de acesso à obra, abertura de acessos e interferências nas propriedades, incômodos à população pela geração de poeira e ruído, conflitos fundiários na área de influência direta, geração e desativação de postos de trabalho, aumento do fluxo migratório, interferência nos sítios arqueológicos, entre outros (RENOVA, 2016b).

Os impactos listados pela Renova corroboram achados da literatura, como os de Hofstaetter (2016), que observou diversos impactos sobre a saúde das populações das áreas de influência de parques eólicos no Rio Grande do Norte, incluindo dores de cabeça e insônia, causadas pelo ruído das pás dos aerogeradores. Também as pesquisas de Costa, M. A. S. *et al.* (2019) identificaram entre os principais impactos dos parques a geração de ruídos, a geração de poeira e fissuras em casas pelo tráfego pesado nas vias de acesso e a restrição de acesso à área dos parques.

Em relação a empoderamento da mulher, em 2015 a Renova possuía 351 colaboradores, sendo 201 homens (57,3%) e 150 mulheres (42,7%), alocados em São Paulo, sede da Companhia, Salvador e Caetité. Nessas duas últimas cidades, o percentual de mulheres, igual a 44,5%, era um pouco maior do que em São Paulo (41,0%). As mulheres receberam mais horas de treinamento do que os homens: foram, em média, 24,53 horas de treinamento para cada mulher da empresa e 14,14 horas para cada homem. Por fim, o empoderamento feminino na empresa pode ser percebido pelo fato de 53% dos cargos de chefia serem ocupados por mulheres (RENOVA, 2016b).

#### 4.2.5.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

Em relação à análise *ex-ante* dos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável do Projeto Alto Sertão, para estabelecer a pontuação do projeto foram considerados os dois DCP propostos pela Renova, nos quais foram declarados alguns cobenefícios que se complementaram. Dessa forma, os cobenefícios declarados apresentaram um dos melhores desempenhos, somando 13 pontos, equivalentes a 16,0% da pontuação máxima. Também na análise *ex-post*, pode-se afirmar que os cobenefícios percebidos pela gestora entrevistada foram muito bons, uma vez que sua pontuação total somou 56 pontos, equivalentes a 69,1% da pontuação máxima total. Assim, este foi o terceiro projeto mais bem pontuado dentre os visitados (ver Quadro 17).

**Quadro 17 – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Alto Sertão**

Dimensões	Crítérios	Cobenefícios Declarados	Cobenefícios Percebidos
Ambiental	Ar	4	6
	Terra	0	3
	Água	0	5
	Recursos Naturais	0	2
	Total da Dimensão Ambiental	4	16
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	14,8%	59,3%
Social	Empregos	2	4
	Saúde e Segurança	0	6
	Educação	0	3
	Bem-Estar	2	12
	Total da Dimensão Social	4	25
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	12,1%	75,8%
Econômica	Crescimento	2	8
	Energia	2	3
	Transferência de Tecnologia	1	4
	Total da Dimensão Econômica	5	15
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	23,8%	71,4%
Pontuação Total		13	56
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		<b>16,0%</b>	<b>69,1%</b>

Fonte: Elaboração própria (2021)

Considerando os cobenefícios declarados nos dois DCPs deste projeto, nota-se uma ênfase maior na dimensão econômica, seguida pela ambiental e por último pela social. Os cobenefícios mencionados foram: a contribuição para o desenvolvimento



econômico local, regional e nacional; a diversificação da matriz elétrica e aumento da segurança energética; a geração de eletricidade com eficiência; a transferência de tecnologia importada; o baixo impacto ambiental do projeto; a redução dos poluentes atmosféricos; a criação de postos de trabalho; o aumento da arrecadação de impostos e a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

Na análise *ex-post*, ao contrário da análise *ex-ante*, os cobenefícios sociais tiveram a pontuação mais alta, somando 25 pontos (75,8%). Conforme esperado, também neste projeto o bem-estar foi o cobenefício social mais percebido, seguido por saúde e segurança, empregos e educação. Dentro do critério bem-estar, a grande maioria dos cobenefícios foram percebidos. Entretanto, destaca-se aqui os cobenefícios referentes a: aumento das receitas municipais; melhoria da distribuição de riqueza e geração de renda para a comunidade; empoderamento das mulheres; criação de mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais; inclusão intencional de grupos vulneráveis; redução da migração na área de influência; e percepção positiva por parte dos atores locais sobre o projeto.

Segundo a gestora entrevistada, o aumento nas receitas municipais é significativo: nos municípios em que a Renova atua, o imposto pago contribui com 10% a 15% das receitas municipais. Assim, a empresa contribui indiretamente para atenuar a pobreza e melhorar a distribuição da riqueza. A gestora salientou ainda a renda proveniente do arrendamento das terras do complexo. Segundo Ordoñez (2012), a empresa pagava ao proprietário das terras R\$ 5.500,00 anuais por cada aerogerador, um valor considerado alto se comparado à renda da agricultura familiar de subsistência de muitos dos proprietários. Também a formação de grupos produtivos no âmbito do Programa Catavento contribui para geração de renda para a comunidade. O projeto de fortalecimento do associativismo, que faz parte do Programa Catavento, visa apoiar as associações de moradores e produtores locais. Assim, além de gerar renda, também promove a harmonia e coesão social.

Na visão da gestora, outro projeto que promove a harmonia e coesão social é o Conservatório de Música Anísio Teixeira, que faz parte da estratégia da Renova de investimento social privado. Em 2015, o conservatório estabeleceu uma parceria com o Núcleo de Orquestras Juvenis e Infantis do Estado da Bahia (NEOJIBA), visando ampliar sua atuação para todas as cidades do território de identidade, de forma a constituir um núcleo orquestral na região.

No Complexo Alto Sertão, o cobenefício de empoderamento das mulheres merece um destaque especial, tanto dentro da empresa quanto na comunidade. Na empresa como um todo, segundo a gestora entrevistada, há mulheres em todos os níveis hierárquicos, desde o nível operacional até a diretoria. E quando da visita a campo, trabalhavam na área de O&M do complexo quatro homens e quatro mulheres. E em relação à comunidade, uma grande parte dos grupos produtivos formados é composta de mulheres, como por exemplo, os grupos de costura e de merenda escolar.

O complexo mantém alguns mecanismos específicos para responder às necessidades das partes interessadas locais, dentre os quais a gestora entrevistada destacou as Comissões de Acompanhamento do Empreendimento. Existem três comissões, uma para cada fase do complexo: Alto Sertão I, Alto Sertão II e Alto Sertão III. As comissões do Alto Sertão I e II se reúnem juntas porque acompanham a operação dos parques, enquanto a do Alto Sertão III se reúne separadamente, pois está acompanhando a obra. Participam dessas comissões o poder público (vereadores e representantes de prefeituras), representantes das comunidades (em especial os arrendantes das terras), representantes de ONG e a empresa. As reuniões acontecem a cada três meses e, a partir dos questionamentos da CAE, são tomadas algumas ações, como por exemplo, a criação do Programa de Resgate dos Saberes Tradicionais do Uso de Plantas Mediciniais.

Por meio desse programa, a Renova ajudou a preservar a cultura local e o conhecimento sobre as plantas que podem ser usadas para tratar doenças e feridas. Os responsáveis pelo programa percorreram os municípios de Caetité, Igaporã e Guanambi procurando rezadores, parteiras, curandeiros e raizeiros. Com a ajuda destes personagens do alto sertão baiano, em 2014 foi lançado o livro *Plantas Mediciniais: saberes tradicionais* (RENOVA, 2014).

Quanto à inclusão intencional de grupos vulneráveis nas atividades do projeto, a empresa presta assistência a uma das duas comunidades quilombolas mapeadas dentro da área de influência do complexo. A Renova propiciou um curso de corte e costura e depois doou as máquinas para a comunidade; estabeleceu uma parceria com o Instituto Mauá para que fosse feito artesanato com retalhos; recuperou uma barragem próxima; e inscreveu a comunidade no programa de quintais agroflorestais da Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR), para que seja feito o

manejo sustentável e a agricultura de subsistência atenda a comunidade local. Além disso, como ambas as comunidades quilombolas são núcleos do MASB, é feito um trabalho de educação patrimonial com elas para que possam valorizar sua cultura como um patrimônio imaterial.

Desde 2010, a Renova desenvolve o Programa de Educação Patrimonial, mapeando os sítios arqueológicos e disseminando esse conhecimento nas escolas por meio de uma exposição itinerante. O próprio MASB surgiu dentro desse programa. Quando a Renova apresentou os achados arqueológicos da região, não havia nenhuma instituição apta a recebê-los e, a partir daí foi criado o MASB. Hoje, o Museu é gerido pela Prefeitura de Caetité, tem a assessoria técnica da Universidade do Estado da Bahia e tem também uma associação, a Associação de Amigos do MASB, que participa da sua administração. A Renova patrocinou a concepção do plano museológico, participa da sua execução e financia a reforma e restauração da sede, uma casa histórica de Caetité que foi cedida para uso do Museu.

Segundo a gestora entrevistada, a redução da migração na área de influência do Complexo Eólico Alto Sertão é significativa, dado o porte do complexo, a movimentação da economia e a criação de empregos. O movimento migratório que existia na zona rural para trabalhar no corte de cana foi bastante reduzido devido ao aproveitamento da mão de obra local na construção dos parques. Outro movimento que está acontecendo é o retorno de filhos da terra que saíram por falta de oportunidade e agora, com o crescimento econômico da região, estão voltando para trabalhar na própria Renova ou em outros empreendimentos. Esse achado é similar ao de Du & Takeuchi (2018), sendo que no caso da China, os trabalhadores voltaram para atuar na agricultura, enquanto no caso da Renova as áreas de atuação são mais diversificadas.

Quanto ao critério saúde e segurança, a empresa mantém, em parceria com a Fiocruz, o Programa de Educação Ambiental e Saúde (PEAS), que visa reduzir os riscos à saúde e promover uma melhor qualidade de vida das comunidades nas áreas de influência do complexo. Em 2015, foram realizados treinamentos, campanhas e apresentações, focando os agentes comunitários de saúde e escolas municipais, os trabalhadores da obra do Complexo Eólico Alto Sertão III e as populações locais. Os temas abordados foram: exploração sexual infanto-juvenil, uso abusivo de drogas,

doenças sexualmente transmissíveis e endemias, como doença de chagas, leishmaniose e dengue.

Visando reduzir acidentes e incidentes, a área de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) da empresa planeja e executa programas de treinamento para seus empregados e também fiscaliza suas contratadas. São realizados o Diálogo Diário de Segurança (DDS) e o Diálogo Semanal de Segurança (DSS), visando manter o foco no tema por parte dos trabalhadores, em especial os da área operacional. Como existe também a preocupação em reduzir os acidentes e incidentes nas estradas, as vias de acesso às comunidades, que apresentavam um estado de conservação ruim, foram bastante melhoradas.

No que se refere ao cobenefício de redução do risco de deslizamentos de terra, foram feitos investimentos em taludes, tanto melhorando alguns existentes, quanto criando outros artificiais, uma vez que a região do complexo é bastante acidentada. Já em relação à redução do risco de incêndio ou explosão, foi criada uma brigada de emergência, com pessoal treinado, caminhão pipa e equipamento de qualidade, o que não existia na região. Assim, em conjunto com as campanhas de conscientização contra o uso de queimadas para renovar o solo, a empresa tem contribuído para reduzir os incêndios na região.

Quanto ao indicador redução da criminalidade, na percepção da gestora, o complexo contribui levemente para essa redução, devido à vigilância mantida nos parques, com rondas 24 horas. Entretanto, cumpre ressaltar que a implantação de complexos eólicos tem aumentado a criminalidade em algumas localidades, ao atrair um grande contingente de pessoas (COSTA, R. F., 2015; HOFSTAETTER, 2016). No caso da Renova, em 2015 foi presa uma quadrilha suspeita de furtar fios de cobre do canteiro da empresa, gerando um prejuízo de quase R\$ 1 milhão (CAETITÉ, 2015).

O cobenefício de criação de empregos tem sido bastante significativo nesse complexo eólico, devido ao seu porte. A gestora exemplificou com os números estimados do pico da obra do Alto Sertão III: foram mais de três mil pessoas trabalhando na construção, entre empregados da Renova e subcontratados. E quanto aos postos de trabalho de longo prazo, segundo a gestora, em agosto de 2016, eram em torno de 60 empregados da Renova; 40 da GE (para manutenção dos aerogeradores); 30 da Engelmig (responsáveis pela subestação e pela rede de transmissão); 8 da IK Energy (para serviços de controle de pragas, capinação e

limpeza, entre outros); e 3 da Black Service (fornecendo apoio administrativo). Portanto, foram criados 141 empregos de longo prazo pelo Complexo Eólico Alto Sertão.

Aqui merece destaque a condicionante de licença ambiental que exige a contratação de, no mínimo, 70% da mão de obra de moradores da Área de Influência Direta, aspecto que vem sendo auditado pelo órgão responsável, o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Nessa condicionante, foi exigida também a reserva de 25% do total das vagas para mulheres e um percentual para pessoas com deficiência, conforme a legislação vigente (BAHIA, 2010). Dessa forma, a Renova desenvolveu o Programa de Capacitação, Contratação e Desmobilização de Mão de Obra, com o objetivo de qualificar a mão de obra local e regional para possibilitar melhor absorção pelo complexo.

Apesar disso, críticos como Eduardo (2015) afirmam que as empresas instaladas no Alto Sertão contratam mão de obra qualificada oriunda de outras cidades, visando reduzir custos com treinamentos profissionalizantes. Assim, segundo o autor, a tão propagada incorporação da mão de obra local não se materializa na realidade, sendo grande parte dos empregos gerados localmente precários e temporários.

A gestora destacou, entretanto, dentro dos cobenefícios educacionais, os cursos profissionalizantes ofertados visando absorver a mão de obra local, como os cursos de pedreiro e marceneiro. A empresa também oferece um curso de eletricista predial em parceria com o SENAI e outros cursos visando formar grupos produtivos, como por exemplo, o de corte e costura. Existe ainda um Programa de Educação Ambiental, realizado anualmente em parceria com as Secretarias Municipais de Educação, no qual é feita uma capacitação com professores e diretores de todas as escolas da rede municipal nos municípios em que a Renova atua.

Logo em seguida aos cobenefícios sociais, estão os cobenefícios econômicos, com 15 pontos (71,4%). Os cobenefícios ligados ao crescimento econômico se destacaram, com 8 pontos, e os ligados a transferência de tecnologia e energia foram percebidos de forma similar, somando 4 e 3 pontos, respectivamente. Os principais responsáveis por este resultado foram: o alto investimento econômico feito no projeto, com a geração de ativos relevantes para a empresa, especialmente os aerogeradores; a criação de novas atividades e de novas oportunidades de negócio; a criação e manutenção de infraestrutura; o aumento do turismo de negócios; a redução da

dependência de fontes externas de energia; o aumento da acessibilidade ou confiabilidade da energia; a introdução, desenvolvimento ou difusão de tecnologia importada; e a adaptação de novas tecnologias para as circunstâncias locais.

Segundo a gestora entrevistada, a energia eólica mudou a face da região. A presença da Renova no Alto Sertão propiciou a abertura de muitas atividades novas em setores diversos como comércio, restaurantes, transporte, hospedagem e aluguel de máquinas, entre outros. Houve um aumento significativo do turismo de negócios em Caetité e, conseqüentemente, do número de hotéis na cidade. Também a construção civil e o mercado imobiliário se aqueceram, uma vez que começaram a ser construídos prédios destinados basicamente a aluguel de apartamentos para as pessoas que foram trabalhar na região. Além disso, foram criadas também algumas oportunidades de negócio novas, em especial serviços especializados para a área de energia eólica, como o controle de pragas em aerogeradores, ou serviços industriais, como tornearia, rebobinamento de motor, entre outros.

Em relação à infraestrutura, a empresa vem investindo na criação e manutenção de todos os acessos aos parques e de algumas vias existentes nas comunidades. A Renova fez uma parceria com uma das prefeituras locais para recuperar uma rodovia estadual que dá acesso tanto a um dos seus parques como também a uma comunidade vizinha. Afora isso, tem-se a criação e manutenção do sistema de drenagem do complexo, baseado em taludes.

Quanto à energia, os principais cobenefícios citados pela gestora foram o aumento da confiabilidade da energia e a redução da dependência de fontes externas. A ampliação da oferta de energia representada pela geração eólica, especialmente no Nordeste, está aumentando a confiabilidade do sistema interligado nacional e também reduzindo a dependência de fontes externas de energia. A possibilidade de evitar o uso da água para a produção hidrelétrica durante a noite, quando o vento na região é mais forte e a geração eólica aumenta, tanto favorece a segurança energética do SIN quanto ameniza a crise hídrica (conforme afirmam DE JONG *et al.*, 2016). Houve uma grande redução da dependência de fontes externas ao Nordeste, assim como da fonte termelétrica.

Os principais cobenefícios ligados à transferência de tecnologia percebidos pela gestora foram a introdução, desenvolvimento e / ou difusão de tecnologia importada; e a adaptação de novas tecnologias para as circunstâncias locais. Todos os

componentes dos aerogeradores são importados, mas recentemente estão sendo criadas empresas no Brasil voltadas para o conserto de placas ou componentes maiores de engrenagem. A Renova está desenvolvendo fornecedores locais, principalmente para rebobinamento de motor e torneamento. Tendo em vista as condições locais de vento forte e constante, baixa umidade e muita poeira, foi necessário fazer algumas adaptações no modelo do aerogerador, que foi desenvolvido especialmente para a região. Por fim, um benefício tecnológico indireto percebido pela gestora foi o aumento de cursos técnicos na região, motivado pela demanda local por essa mão de obra e pelo interesse de uma parte da população de atuar nesse mercado.

Por fim, os cobenefícios ambientais percebidos pela gestora somaram 16 pontos (59,3%). Nota-se uma pontuação maior no critério ar, posteriormente em água, terra e, por último, recursos naturais. A redução nas emissões de outros poluentes atmosféricos além dos GEE foi o principal cobenefício ambiental percebido. Afora isso, foram percebidos também: a melhoria da confiabilidade e acessibilidade do abastecimento de água para a comunidade; a melhoria da qualidade da água dos corpos hídricos; a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos; a prevenção da erosão do solo; a proteção e melhoria do bioma (mata atlântica); e a proteção e melhoria da diversidade de espécies da flora e da fauna.

Quanto à redução nas emissões de poluentes atmosféricos, a gestora destacou a redução da emissão de cinzas devido a uma cláusula contratual que proíbe os arrendantes das terras de colocarem fogo ou provocarem incêndio na área em torno do aerogerador. O ruído dos aerogeradores é também uma preocupação. Ele é monitorado antes da implantação, durante o período de obras e na operação do parque. Nos estudos comparativos feitos até então, concluiu-se que o ruído que a máquina emite, em condições normais, é menor do que o ruído do vento. Apesar disso, é mantida uma distância de 300 metros de raio entre as torres e qualquer residência. Caso seja necessário, é feito o reassentamento, conforme o Programa de Indenização e Reassentamento da companhia. Os únicos poluentes atmosféricos que aumentam temporariamente, durante a fase de construção, são os materiais particulados e a poeira. Então, a empresa criou o Programa de Controle de Emissões de Particulados, que inclui desde o umedecimento de vias de acessos até a medição

da fumaça dos veículos, visando a mitigação dos impactos sobre o meio ambiente e a saúde das pessoas (RENOVA, 2016b).

O Complexo Eólico Alto Sertão foi o único projeto dentre os visitados que pontuou em quase todos os indicadores de melhoria da gestão da água na sua área de influência. A empresa tem um Programa de Monitoramento de Recursos Hídricos e um Programa de Recuperação de Barragens, importantes para as populações do entorno, especialmente face à crise hídrica na região do semiárido (ver Figura 36). O Programa de Recuperação de Barragens inclui ações de limpeza do fundo das barragens para que fiquem mais profundas, maior contenção das margens e, quando necessário, colocação de manta impermeabilizadora. Com a execução desses programas, tem sido obtida a melhoria da confiabilidade e acessibilidade do abastecimento de água para a comunidade e a melhoria da qualidade da água dos corpos hídricos.

**Figura 36** – Cobenefícios do Complexo Eólico Alto Sertão



Fonte: Dados da visita (2016)

São envidados esforços para monitorar, conservar e recuperar as nascentes das áreas de influência do empreendimento. Desse modo, foram identificadas 58 nascentes, sendo 07 no Complexo Alto Sertão I, 22 no Alto Sertão II e 29 no Alto Sertão III. As medidas tomadas incluem a identificação e o cercamento das nascentes, a instalação de filtros de pedra no sistema de drenagem dos parques para não as contaminar, e o fornecimento de orientações para que os proprietários das terras e a comunidade em geral cuidem das nascentes identificadas e não deixem que elas sejam assoreadas.



No que se refere ao critério terra, a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos e a prevenção da erosão do solo foram salientadas pela gestora. O principal resíduo da operação do complexo, que é o óleo usado nos aerogeradores, é vendido para uma empresa que trabalha na sua reutilização. Além disso, a empresa mantém uma parceria com a Cooperativa de Coleta Seletiva e Reciclagem da Cidade de Caetité, para destinar a esta todos os resíduos passíveis de reciclagem provenientes da implantação e operação dos parques. De fato, a Renova ajudou inclusive na implantação e formalização da cooperativa, uma ação dentro da Política de Patrocínios e Doações da companhia (RENOVA, 2016b). Quanto à prevenção da erosão do solo, a gestora pontuou a drenagem das estradas de acesso ao parque e a algumas comunidades e o reflorestamento e drenagem de taludes.

Em relação à proteção dos recursos naturais, houve um aumento da preservação do bioma local na área dos parques e no seu entorno. Embora a Renova não seja a proprietária das terras do complexo, arrendando-as de alguns grandes e muitos pequenos proprietários, para regularizar o empreendimento precisou realizar a regularização fundiária e ambiental da maioria das propriedades onde o complexo seria implantado. Em alguns casos, a empresa chegou a adquirir propriedades para averbar em condomínio reservas que compensassem as reservas legais de propriedades menores.

Com a implantação do complexo e a instituição das áreas de reserva ambiental legal, práticas comuns na região como caçadas, queimadas e extração clandestina de madeira para fabricação de carvão passaram a ser proibidas nessas áreas. O monitoramento de espécies da fauna é feito três vezes por ano e observa-se que a população de animais tem aumentado. O aumento na população refere-se principalmente a algumas espécies de aves, mas também a alguns mamíferos, entre eles o macaco prego e a onça pintada.

Quanto às queimadas nas áreas do entorno dos parques, a empresa vem fazendo campanhas para que estas não sejam utilizadas pela população como método de renovação de solo. São realizadas ações como visitas a residências, reuniões nas associações de moradores e até mensagens educativas pelo rádio e o resultado tem sido positivo, com maior conscientização da comunidade.

Por fim, é importante salientar que pouco depois da visita a campo, a empresa – que vinha passando por dificuldades financeiras – demitiu vários empregados. E em

outubro de 2019, com dívidas de R\$ 3,1 bilhões, entrou em recuperação judicial. Desse montante, R\$ 933 milhões referiam-se à dívida junto ao BNDES pelo financiamento tomado para a construção do Alto Sertão III (MACHADO, 2019). Sendo assim, é possível que alguns dos cobenefícios percebidos na época da visita tenham sido reduzidos.

#### **4.2.6 Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas**

Esta análise do Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas baseia-se principalmente na entrevista realizada com o consultor ambiental, feita nas instalações do complexo em 15 de junho de 2016. Além dessa fonte, foram utilizadas também as observações da autora durante a visita e as seguintes fontes secundárias: Documento de Concepção do Projeto (DESENVIX, 2012); Licença Ambiental (BAHIA, 2011); Relatório Anual 2018 (STATKRAFT, 2018); *site* institucional (STATKRAFT, 2019); e banco de dados da ABEEólica (2020).

##### **4.2.6.1 Perfil do Projeto**

O Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas (Figura 37) localiza-se a cerca de 600 km de Salvador, no município de Brotas de Macaúbas, na Chapada Diamantina, região central do estado da Bahia. O projeto, desenvolvido pela Desenvix, venceu o 2º Leilão de Energia de Reserva (LER 2009), realizado em dezembro de 2009, tendo o preço da energia sido estabelecido em 139,99 R\$/MWh. O projeto exigiu um investimento da ordem de R\$ 425 milhões, sendo que aproximadamente R\$ 268 milhões foram captados por financiamento direto junto ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), na modalidade *Project Finance*. O complexo é constituído por três centrais eólicas – Seabra (30,06 MW), Novo Horizonte (30,06 MW) e Macaúbas (35,07 MW) – sendo cada central formalizada como uma sociedade de propósito específico. Conta no total com 57 aerogeradores de 1,67 MW fornecidos pela Alstom, somando 95,19 MW de capacidade instalada. Entrou em operação comercial em julho de 2012, tendo sido o primeiro empreendimento eólico da Bahia. A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica contratou cerca de um terço da energia a ser gerada pelo prazo de 20 anos, até julho de 2032, como energia de reserva (DESENVIX, 2012; STATKRAFT, 2019).

**Figura 37** – Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas



Fonte: Dados da visita (2016)

O DCP intitulado “Wind Power Plants Seabra, Novo Horizonte and Macaúbas CDM Project” foi elaborado pela consultoria brasileira Enerbio, e o seu proponente foi a Desenvix. Foi submetido à UNFCCC em agosto e registrado em setembro de 2012. A data inicial do 1º período de crédito estabelecida no DCP foi 01/07/2011. A metodologia utilizada para o cálculo da redução das emissões foi a ACM0002 e a redução anual média estimada de GEE do projeto foi de 62.623 tCO<sub>2</sub>e (DESENVIX, 2012).

A Desenvix foi fundada no Brasil em 1995 para atuar como investidora em uma usina hidrelétrica. Em 2012, a Statkraft adquiriu 40,65% das ações da empresa e em 2015 comprou mais 40,65% de um dos parceiros. Após a conclusão da operação, a Desenvix passou a se chamar Statkraft Energias Renováveis. A companhia controla, no Brasil, 18 plantas de geração de energia eólica e hidrelétrica, com um total de 450 MW de potência instalada. Os projetos estão em sua maioria concentrados no setor hidrelétrico nas regiões sul e sudeste, sendo a sede localizada em Florianópolis – SC. No Nordeste, atualmente são apenas dois empreendimentos eólicos em operação: o complexo Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas e o Parque Eólico Barra dos Coqueiros, no litoral de Sergipe. Porém, há um complexo contratado no Leilão de Energia Nova A-6 2019, com estimativa de instalação em 2025 na Bahia (STATKRAFT, 2019; ABEEOLICA, 2020).

A Statkraft é uma empresa global de propriedade do estado norueguês, fundada em 1895. A companhia produz energia hidrelétrica, eólica, solar e a gás e ainda fornece aquecimento urbano. É líder em energia hidrelétrica no mundo e a maior geradora de energia renovável da Europa, possuindo 3.600 empregados em 16

países. Em 2018, a Statkraft apresentou sua nova estratégia "*Powering a Green Future*", que prioriza o portfólio hidrelétrico existente nos países nórdicos, mas também estabelece metas ambiciosas de crescimento para energia hidrelétrica, eólica e solar na Europa, América do Sul e Índia (STATKRAFT, 2018).

A empresa afirma que o Brasil se destaca como um dos países a serem priorizados em termos de investimento em energia renovável. Assim, pretende triplicar sua capacidade de geração de energia no país até 2025, sendo a geração eólica o foco principal do seu planejamento estratégico. A ampliação dos negócios se dará por meio de uma combinação entre fusões e aquisições e participações em leilões do governo para novos projetos. Além do mercado regulado, a empresa dispõe de projetos aptos a comercializar energia também no mercado livre (STATKRAFT, 2019).

A Statkraft oferece energia renovável rastreável com garantia de origem no Brasil e na Índia. O rastreamento de atributos de eletricidade reconhecidos, comercializáveis e confiáveis é feito por meio do Certificado Internacional de Energia Renovável (I-REC), o qual garante que uma operação é sustentável. O critério para certificação é a comprovação do atendimento a pelo menos cinco dos dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (STATKRAFT, 2019).

A companhia buscou identificar seus tópicos mais significativos de responsabilidade corporativa. Assim, a segurança e salvaguarda das pessoas, a gestão da água, a biodiversidade, a mitigação, adaptação e preparação para as mudanças climáticas, a ética nos negócios e os direitos humanos foram priorizados. Estes tópicos de RSC estão incluídos no plano anual de auditoria corporativa e, portanto, também estão contemplados no sistema de registro e acompanhamento de não conformidades e de melhorias potenciais (STATKRAFT, 2018).

A Statkraft declara observar rigorosamente a legislação ambiental nas esferas federal, estadual e municipal. O cumprimento das condicionantes de cada licença ambiental é enfatizado e o corpo técnico da empresa implanta os programas ambientais necessários assim que possível. Estes programas envolvem o plantio de mudas nativas, o monitoramento das condições ambientais, o monitoramento e resgate arqueológicos e os programas socioeconômicos voltados para a população local (STATKRAFT, 2019).

A política ambiental da companhia contempla também o envolvimento de uma equipe interna de meio ambiente desde a concepção dos projetos; a qualificação de todas as empresas que prestam serviços durante a implantação dos empreendimentos, buscando garantir o alinhamento com os princípios de preservação do meio ambiente; e a manutenção dos programas ambientais na fase de operação (STATKRAFT, 2019).

#### 4.2.6.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

A análise dos cobenefícios do Projeto Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas revelou um desempenho acima da média dos projetos pesquisados. Na análise *ex-ante*, os cobenefícios declarados somaram 12 pontos, equivalentes a 14,8% da pontuação máxima. E na análise *ex-post*, a pontuação total foi de 55 pontos, equivalentes a 67,9% da pontuação máxima total (ver Quadro 18).

**Quadro 18 – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas**

Dimensões	Critérios	Cobenefícios Declarados	Cobenefícios Percebidos
Ambiental	Ar	0	6
	Terra	1	4
	Água	0	3
	Recursos Naturais	2	4
	Total da Dimensão Ambiental	3	17
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	11,1%	63,0%
Social	Empregos	2	4
	Saúde e Segurança	0	6
	Educação	2	3
	Bem-Estar	3	11
	Total da Dimensão Social	7	24
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	21,2%	72,7%
Econômica	Crescimento	2	7
	Energia	0	2
	Transferência de Tecnologia	0	5
	Total da Dimensão Econômica	2	14
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	9,5%	66,7%
Pontuação Total		12	55
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		<b>14,8%</b>	<b>67,9%</b>

Fonte: Elaboração própria (2021)

O DCP deste projeto é bem detalhado em relação aos cobenefícios a serem gerados. São relacionados vários cobenefícios, com destaque para a dimensão social: geração de empregos; treinamento profissionalizante e educação ambiental; geração de renda para a comunidade; aumento das receitas municipais; proteção do bioma da região do parque e de espécies de flora e fauna; e criação de novas oportunidades de negócios, com o conseqüente crescimento econômico da região (DESENVIX, 2012).

O DCP declara a geração de 300 empregos diretos e 1200 empregos indiretos durante a fase de construção. Aborda também um programa de qualificação e integração da força de trabalho, para melhor aproveitamento da mão de obra da área de influência do complexo. Vale ainda destacar a menção aos investimentos em programas e ações ambientais, visando mitigar impactos ambientais decorrentes do projeto. Dos catorze programas em áreas físicas, bióticas e antrópicas, são destacados aqui o programa de monitoramento da avifauna e o programa de educação ambiental (DESENVIX, 2012).

Também na pesquisa de campo, os cobenefícios sociais foram os mais relevantes, somando 24 pontos, equivalentes a 72,7% da pontuação máxima desta dimensão. Dentro do critério bem-estar, pode-se destacar os cobenefícios referentes a contribuição para o desenvolvimento rural, com geração de renda para as comunidades, empoderamento das mulheres e criação de mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais.

Cada central eólica do complexo Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas atende 11 condicionantes de licença ambiental. O Plano de Gestão é um desses condicionantes e a Statkraft precisa apresentar relatórios anuais ao INEMA sobre as ações planejadas e efetivamente desenvolvidas (BAHIA, 2011). Uma dessas ações é o Programa de Geração de Renda, focado no fortalecimento das cadeias produtivas mais representativas da região. Este programa visa fornecer assistência técnica à cadeia produtiva da mandiocultura, com base na agroecologia e foco na geração de renda; implantar estruturas de armazenamento de água para produção, com foco nas tecnologias sociais de convivência com a seca; e incentivar o desenvolvimento de atividades agropecuárias complementares, como a apicultura, fruticultura e criação de pequenos animais (STATKRAFT, 2018).

A cadeia da mandiocultura está sendo fortalecida por meio de um projeto em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) para

produção de mudas de mandioca por multiplicação rápida. Com esse projeto, é possível fazer 160 mudas a partir de uma única planta (ver Figura 38). Em relação às outras culturas, o programa inclui ações como capacitações, muitas vezes envolvendo o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), o intercâmbio de informações entre os produtores e até o empréstimo de materiais e insumos. No caso da apicultura, por exemplo, a empresa emprestou cem caixas de abelhas e todas as ferramentas necessárias para dez famílias, pertencentes às oito comunidades assistidas, com a condição de que as famílias realmente trabalhem na apicultura. Outra ação tomada é o assessoramento na implantação de quintais produtivos, nos quais as famílias passam a produzir frutas, verduras e legumes nos seus próprios quintais. Essa ação, na percepção do gestor, além de contribuir para o bem-estar da comunidade, contribui também para reduzir o problema de segurança alimentar da região e para incluir grupos vulneráveis, uma vez que o foco são as famílias com muitos filhos.

**Figura 38** – Cobenefícios do Complexo Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas



Fontes: Dados da visita (2016) e Facebook das Artesãs Filhas do Vento (2016)

Dentro do Programa de Geração de Renda, também o artesanato está sendo fortalecido. O projeto de incentivo ao artesanato é um bom exemplo de empoderamento das mulheres. O grupo de artesãs Filhas do Vento foi um projeto que nasceu em 2014 e quando da visita a campo, em 2016, era composto por 25 mulheres de diferentes comunidades do entorno do complexo, como Perdidos, Sumidouro, Baixo de Sumidouro, Papagaio e Mangabeira. Elas produziam principalmente bolsas, chapéus, cestos, porta-lápis, entre outros produtos, a partir da palha de licuri, uma palmeira comum na região, mas também produtos em crochê e licores artesanais (ver Figura 38).

Segundo a Statkraft (2019), a empresa atua proporcionando capacitação técnica, consultoria para elaboração de documentos, apoio na gestão financeira, cursos de aprimoramento em parceria com o poder público, auxílio na participação em eventos e feiras, divulgação nas redes sociais, além da construção da sede em Sumidouro, no município de Brotas de Macaúbas.

Quanto à criação de mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais, o gestor entrevistado destacou a atuação da Comissão de Acompanhamento do Empreendimento, também uma condicionante da licença ambiental. Logo, qualquer alteração na comissão precisa ser registrada em cartório e comunicada ao INEMA. Essa comissão é composta por representantes do complexo e de cada uma das oito comunidades na sua área de influência e se reúne trimestralmente. Na percepção do gestor, é com a participação na comissão que o relacionamento com a comunidade se torna mais próximo. Nas reuniões, a empresa apresenta os trabalhos realizados ao longo do período e as partes interessadas apresentam suas demandas e então são discutidas melhorias.

Passando ao critério saúde e segurança, o gestor entrevistado enfatizou a redução de acidentes e incidentes, a redução do risco de incêndio e explosão, e as melhorias na gestão da saúde e segurança oriundas do Programa de Educação Ambiental. A empresa fornece cursos de combate a incêndio, salvamento e resgate, além de possuir uma brigada de emergência. O programa de educação ambiental do complexo enfoca também a saúde de uma forma geral e a prevenção de doenças como a dengue, assim como a relação entre o gerenciamento de resíduos e a saúde.

Em relação à geração de empregos, o gestor não soube dizer quantos postos de trabalho foram criados no período da implantação do complexo, mas afirmou que a maioria das pessoas da comunidade quis trabalhar na implantação e que foram feitas capacitações da mão de obra local para trabalharem como pedreiros, carpinteiros, entre outros. Quanto aos postos de trabalho de longo prazo, o complexo tinha 23 empregados quando da visita a campo, incluindo empregados próprios e terceirizados. Desses, nove eram das comunidades do entorno e ficavam responsáveis pela manutenção e limpeza de resíduos sólidos e pela vigilância do complexo. Então, a absorção da mão de obra local se dá em empregos de menor qualificação e, portanto, menor remuneração.



Quanto ao critério educação, os cursos profissionalizantes oferecidos na época da implantação foram realizados em parceria com o SENAI e o Instituto Federal da Bahia (IFBA). Além disso, o gestor percebe que o Programa de Educação Ambiental executado nas escolas municipais da área de influência do complexo gera uma melhoria na qualidade dos serviços educacionais. Tanto que o material didático produzido e utilizado no âmbito desse programa foi solicitado por outras escolas não atendidas por não serem escolas municipais. Por fim, as visitas ao projeto são consideradas pelo gestor a maior forma de divulgação do mesmo.

Os cobenefícios ambientais percebidos pelo gestor somaram 17 pontos (63,0%). Esse foi o melhor desempenho nessa dimensão, tendo sido alcançado por apenas dois dos dez projetos estudados e estando 11,9 pontos percentuais acima da média da pontuação destes (51,1%). Acredita-se que isso se deve parcialmente ao fato do gestor entrevistado trabalhar na área ambiental, tendo, portanto, uma percepção mais aguçada das questões abordadas.

Observou-se uma pontuação maior no critério ar, posteriormente em terra e recursos naturais e, por último, água. Assim como nos outros projetos, a melhoria da qualidade do ar deve-se à redução de poluentes atmosféricos (afora os GEE) que seriam emitidos caso a energia fosse produzida utilizando combustíveis fósseis. O gestor mencionou a questão do pequeno aumento no ruído, porém ressaltou que pelo fato de não existir nenhuma residência próxima aos aerogeradores, acredita que não há impacto significativo.

No tocante à melhoria da qualidade do solo, os cobenefícios que se sobressaíram foram a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos, a produção e utilização de composto orgânico e a tecnologia ecoeficiente de irrigação. A execução de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na fase de operação é também uma condicionante da licença ambiental. Os resíduos gerados no complexo são segregados em uma área de triagem, onde há quatro baias: de papel, de plástico, de metal e de resíduos perigosos. Os resíduos perigosos são gerados na manutenção dos aerogeradores e são contaminados por óleo, graxa ou carvão. Os resíduos recicláveis são destinados mensalmente a uma empresa de reciclagem de Salvador; já os perigosos são destinados anualmente a aterros sanitários por empresas especializadas, que emitem certificado de destinação.

Dentro do complexo, é utilizada uma composteira para produção de adubo a partir das sobras de alimentos. O composto orgânico gerado é utilizado para adubar as plantas existentes no parque. E, além disso, a irrigação dessas plantas é feita usando a tecnologia de gotejamento, que economiza água ao fazer a aplicação localizada de gotas de água diretamente na raiz da planta. Esse sistema de irrigação precisa ser mantido por três empregados, pois é comum ter algum vazamento nas mangueiras, feito pelos pássaros da região.

Em relação aos recursos naturais, o complexo desenvolve diversos programas ambientais, como parte das condicionantes das licenças, incluindo Controle de Processos Erosivos, Recuperação de Áreas Degradadas e Monitoramento de Fauna. O controle e o monitoramento dos processos erosivos são realizados no período das chuvas, e as ações de intervenção ocorrem durante todo o ano, tanto de forma preventiva quanto corretiva. A restauração das áreas degradadas pelas obras de implantação do complexo envolve, principalmente, o enriquecimento do solo e o reflorestamento com espécies nativas. Já foram produzidas aproximadamente 30.000 mudas de mais de 25 espécies da flora regional. De acordo com o gestor entrevistado, as áreas que são alvo do trabalho de recuperação já estão bem regeneradas, mas precisam de um cuidado maior, por serem sensíveis. Então, esse programa deve ser continuado no longo prazo (BAHIA, 2011; STATKRAFT, 2019).

Do mesmo modo, o plano de monitoramento das espécies de mastofauna, avifauna e quiropteroфаuna da área de influência do empreendimento é de execução contínua. São feitas campanhas trimestrais, com a visita de uma equipe de biólogos que monitoram os mamíferos, aves e morcegos. E semanalmente há um monitoramento de avifauna e quirópteros colididos com as torres ou as pás. O gestor considera que o índice de colisão é baixo: em dezoito meses foram computados trinta animais, sendo a maioria morcegos. A empresa ainda apresentou propostas de proteção de espécies ameaçadas de extinção, sendo que há uma espécie de mamífero, duas de aves e uma de morcego.

Quanto à proteção e melhoria do bioma local, quando da visita a campo, a empresa estava começando o programa para recuperar áreas de reserva ambiental legal. Na percepção do gestor, a conscientização da população por meio do programa de educação ambiental é uma contribuição importante do projeto para a preservação dos recursos naturais. Apesar disso, reconhece que na região há problemas em

relação aos recursos minerais – devido ao garimpo ilegal – e às florestas – devido à falta de conscientização da população em geral quanto ao corte de madeira para lenha e estacas.

Finalizando a dimensão ambiental, destaca-se a melhoria no abastecimento de água para as comunidades da área de influência do projeto. Como a seca na região é um problema grave, antes do projeto algumas comunidades não tinham um sistema de abastecimento de água. Assim, de acordo com o gestor, na época da construção foram perfurados vários poços. Posteriormente, um deles foi destinado a abastecer o complexo e os outros foram doados para a prefeitura para abastecer as comunidades.

Passando para a última dimensão, os cobenefícios econômicos somaram 14 pontos, equivalentes a 66,7% da pontuação máxima desta dimensão. Os cobenefícios ligados ao crescimento econômico e à transferência de tecnologia se destacaram, com 7 e 5 pontos, respectivamente, e os ligados a energia foram pouco percebidos pelo gestor, ficando com apenas 2 pontos. Pelo fato de o gestor ser da área ambiental, ele demonstrou desconhecimento de algumas questões ligadas a energia. Posteriormente à visita, foram feitas várias tentativas de conseguir respostas para as questões não respondidas pelo gestor, porém não houve sucesso.

Os principais cobenefícios econômicos percebidos pelo gestor foram o alto investimento econômico feito no projeto, com a geração de ativos relevantes para a empresa, especialmente os aerogeradores; a criação de uma nova infraestrutura, como a abertura de estradas; a criação de novas atividades e de novas oportunidades de negócio; a criação e manutenção de infraestrutura; o aumento do turismo de negócios; a melhoria na cobertura, disponibilidade e sustentabilidade da energia; a introdução, desenvolvimento ou difusão de tecnologia importada; a adaptação de novas tecnologias às circunstâncias locais; e a construção de *know-how* envolvendo universidades locais ou centros de investigação.

No que se refere à criação de novas oportunidades de negócios, novas atividades e aumento do turismo local, o gestor destacou a contratação de fornecedores instalados em Seabra ou na região e a criação de uma pousada e um restaurante que atendem basicamente os visitantes e empregados do complexo, como diretores da empresa e pessoal de manutenção. A principal infraestrutura criada foi a estrada de acesso, que reduziu o tempo até a BR242 de duas horas e para quarenta minutos. A eficiência das atividades produtivas foi considerada muito boa,

pois os três parques estão entre os dez mais eficientes do Brasil (pertencentes à empresa). Isso provavelmente se deve em grande parte à excelente qualidade dos ventos da região.

Por fim, o complexo introduziu tecnologia importada, da fabricante francesa Alstom. Mas o destaque principal nesse projeto é a construção de *know-how* envolvendo universidades locais ou centros de investigação. Segundo o gestor entrevistado, quando da autorização da ANEEL para instalação do complexo, foi feita uma exigência de realização de pesquisas com energia solar. Assim, a empresa mantém uma área de pesquisa e desenvolvimento de energia solar e criou um projeto de geração dessa energia. A pesquisa está sendo realizada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que está estudando cinco tecnologias existentes de geração de energia solar para determinar qual a mais eficiente e mais bem adaptada para a região nordeste.

#### **4.2.7 Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul**

Esta análise dos Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul baseia-se principalmente nas entrevistas realizadas com o supervisor de elétrica e o supervisor de O&M, feitas nas instalações do complexo em 14 de junho de 2016; e na entrevista com a Coordenadora de Meio Ambiente, feita no escritório da Enel no Rio de Janeiro em 29 de setembro de 2016. Além dessas fontes, foram utilizadas também as observações da autora durante a visita técnica ao complexo e as seguintes fontes secundárias: DCPs “Cristal, Primavera and São Judas Wind Farms” e “Serra Azul Wind Farms” (ENEL BRASIL, 2012a; 2012b); requerimento administrativo interposto pela Enel para obter tratamento regulatório diferenciado em face do atraso da Subestação Morro do Chapéu II (ANEEL, 2018); notícia sobre a Enel (MELO, 2018); *Sites* e notícias institucionais (EGP, 2020; ENEL, 2018); relatórios de sustentabilidade no mundo e no Brasil em 2018 (ENEL, 2019; ENEL BRASIL, 2019); boletim mensal de geração eólica do Operador Nacional do Sistema Elétrico - Agosto/2019 (ONS, 2019); banco de dados da ABEEólica (2020).

#### 4.2.7.1 Perfil do Projeto

O Complexo Eólico Cristal localiza-se nos municípios de Morro do Chapéu, Cafarnaum e Bonito e o Complexo Eólico Serra Azul localiza-se nos municípios de Cafarnaum e Mulungu do Morro, na região da Chapada Diamantina, na Bahia (Figura 39). O Complexo Eólico Cristal, que abrange as centrais eólicas Cristal, Primavera e São Judas, foi o primeiro a ser proposto, a partir do 3º Leilão de Energia de Reserva (LER 2010). Este complexo possui uma capacidade total de 89,7 MW, contando com 39 aerogeradores de 2,3 MW de potência, fornecidos pela Siemens. O segundo projeto foi o Complexo Eólico Serra Azul, que venceu o 5º Leilão de Energia de Reserva (LER 2013) e engloba as centrais Damascena, Dois Riachos, Esperança e Maniçoba. Sua capacidade total é de 118 MW, proveniente de 59 aerogeradores de 2 MW de potência, fornecidos pela Gamesa (ABEEOLICA, 2020).

**Figura 39** – Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul



Fonte: Dados da visita (2016)

Ambos os complexos pertencem à Enel Green Power (EGP). A empresa elaborou os DCPs “Cristal, Primavera and São Judas Wind Farms” e “Serra Azul Wind Farms” sem a contratação de consultoria externa. Ambos os documentos foram submetidos à UNFCCC em novembro de 2012 e registrados em dezembro do mesmo ano. Porém, a data inicial do 1º período de crédito estabelecida para o projeto Cristal, Primavera e São Judas foi 01/09/2013, enquanto o início do período de crédito do projeto Serra Azul foi 01/01/2015. Com base na metodologia ACM0002, a redução anual média estimada de GEE do projeto Cristal, Primavera e São Judas seria de 186.718 tCO<sub>2e</sub> e a do projeto Serra Azul seria de 150.427 tCO<sub>2e</sub>, totalizando 337.145 tCO<sub>2e</sub> (ENEL BRASIL, 2012a; 2012b).

Apesar de a implantação do complexo Cristal ter sido concluída em 2014 e do complexo Serra Azul em 2015, o primeiro só entrou em operação em novembro de 2017 e o segundo em junho de 2016. Isso ocorreu devido ao atraso das obras de construção da linha de transmissão e da Subestação Morro do Chapéu II. Atualmente, a Subestação Serra Azul está conectada à Subestação Morro do Chapéu II por uma linha de transmissão de 230 kV, com aproximadamente 18,5 km de extensão. Vale ressaltar que esse foi um caso emblemático em relação aos atrasos ocorridos na geração da energia eólica devido a dificuldades com a conexão ao SIN (ABEEOLICA, 2020; ANEEL, 2018; ONS, 2019).

No final de 2016, após a visita aos complexos, a EGP iniciou a construção de mais seis parques eólicos na região. Esses parques entraram em operação comercial em junho de 2018, contando com 86 aerogeradores de 2 MW fornecidos pela Vestas, totalizando 172 MW de potência instalada. Os novos parques foram unidos aos parques do Complexo Cristal e passaram a formar o Complexo Morro do Chapéu, com 261,7 MW de potência instalada. Além disso, há 35 parques em construção ou contratados com anos de instalação previstos para 2020 a 2022 (ABEEOLICA, 2020).

A EGP faz parte do Grupo Enel. A Enel é uma empresa de origem italiana presente em mais de 30 países, em todos os continentes. Possui uma capacidade instalada de cerca de 89 GW e opera uma rede de distribuição de gás e energia que alcança mais de dois milhões de quilômetros. A capacidade instalada para produção de energia renovável é de 46 GW, abrangendo as fontes eólica, solar, geotérmica, biomassa e hidrelétrica (MELO, 2018; EGP, 2020).

O grupo Enel declara seguir o princípio de Criação de Valor Compartilhado (CSV, do inglês *Creating Shared Value*), por meio do qual pretende contribuir para o alcance de ganhos socioeconômicos reais para as comunidades na sua área de atuação. No Relatório de Sustentabilidade 2018 (ENEL, 2019), a multinacional afirma ter beneficiado 7 milhões de pessoas nos diversos países onde atua, com cerca de 1.600 projetos voltados para áreas diversas, como melhoria de infraestrutura, educação e treinamento, inclusão social e apoio à cultura. Estes projetos devem contribuir para a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas e são executados em parceria com organizações que operam no nível local.

No Brasil, a Enel é hoje líder do setor elétrico privado e dos segmentos de energia eólica e solar. De acordo com o Relatório de Sustentabilidade Enel no Brasil

2018, foram investidos R\$ 168 milhões em iniciativas ambientais e R\$ 51,8 milhões em iniciativas sociais, por meio do maior programa de sustentabilidade do grupo, o Enel Compartilha; foram gerados R\$ 3,3 milhões em renda nas comunidades; e mais de 529 mil pessoas foram beneficiadas por meio de projetos que contribuem para os ODS 4, 7 e 8, “educação de qualidade”, “energia limpa e acessível” e “trabalho decente e crescimento econômico”, respectivamente. Essas ações e resultados fizeram com que a empresa fosse eleita a mais sustentável do ano, pelo Guia Exame de Sustentabilidade 2018 (MELO, 2018; ENEL BRASIL, 2019).

#### 4.2.7.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

O desempenho em relação aos cobenefícios dos Projetos Cristal e Serra Azul variou conforme o tipo de análise. Na análise *ex-ante*, os cobenefícios declarados ficaram abaixo da média, somando apenas 9 pontos, equivalentes a 11,1% da pontuação máxima; já na análise *ex-post*, a pontuação total ficou acima da média, somando 53 pontos, equivalentes a 65,4% da pontuação máxima total (ver Quadro 19).

**Quadro 19 – Cobenefícios declarados e percebidos dos projetos Cristal e Serra Azul**

Dimensões	Critérios	Cobenefícios Declarados	Cobenefícios Percebidos
Ambiental	Ar	4	6
	Terra	0	2
	Água	1	2
	Recursos Naturais	0	4
	Total da Dimensão Ambiental	5	14
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	18,5%	51,9%
Social	Empregos	2	3
	Saúde e Segurança	0	4
	Educação	0	4
	Bem-Estar	2	12
	Total da Dimensão Social	4	23
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	12,1%	69,7%
Econômica	Crescimento	0	8
	Energia	0	5
	Transferência de Tecnologia	0	3
	Total da Dimensão Econômica	0	16
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	0,0%	76,2%
Pontuação Total		9	53
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		11,1%	65,4%

Fonte: Elaboração própria (2021)

Os cobenefícios declarados nos dois DCPs são idênticos. Observou-se nesses projetos a maior ênfase na dimensão ambiental dentre todos os analisados. Por outro lado, foram os únicos DCPs que não explicitaram nenhum cobenefício econômico, sendo esse o principal motivo da baixa pontuação na análise *ex-ante*. Os cobenefícios mencionados foram: a redução das emissões de óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, dentre outros poluentes; a redução do uso de água associado à geração de eletricidade; a geração de emprego local nas fases de construção e operação; a geração de renda para os proprietários das terras onde as turbinas eólicas seriam instaladas; assim como a geração de receitas fiscais para os municípios locais (ENEL BRASIL, 2012a; 2012b).

Na análise *ex-post*, ao contrário da análise *ex-ante*, os cobenefícios econômicos tiveram o percentual mais alto, somando 16 do total de 21 pontos (76,2%). Os cobenefícios sociais ficaram com um percentual um pouco menor (69,7%), apesar da



pontuação maior (23 pontos). E os cobenefícios ambientais foram os menos pontuados, com 14 pontos (51,9%).

Os cobenefícios econômicos que se destacaram foram o crescimento econômico, com 8 pontos, seguido por energia (5 pontos) e transferência de tecnologia (3 pontos). Os principais cobenefícios responsáveis por este desempenho foram o alto investimento realizado para instalação dos complexos, com a geração de ativos relevantes para a empresa; o início de novas atividades industriais ou comerciais; melhoras na cobertura ou fornecimento de energia; o aumento na confiabilidade ou acessibilidade à energia; a utilização sustentável da energia; a melhoria na qualidade da energia; e a introdução, desenvolvimento ou difusão de tecnologia importada.

Quanto ao crescimento econômico, a soma dos investimentos previstos nos dois DCPs foi de US\$ 540 milhões. Além disso, a partir do projeto de geração de energia eólica, a empresa decidiu iniciar também um projeto de geração de energia solar. O gestor entrevistado destacou a criação e ampliação de empreendimentos como locadoras de equipamentos, lojas de material de construção, supermercados e hotéis, atendendo principalmente o turismo de negócios.

No tocante à energia, o gestor salientou a melhora no fornecimento e o aumento na confiabilidade da energia à medida em que os complexos eólicos apresentam uma produção mais significativa. Assim, mesmo com a diminuição da geração hidrelétrica, o risco de falta de energia é reduzido. Além disso, em relação à acessibilidade, o gestor destacou que o setor de comunicação do complexo providencia a instalação de placas solares em locais sem acesso a energia. A sustentabilidade da fonte eólica e a melhoria na qualidade da energia fornecida pela instalação de banco capacitor e filtro de harmônicos também foram citadas.

Passando aos cobenefícios sociais, conforme esperado, o bem-estar foi o mais percebido (12 pontos), seguido por saúde e segurança, educação e empregos. Dentro do critério bem-estar, a grande maioria dos cobenefícios foram citados pelo gestor. Contudo, pode-se destacar a melhoria das condições de trabalho; a geração de renda para a comunidade; a criação de mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais; e a percepção positiva por parte dos atores locais sobre o projeto.

De acordo com o gestor, a empresa tem um programa que incentiva financeiramente a prática de esportes e exercícios físicos. Segundo a Enel (2019b), o Programa Bem Viver promove ações voltadas para o bem-estar físico e mental dos funcionários e suas famílias. São realizados também eventos comemorativos, atividades culturais e esportivas, além de campanhas de saúde, segurança e integração.

A geração de renda para os proprietários das terras onde os complexos foram instalados foi citada pelo gestor como um cobenefício importante, especialmente porque estes geralmente são pessoas “mais humildes, simples, aqui da região”. Entre os mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais, a ouvidoria foi destacada. A empresa contratou uma moradora de Cafarnaum como ouvidora, para realizar visitas às comunidades, fazer o levantamento das sugestões, reclamações ou solicitações, enviar para a sede no Rio de Janeiro e depois dar retorno aos interessados. Então, o gestor acredita que, em geral, há uma percepção positiva sobre os complexos por parte dos atores locais. Citou como exemplo o fato da praça de Cafarnaum ter sido enfeitada com aerogeradores para uma festa tradicional da cidade.

No critério saúde e segurança, ao longo do ano são realizadas diversas campanhas de prevenção de doenças e manutenção da saúde. Pouco antes da visita, tinha havido uma campanha sobre o câncer de próstata e outra sobre a gripe. Além disso, a preocupação com a segurança é grande. É feito o Diálogo Diário de Segurança e a fiscalização das operações. Existe um técnico de segurança que atua em campo, porém é feito um trabalho de conscientização de que a segurança é de todos. Assim, qualquer funcionário que observar um risco de acidente tem o poder de suspender a atividade.

Quanto à educação, o principal cobenefício percebido pelo gestor é o projeto *Play Energy*. Este projeto é um concurso realizado em escolas municipais que estimula a pesquisa sobre energia renováveis, inovação tecnológica e preservação do meio ambiente. São realizadas palestras com especialistas, visitas externas e atividades multimídia sobre esses temas, com o objetivo de incentivar a criação de um projeto inovador. O *Play Energy* vem sendo desenvolvido pela Enel nos últimos cinco anos nos países onde atua. Na edição de 2017, beneficiou 3.480 alunos de 46 escolas públicas brasileiras, além de 146 professores e gestores. Quatro alunos e um

professor de uma escola de Morro do Chapéu foram premiados com uma viagem para o Uruguai, para assistir a um campeonato de carros elétricos (ENEL BRASIL, 2018).

Em relação à criação de empregos, o gestor não soube informar quantos postos de trabalho foram criados na construção dos complexos. No DCP, a previsão era de 200 empregos na fase de construção e 15 na operação, para cada complexo. Segundo o gestor, quando da visita havia 3 funcionários da Enel trabalhando na construção e quando os complexos estivessem operando plenamente, seriam 4 empregados próprios e cerca de 30 terceirizados.

Segundo para os cobenefícios ambientais, os cobenefícios relacionados ao ar e aos recursos naturais pontuaram mais do que os ligados à terra e à água. Os cobenefícios que se destacaram foram: a melhoria da qualidade do ar devido à redução de outros poluentes atmosféricos não classificados como GEE; a proteção e melhoria dos biomas (caatinga e cerrado) e da diversidade de espécies da flora e da fauna; a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos; a prevenção da erosão ou salinização do solo; e a melhoria da gestão da água.

Quanto à proteção dos biomas, é feito o reflorestamento da área que foi desmatada para a construção dos complexos, conforme o plano de recuperação de áreas degradadas. Além disso, a Enel contratou uma consultoria que realiza estudos e monitoramentos trimestrais da flora e da fauna, em especial aves e animais silvestres. Nos diálogos de segurança, também é feita uma conscientização contra a caça de animais.

Quanto à prevenção da poluição do solo, o descarte de resíduos sólidos, independentemente de ser material contaminado, como óleo ou graxa, é feito de forma adequada por uma empresa terceirizada. No caso de algum componente do aerogerador precisar ser descartado devido a uma avaria, por exemplo, a destinação dada é o retorno ao fabricante. A prevenção e o controle da erosão são feitos nas vias de acesso aos aerogeradores, desde antes do início da construção.

Por fim, em relação à melhoria da gestão da água, há um programa de identificação, proteção e eventual recuperação das áreas de nascentes situadas dentro da área de influência direta dos complexos. Para descarte e tratamento das águas residuais, é utilizada fossa séptica e sumidouro.

Em 2018, após a visita a campo, dois projetos ligados a gestão de águas foram iniciados no modelo de Criação de Valor Compartilhado. O projeto Bioágua utiliza tecnologia social de reaproveitamento de águas para irrigação de hortas de agricultores locais e o projeto Cisternas de Placas permite o reaproveitamento da água da chuva (ENEL BRASIL, 2019).

#### **4.2.8 Parque Eólico Dunas de Paracuru**

Esta análise do Parque Eólico Dunas de Paracuru baseia-se principalmente nas entrevistas realizadas com o Diretor de Projetos da Empresa Alfa<sup>15</sup>, na sede em Fortaleza, e com o Técnico Operador de uma de suas empresas terceirizadas durante a visita ao parque, no dia 11 de janeiro de 2016. Além dessas fontes, foram utilizadas também as observações da autora durante a visita técnica e as seguintes fontes secundárias: DCP “Dunas de Paracuru Wind Farm” (ALFA, 2012); banco de dados da ABEEólica (2020); *site* institucional (ALFA, 2017); e um relatório de verificação independente de declaração de informações não financeiras (ERNST & YOUNG, 2019).

##### **4.2.8.1 Perfil do Projeto**

O Parque Eólico Dunas de Paracuru (Figura 40) ocupa uma área de dunas no município de Paracuru, no litoral oeste cearense, a cerca de 90 km de Fortaleza. O projeto venceu o 2º Leilão de Energia de Reserva (LER 2009). A Licença de Instalação para implantar o parque eólico foi obtida em 08/11/2011 e cerca de um ano depois, em dezembro de 2012, iniciou-se a operação comercial. O projeto exigiu um investimento da ordem de R\$ 143 milhões. O Parque Eólico Dunas de Paracuru possui 21 aerogeradores de 2 MW fornecidos pela Gamesa, sendo sua capacidade instalada de 42 MW. Além dos aerogeradores, as instalações do parque são constituídas também por uma subestação elevadora de 34,5/69 kV e uma linha de transmissão. A linha de transmissão de 69 kV, com cerca de 26 km de extensão, interliga o parque

---

<sup>15</sup> O responsável pela empresa entrevistado solicitou que o nome desta e do grupo ao qual pertence não fossem mencionados.

com a subestação de Umarituba, pertencente ao sistema de eletrificação da Companhia Energética do Ceará (ABEEOLICA, 2020; ALFA, 2012).

**Figura 40** – Parque Eólico Dunas de Paracuru



Fonte: Dados da visita (2016)

O DCP do Projeto Dunas de Paracuru foi elaborado pela Consultoria *CO<sub>2</sub> Global Solutions*, de origem espanhola. Foi submetido e registrado perante a UNFCCC em dezembro de 2012. A data inicial do 1º período de crédito estabelecida no DCP foi 01/07/2013. Usando a metodologia ACM0002, a redução anual média estimada de GEE do projeto foi calculada em 45.468 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Este parque é o único da empresa Alfa a operar no país e destina-se à comercialização na modalidade de Produção Independente de Energia Eólica, mediante contrato de concessão de uso de bem público. Nessa modalidade, o produtor não mantém relacionamento operacional com o ONS, porém tem o direito de acesso à rede das concessionárias e permissionárias de transmissão e distribuição de energia assegurado, conforme Lei Nº 9.074, de 7 de julho de 1995 (BRASIL, 1995).

A empresa Alfa pertence a um grupo espanhol familiar que está presente na Espanha, Brasil, Marrocos, México, Panamá, República Dominicana e Romênia. O grupo foi constituído em 2007 e possui quatro principais divisões de negócios: imobiliária, hotelaria, agronegócio e energia. Gera cerca de 800 empregos diretos, sendo a grande maioria na área hoteleira. Na divisão de energia, o grupo possui uma usina hidrelétrica no Panamá e um parque eólico na República Dominicana, além do Parque Eólico Dunas de Paracuru e de uma hidrelétrica, no Brasil. Embora a maioria das áreas dos parques eólicos no Brasil seja arrendada, as terras desse parque são

de propriedade do grupo, porque há projetos de exploração turística, com a construção futura de um resort na área (ALFA, 2012; ERNST & YOUNG, 2019).

De acordo com o *site* institucional do grupo, seus valores são: uma equipe sólida, com experiência na gestão de grandes projetos; solvência e estabilidade financeira; agregar valor a partir de uma visão global de cada negócio e da adoção de estratégias diferenciadas; orientação para resultados sustentáveis; transparência baseada em padrões éticos, gestão profissional e boa governança; e compromisso social desenvolvido por meio de doações a uma fundação.

Segundo a declaração de informações não financeiras do grupo referente ao exercício 2018, que passou por uma verificação independente feita pela Ernst & Young (2019), a fundação beneficiada atua na Espanha desde 2003 no campo da infância e da deficiência. Quatro grandes áreas de trabalho são enfocadas: saúde; educação e treinamento; lazer e tempo livre saudável; e arte. Além da Espanha, o grupo declarou manter ações sociais apenas no Panamá.

Nesse documento, a única declaração do grupo em relação a iniciativas socioambientais no Brasil é a realização das compensações ambientais previstas no processo de obtenção das licenças ambientais. O grupo declara atender a todos os condicionantes ambientais impostos pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), com destaque para a substituição de espécies vegetais locais nas áreas indicadas pelo órgão.

#### 4.2.8.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

O desempenho do Projeto Dunas de Paracuru em relação aos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável declarados e percebidos foi um dos piores entre os projetos pesquisados. Na análise *ex-ante*, os cobenefícios declarados somaram apenas 7 pontos, equivalentes a 8,6% da pontuação máxima; e na análise *ex-post*, a pontuação total foi 40 pontos, equivalentes a 49,4% da pontuação máxima total (ver Quadro 20).

**Quadro 20** – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Dunas de Paracuru

Dimensões	Critérios	Cobenefícios Declarados	Cobenefícios Percebidos
Ambiental	Ar	0	6
	Terra	0	1
	Água	0	1
	Recursos Naturais	1	2
	Total da Dimensão Ambiental	1	10
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	3,7%	37,0%
Social	Empregos	2	4
	Saúde e Segurança	0	4
	Educação	0	2
	Bem-Estar	0	9
	Total da Dimensão Social	2	19
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	6,1%	57,6%
Econômica	Crescimento	2	4
	Energia	1	4
	Transferência de Tecnologia	1	3
	Total da Dimensão Econômica	4	11
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	19,0%	52,4%
Pontuação Total		7	40
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		8,6%	49,4%

Fonte: Elaboração própria (2021)

Na análise *ex-ante* deste projeto, percebe-se uma maior ênfase nos cobenefícios econômicos. O DCP declara que o principal cobenefício econômico a ser gerado pelo projeto é “um notável crescimento econômico na região de Paracuru”, em especial no setor de serviços. Cita também a geração de energia elétrica limpa e sustentável e o desenvolvimento tecnológico. O projeto cita a importação de turbinas eólicas pela Gamesa e o desenvolvimento das torres de aço e montagem da nacelle no Brasil. Além disso, cita a maior potência dos aerogeradores e os novos conhecimentos e experiências adquiridos dos trabalhadores locais (ALFA, 2012).

Os únicos cobenefícios sociais declarados no DCP são a geração de emprego e a melhoria de renda na região, principalmente durante a fase de construção, que inclui a construção de estradas, infraestrutura elétrica e instalação de turbinas eólicas. Já em relação aos cobenefícios ambientais, no DCP declara-se que o projeto contribui para a sustentabilidade ambiental por meio da redução nas emissões de CO<sub>2</sub>. Contudo, essa redução não é considerada como cobenefício. Afora isso, cita-se

apenas a proteção contra o esgotamento de recursos naturais como o carvão ou o gás natural e o fato de não ser gerado nenhum impacto ambiental negativo significativo (ALFA, 2012).

Já na análise *ex-post*, os cobenefícios sociais foram um pouco mais percebidos pelos gestores do que os econômicos. Os cobenefícios sociais tiveram o percentual mais alto, somando 19 pontos (57,6%); os cobenefícios econômicos ficaram com um percentual um pouco menor (52,4%); e os cobenefícios ambientais foram os menos pontuados, com apenas 10 pontos (37,0%).

Dentro dos cobenefícios sociais, o critério bem-estar aparece com maior pontuação, seguido dos critérios empregos, saúde e segurança e, por fim, educação. Dentro do critério bem-estar, destacaram-se apenas os cobenefícios referentes a melhoria das condições de trabalho e aumento das receitas municipais. Na percepção do gestor, as condições de trabalho são muito boas, não havendo nenhuma queixa nessa área. Em relação às receitas municipais, o gestor citou o aumento do ICMS na fase de construção e o pagamento anual de taxas e alvarás de funcionamento.

Vale ressaltar que, na percepção do gestor, a comunidade participa pouco e “não liga muito” para o parque eólico. Ele acredita que os atores locais não se sentem impactados nem positiva nem negativamente. A política da empresa é “interferir o mínimo possível”, gerar menos transtornos para a comunidade e passar despercebida. Ele afirmou que no passado a empresa já financiou alguns eventos na comunidade, mas não financia mais, “para não criar um vínculo”. A empresa não possui um mecanismo definido para responder às necessidades das partes interessadas locais, porém “a direção está aberta a ouvir a comunidade”.

Acredita-se que este tipo de postura da empresa em relação à comunidade local, que não promove a participação e evita criar vínculo, pode gerar insatisfações e uma percepção negativa em relação ao parque. Vale ressaltar a chamada síndrome do “não-no-meu-quintal” (*not-in-my-back-yard*), que revela um apoio conceitual à energia eólica associado a uma oposição à implantação de empreendimentos eólicos na vizinhança (DAI *et al.*, 2015; SITRA, 2017; POGGI, FIRMINO & AMADO, 2018).

Quanto aos empregos, na fase de construção, foram cerca de 30 pessoas trabalhando na empresa. Atualmente, a operação e manutenção do parque são totalmente terceirizadas. Há cerca de oito pessoas trabalhando, sendo duas de



Paracuru: um eletrotécnico e um mantenedor civil. O gestor entrevistado, lotado no escritório de Fortaleza, é o único funcionário próprio da Alfa. Segundo ele, o parque foi construído “para não precisar de ninguém lá”. O controle das operações pode ser feito diretamente da Espanha e este gestor pode até desligar um aerogerador a partir do celular, se for necessário.

Em relação à criação de novas oportunidades de emprego e renda, o gestor citou os serviços de manutenção demandados pelo parque, como por exemplo manutenção de ar condicionado e o serviço de poda da vegetação rasteira, visando proteger as linhas de transmissão, de contratação temporária.

Na área de saúde e segurança, os cobenefícios que tiveram destaque foram a redução de acidentes e incidentes e a redução de riscos de incêndio ou explosão. Segundo o gestor, os programas de prevenção de acidentes são bastante enfatizados. Ele citou a orientação para colaboradores e visitantes dada antes da entrada no parque, inclusive para redução de velocidade devido aos animais peçonhentos. Citou também o fornecimento e a fiscalização do uso dos equipamentos de proteção individual (EPI). Quanto à redução de riscos de incêndio ou explosão, existe um sistema montado para controle e combate a incêndios. Há extintores dentro dos aerogeradores e sistemas de detectores de incêndios. Anualmente, são realizadas trocas e recargas dos extintores, além da vistoria do corpo de bombeiros.

Passando aos cobenefícios educacionais, a empresa qualificou mão de obra da região na fase de construção e continua oferecendo treinamentos para atualização dos colaboradores. Fora essas iniciativas, o gestor citou apenas o apoio a campeonatos de futebol realizados pelas escolas da comunidade, com doação de materiais e troféus.

Os cobenefícios econômicos desse projeto ficaram razoavelmente bem distribuídos entre os três critérios: o crescimento econômico ficou com 4 pontos, assim como o critério energia, e a transferência de tecnologia ficou com 3 pontos. Os principais cobenefícios ligados ao crescimento econômico foram o alto investimento feito no projeto, com a geração de ativos relevantes para a empresa, especialmente os aerogeradores, e a criação de novas oportunidades de negócio. As novas oportunidades de negócio citadas foram basicamente na cadeia de suprimentos, incluindo compras de materiais de construção para a obra, e de materiais de escritório e de limpeza.

No que tange a energia, foram citadas a melhoria na cobertura, disponibilidade e sustentabilidade da energia e a redução da dependência de fontes externas. Na visão do gestor, o parque eólico contribui muito para o aumento da capacidade energética do Ceará e do Brasil. Ele acredita que a energia que é gerada no parque termina sendo consumida no próprio estado, que já é mais autossuficiente do que antes de possuir geração eólica.

Abordando a transferência de tecnologia, o gestor destacou a introdução, desenvolvimento ou difusão de tecnologia importada e a adaptação de novas tecnologias às circunstâncias locais. Na sua visão, o que existe é principalmente um processo de transferência de tecnologia importada. Além disso, foi necessário fazer algumas adaptações nos aerogeradores para o ambiente do parque.

Por fim, em relação ao turismo local, o gestor pontuou que existem pessoas que acreditam que o parque eólico afeta negativamente o turismo, ao gerar uma poluição visual. Porém, na sua opinião, não há impacto negativo nem positivo. Ele acredita que os índices de atividade turística do município permanecem inalterados.

Passando aos cobenefícios ambientais, destaca-se apenas a redução de poluentes atmosféricos, no critério melhoria da qualidade do ar. O gestor pontuou a questão do ruído e do sombreamento produzidos pelos aerogeradores. Segundo ele, na fase de planejamento, é possível simular com o auxílio de um computador a intensidade de ruído, e assim evitar que esteja acima das normas específicas, trazendo eventual desconforto para as comunidades vizinhas.

Quanto aos recursos naturais, é feita a contenção das dunas com palhas de coqueiros e utilizado um trator para diminuir seu avanço sobre os acessos dos aerogeradores (ver Figura 41). De acordo com o gestor, busca-se não modificar o movimento natural das dunas e só movê-las quando necessário. Fora isso, é feito apenas o controle da presença de animais na área do parque, em especial os peçonhentos. Quando encontrados em local inadequado, são devolvidos ao seu habitat natural por uma pessoa responsável.

**Figura 41** – Cobenefício do Parque Eólico Dunas de Paracuru



Fonte: Dados da visita (2016)

Por fim, foi percebido pelo gestor apenas um cobenefício ligado ao critério terra e um referente a água: a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos e a melhoria na confiabilidade e acessibilidade do abastecimento de água para a comunidade. Uma empresa terceirizada realiza o descarte de resíduos sólidos, inclusive os perigosos, como o óleo e o material usado pela equipe de manutenção dos aerogeradores. O destino final pode ser desde a reciclagem até a incineração. O cobenefício ligado à água foi um melhoramento em um córrego que existia, para que a passagem da água não fosse obstruída. A empresa continuava realizando uma manutenção nesse córrego quando da visita realizada.

#### **4.2.9 Complexo Eólico Trairi**

Esta análise do Complexo Eólico Trairi baseia-se principalmente na entrevista realizada com o engenheiro de operação em 12 de janeiro de 2016, quando da realização da visita a campo. Além dessa fonte, são utilizadas também as observações feitas pela autora durante a visita e as seguintes fontes secundárias: notícia sobre a instalação de parques eólicos no Ceará (NASSIF, 2011); Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Central Eólica Trairi (TRACTEBEL/AMBIENTAL, 2011); DCPs Trairi, Guajirú, Fleixeiras I e Mundaú (TRACTEBEL, 2012); livro sobre Trairi patrocinado pela Engie (CORAL, 2014); portaria sobre construção do Centro de Cultura de Trairi (BRASIL, 2018); guia “Nossas Regras que Salvam” (ENGIE, 2018); Relatório de Sustentabilidade 2018 (ENGIE BRASIL, 2019); Relatório Integrado 2019

(ENGIE, 2019); artigo sobre os impactos socioeconômicos, ambientais e tecnológicos causados pela instalação dos parques eólicos no Ceará (COSTA, M. A. S. *et al.*, 2019); banco de dados da ABEEólica (2020); e o *site* institucional (ENGIE BRASIL, 2020).

#### 4.2.9.1 Perfil do Projeto

O Complexo Eólico Trairi (Figura 42) ocupa uma área de dunas no município de Trairi, no litoral cearense, a cerca de 140 km de Fortaleza. O projeto foi desenvolvido pela Tractebel Energia, atual Engie Brasil, visando a comercialização da energia gerada no mercado livre. Na época de visita, o complexo era formado por quatro parques: Trairi, Guajirú, Fleixeiras I e Mundaú.

**Figura 42** – Complexo Eólico Trairi



Fonte: Dados da visita (2016)

Os parques Guajirú e Trairi entraram em operação comercial no final de 2013 e os parques Fleixeiras I e Mundaú entraram em operação no início de 2014. O complexo possuía uma capacidade total de 115,4 MW, contando com 50 aerogeradores de 2,3 MW de potência, fornecidos pela Siemens e uma subestação

coletora. Desta subestação, a energia gerada é distribuída até a subestação Pecém II, de 230 kV, localizada em São Gonçalo do Amarante. Operada pela CHESF, essa subestação entrou em funcionamento em agosto de 2013. Portanto, não houve atraso no caso desses parques (ABEEOLICA, 2020).

De acordo com o RIMA da Central Eólica Trairi (TRACTEBEL/AMBIENTAL, 2011), houve mudanças no projeto inicial, que reduziram o número de parques de sete para quatro, e o número de aerogeradores de 65 para 50. A decisão de instalar aerogeradores de maior potência unitária permitiu a redução no seu número e, conseqüentemente, a redução da área ocupada e dos impactos associados à construção e operação do complexo.

Em 2012, a Tractebel submeteu à UNFCCC quatro documentos de concepção de projeto, um para cada parque do Complexo Eólico Trairi. Os DCPs foram elaborados pela consultoria brasileira Enerbio e registrados pela UNFCCC em agosto de 2012. A data inicial do 1º período de crédito estabelecida para todos foi 02/11/2012. A metodologia utilizada para o cálculo da redução das emissões foi a ACM0002 e a redução anual média estimada de GEE da soma dos projetos foi de 175.967 tCO<sub>2e</sub> (TRACTEBEL, 2012).

Quando da visita a campo, o Complexo Eólico Trairi estava passando por obras de ampliação (Figura 42). Então, de outubro de 2016 a abril de 2017 entraram em operação comercial mais quatro parques: Estrela, Cacimbas I, Ouro Verde e Santa Mônica I. Essas novas centrais eólicas contam com 36 turbinas de 2,7 MW, fornecidas pela Alstom, resultando em uma capacidade de 97,2 MW. Assim, a capacidade instalada do complexo passou a ser de 212,6 MW (ABEEOLICA, 2020).

Cada um dos parques pertence a uma empresa de propósito específico, criada especialmente para sua construção e operação. Todas as SPE são controladas pela Engie Brasil, antiga Tractebel. A Tractebel foi criada em 2001, a partir da Gerasul, controlada pelo grupo francês Suez desde 1998. O grupo fundiu-se em 2008 com a Gaz de France, dando origem à GDF Suez, atual Engie (ENGIE BRASIL, 2020).

A Engie é uma das líderes globais na produção independente de energia, estando presente em quase 70 países nos cinco continentes. Sua capacidade instalada em 2018 era de 104,3 GW, a produção foi de 420 TWh e a receita foi 60,6 bilhões de euros (EUR). O grupo declara possuir meta de se tornar o líder mundial na

transição para o carbono zero e planeja ampliar em 9 GW sua capacidade na área de energias renováveis, no período de 2019 a 2021 (ENGIE, 2019).

A Engie Brasil é a maior produtora privada de energia elétrica do país. Possui 61 centrais geradoras, com capacidade total de 10,2 GW. A empresa produz energia majoritariamente proveniente de fontes renováveis, principalmente a hidrelétrica. Suas usinas hidrelétricas, eólicas, solares e a biomassa somam quase 90% da capacidade instalada. O faturamento em 2018 foi de R\$ 9,3 bilhões (ENGIE BRASIL, 2020).

A partir de 2019, além do complexo Trairi, a geração eólica da Engie Brasil passou a ser realizada também em mais dois complexos, ambos na Bahia: Campo Largo, com 326,7 MW de potência instalada, e Umburanas, com 360,0 MW. A empresa possui ainda uma única unidade geradora localizada no município de Tubarão, em Santa Catarina, implantada como parte do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (ENGIE BRASIL, 2020).

De acordo com o Relatório Integrado 2019 (ENGIE, 2019), um dos três objetivos estratégicos do plano de transformação 2016-2018 do grupo foi a prioridade para soluções que emitem o mínimo de CO<sub>2</sub>. Entre as ações propostas e executadas no âmbito desse plano, destaca-se aqui o aumento dos gastos em tecnologias emergentes e digitais; o aumento da participação de mulheres na força de trabalho do grupo; a redução dos acidentes de trabalho; e o compromisso com a responsabilidade ambiental e social, por meio da criação de mecanismos de diálogo e consulta às partes interessadas.

Já o Relatório de Sustentabilidade 2018 referente à atuação da empresa no Brasil aborda também outros temas de interesse para esta pesquisa, nas áreas ambiental, social e econômica. Na área ambiental, a Engie Brasil atua na gestão da água, possuindo um Programa de Proteção de Nascentes desde 2010, que já resguardou 1.781 nascentes. Desenvolve também o Projeto Matriz Biodiversidade desde 2017, fazendo o monitoramento e manejo da diversidade de flora e fauna em todos os empreendimentos e reforçando os mecanismos de proteção a espécies e ecossistemas. Além disso, a Engie declara valorizar a licença ambiental como um ativo, obtendo e renovando todas as licenças prévias, de instalação e de operação das suas usinas perante os órgãos ambientais competentes (ENGIE BRASIL, 2019; 2020).

Em 2018, a Engie Brasil desenvolveu 103 programas socioambientais nas áreas de influência de seus empreendimentos e investiu R\$ 20,4 milhões em projetos de responsabilidade social. A companhia destacou no seu relatório a promoção de cursos de capacitação, em parceria com instituições de ensino, visando aproveitar mais a mão de obra local; o cuidado com a saúde e segurança dos seus empregados, com o objetivo de alcançar taxa zero de acidentes; e a contribuição para o desenvolvimento das comunidades, por meio da educação para a sustentabilidade, da capacitação e desenvolvimento de líderes e agentes comunitários e do incentivo à cultura (ENGIE BRASIL, 2019).

A Engie construiu cinco Centros de Cultura próximos a alguns de seus empreendimentos. Esse projeto ganha relevância quando se considera que os empreendimentos normalmente se localizam em municípios pequenos. Os centros são geridos por associações locais, representando o principal exemplo das parcerias estabelecidas pela empresa. Em 2018, 836 alunos participaram de oficinas de música, teatro e outras atividades culturais (ENGIE BRASIL, 2019).

Na área econômica, destacam-se o apoio ao crescimento econômico local, inclusive com doação de equipamentos para delegacias, escolas e praças, e os investimentos em tecnologia. O Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) envolve parcerias com universidades e instituições de pesquisa e segue o disposto na Lei nº 9.991/2000, que estabelece o investimento em P&D de 1% da receita líquida anual das empresas de energia. A empresa destaca o investimento no projeto executado em Santa Catarina pela empresa WEG Equipamentos Elétricos, que objetiva desenvolver e certificar um aerogerador de 3,3 MW com tecnologia 100% nacional, adaptado às condições brasileiras (ENGIE BRASIL, 2019).

#### 4.2.9.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

O desempenho do Projeto Trairi em relação à análise dos cobenefícios variou conforme o tipo de análise. Na análise *ex-ante*, os cobenefícios declarados apresentaram um dos melhores desempenhos, ficando com 13 pontos, equivalentes a 16,0% da pontuação máxima. Já na análise *ex-post*, a pontuação total ficou abaixo da média, somando 48 pontos, equivalentes a 59,3% da pontuação máxima total. (ver Quadro 21).

**Quadro 21 – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Trairi**

Dimensões	Critérios	Cobenefícios Declarados	Cobenefícios Percebidos
Ambiental	Ar	0	6
	Terra	0	2
	Água	0	1
	Recursos Naturais	0	3
	Total da Dimensão Ambiental	0	12
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	0,0%	44,4%
Social	Empregos	3	4
	Saúde e Segurança	0	5
	Educação	1	2
	Bem-Estar	3	12
	Total da Dimensão Social	7	23
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	21,2%	69,7%
Econômica	Crescimento	2	6
	Energia	2	4
	Transferência de Tecnologia	2	3
	Total da Dimensão Econômica	6	13
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	28,6%	61,9%
Pontuação Total		13	48
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		16,0%	59,3%

Fonte: Elaboração própria (2021)

Na análise *ex-ante*, nota-se nos DCPs dos Projetos Trairi, Guajirú, Fleixeiras I e Mundaú uma ênfase maior nos cobenefícios econômicos e sociais. Vale ressaltar que não foi declarado nenhum cobenefício ambiental, tendo sido citada apenas a redução nas emissões de GEE. A empresa declara os seguintes cobenefícios econômicos: o crescimento econômico regional; o desenvolvimento do setor terciário; a melhoria da infraestrutura local, como por exemplo, as rodovias; a contribuição para a melhoria da infraestrutura energética regional, para a diversificação da matriz elétrica brasileira e para a segurança energética; e o desenvolvimento de tecnologia e *know-how* nacional, por meio da utilização de equipamentos com conteúdo pelo menos 60% nacional (TRACTEBEL, 2012).

Quanto aos cobenefícios sociais, são citados o aumento das oportunidades de emprego de longo e curto prazo para trabalhadores locais e prestadores de serviços; o estímulo à educação; o aumento das receitas fiscais para o governo local; a geração de renda para os proprietários das terras, que podem continuar utilizando a área do



complexo para outras atividades produtivas; e a satisfação das necessidades básicas da população (TRACTEBEL, 2012).

Também na análise *ex-post*, os cobenefícios econômicos e sociais foram mais enfatizados. Porém, os cobenefícios sociais apresentaram pontuação e percentual mais alto (23 pontos; 69,7%) do que os econômicos (61,9%). Conforme esperado, neste projeto também o bem-estar foi o cobenefício social mais percebido (12 pontos), seguido por saúde e segurança (5), empregos (4) e educação (2). Dentro do critério bem-estar, o gestor entrevistado destacou a melhoria das condições de trabalho; a atenuação da pobreza; o aumento das receitas municipais; a promoção da harmonia e coesão social; a criação de oportunidades, mecanismos ou ferramentas para responder às necessidades das partes interessadas locais; e o cuidado e inclusão de grupos vulneráveis.

Na percepção do gestor, a empresa propicia condições de trabalho excelentes, tanto para os empregados próprios quanto para os terceiros, explicitando as exigências em contrato. Ele citou como exemplos as instalações, o fornecimento e a fiscalização do uso de EPIs, a realização de jogos de futebol semanalmente e a ginástica laboral duas vezes por semana. Ele acredita também que o complexo contribui para atenuar a pobreza, ao aumentar a arrecadação de impostos pelo município, gerar empregos e fomentar a economia.

Em relação à promoção da harmonia e coesão social e à criação de maneiras para responder às partes interessadas locais, o gestor destacou que a empresa faz parte das comunidades próximas aos parques e que existe a intenção de estabelecer parcerias com essas comunidades e realizar um trabalho constante. Embora o complexo não tenha um mecanismo formal, comumente atende as necessidades das comunidades, principalmente apoiando projetos e eventos culturais, religiosos, de incentivo aos esportes, festas de Natal, entre outros.

A Engie tem patrocinado projetos culturais em conjunto com o poder público. O livro *Tairi: a vida e o saber do povo* (CORAL, 2014) é um bom exemplo disso. Nesse livro, que foi fruto de um convênio com a prefeitura local, parte da trajetória histórica e cultural do município é resgatada. Além do objetivo educacional, o livro também visa desenvolver o turismo, uma atividade muito importante no município, que fica no caminho para Jeriquaçu. Com esse mesmo objetivo, em 2013, a empresa já tinha patrocinado, junto com o BNDES, o Guia Turístico *Tairi, terra de saberes e sabores*.

Por fim, em 2018, o projeto de construção do Centro de Cultura de Trairi foi aprovado pela Secretaria de Fomento e Incentivo à Cultura do Ministério da Cultura (BRASIL, 2018b), no valor de R\$ 4.849.270,23. O centro deverá contar com um cineteatro para realização de atividades culturais e artísticas, valorizando o patrimônio cultural do município.

Quanto à inclusão de grupos vulneráveis, o complexo está passando por adequações para melhorar a acessibilidade. Além disso, alguns dos projetos apoiados pela empresa são focados em grupos vulneráveis, como crianças, idosos e usuários de drogas. Em Guajiru, um projeto de futebol visando evitar que crianças fiquem nas ruas foi apoiado por meio da compra do material esportivo. Na sede de Trairi, a empresa disponibilizou recursos para uma ONG que cuida de idosos. Em Mundaú, em razão de furtos que estavam acontecendo no parque, a empresa buscou aproximar-se de um padre e uma freira que cuidavam de crianças e de usuários de drogas, para conhecer e tentar suprir necessidades existentes. Assim, foi desenvolvido um projeto para ajudar a manter o hospital local. Os resultados foram notados menos de um ano depois dessa ação e não houve mais furtos no parque.

Em relação a inclusão e empoderamento feminino, da mesma forma que acontece no setor eólico e na Engie como um todo, também no Complexo Trairi a quantidade de mulheres empregadas é muito pequena. Há apenas duas mulheres contratadas pela Engie – uma recepcionista e uma auxiliar administrativa – e duas mulheres nas empresas terceirizadas, trabalhando nas guaritas das obras. Na percepção do gestor, dois fatores principais geram essa situação: ainda existe machismo na área, especialmente de eletrotécnica, e não há muito interesse por parte das mulheres. Ele garante que no complexo não é feita distinção de gênero na seleção, e não há diferença salarial entre homens e mulheres que ocupam o mesmo cargo.

Quanto à percepção do projeto por parte das comunidades, o gestor lembra que no início havia uma percepção negativa, ligada a preocupações com poluição visual, degradação do meio ambiente, prejuízos ao turismo e perda da tranquilidade do local. Segundo Nassif (2011), moradores de Trairi, acreditando que a obra iria causar impactos negativos sobre o meio ambiente e a economia da região, fizeram uma manifestação para evitar a instalação dos equipamentos nas dunas. Portanto, pode-

se perceber a existência de interesses conflitantes, assim como nos estudos de Aitken (2010).

O presidente de uma associação de moradores afirmou que a comunidade não foi ouvida como deveria e que o problema maior era a localização do parque sobre as dunas, onde não foi permitido nenhum empreendimento turístico (NASSIF, 2011). Contudo, em que pese a comunidade não ter sido atendida em suas demandas, é preciso atentar que, de acordo com o Novo Código Florestal (Lei N° 12.651), em áreas de dunas móveis somente é permitida a instalação de empreendimentos de utilidade pública, como é o caso da geração de energia (BRASIL, 2012).

Apesar dessas dificuldades, o gestor entrevistado afirmou acreditar que a percepção mudou, em razão da forma como os empregados do complexo são tratados pelos moradores das comunidades do entorno. Entretanto, acredita-se que o tratamento dispensado aos empregados do complexo pelos moradores das comunidades não é uma boa medida de percepção positiva acerca do empreendimento. Vale lembrar da síndrome do “não-no-meu-quintal”, na qual há uma oposição à implantação de empreendimentos eólicos na vizinhança (DAI *et al.*, 2015; SITRA, 2017; POGGI, FIRMINO & AMADO, 2018) e da baixa aceitação e percepção negativa de comunidades que convivem com turbinas eólicas (BAXTER *et al.*, 2013).

Passando aos cobenefícios ligados a saúde e segurança, o gestor considera que a empresa é bastante comprometida com a prevenção de doenças, a redução de acidentes e incidentes e a redução do risco de incêndio ou explosão. Existem programas voltados para os empregados próprios e terceirizados, como os exames periódicos anuais, a política corporativa intitulada “Nossas Regras que Salvam” (ENGIE, 2018), uma técnica de segurança no campo e a Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho (SIPAT). Como resultado desses esforços, quando da visita, o complexo estava há 710 dias sem acidentes com afastamento (ver Figura 43). Além disso, a empresa instalou um sistema de combate a incêndio e os aerogeradores têm sistema de proteção contra raios.

**Figura 43 – Cobenefícios do Complexo Eólico Trairi**



Fonte: Dados da visita (2016)

Esse projeto se destaca em relação aos outros estudados em relação à saúde e segurança da comunidade. Na época da construção do parque, foi feita a doação de um aparelho de Raio X para o hospital de Trairi. Quando da realização da visita, a empresa estava assinando um convênio com a prefeitura para avaliar a saúde de todos os alunos das escolas do ensino fundamental, diagnosticando anormalidades como anemia, deficiência de vitaminas, entre outras. Também estava atuando na intermediação de uma parceria com o governo federal, por meio de alguma lei de incentivo, visando conseguir um aporte mensal de recursos para manter aberto o hospital de Mundaú, que estava prestes a ser fechado.

No que tange à criação de empregos, segundo o gestor, durante a fase de construção, sempre há muitas contratações de curto prazo. Como o complexo estava sendo ampliado na época da visita, havia várias pessoas trabalhando nas obras. Quanto aos postos de trabalho de longo prazo, eram 58 empregados fixos, incluindo próprios e terceirizados, para operar todo o complexo (de 115,4 MW). Desses empregados, a maioria era de mão de obra local ou regional, principalmente de Fortaleza. Os postos de trabalho ocupados pelas pessoas do local eram menos qualificados, como vigilante, auxiliar de serviços gerais, auxiliar administrativo, eletrotécnico e técnico de segurança.

Na percepção do gestor, os empregos de longo prazo são pouco numerosos em comparação com outras indústrias, já que o setor é intensivo em capital. Outro aspecto abordado por ele foi a filosofia adotada pelas empresas, no que tange à centralização ou descentralização do controle das operações e, conseqüentemente, à criação de

empregos. Ao contrário de outros parques eólicos da região, a Engie montou um escritório no Complexo Trairi que funciona em horário comercial durante toda a semana, com pessoal administrativo, técnico de segurança, meio ambiente, além do pessoal de operação e manutenção.

A criação de novas fontes de geração de renda e de outras oportunidades de emprego foi considerada um cobenefício muito importante pelo gestor entrevistado. O complexo demanda serviços como manutenção de ar condicionado, lavagem de carros, fornecimento de *coffee break*, entre outros. A cultura de trabalhar na informalidade é um desafio a ser vencido para ampliar esse cobenefício. Segundo o gestor, a empresa precisa constantemente incentivar prestadores de serviços locais a se formalizarem como pessoas jurídicas para que possam emitir notas fiscais e então ser contratados pelo complexo.

Passando aos cobenefícios educacionais, a empresa não fornecia cursos profissionalizantes nem atuava diretamente na qualidade dos serviços de educação, porém difundia conhecimentos relacionados ao projeto por meio de um programa intensivo de visitas, especialmente de alunos de escolas da região. Quando da visita a campo, o complexo estava se preparando para obter a certificação pelas normas ISO 9000 e a Engie já possuía outras usinas certificadas. Então o programa corporativo de visitação, necessário para obtenção da certificação, era seguido pelo complexo, incluindo a meta de quantidade de visitantes. Havia um roteiro de visita, envolvendo a projeção de vídeos educativos e a entrega do livro *Trairi: a vida e o saber do povo*. Além disso, o gestor fazia palestras em feiras vocacionais promovidas pela escola técnica local.

Em seguida aos cobenefícios sociais, estão os cobenefícios econômicos, com 13 pontos (61,9%). Os cobenefícios ligados ao crescimento econômico se destacaram, com 6 pontos, e os ligados a energia e transferência de tecnologia foram menos percebidos, somando 4 e 3 pontos, respectivamente. Os principais cobenefícios dentro do critério crescimento econômico foram o alto investimento feito no projeto, com a geração de ativos relevantes para a empresa, especialmente os aerogeradores; o início de novas atividades e de novas oportunidades de negócio; e o baixo custo de operação.

De acordo com o gestor entrevistado, a previsão de investimento para todos os parques do Complexo Trairi era de quase R\$ 1 bilhão. Desde a construção, o

complexo propiciou o início de novas atividades, principalmente comerciais. Além disso, surgiram novas oportunidades de negócios na cadeia de suprimentos, como uma fábrica de torres eólicas que foi instalada na região. Ele acredita que, juntamente com a atividade turística, o complexo contribui para fomentar o crescimento econômico local.

Quanto aos cobenefícios ligados a energia, o gestor destacou a utilização sustentável; o aumento da confiabilidade e da disponibilidade do fornecimento; e a redução da dependência de fontes externas de energia. A confiabilidade é aumentada devido à maior robustez do sistema conseguida com a diversificação das fontes de geração (EPE, 2019b). A melhora na disponibilidade acontece por meio da compensação feita no SIN da energia vendida para grandes empresas de todo o Brasil. Em razão da geração eólica, o Ceará, que “importava” energia do resto do país, passou a depender cada vez menos de outros estados.

Por fim, os cobenefícios tecnológicos mais destacados foram a introdução, desenvolvimento e / ou difusão de tecnologia importada; e a adaptação de novas tecnologias para as circunstâncias locais. De acordo com o gestor, a empresa tem acesso a qualquer tipo de informação técnica e ao funcionamento dos aerogeradores. Inicialmente, os aerogeradores do complexo eram importados da Dinamarca, mas a tecnologia vem sendo nacionalizada e quando da visita as turbinas eram fabricadas em Camaçari e as hélices em Sorocaba. O modelo do aerogerador utilizado precisou ser adaptado para as condições do vento na região, com a colocação de um anel na parte superior da torre.

Passando aos cobenefícios ambientais, a partir da percepção do gestor, sua pontuação foi 12 pontos, equivalentes a 44,4% do total dessa dimensão. Com este desempenho, o presente projeto encontra-se entre os três menos pontuados. O resultado obtido parece incongruente se considerados os dezoito Planos de Controle e Monitoramento Técnico-Ambiental que deveriam ser adotados a partir do EIA/RIMA do empreendimento. Entre os planos para mitigação ou absorção dos impactos negativos listados no RIMA, pode-se citar os planos de monitoramento da qualidade da água; da qualidade do solo; do nível de ruídos e vibrações; da fauna; e da avifauna e quirópteros (TRACTEBEL/ AMBIENTAL, 2011).

Os cobenefícios relacionados ao ar e aos recursos naturais foram mais percebidos pelo gestor do que os ligados à terra e à água. Os cobenefícios que se

destacaram foram: a melhoria da qualidade do ar; a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos; a utilização de medidas para prevenir a erosão e/ou salinização do solo; e a proteção ou melhoria dos recursos minerais, do bioma e da diversidade de espécies da flora e da fauna.

Quanto à qualidade do ar, o gestor confirmou que não há emissão de GEE nem de qualquer outro poluente atmosférico. Porém, reconheceu a existência de ruído proveniente da operação das turbinas, que é mais intenso em algumas épocas do ano. De acordo com Costa, M. A. S. *et al.* (2019), de 20 famílias pertencentes a duas comunidades no entorno do Parque Eólico Fleixeiras I entrevistadas, 95% afirmaram que o ruído é intenso, especialmente no turno da noite, perturbando seu sono.

Passando ao critério terra, a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos inicialmente é feita por meio da coleta seletiva e separação dos resíduos em baias construídas para esse fim. Periodicamente, uma empresa especializada contratada realiza a coleta e destinação final apropriada de cada resíduo, emitindo um certificado de rastreamento. Já os resíduos orgânicos normalmente são doados pela empresa a empregados que têm pequenas plantações nas suas casas para proceder à compostagem. No que se refere a medidas para prevenir e controlar a erosão do solo, o gestor citou a drenagem das estradas de acesso aos aerogeradores, nos pontos onde houve desmatamento ou foi removida uma duna e passou a haver encostas.

Por fim, em relação à proteção dos recursos naturais, toda a área do complexo é protegida, sendo a retirada de areia das dunas proibida. Segundo o gestor, as dunas são vistas como um patrimônio pelas comunidades locais. Por isso, a empresa evita descaracterizá-las com a utilização de palhas de coqueiros, por exemplo. A principal medida adotada é a retirada da areia das vias de acesso aos aerogeradores com o uso de tratores, visando manter o movimento natural das dunas (ver Figura 43).

Quanto à proteção do bioma e da diversidade de espécies da flora e da fauna, de acordo com o RIMA, a redução da quantidade de aerogeradores do complexo reduziu os impactos negativos sobre a vegetação, a fauna e a paisagem. O bioma da região é a caatinga, sub-bioma da zona costeira, de importância e prioridades classificadas como altas pelo Ministério do Meio Ambiente. No entanto, a área do complexo é de ocupação antrópica antiga e sua biodiversidade já estava um pouco

comprometida antes da implantação do empreendimento. Também não abrigava espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção (TRACTEBEL/AMBIENTAL, 2011).

De acordo com o gestor, dentro do complexo o bioma é bastante protegido, pois são proibidas novas construções e apenas 5% de toda a área arrendada foi desmatada para a construção dos acessos e das plataformas dos aerogeradores. Na sua percepção, não houve impacto sobre a flora local. Existe uma empresa especializada contratada para fazer o monitoramento das aves, principalmente dos morcegos, que são as espécies mais afetadas pela colisão com os aerogeradores. Segundo ele, em três anos de operação, foram registrados pouquíssimos acidentes com aves.

#### **4.2.10 Complexo Eólico Santos**

Esta análise do Complexo Eólico Santos baseia-se principalmente na entrevista realizada com o gerente de operação em 05 de setembro de 2016, quando da realização da visita ao escritório da Cubico *Sustainable Investments* em Fortaleza. Além dessa fonte, são utilizadas também as observações feitas pela autora durante a visita ao complexo e as seguintes fontes secundárias: DCP “Santo Antônio de Pádua, São Cristovão and São Jorge *Wind Power Project*” (SANTOS ENERGIA, 2012); RIMAs dos parques que compõem o complexo (GEOCONSULT, 2012); banco de dados da ABEEólica (2020); e *sites* institucionais (SANTOS ENERGIA, 2013; CUBICO, 2020).

##### **4.2.10.1 Perfil do Projeto**

O Complexo Eólico Santos (Figura 44), assim como o Complexo Eólico Trairi, também se localiza em área de dunas no município de Trairi, no litoral norte cearense. É composto por três centrais eólicas: Santo Antônio de Pádua (14 MW); São Cristovão (26 MW); e São Jorge (24 MW). No total, o complexo possui 32 aerogeradores fornecidos pela Gamesa, cada um com 2 MW de capacidade nominal, somando 64 MW de capacidade instalada. Além dos aerogeradores, as instalações incluem uma subestação elevadora e uma linha de transmissão que conecta todos os parques à subestação Pecém II, disponibilizando a energia gerada para o SIN (SANTOS ENERGIA, 2012; ABEEOLICA, 2020).



**Figura 44** – Complexo Eólico Santos



Fonte: Dados da visita (2016)

O DCP “*Santo Antônio de Pádua, São Cristóvão and São Jorge Wind Power Project*” foi elaborado pela Consultoria *Zero Emissions Solutions*, de origem belga, e desenvolvido pela Santos Energia e Participações S. A. O projeto venceu o leilão de energia nova A-3 de 2011, obteve da ANEEL a outorga de geração de energia elétrica em julho de 2012 e entrou em operação comercial em novembro de 2014 (SANTOS ENERGIA, 2012; ABEEOLICA, 2020).

Também em julho de 2012, o DCP foi submetido à UNFCCC, porém até o momento não foi registrado, continuando com o status “em validação”. A data inicial do 1º período de crédito estabelecida no DCP foi 01/01/2014. Com base na metodologia ACM0002, a redução anual média estimada de GEE do projeto seria de 68.130 tCO<sub>2e</sub> (SANTOS ENERGIA, 2012).

As centrais eólicas São Cristóvão, São Jorge e Santo Antônio de Pádua são 100% controladas pela Santos Energia. Entretanto, cada central é formalizada como uma sociedade de propósito específico. A Santos Energia é uma *holding* formada em 2007 pelo Banco Santander, Abengoa Brasil Construção e *Instalaciones Inabensa*, pertencente ao grupo Abengoa (SANTOS ENERGIA, 2013).

Atualmente, a Santos Energia é controlada pela *holding Cubico Sustainable Investments*. Fundada em 2015, a Cubico é resultado da união dos ativos de energia renovável do Santander com dois fundos de pensão canadenses. A empresa atua nas áreas de energia eólica *onshore*, solar fotovoltaica e solar térmica, abrangendo a cadeia energética desde o projeto e construção, até a operação e gerenciamento. Sua capacidade instalada é aproximadamente 3,3 GW. A Cubico fica sediada em Londres

e está presente em mais 11 países, além da Inglaterra: Irlanda, Espanha, Itália, Grécia, Portugal, EUA, Austrália, México, Uruguai, Colômbia e Brasil (CUBICO, 2020).

No Brasil, a Cubico possui 614,5 MW de ativos eólicos em operação. Em janeiro de 2016, a companhia anunciou um investimento de R\$ 2 bilhões na aquisição de dois complexos eólicos da Casa dos Ventos: Caetés (182 MW), em Pernambuco, e Ventos do Araripe (210 MW), no Piauí. No Ceará, além do Complexo Santos, a empresa possui também o Complexo Martifer (94,5 MW). Fora da região Nordeste, há apenas o complexo Cassino (64 MW), no Rio Grande do Sul. Quanto à estrutura administrativa, a empresa possui escritórios regionais em São Paulo e Fortaleza. A abertura do escritório em São Paulo faz parte do plano de expansão da companhia no Brasil e em outras regiões da América Latina (CUBICO, 2020).

A Cubico declara-se comprometida com a transição para uma economia de baixo carbono e com uma visão de longo prazo, não apenas para seus negócios, mas também para a sociedade. Entre seus princípios de RSC, pode-se citar: o respeito à identidade das comunidades, ao promover seu desenvolvimento; a contribuição para o bem-estar por meio de projetos sociais; a redução das emissões de CO<sub>2</sub>; a conservação e manutenção do meio ambiente; e a promoção de condições adequadas de saúde e segurança para os empregados (CUBICO, 2020). Entretanto, não foi possível detalhar iniciativas decorrentes desses princípios devido ao fato de a empresa não publicar relatórios de sustentabilidade ou outro documento similar.

#### 4.2.10.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

No tocante à análise *ex-ante* do Projeto Santos, pode-se afirmar que os cobenefícios declarados no DCP foram regulares. O desempenho do projeto ficou um pouco abaixo da média, uma vez que somou 10 pontos, equivalentes a 12,3% da pontuação máxima total. Já na análise *ex-post*, os cobenefícios percebidos pelo gestor entrevistado ficaram acima da média, somando 54 pontos, equivalentes a 66,7% da pontuação máxima total (ver Quadro 22).

**Quadro 22 – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Santos**

<b>Dimensões</b>	<b>Critérios</b>	<b>Cobenefícios Declarados</b>	<b>Cobenefícios Percebidos</b>
Ambiental	Ar	0	6
	Terra	0	3
	Água	0	2
	Recursos Naturais	0	4
	Total da Dimensão Ambiental	0	15
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	0,0%	55,6%
Social	Empregos	2	4
	Saúde e Segurança	0	7
	Educação	0	3
	Bem-Estar	3	10
	Total da Dimensão Social	5	24
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	15,2%	72,7%
Econômica	Crescimento	2	8
	Energia	2	5
	Transferência de Tecnologia	1	2
	Total da Dimensão Econômica	5	15
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	23,8%	71,4%
Pontuação Total		10	54
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		<b>12,3%</b>	<b>66,7%</b>

Fonte: Elaboração própria (2021)

A partir da análise do DCP do Complexo Eólico Santos, nota-se inicialmente a ausência de pontuação nos cobenefícios ambientais. A única contribuição para a sustentabilidade ambiental citada foi a produção de energia renovável com baixo impacto ambiental. Como esta declaração é genérica demais, não se encaixa em nenhum dos critérios ambientais estabelecidos e por isso não foi pontuada (SANTOS ENERGIA, 2012).

Em seguida, pode-se observar uma ênfase nos cobenefícios econômicos e sociais, com 5 pontos cada. Os cobenefícios sociais declarados foram a geração de empregos diretos e indiretos; a contribuição para o desenvolvimento socioeconômico regional; a melhoria na distribuição de riqueza; a geração de renda para a comunidade; e o aumento das receitas municipais. Quanto aos cobenefícios econômicos, a empresa declara a criação de nova infraestrutura; a atração de novos investimentos para a região; o aumento da segurança energética; a utilização

sustentável da energia; e a contribuição para o desenvolvimento tecnológico (SANTOS ENERGIA, 2012).

Na análise *ex-post*, os cobenefícios sociais foram um pouco mais percebidos pelos gestores do que os econômicos. Os cobenefícios sociais tiveram o percentual mais alto, somando 24 pontos (72,7%); os cobenefícios econômicos ficaram com 15 pontos e um percentual um pouco menor (71,4%); e os cobenefícios ambientais também somaram 15 pontos, porém seu percentual foi de apenas 55,6%.

No que se refere aos cobenefícios sociais, o bem-estar foi o mais percebido (10 pontos), seguido por saúde e segurança (7), empregos (4) e educação (3). Dentro do critério bem-estar, destacaram-se os cobenefícios referentes a melhoria das condições de trabalho, aumento das receitas municipais, geração de renda, contribuição para o desenvolvimento das comunidades e criação de mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais.

De acordo com o gestor entrevistado, as condições de trabalho são as melhores possíveis e qualquer reclamação é devidamente atendida. Ele ressaltou que a empresa fornece automóveis para o transporte até o complexo, visando maior conforto para os empregados. Quanto ao aumento das receitas municipais, o gestor não soube informar valores, mas acreditava que o complexo gera um imposto razoável. O impacto positivo é tanto maior quanto menos indústrias existiam anteriormente e mais parques eólicos são instalados no município.

A geração de renda se dá pela contratação de serviços locais e pelo pagamento de arrendamento aos proprietários das terras do complexo. Um desafio enfrentado pelo complexo para contratar empresas locais é a informalidade. Sem a formalização como pessoas jurídicas e emissão de notas fiscais, o complexo não pode contratá-las. Segundo o gestor, o arrendamento pode variar da renda mínima de R\$ 1.000 até cerca de R\$ 15.000 por mês, no caso de terrenos grandes.

Embora a empresa não possua uma área específica de responsabilidade social, nem pessoas para organizar e executar projetos sociais, a contribuição para o desenvolvimento das comunidades é dada por meio de apoio e incentivos a projetos sociais de entidades locais. Entre os projetos citados pelo gestor, tem-se reforma de escola, instalação de laboratório de informática e aulas de capoeira. O principal mecanismo para responder às necessidades das partes interessadas locais foi a

contratação de uma pessoa terceirizada especificamente para ser o elo entre o complexo e as comunidades. Ela vai até as localidades para levantar as demandas das partes interessadas e ajuda a viabilizar o apoio da empresa.

Em relação à percepção por parte dos atores locais sobre o projeto, o gestor acredita que é parcialmente positiva. Ele afirma que, principalmente no início, pessoas de menores níveis de renda e instrução ficavam receosas em relação aos aerogeradores. Houve questionamentos sobre vários temas, desde o ruído até o valor do arrendamento, passando pelo risco de acidentes. Mas ele disse que atualmente não há reclamações.

Este foi um dos poucos gestores que soube responder sobre o compartilhamento da receita dos créditos de carbono. Ele disse que o projeto já estava certificado, mas não havia recebido receita ainda, porque o comércio de carbono mundial estava muito indefinido. Disse também que a empresa não podia contar com essa receita e que, se recebesse, ajudaria a cobrir o orçamento.

Passando à saúde e segurança, os principais cobenefícios percebidos pelo gestor foram a redução de acidentes e incidentes e a redução do risco de incêndio ou explosão. O responsável pela área de saúde e segurança no trabalho fica baseado no escritório, de onde tem uma visão geral dos parques, e realiza visitas e palestras frequentes *in loco*. Nessas palestras, os riscos são lembrados constantemente, inclusive de acontecer um acidente fatal. O principal risco citado pelo gestor é a explosão de um transformador com consequente vazamento do óleo quente que se encontra dentro do equipamento. A redução do risco de incêndio ou explosão é feita conforme exigido na licença ambiental, com o aval do corpo de bombeiros em relação ao projeto de combate a incêndio.

No critério empregos, destacam-se a criação de novos postos de curto e longo prazo e as novas fontes de geração de renda. Segundo o gestor, na fase de construção, que dura em torno de 18 meses, foram gerados cerca de 400 postos de trabalho. Na fase de operação, o gestor estima de 5 a 10 empregados diretos da Cúbico que pertencem às comunidades vizinhas ao complexo. Além disso, a empresa possui cerca de 50 empregados próprios no escritório de Fortaleza, em postos de engenharia e gestão.

Quanto à criação de novas fontes de geração de renda, o gestor citou as empresas contratadas para realizar serviços diversos, como manutenção, contabilidade, gestão de pessoas e controles administrativos. Assim, o número de trabalhadores no complexo aumenta bastante quando os terceirizados são incluídos, mas o gestor não precisou quantas pessoas seriam no total. Os cargos de operador mantenedor, servente geral, vigilante, entre outros, geralmente são ocupados pela mão de obra local, podendo ser empregados próprios ou terceirizados. O pessoal de manutenção, entretanto, é sempre terceirizado, contratado pelo fabricante das turbinas.

Por fim, no critério educação, o gestor percebe como principal cobenefício a difusão de conhecimentos relacionados ao projeto por meio de visitas, que acontecem praticamente todos os meses. A contribuição para melhoria da qualidade dos serviços educacionais se deu essencialmente pela reforma do laboratório de informática de uma escola de Trairi, pela reforma de uma quadra esportiva e pela doação de computadores.

No que se refere à formação relacionada ao trabalho, quando da visita, a empresa estava planejando implementar um programa de estágio supervisionado para estudantes de escolas técnicas locais. O objetivo seria oferecer treinamento no trabalho para eventuais futuros operadores da empresa, destinando um estagiário a cada subestação, para atuar sob supervisão dos operadores.

Passando aos cobenefícios econômicos, o crescimento foi o mais percebido (8 pontos), seguido por energia (5) e transferência de tecnologia (2). Em relação aos cobenefícios ligados ao crescimento da empresa, assim como nos outros projetos, o investimento econômico feito no Complexo Santos foi bastante alto. Segundo o gestor, os aerogeradores são ativos muito relevantes, da ordem de R\$ 5 a R\$ 8 milhões cada. O aumento da eficiência das atividades produtivas se dá principalmente na área de manutenção, com a contratação e treinamento de mão de obra especializada. E a redução dos custos de produção ou serviços é feita por meio do aumento da produtividade da mão de obra. O gestor fez questão de salientar que a empresa não estava realizando redução de quadro nem diminuição de salários.

Quanto aos cobenefícios voltados para o crescimento econômico da comunidade, o gestor citou a criação, mas não a manutenção, de infraestrutura. Foram feitas estradas de terra batida e uma via de 4 km de extensão foi asfaltada. A

manutenção foi negociada para ficar a cargo da Prefeitura. Também citou a criação de novas oportunidades de negócios e novas atividades, principalmente comerciais, como depósitos de bebidas e supermercados, e de serviços, como o aluguel de imóveis. Na sua percepção, a infraestrutura de turismo e hotelaria tem aumentado, com a ampliação e abertura de pousadas e restaurantes. Ele acredita que o complexo contribui também para o aumento do turismo local, com o turismo de negócios. Segundo ele, quase todas as semanas, algum empregado do escritório de Fortaleza precisa visitar os parques.

Os cobenefícios ligados à energia que foram mais percebidos pelo gestor são a utilização sustentável, o aumento na confiabilidade, a redução da dependência de fontes externas e a melhoria na qualidade da energia. Com o aumento da geração eólica, o risco de falta de energia, especialmente no período de seca, tem sido reduzido, o que aumenta a confiabilidade. Considerando que o Ceará dependia de fontes de energia externas ao estado, essa dependência tem sido bastante reduzida. Na visão do gestor, a melhoria na qualidade da energia se deve principalmente ao tipo de aerogerador utilizado no complexo, que quase não gera harmônicos, dispensando assim a utilização de filtros. Outro fator de melhoria da qualidade é a proximidade entre os pontos de geração e consumo da energia. Com linhas de transmissão menores, o sistema fica mais robusto e há menos oscilações na tensão elétrica.

Apenas dois cobenefícios foram percebidos pelo gestor em relação a transferência de tecnologia: a introdução de tecnologia importada e a promoção de adaptações para as circunstâncias locais. O gestor destacou que o desenvolvimento e a difusão da tecnologia importada não existiram. Ele exemplificou com o fato de existirem fábricas de torres, pás e aerogeradores no Brasil, mas não de nacelles, onde a tecnologia do aerogerador está concentrada.

Por fim, na dimensão ambiental, foram percebidos cobenefícios ligados ao ar (6 pontos), aos recursos naturais (4), à terra (3) e, por último, à água (2). De acordo com o gestor, todos os projetos ambientais da empresa estão de acordo com as exigências do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do órgão ambiental estadual (SEMACE). Entre os Planos de Controle e Monitoramento Técnico e Ambiental propostos nos RIMAs dos parques que compõem o complexo, pode-se destacar o programa para identificação de sítios históricos e arqueológicos; o plano de recuperação das áreas degradadas; e os planos de

monitoramento da fauna, da qualidade do solo, da qualidade da água e do nível de ruídos e vibrações (GEOCONSULT, 2012).

Assim como nos outros parques eólicos, a redução nas emissões de outros poluentes atmosféricos além dos GEE – especialmente em comparação com a geração termelétrica – foi o principal cobenefício ambiental percebido. Em relação ao nível de ruídos, segundo o gestor, é gerado ruído porém num nível aceitável dentro das normas aplicáveis. No RIMA (GEOCONSULT, 2012), foi feita a recomendação de realizar o monitoramento por um período de três anos, emitindo relatórios anuais com a análise do período.

A proteção ou melhoria da gestão dos recursos naturais não renováveis se deu basicamente na fase de implantação do complexo, com a descoberta de pequenos sítios arqueológicos. Foi contratada uma consultoria especializada para inspecionar o terreno, cercar os sítios identificados e enviar eventuais artefatos para museus. Já a proteção dos recursos naturais renováveis – bioma e espécies de flora e fauna – se dá de forma contínua. A área de reserva ambiental legal possui apenas espécies de flora pertencentes ao bioma local, que abrange resquícios de mata atlântica e caatinga.

Segundo o gestor, o desmatamento realizado para construção das vias de acesso aos aerogeradores é um dos impactos ambientais negativos do complexo. Esse impacto é mitigado com o reflorestamento realizado de acordo com o EIA/RIMA. Nesse documento, é feita a consideração de que o projeto foi elaborado de forma a ocupar minimamente a área licenciada, diminuindo bastante a degradação. Ainda assim, estipulou-se que o plano de recuperação das áreas a serem degradadas deveria conter ações preventivas e corretivas para evitar e ou minimizar esse impacto (GEOCONSULT, 2012).

Quanto à proteção da fauna, o gestor afirmou que não há muitas rotas de pássaros na região e, portanto, a incidência de problemas ligados à avifauna é praticamente nula. Durante a construção, os animais encontrados foram resgatados e realocados para áreas adjacentes que não foram desmatadas. Na fase de operação, quando algum animal é encontrado, normalmente cobras, o corpo de bombeiros é chamado para realizar o resgate e a soltura nas áreas de conservação.



Passando ao critério terra, a prevenção da poluição devido ao descarte de resíduos sólidos se dá com a terceirização do serviço por uma empresa especializada. O gestor considera que os resíduos químicos gerados (óleo e graxa) são o principal impacto ambiental do complexo e que seu gerenciamento é difícil. Normalmente, a graxa é trocada a cada três meses e seu resíduo é acondicionado imediatamente dentro de barris hermeticamente fechados. Mensalmente, a empresa contratada realiza a coleta seletiva dos resíduos comuns e, quando necessário, dá destinação adequada para os resíduos químicos (ver Figura 45). Já a prevenção da erosão do solo é feita mediante controle e drenagem das vias de acesso, instalação de calhas e colocação de cobertura vegetal nos taludes.

**Figura 45 – Cobenefícios do Complexo Eólico Santos**



Fonte: Dados da visita (2016)

Por fim, em relação ao critério água, os únicos cobenefícios citados pelo gestor na entrevista foram a melhoria da gestão ou controle de águas residuais e uma melhoria indireta na qualidade da água dos corpos hídricos. Como não são produzidos resíduos líquidos na operação do complexo eólico, as águas residuais são geradas apenas pelas pessoas que lá trabalham, que não são numerosas. Esses resíduos são destinados a fossas sépticas, que são esvaziadas a cada 2 a 3 anos. A melhoria indireta percebida refere-se ao aumento da camada de absorção de água e a sua filtragem, que são resultado do reflorestamento feito, de acordo com o EIA/RIMA.

Embora o gestor não tenha abordado esse cobenefício, na visita a campo foi possível observar uma melhoria na acessibilidade ao abastecimento de água para a comunidade. Foram vistos dois tanques comunitários de 5.000 litros de água, que são

decorrentes do projeto “Perfuração e construção de poço profundo”, realizado com investimento da Santos Energia e apoio do BNDES (ver Figura 45).

#### **4.2.11 Complexo Eólico Delta do Parnaíba**

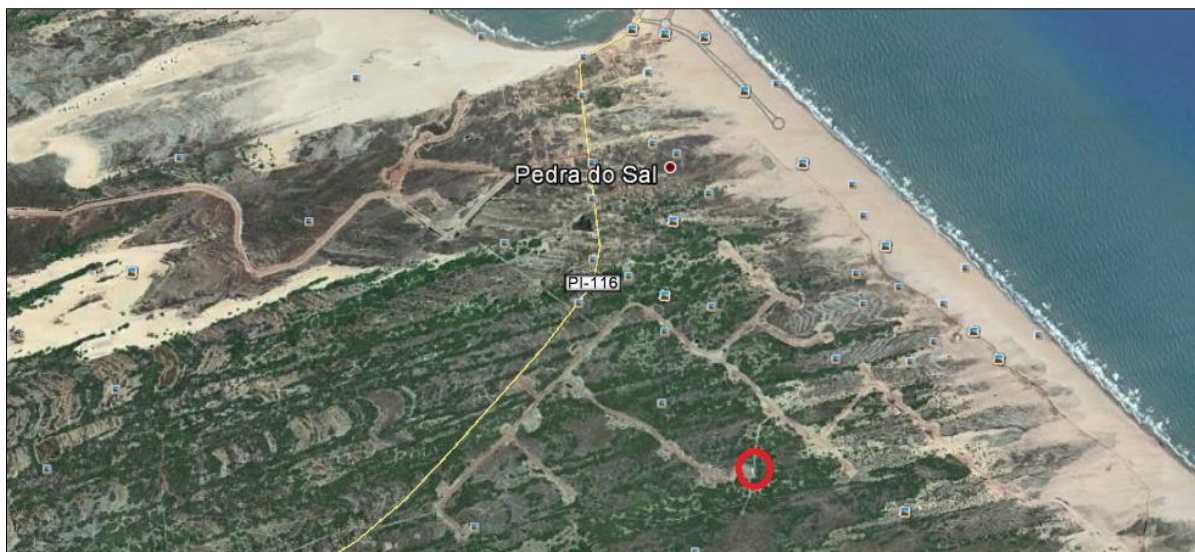
Esta análise do Complexo Eólico Delta do Parnaíba baseia-se principalmente no instrumento de coleta de dados preenchido pela gestora da área de Responsabilidade Social da Omega Energia, que trabalha no escritório de São Paulo. Foi realizada uma visita ao complexo no dia 22 de março de 2016, porém a pessoa designada para ser entrevistada e acompanhar o percurso pela área recusou-se a fazê-lo. Dessa forma, a análise do presente projeto ficou prejudicada pela falta de detalhamento das informações obtidas na pesquisa de campo.

Além dessa fonte, são utilizadas também as seguintes fontes secundárias: DCP “Delta do Parnaíba *Wind Power Plant Complex CDM Project Activity*” (OMEGA ENERGIA, 2012); processo de acompanhamento da implantação do complexo (ANEEL, 2014); dissertação de mestrado sobre a percepção de uma comunidade local acerca do complexo (BEZERRA, M. B. C., 2016); artigos acadêmicos e jornalísticos sobre projetos de energia eólica no Piauí (CARVALHO, 2016; PARCERIA, 2016; PRODUÇÃO, 2016; BEZERRA, M. B. C. *et al.*, 2017; IFPI, 2017; MAURÍCIO, 2017; O IMPARCIAL, 2017; PEÇAS, 2020; REIS, 2020); relatório de sustentabilidade 2018 (OMEGA GERAÇÃO, 2019); banco de dados da ABEEólica (2020); e *site* institucional (OMEGA ENERGIA, 2020).

##### **4.2.11.1 Perfil do Projeto**

O Complexo Eólico Delta do Parnaíba (Figura 46 e Figura 47) localiza-se no município de Parnaíba, litoral do Piauí, a cerca de 340 quilômetros de Teresina. O complexo é constituído por três centrais eólicas – Delta do Parnaíba (30 MW), Porto das Barcas (20 MW) e Porto Salgado (20 MW) – totalizando 70 MW de capacidade instalada. No total, são 35 aerogeradores fornecidos pela Gamesa, com 2 MW de capacidade cada. A produção pode chegar a 340.000 MWh por ano, o suficiente para atender uma cidade com 200 mil domicílios (ABEEOLICA, 2020; OMEGA ENERGIA, 2020).

**Figura 46** – Vista Aérea do Complexo Eólico Delta do Parnaíba



Fonte: Omega Energia (2016)

**Figura 47** – Complexo Eólico Delta do Parnaíba



Fonte: Dados da visita (2016)

O projeto, proposto pela Omega Energia, venceu o leilão de energia nova A-3 de 2011 e obteve a autorização da ANEEL para implantação em abril de 2012. O DCP “Delta do Parnaíba *Wind Power Plant Complex CDM Project Activity*” foi elaborado pela consultoria brasileira Ecopart (EQA0), tendo sido submetido e registrado pela UNFCCC em novembro de 2012. A data inicial do 1º período de crédito estabelecida no DCP foi 01/03/2013. Com base na metodologia ACM0002, a redução anual média estimada de GEE do projeto seria de 133.800 tCO<sub>2</sub>e (OMEGA ENERGIA, 2012).

A Omega deveria começar a construir o complexo em 2012, porém houve atrasos na construção devido a duas grandes dificuldades. Inicialmente, a empresa

enfrentou problemas com o fornecedor dos aerogeradores. Após algumas negociações mantidas com a Vestas, em março de 2012 essa fabricante interrompeu a transação e a Omega a substituiu pela Gamesa, fechando um novo contrato de fornecimento apenas em novembro daquele ano (ANEEL, 2014; ABEEOLICA, 2020).

Assim, as obras começaram em maio de 2013 e logo após a empresa iniciar a montagem do canteiro de construção, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) – órgão gestor da APA do Delta do Parnaíba – embargou a obra por dois meses. A justificativa foi a necessidade de anuência do órgão para sua realização. O processo de licenciamento estava sendo realizado junto à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (SEMAR) e a licença de instalação tinha sido emitida em 27/12/2012. A SEMAR, que tinha a obrigação de dar ciência sobre o processo de licenciamento ao ICMBio, já tinha emitido um ofício para esse órgão cerca de um mês antes do início das obras. Contudo, visando retomar prontamente o processo de implantação, a Omega celebrou um acordo com o ICMBio e o embargo foi levantado. Então o complexo foi concluído e entrou em operação comercial em julho de 2014 (ANEEL, 2014; ABEEOLICA, 2020).

Como parte das obras do complexo, a Omega implantou também seu sistema de transmissão, constituído de uma subestação elevadora de 34,5/138 kV e uma linha de transmissão em 138 kV, com cerca de 34 km de extensão. Esse sistema interliga o complexo à subestação Tabuleiros II, de propriedade da Companhia Energética do Piauí (ANEEL, 2014).

Em novembro de 2016, a Omega ampliou o complexo, que se estendeu também para o município de Ilha Grande. Assim, o antigo complexo Delta do Parnaíba passou a ser chamado de Delta 1 e o novo complexo, Delta 2. Esse novo complexo possui três parques eólicos: Porto do Delta (30,8 MW), Testa Branca I (22 MW) e Testa Branca III (22 MW). O Complexo Delta 2 conta com 34 aerogeradores fornecidos pela GE, com 2,2 MW de capacidade cada, totalizando 74,8 MW. Assim, a capacidade instalada do Complexo Delta aumentou para 144,8 MW. O investimento total nos dois complexos foi da ordem de R\$ 700 milhões (ABEEOLICA, 2020; OMEGA ENERGIA, 2020).

A Omega Energia é uma empresa brasileira fundada em 2008, pelos fundos Tarpon e Warburg Pincus, para investir em energia limpa e renovável. A companhia é formada por duas empresas independentes: Omega Desenvolvimento, que atua na

prospecção, licenciamento e construção dos empreendimentos; e Omega Geração, dedicada exclusivamente à operação dos ativos de geração de energia a partir das fontes renováveis (OMEGA ENERGIA, 2020).

Atualmente, a Omega atua em seis estados brasileiros, principalmente das regiões Sudeste e Nordeste. Os empreendimentos em operação são quatro pequenas centrais hidrelétricas, nos estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, e quatro complexos eólicos, nos estados do Piauí, Maranhão, Bahia e Rio de Janeiro. A capacidade instalada total é de 1.195 MW (OMEGA ENERGIA, 2020).

Após o Complexo Delta Piauí, a empresa implantou o Complexo Eólico Delta Maranhão, na região dos Lençóis Maranhenses. Esse novo empreendimento é composto por 15 parques eólicos, conta com 172 aerogeradores e possui capacidade instalada de 426 MW. O investimento total chegou a R\$ 2 bilhões. Os primeiros parques entraram em operação comercial em 2017 e os últimos, em 2019 (AMBIENTE ENERGIA, 2019; OMEGA ENERGIA, 2020).

No final de 2018, a Omega adquiriu do Fundo de Investimentos em Participações da Companhia de Energias Renováveis 100% do Complexo Eólico Assuruá, localizado no interior da Bahia. Além disso, assinou contrato estabelecendo direito de primeira oferta para adquirir novos projetos na região. Atualmente, complexo conta com 15 parques eólicos e sua capacidade instalada é de 353 MW (OMEGA ENERGIA, 2020).

No Relatório de Sustentabilidade 2018 da Omega Geração (2019), a empresa afirma que foram investidos cerca de R\$ 6 milhões em projetos e obras sociais. Esses investimentos são definidos com base em indicadores sociais oficiais e no diálogo com gestores públicos e comunidades. Os projetos sociais devem contribuir para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades vizinhas aos empreendimentos, principalmente por meio do aumento de renda, do fomento à economia local e do suporte à educação.

O programa de responsabilidade social “Janela para o Mundo” engloba diferentes projetos alinhados à política da empresa. Esses projetos são definidos com as comunidades e podem abranger desde apoios pontuais para sanar necessidades específicas até programas de ação contínua. Entre outras ações, a empresa construiu um laboratório de energia renovável e um centro de educação no Piauí; construiu e

equipou uma biblioteca e um laboratório de informática em Minas Gerais; e abriu 35km de uma estrada estadual e ampliou uma escola no Maranhão (OMEGA GERAÇÃO, 2019; OMEGA ENERGIA, 2020).

Na área ambiental, a Omega afirma ter evitado a emissão de 155,7 mil toneladas de CO<sub>2</sub> por meio das suas operações. Além disso, a empresa monitora 363 condicionantes ambientais das licenças de operação dos seus empreendimentos. O investimento total em programas ambientais e em compensação ambiental feito em 2018 foi de aproximadamente R\$ 1,5 milhão e R\$ 6 milhões, respectivamente (OMEGA GERAÇÃO, 2019).

No Relatório de Sustentabilidade, a Omega declara que a compensação ambiental paga é realizada conforme previsto na legislação. A Lei 9.985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades Conservação (SNUC), estabelece que os responsáveis por empreendimentos com impacto significativo devem pagar uma compensação ambiental. Esse valor equivale a um percentual dos custos totais previstos para a implantação. Deve ser fixado pelo órgão ambiental licenciador e usado para criar ou administrar unidades de conservação de proteção integral, como por exemplo parques nacionais (BRASIL, 2000).

#### 4.2.11.2 Análise dos Cobenefícios do Projeto

O desempenho do Projeto Delta do Parnaíba em relação aos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável declarados e percebidos variou conforme o tipo de análise. Na análise *ex-ante*, os cobenefícios declarados apresentaram um dos melhores desempenhos, somando 13 pontos, equivalentes a 16,0% da pontuação máxima. Já na análise *ex-post*, o desempenho foi o pior entre os projetos pesquisados: a pontuação total foi de apenas 26 pontos, equivalentes a 32,1% da pontuação máxima total (ver Quadro 23).

**Quadro 23 – Cobenefícios declarados e percebidos do projeto Delta do Parnaíba**

Dimensões	Critérios	Cobenefícios Declarados	Cobenefícios Percebidos
Ambiental	Ar	4	6
	Terra	0	1
	Água	0	0
	Recursos Naturais	0	0
	Total da Dimensão Ambiental	4	7
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (27 pontos)	14,8%	25,9%
Social	Empregos	2	3
	Saúde e Segurança	0	0
	Educação	0	3
	Bem-Estar	2	7
	Total da Dimensão Social	4	13
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (33 pontos)	12,1%	39,4%
Econômica	Crescimento	2	1
	Energia	2	1
	Transferência de Tecnologia	1	4
	Total da Dimensão Econômica	5	6
	Percentual da Pontuação Máxima da Dimensão (21 pontos)	23,8%	28,6%
Pontuação Total		13	26
<b>Percentual da Pontuação Máxima Total (81 pontos)</b>		<b>16,0%</b>	<b>32,1%</b>

Fonte: Elaboração própria (2021)

A partir da análise *ex-ante* desse projeto, nota-se que a Omega (2012) declarou no DCP cinco cobenefícios econômicos (23,8%), quatro ambientais (14,8%) e quatro sociais (12,1%). Os cobenefícios mencionados foram: a contribuição para o desenvolvimento econômico local, regional e nacional; o aumento da eficiência na geração de energia; a diversificação da matriz elétrica; a sustentabilidade da energia gerada; a transferência de tecnologia importada; a redução dos poluentes atmosféricos; a criação de postos de trabalho; a contribuição para o desenvolvimento das comunidades; e a melhoria da qualidade de vida das pessoas do local.

Passando à análise *ex-post*, acredita-se que o desempenho tão aquém dos outros projetos pesquisados foi influenciado por algumas circunstâncias atípicas. Inicialmente, houve a recusa do gestor do complexo em conceder a entrevista, apesar de todos os acertos feitos antecipadamente. Em seguida, a gestora da área de responsabilidade social apenas se dispôs a preencher e enviar por e-mail o instrumento de coleta de dados. Soma-se a isso o fato de a gestora trabalhar no

escritório em São Paulo e não no complexo, como os outros entrevistados. Assim, aparentemente, sua percepção sobre os cobenefícios gerados foi limitada.

Os cobenefícios sociais foram mais percebidos pela gestora do que os ambientais e econômicos. Os cobenefícios sociais somaram 13 pontos (39,4%); os cobenefícios econômicos ficaram com 6 pontos (equivalentes a 28,6%); e os cobenefícios ambientais com 7 pontos, porém seu percentual foi menor (25,9%). Conforme esperado, o bem-estar foi o cobenefício social mais percebido, seguido por empregos e educação. Vale destacar que este foi o único projeto que não teve pontuação no critério saúde e segurança na análise *ex-post*.

O Programa Janela para o Mundo é o principal responsável pelos cobenefícios ligados a bem-estar e educação. Dentro do bem-estar, destaca-se os cobenefícios referentes a contribuição para o aumento das receitas municipais, principalmente o ISS na fase de construção; criação de mecanismos para responder às necessidades das partes interessadas locais; percepção positiva por parte dos atores locais; desenvolvimento das comunidades; e inclusão intencional de grupos vulneráveis nas atividades do projeto. No critério educação, destacaram-se os cobenefícios referentes a oferta de cursos profissionalizantes; melhoria da qualidade dos serviços de educação; e difusão de conhecimentos relacionados ao projeto.

Na visão da gestora, a percepção por parte dos atores locais sobre o Complexo Delta é levemente positiva. Contudo, o estudo realizado em 2015 na comunidade da Pedra do Sal, que fica localizada no entorno do Complexo Delta 1, chegou a resultados diferentes. A maioria dos moradores entrevistados afirmaram sentir-se incomodados, insatisfeitos ou indignados com o complexo, principalmente devido aos impactos ambientais negativos (BEZERRA, M. B. C., 2016; BEZERRA *et al.*, 2017). De acordo com Maurício (2017), a proibição do acesso aos recursos naturais levou a práticas de resistência como o corte e derrubada de cercas, manifestações de rua e bloqueio de rodovia.

Apesar disso, foi possível identificar o cobenefício do estabelecimento de um mecanismo para responder às necessidades de partes interessadas locais. Segundo a empresa, o Programa Janela para o Mundo conta com uma equipe especializada para o planejamento e acompanhamento dos projetos e as comunidades participam do processo desde o início. Primeiramente, é feito um diagnóstico participativo para identificação das demandas; depois os projetos são definidos e legitimados perante



as partes interessadas locais; e numa terceira fase, as ações são implementadas. Para que esses projetos tenham continuidade, são definidos atores locais que ficarão responsáveis por eles no longo prazo (CARVALHO, 2016).

Em relação ao desenvolvimento das comunidades, as ações da empresa focaram no fortalecimento das associações locais, visando torná-las competitivas e autônomas. Em 2014, a Omega ofereceu treinamentos e suporte técnico para nove associações de comunidades vizinhas ao Complexo Delta. Participaram desses treinamentos mais de 200 microempresários, artesãos, produtores de doces, entre outros. Como resultado desse trabalho, quatro associações venceram editais públicos de cultura e esporte, passando a ter acesso aos recursos financeiros disponibilizados (CARVALHO, 2016; OMEGA ENERGIA, 2020).

Quanto aos cobenefícios educacionais, a maioria dos projetos apoiados pela Omega focou exatamente nessa área. Além de fechar parcerias para oferta de um curso técnico e instalação de um laboratório focados nas energias renováveis, a empresa construiu também um centro de educação. O Curso Técnico em Sistemas de Energia Renovável foi a primeira iniciativa na área, fruto de uma parceria entre a Omega, a Secretaria de Educação e Cultura do Piauí (SEDUC) e o Instituto Federal do Piauí (IFPI). O curso – cujo objetivo principal é qualificar a mão de obra local – vem sendo oferecido desde o final de 2015 no *campus* do IFPI de Parnaíba, pelo Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC). A Omega auxiliou na estruturação, disponibilizou profissionais do seu quadro para ministrar aulas ou palestras dentro de algumas disciplinas e organizou visitas aos seus empreendimentos (CARVALHO, 2016; OMEGA ENERGIA, 2020).

A empresa investiu também mais de R\$ 450 mil na instalação e compra de equipamentos para um laboratório de energias renováveis no *campus*. A ideia é propiciar que os alunos aprendam na prática como funcionam os mecanismos de geração de energia a partir de diferentes fontes renováveis. Também o laboratório de informática foi equipado com um *software* de energias renováveis, possibilitando um conhecimento mais profundo do tema. E por fim, a empresa adquiriu um inversor e painéis fotovoltaicos para que os alunos pudessem instalar um sistema de energia solar dentro do *campus* do IFPI (CARVALHO, 2016; IFPI, 2017; OMEGA ENERGIA, 2020).

A construção – e gestão durante o primeiro ano – do Centro de Educação Janela para o Mundo é o projeto educacional mais recente da Omega na região. O centro foi inaugurado em janeiro de 2017, no povoado de Labino, município de Ilha Grande. Fruto de um termo de cooperação firmado com a Prefeitura Municipal, o centro visa contribuir para a redução dos índices de evasão escolar e servir de modelo de excelência educacional para outras escolas públicas da região. Possui duas salas de aulas, sendo uma sala de informática equipada com 25 computadores, além de um espaço de convivência comunitária para realização de palestras e eventos culturais. São oferecidos cursos livres gratuitos para pessoas de qualquer idade, focados tanto no reforço em matérias como inglês, português e matemática, quanto na capacitação para o mercado de trabalho, em áreas como saúde e turismo (O IMPARCIAL, 2017; OMEGA ENERGIA, 2020).

Quanto à geração efetiva de empregos pelo complexo, não foi possível coletar com a gestora dados primários sobre a quantidade, o nível de qualificação e o percentual de aproveitamento da mão de obra local. Em um artigo jornalístico, foi publicado que estimava-se gerar 300 empregos diretos e 600 indiretos na fase de construção e 40 postos de trabalho para a operação e manutenção do complexo (PRODUÇÃO, 2016). E de acordo com o *site* da empresa, cerca de 60% da mão de obra do complexo é formada por moradores do município de Parnaíba. Além disso, esses empregados trabalham em todos os setores, possuindo vários níveis de formação (OMEGA ENERGIA, 2020).

Contudo, na pesquisa de Bezerra, M. B. C. *et al.* (2017), 70% dos entrevistados da comunidade de Pedra do Sal declararam não ter um emprego formal. Desses, 39% afirmaram trabalhar na pesca ou na agricultura de subsistência; e 23% se dedicavam a atividades domésticas. Nenhum dos entrevistados trabalhava na área de energia eólica. Conforme exposto anteriormente, para melhorar essa situação, a Omega criou o curso técnico em energias renováveis.

Embora na percepção da gestora o complexo não tenha gerado cobenefícios na área de saúde e segurança, em 2015 a Omega estabeleceu uma parceria com o 2º Batalhão da Polícia Militar do Piauí, localizado em Parnaíba, visando melhorar as condições de segurança nas comunidades. No âmbito dessa parceria, inicialmente a empresa apoiou o Programa Educacional de Resistência às Drogas e à Violência (PROERD), com a aquisição de cartilhas, camisetas e certificados. Nesse programa,

policiais militares dão palestras e aulas em escolas sobre o combate às drogas. Mais de 350 crianças de Ilha Grande e Parnaíba passaram por essas atividades de caráter preventivo. Depois, em 2016, a empresa viabilizou uma reforma no grupamento da polícia militar, em Ilha Grande, proporcionando melhores condições de trabalho para os policiais. E, por último, construiu um posto policial militar avançado na comunidade da Pedra do Sal (CARVALHO, 2016; PARCERIA, 2016; OMEGA ENERGIA, 2020).

Por outro lado, em relação ao risco de acidentes, em fevereiro de 2020, o rotor e as pás de um dos aerogeradores do complexo eólico Delta 1 caíram de uma altura de quase 100 metros. A fabricante Gamesa – responsável pelo serviço de manutenção e operação dos equipamentos – iniciou então uma investigação para determinar a causa do acidente. Em que pese este ser um tipo de acidente incomum na indústria eólica, cinco meses antes havia ocorrido um acidente semelhante no complexo eólico Delta Maranhão, com um aerogerador da GE (PEÇAS, 2020; REIS, 2020).

Os cobenefícios econômicos deste projeto, na percepção da gestora, são voltados principalmente para a transferência de tecnologia, que ficou com 4 pontos. Os critérios crescimento econômico e energia ficaram com apenas 1 ponto cada, enquanto na análise *ex-ante* esses critérios ficaram com 2 pontos cada (ver Quadro 23). Assim, este foi o único projeto em que se observou cobenefícios percebidos menores do que os declarados. Acredita-se que esse achado se deve tanto ao perfil da gestora, que trabalha com a área de responsabilidade social, quanto ao fato de não ter sido possível realizar a entrevista.

Segundo a gestora, o projeto contribuiu para a introdução, desenvolvimento ou difusão de tecnologia importada e de novas tecnologias locais; a construção de *know-how* para o desenvolvimento de novas tecnologias; e a parceria com universidades locais ou centros de investigação para o desenvolvimento, utilização ou difusão de tecnologia. Este último cobenefício está ligado aos projetos em parceria com o IFPI. Porém, após pesquisa minuciosa no *site* e em documentos oficiais da empresa, não foi encontrada nenhuma evidência de introdução, desenvolvimento ou difusão de novas tecnologias locais nem de construção de *know-how* para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Na visão da gestora, a contribuição do projeto para o crescimento da economia local foi basicamente a criação e manutenção de novas infraestruturas, como no caso

do centro de educação no Labino, da reforma no grupamento da polícia militar em Ilha Grande e da construção do posto policial militar em Pedra do Sal. Vale destacar que este foi o único projeto em que alguns cobenefícios econômicos relevantes não foram pontuados, como: o alto investimento econômico feito no projeto, com a geração de ativos relevantes para a empresa, especialmente os aerogeradores; a propiciação de novas atividades industriais ou comerciais; e a criação de novas oportunidades de negócios.

Quanto à energia, o único cobenefício percebido pela gestora foi o aumento da acessibilidade ou confiabilidade. As confiabilidades do SIN e do Subsistema Nordeste vêm aumentando com a expansão da oferta de energia suscitada pela geração eólica. Com o Complexo Delta funcionando plenamente, a energia gerada pode abastecer uma cidade com 650 mil habitantes, cerca de quatro vezes maior do que Parnaíba. Assim, a segurança energética do município aumenta e os riscos de desabastecimento local são substancialmente reduzidos (PRODUÇÃO, 2016; OMEGA ENERGIA, 2020).

Passando aos cobenefícios ambientais, na percepção da gestora, destacou-se apenas a melhoria da qualidade do ar promovida pela geração eólica, devido ao fato de não haver emissão de qualquer poluente atmosférico. Vale notar que a gestora apontou o aumento do ruído como sendo um impacto negativo leve do empreendimento. O único outro cobenefício ambiental percebido pela gestora foi relacionado à terra: o uso de medidas para prevenir a erosão ou salinização do solo.

Os critérios água e recursos naturais não tiveram pontuação na análise *ex-post*, o que só aconteceu neste projeto. Apesar disso, na pesquisa documental foram encontradas informações referentes a programas ambientais voltados para melhorias na gestão da água e dos recursos naturais. Contudo, vale ressaltar que os programas citados foram apresentados no relatório de sustentabilidade da Omega do ano de 2018. Portanto, alguns possivelmente foram implementados após a realização da pesquisa de campo.

No mencionado relatório, a empresa afirma que monitora 106 condicionantes ambientais das licenças de operação do Complexo Delta. Afirma, ainda, que os investimentos em programas ambientais e em compensação ambiental do complexo em 2018 foram de aproximadamente R\$ 232 mil e R\$ 1,3 milhão, respectivamente (OMEGA GERAÇÃO, 2019). Embora, de acordo com a legislação ambiental, as

licenças citadas sejam documentos públicos, foram feitas pesquisas exaustivas, mas não foi possível averiguar as condicionantes ambientais.

Entre os programas ambientais realizados pela Omega no Piauí, a empresa destacou as ações voltadas para o fortalecimento da fiscalização ambiental. Em 2018, foi assinado um Termo de Cooperação com o ICMBio para esse fortalecimento, especialmente no tocante ao combate à pesca predatória. No âmbito dessa parceria, a empresa também contratou um estudo para elaboração do Plano de Manejo da APA do Delta do Parnaíba (OMEGA GERAÇÃO, 2019).

A empresa realizou também investimentos visando fortalecer o planejamento e a fiscalização de áreas de proteção ambiental geridas pela SEMAR. Além de investir em um estudo para elaboração da proposta de criação de uma unidade de conservação na Lagoa do Portinho, nos municípios de Parnaíba e Luís Correa, a empresa adquiriu para esse órgão um software de mapeamento para auxiliar no trabalho de fiscalização (OMEGA GERAÇÃO, 2019).

Por fim, a empresa destacou em seu relatório a adoção de atitudes sustentáveis no dia a dia, visando reduzir o consumo de recursos naturais e a geração de resíduos. Algumas das atitudes são a eliminação do uso de copos descartáveis; a adoção de uma ferramenta para assinatura digital de documentos, suprimindo a necessidade de impressão; a instalação de torneiras de fechamento automático e válvulas de descarga com duplo acionamento, diminuindo o consumo de água; e o incentivo ao uso de bicicleta como meio de transporte (OMEGA GERAÇÃO, 2019).

#### 4.3 SÍNTESE DA COMPARAÇÃO ENTRE OS COBENEFÍCIOS DECLARADOS E PERCEBIDOS

Os resultados dos cobenefícios declarados e percebidos dos projetos de MDL de energia eólica analisados evidenciam uma diferença substancial entre as análises *ex-ante* e *ex-post*. Em geral, muito pouca ênfase foi colocada nas declarações de cobenefícios para o desenvolvimento sustentável nos DCPs. Acredita-se que isso se deve ao foco do MDL, e consequentemente dos DCPs, recair sobre o objetivo principal de redução das emissões de GEE. Assim, boa parte do conteúdo dos DCPs versa sobre os cálculos para estimar a redução anual média de GEE. Vale lembrar que a

estimativa feita é a base para a realização das auditorias de certificação e posterior emissão das CERs.

O projeto com maior pontuação entre os 50 somou apenas 15 pontos, equivalentes a 18,5% da pontuação máxima total por projeto (81 pontos). Considerando a amostra selecionada, os cobenefícios declarados foram ligeiramente menores: a maior pontuação foi de apenas 13 pontos (16%) nos projetos Rio do Fogo, Trairi e Delta do Parnaíba. Contraditoriamente, os projetos com menor pontuação análise *ex-ante* (6 pontos) foram dois dos maiores visitados, União dos Ventos e Alto Sertão, que alcançaram pontuações expressivas na análise *ex-post* (ver Tabela 4).

**Tabela 4 – Síntese da pontuação dos cobenefícios declarados nos DCPs dos 10 projetos**

Projeto	Cobenefícios Ambientais	Cobenefícios Sociais	Cobenefícios Econômicos	Total
Parque Eólico Rio do Fogo	2	5	6	13
Complexo Eólico Trairi	0	7	6	13
Complexo Eólico Delta do Parnaíba	0	7	6	13
Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas	3	7	2	12
Complexo Eólico Santos	0	5	5	10
Complexo Eólico Asa Branca	1	5	3	9
Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul	5	4	0	9
Parque Eólico Dunas de Paracuru	1	2	4	7
Complexo Eólico União dos Ventos	1	2	3	6
Complexo Eólico Alto Sertão	1	2	3	6

Fonte: Elaboração própria (2021)

Por outro lado, a análise *ex-post* da mesma amostra revelou cobenefícios muito maiores, com pontuação média de 50,4 pontos (62,2%). O projeto com a pontuação mais baixa na análise *ex-post* (26) atingiu o dobro da pontuação mais alta na análise *ex-ante*. Assim, basicamente os cobenefícios percebidos englobam os declarados.

O projeto mais pontuado na análise *ex-post* foi o Complexo Eólico Asa Branca, que atingiu 62 pontos, mais de 75%. O Parque Eólico Rio do Fogo obteve a segunda maior pontuação, porém acredita-se que esse desempenho se deve mais a um viés do gestor, que superestimou os cobenefícios econômicos. O projeto menos pontuado foi o Complexo Eólico Delta do Parnaíba, que obteve apenas 26 pontos (32%).

Acredita-se que esse desempenho muito abaixo da média se deu principalmente em razão das dificuldades enfrentadas na pesquisa de campo. A síntese da pontuação dos cobenefícios percebidos pelos gestores dos 10 projetos é apresentada na Tabela 5 e o detalhamento, no Apêndice D.

**Tabela 5 – Síntese da pontuação dos cobenefícios percebidos pelos gestores dos 10 projetos**

<b>Projeto</b>	<b>Cobenefícios Ambientais</b>	<b>Cobenefícios Sociais</b>	<b>Cobenefícios Econômicos</b>	<b>Total</b>
Complexo Eólico Asa Branca	17	28	17	62
Parque Eólico Rio do Fogo	16	23	20	59
Complexo Eólico Alto Sertão	16	25	15	56
Complexo Eólico Santos	15	24	15	54
Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas	17	24	12	53
Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul	14	23	16	53
Complexo Eólico União dos Ventos	14	23	14	51
Complexo Eólico Trairi	12	23	13	48
Parque Eólico Dunas de Paracuru	10	19	11	40
Complexo Eólico Delta do Parnaíba	7	13	6	26

Fonte: Elaboração própria (2021)

Na análise *ex-ante*, os resultados da população de 50 projetos e da amostra selecionada de 10 projetos foram bastante semelhantes. Considerando as dimensões da sustentabilidade, os cobenefícios ambientais foram os menos declarados, tanto na população quanto na amostra. Na população, os cobenefícios ambientais somaram apenas 69 pontos, equivalentes a 15,6% da pontuação total. Já os cobenefícios sociais e econômicos tiveram escores quase iguais, somando 187 e 186 pontos, equivalentes a 42,3% e 42,1%, respectivamente. A pontuação total dos cobenefícios declarados nos 50 DCPs foi de 442 pontos, equivalente a apenas 10,9% do máximo possível de 4.050 pontos. Já a pontuação total dos cobenefícios declarados nos 10 DCPs foi de 98 pontos (12,1% do máximo possível de 810 pontos). Os cobenefícios ambientais obtiveram apenas 14 pontos; em seguida estão os cobenefícios econômicos, que somaram 38 pontos; e os cobenefícios sociais foram os mais declarados, com 46 pontos (ver Tabela 6).

**Tabela 6 – Síntese comparativa dos cobenefícios por dimensão**

Cobenefícios	Pontuação dos cobenefícios declarados nos 50 DCPs	% pontuação total	Pontuação dos cobenefícios declarados nos 10 DCPs	% pontuação total	Pontuação dos cobenefícios percebidos nos 10 projetos	% pontuação total
Ambientais	69	15,6%	14	14,3%	138	27,5%
Sociais	187	42,3%	46	46,9%	225	44,8%
Econômicos	186	42,1%	38	38,8%	139	27,7%
Pontuação total	442	100,0%	98	100,0%	502	100,0%
Pontuação máxima possível	4050	---	810	---	810	---
% da pontuação máxima	10,9%	---	12,1%	---	62,0%	---

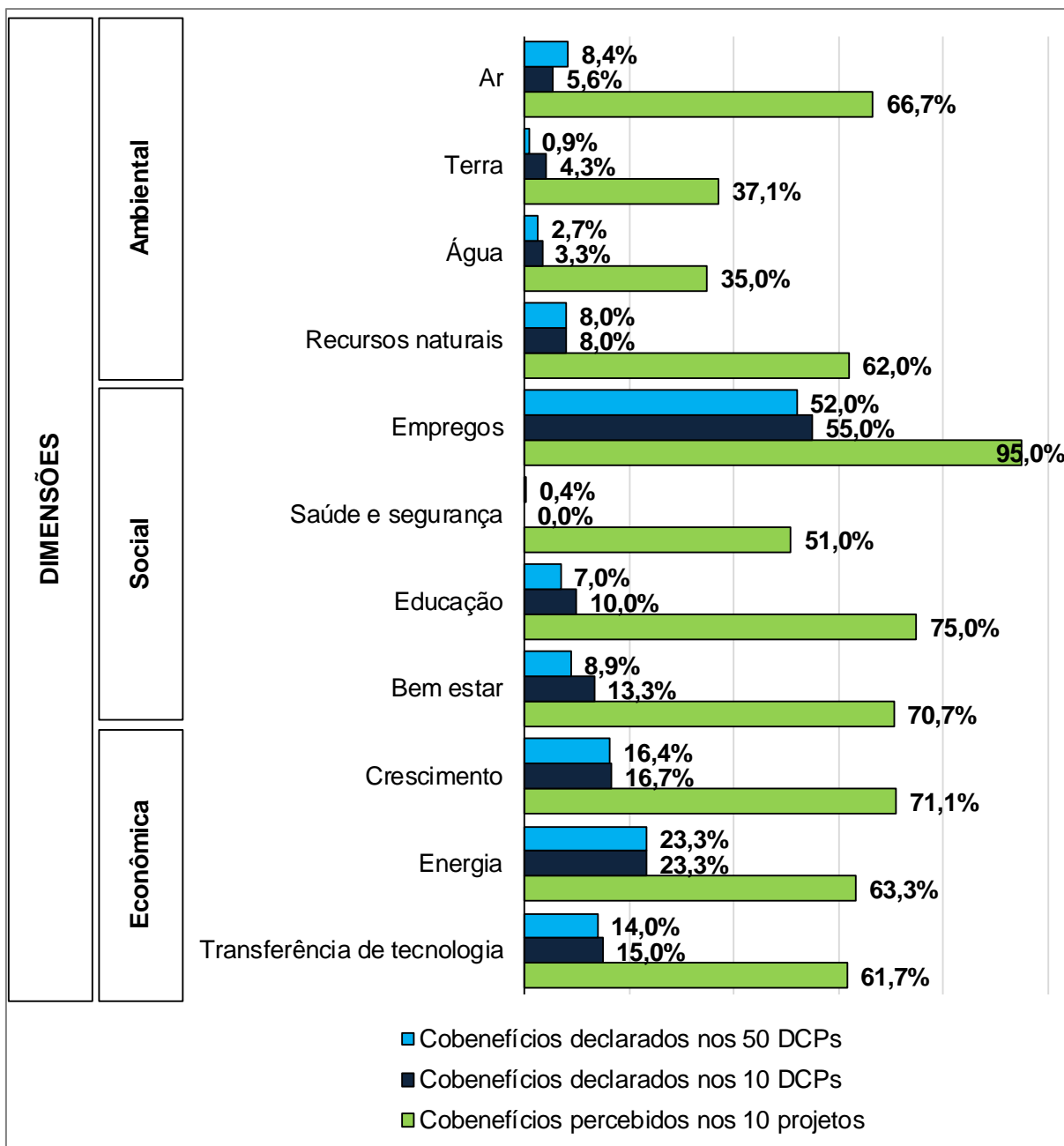
Fonte: elaboração própria (2021)

Na análise *ex-post* da amostra, a pontuação dos cobenefícios percebidos foi muito maior: 502 pontos, equivalentes a 62,0%. Os cobenefícios ambientais e econômicos tiveram escores quase iguais: 138 (27,5%) e 139 pontos (27,7%) e os cobenefícios sociais tiveram a maior pontuação, somando 225 pontos (44,8%). Assim, esses achados revelam uma maior ênfase nos cobenefícios ambientais na análise *ex-post*, quando comparada com a análise *ex-ante*. Já os cobenefícios econômicos tiveram sua participação reduzida, em termos percentuais, quando comparamos a análise *ex-ante* com a *ex-post*. E os cobenefícios sociais apresentaram uma variação pequena nos percentuais da pontuação total em todas as análises.

Ao detalhar a análise dos cobenefícios declarados e percebidos levando em consideração os onze critérios de sustentabilidade, é possível evidenciar as semelhanças e diferenças entre os cobenefícios declarados da população e da amostra selecionada e as discrepâncias dentro da amostra, entre os cobenefícios declarados e os percebidos (ver Figura 48). Os percentuais da pontuação máxima por critério de sustentabilidade foram muito mais altos na análise *ex-post* do que na análise *ex-ante*, mesmo no caso do cobenefício com a menor discrepância: a criação de novos empregos. As maiores discrepâncias estão nos cobenefícios ambientais, mais de dez vezes maiores na análise *ex-post* quando se trata de melhoria da qualidade do ar.



**Figura 48** – Síntese comparativa dos cobenefícios por critério



Fonte: elaboração própria (2021)

Também na análise *ex-ante* focada nos critérios de sustentabilidade, pode-se notar que os cobenefícios ambientais declarados nos DCPs foram muito pequenos, especialmente em relação aos critérios terra e água. Nos casos da melhoria da qualidade do ar e da melhoria ou proteção dos recursos naturais, a pontuação foi um pouco maior, mas ainda bastante insuficiente. Vale ressaltar que nos critérios ar e terra foram registradas diferenças maiores nos percentuais da pontuação máxima da população dos 50 projetos em relação à amostra de 10 projetos. Quanto à melhoria

do ar, o percentual da pontuação máxima da população foi de 8,4%, enquanto na amostra esse percentual foi menor (5,6%). E em relação ao critério terra, esse percentual foi de apenas 0,9%, enquanto na amostra foi bem maior, de 4,3%.

Já no que tange aos critérios água e recursos naturais, os percentuais da pontuação máxima da população e da amostra foram muito semelhantes. Em relação à melhoria da água, o percentual na população foi de 2,7% e na amostra foi de 3,3%. E quanto aos recursos naturais, o percentual foi igual a 8,0%, tanto na população quanto na amostra. A grande maioria dos DCPs falhou em declarar cobenefícios ambientais óbvios de um projeto de MDL de energia eólica, como a redução de poluentes atmosféricos não considerados como GEE. Em apenas 10 dos 50 DCPs, por exemplo, foi declarada a redução da emissão de óxidos de enxofre e de nitrogênio.

Passando aos cobenefícios sociais, eles foram bem superiores aos ambientais, mas também subavaliados. O único critério de cobenefício social que se destacou na análise *ex-ante* foi a criação de empregos de curto e longo prazo, com 52% na população e 55% na amostra. Este resultado é coerente com os resultados de várias pesquisas que concluíram que a criação de empregos é um dos principais cobenefícios sociais dos projetos de MDL (UNFCCC, 2012; FERNÁNDEZ *et al.*, 2012; SIMAS & PACCA, 2013; PAIVA *et al.*, 2015; ADB, 2017; LAZARO & GREMAUD, 2017).

Os outros critérios de cobenefícios sociais tiveram um desempenho muito ruim, especialmente as melhorias na saúde e segurança, que praticamente não foram declaradas, ficando com 0,4% da pontuação máxima na população e sem pontuação na amostra. Quanto às melhorias na educação, os percentuais na população e na amostra foram 7,0% e 10,0%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados em relação ao critério bem estar: 8,9% na população e 13,3% na amostra. Destaca-se que, dentro da dimensão social, as discrepâncias entre os percentuais da população e da amostra são maiores nesses dois últimos critérios.

Percebeu-se que muitos dos DCPs analisados negligenciaram cobenefícios sociais evidentes. Um dos exemplos dessa negligência foi a omissão do cobenefício de geração de renda para a comunidade, incluído no critério bem-estar. Pelo menos a renda proveniente do arrendamento das terras para a instalação do parque ou complexo poderia ter sido declarada pela grande maioria dos proponentes. Contudo,

dos 50 DCPs, apenas 4 declararam que o projeto iria melhorar a distribuição de riqueza ou gerar renda para a comunidade.

Quanto aos cobenefícios econômicos, nota-se uma melhor distribuição da pontuação entre os critérios. Ainda assim, os percentuais em relação à pontuação máxima foram pequenos. As melhorias na energia representaram 23,3% da pontuação, tanto na população quanto na amostra. Dentro desse critério, o cobenefício mais declarado foi a promoção da utilização sustentável da energia (em 38 dos 50 DCPs e em 7 dos 10 DCPs da amostra). O segundo cobenefício em pontuação foi a melhoria da cobertura ou disponibilidade no fornecimento de energia, declarada em 26 dos 50 DCPs e em 4 dos 10 DCPs. Assim, estes achados corroboram os estudos de Zhou, Li e Huang (2015) e Lazaro e Gremaud (2017), no que tange à sustentabilidade das energias renováveis e à segurança e diversificação das matrizes energética e elétrica.

O apoio ao crescimento econômico ficou com percentuais quase iguais na população e na amostra: 16,4% e 16,7% respectivamente. Nesse critério, o cobenefício mais declarado foi a criação e manutenção de nova infraestrutura (em 26 dos 50 DCPs e 6 dos 10 DCPs). E, por fim, os percentuais da transferência de tecnologia foram 14% e 15%, respectivamente. O cobenefício de introdução, desenvolvimento ou difusão de tecnologia importada foi o único que se destacou, tendo sido declarado em 31 DCPs da população e 7 da amostra.

Muitos DCPs também negligenciaram cobenefícios econômicos claros. O alto investimento feito é um deles, não tendo sido declarado em nenhum DCP. A abertura de novas atividades industriais ou comerciais foi declarada em 18 dos 50 DCPs e em 3 dos 10 DCPs, enquanto a criação de novas oportunidades de negócios foi citada em apenas 10 dos 50 e em 4 dos 10 DCPs. Vale lembrar que os parques e complexos eólicos têm uma influência considerável nas economias locais, principalmente porque são grandes empreendimentos localizados em municípios de pequeno e médio porte.

Passando para a síntese da análise *ex-post*, os cobenefícios percebidos pelos desenvolvedores dos parques eólicos foram substancialmente mais altos do que aqueles declarados nos DCPs pelos proponentes dos projetos. Esse achado corrobora a pesquisa de Paiva (2015). O cobenefício ambiental que mais se destacou foi a melhoria da qualidade do ar na área de influência do projeto (66,7%). Neste ponto, deve-se notar que, assim como a redução de emissões de GEE, também os

cobenefícios dos projetos de MDL são definidos considerando um cenário de linha de base. Para os projetos de MDL de energia eólica brasileiros, o cenário de linha de base é a geração usando usinas hidrelétricas e termelétricas. Portanto, como esperado, o cobenefício ambiental mais percebido na análise *ex-post* foi a melhoria na qualidade do ar. Essa melhoria está relacionada à redução de outros poluentes atmosféricos, que seriam emitidos na geração de energia a partir de usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis, achado semelhante ao de Xue *et al.* (2015) e Sun *et al.* (2010).

Em seguida, destacaram-se os cobenefícios ligados aos recursos naturais, com 62% da pontuação máxima. Os gestores de 9 dos 10 projetos visitados perceberam a proteção ou melhoria da diversidade de espécies da flora e fauna como um cobenefício gerado. O único projeto em que não foi percebido esse cobenefício – assim como nenhum outro ligado aos recursos naturais e à água – foi o Porto do Delta, da Omega Energia. Além da proteção da flora e da fauna, a proteção e/ou melhoria da gestão dos recursos minerais e dos biomas, geralmente cerrado ou caatinga, foram percebidas por oito gestores como cobenefícios dos seus projetos. Esses resultados estão ligados ao estabelecimento de reservas legais dentro da área dos parques e complexos.

Os cobenefícios ligados à terra e à água foram os menos percebidos. Quanto à proteção ou melhoria do solo, destacaram-se apenas os cobenefícios de prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos (percebida por 9 dos 10 gestores) e a utilização de medidas para prevenir a erosão e/ou salinização (percebida por 8 dos 10). E no que se refere à água, apenas a sua economia ou conservação e a melhoria da gestão ou controle de águas residuais foram percebidas por seis gestores. O único projeto que se destacou em relação à melhoria na gestão da água na sua área de influência foi o Complexo Eólico Alto Sertão, da Renova: cinco dos seis cobenefícios dentro desse critério foram percebidos pelos gestores entrevistados.

Examinando cobenefícios sociais, os resultados da pesquisa de campo mostraram que, assim como na análise *ex-ante*, a criação de novos empregos de curto e longo prazo é, de longe, o cobenefício mais percebido, com 95%. No entanto, os entrevistados concordaram que os empregos gerados foram em sua maioria de curto prazo, durante a construção, corroborando os achados de Simas e Pacca (2013). Para a operação e manutenção de parques eólicos, o número de vagas oferecidas é muito

menor, exigindo mão-de-obra especializada. Assim, confirmando os resultados de Brown (2011) e Silva *et al.* (2013), este estudo indica que os postos que podem ser ocupados por pessoas das comunidades do entorno dos parques – localizados em municípios caracterizados por condições socioeconômicas desfavoráveis – na maioria das vezes são temporários ou pouco qualificados, como pedreiro, vigilante ou copeira.

Além da geração de empregos, os demais cobenefícios sociais também foram bem pontuados, com exceção da melhoria na saúde e segurança: melhorias na educação com 75% e melhoria no bem-estar da população, 70,7%. Todos os empreendedores perceberam alguns benefícios educacionais dos projetos de MDL, sendo o mais citado a disseminação do conhecimento relacionado ao projeto, especialmente as visitas aos parques eólicos. Além disso, muitas empresas tinham projetos de RSC com o objetivo de melhorar a qualidade dos serviços educacionais e oferecer cursos de treinamento relacionados ao trabalho, confirmando os achados de Benites-Lazaro & Mello-Théry (2017).

Entre os cobenefícios de bem-estar, pode-se destacar a melhoria das condições de trabalho; a contribuição para o desenvolvimento rural; a melhoria na distribuição de riqueza; a geração de renda para a comunidade; e o aumento das receitas municipais. Alguns projetos de RSC de geração de renda para a comunidade, visando criar e apoiar associações de moradores e produtores locais se sobressaíram. Em especial, nos complexos eólicos União dos Ventos, Asa Branca, Alto Sertão e Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas foram percebidos cobenefícios mais relevantes nesse aspecto.

Ainda sobre os cobenefícios de bem-estar, vale observar que dois indicadores não foram percebidos em nenhum dos projetos. Um dos indicadores refere-se à redução do congestionamento de tráfego. Como os parques e complexos eólicos se localizam em áreas rurais, o tráfego não é um problema, exceto na fase de construção, quando o transporte das peças dos aerogeradores costuma gerar transtornos. O outro indicador aborda o compartilhamento da receita dos créditos de carbono (CERs) com as comunidades locais. Nenhum dos gestores entrevistados soube dar informações precisas em relação ao recebimento de CERs pelo projeto. Acredita-se que isso aconteceu devido a essas informações ficarem restritas a áreas corporativas dentro das empresas pesquisadas.

Considerando-se os cobenefícios econômicos, destacou-se o apoio ao crescimento econômico com 71,1%, seguido por melhorias na energia (63,3%) e transferência de tecnologia (61,7%). Com relação ao crescimento econômico, vale mencionar os cobenefícios: investimento econômico realizado, criação de novas oportunidades de negócios, estímulo a novas atividades industriais ou comerciais e criação de infraestrutura, especialmente estradas para facilitar o acesso a parques eólicos, resultados semelhantes aos achados de Kattumuri & Kruse (2017).

Quanto ao critério energia, a grande maioria dos gestores entrevistados percebiam como cobenefícios relevantes dos projetos o aumento da acessibilidade ou confiabilidade da energia; a melhoria na cobertura ou disponibilidade do fornecimento de energia; a redução da dependência de fontes de energia externas à região Nordeste e a promoção da utilização sustentável da energia. O aumento da confiabilidade foi muito citado por sua contribuição para a segurança energética brasileira. Esse resultado é convergente com as análises de De Jong *et al.* (2016) e do Greenpeace Brasil (2016). O cobenefício de melhoria no acesso à energia foi registrado apenas no Parque Eólico Rio do Fogo, que fornece energia elétrica para o assentamento de reforma agrária Zumbi.

Por fim, em relação aos cobenefícios ligados ao critério transferência de tecnologia, a introdução, o desenvolvimento ou a difusão de tecnologia importada foram percebidos em todos os projetos. Também foi necessário promover adaptações da tecnologia para as circunstâncias locais, em especial as características dos ventos, na maior parte dos projetos. Entretanto, vale ressaltar que alguns gestores dos parques visitados perceberam apenas a introdução da tecnologia importada, mas não o seu desenvolvimento ou difusão. Segundo a maioria dos gestores, os contratos de fornecimento efetuados entre os fabricantes dos aerogeradores e os desenvolvedores dos parques incluem a realização da manutenção pelos próprios fabricantes pelo menos nos primeiros anos. Dessa forma, acredita-se que não há uma transferência tecnológica efetiva, uma vez que a tecnologia e o *know-how* utilizados na geração eólica não estão sendo transmitidos dos fabricantes para os desenvolvedores dos parques.

Além dos cobenefícios que se destacaram na análise *ex-post*, são abordados a seguir os cobenefícios que foram menos percebidos, incluindo cada cobenefício que teve pontuação abaixo da média de 62,6%. Essa análise é importante porque eles

podem indicar oportunidades para ampliar a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável. Três desses cobenefícios são ambientais: melhoria da gestão da água na área de influência do projeto (35%), melhoria ou prevenção da poluição do solo (37,1%) e melhoria ou proteção dos recursos naturais (62%); um é social: melhoria na saúde e segurança (51%); e um é econômico: transferência de tecnologia (61,7%).

A gestão da água na área de influência dos projetos pode ser bastante melhorada, pois a escassez desse recurso é um problema crônico que está piorando a cada dia na região. Em geral, os projetos de MDL de energia eólica analisados realizam internamente o gerenciamento da água, mas a maioria não busca melhorar a confiabilidade e acessibilidade do abastecimento de água para a comunidade, nem adotar medidas voltadas para a melhoria da qualidade dos corpos hídricos e menos ainda garantir água potável purificando a fonte existente ou provendo uma fonte limpa. Apenas em dois projetos, os entrevistados citaram ações nesse sentido. No Complexo Eólico Santos, a Cubico realizou a perfuração e a construção de poços profundos para abastecimento da comunidade, financiados pelo BNDES. No Complexo Eólico Alto Sertão, a Renova realizou o controle e monitoramento dos corpos d'água; a identificação e conscientização em relação a nascentes existentes na área de influência; e a recuperação de barragens nas comunidades, com instalação de manta impermeabilizadora em uma delas. Todas essas ações fazem parte da estratégia de investimento social privado da Renova e estão associadas ao subcrédito social do BNDES. Achados semelhantes foram encontrados nos estudos de Kattumuri & Kruse (2017) e Benites-Lazaro & Mello-Théry (2017).

Quanto à melhoria da qualidade ou prevenção da poluição do solo, a maioria dos cobenefícios listados no modelo não foram percebidos pelos gestores dos parques e complexos eólicos. Apenas um ou dois gestores citaram a produção ou uso de composto orgânico, a produção ou uso de nutrientes do solo, o uso de tecnologia de irrigação ecoeficiente e a prática de cultivo mínimo. Isso pode ser parcialmente explicado pelo fato de esses indicadores não estarem diretamente relacionados com a atividade de geração eólica. Conforme citado anteriormente, apenas a prevenção da poluição pelo descarte de resíduos sólidos e a prevenção da erosão e salinização foram bastante percebidas.

O cobenefício da melhoria ou proteção dos recursos naturais também ficou abaixo da média, embora muito próximo dela. A maior contribuição para este cobenefício veio da proteção e melhoria dos biomas e da diversidade de espécies de flora e fauna em áreas de reserva ambiental legal. Por outro lado, a proteção ou melhoria do manejo florestal e outras melhorias na gestão dos recursos naturais não renováveis foram cobenefícios pouco percebidos, contribuindo para este resultado insuficiente.

Com relação às melhorias na saúde e segurança, alguns cobenefícios foram muito pouco percebidos pelos gestores, como a redução da criminalidade, do risco à saúde causado pela poluição dos ambientes internos e do risco de deslizamentos de terra (no caso de parques localizados em áreas planas). Aqui pode-se notar uma postura semelhante à adotada em relação à gestão da água: uma preocupação maior com os aspectos internos aos parques e complexos, mas pouca atenção no que tange às comunidades próximas. Com exceção de campanhas de prevenção de doenças, na maioria das vezes realizadas esporadicamente, apenas o Complexo Eólico Trairi melhorou os serviços de saúde oferecidos às comunidades. O complexo realizou aporte financeiro e organizacional para dois hospitais das comunidades do entorno. Esse achado confirma as pesquisas de Fernández *et al.* (2014), que concluíram que os projetos de MDL estudados não geraram benefícios sociais referentes à promoção da saúde das populações do seu entorno.

Os cobenefícios ligados à transferência de tecnologia também ficaram abaixo da média. Esse desempenho deveu-se basicamente à pequena percepção do desenvolvimento de novas tecnologias locais, da construção de *know-how* e do estabelecimento de parcerias com universidades locais ou centros de pesquisa. Apenas dois projetos se destacaram no tocante à construção de *know-how* envolvendo universidades ou centros de investigação: o Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas, no qual as tecnologias existentes de geração de energia solar são pesquisadas pela UFSC; e o Parque Eólico Rio do Fogo, que mantém uma parceria com o CTGAS-ER para estudos de vento, entre outras pesquisas.

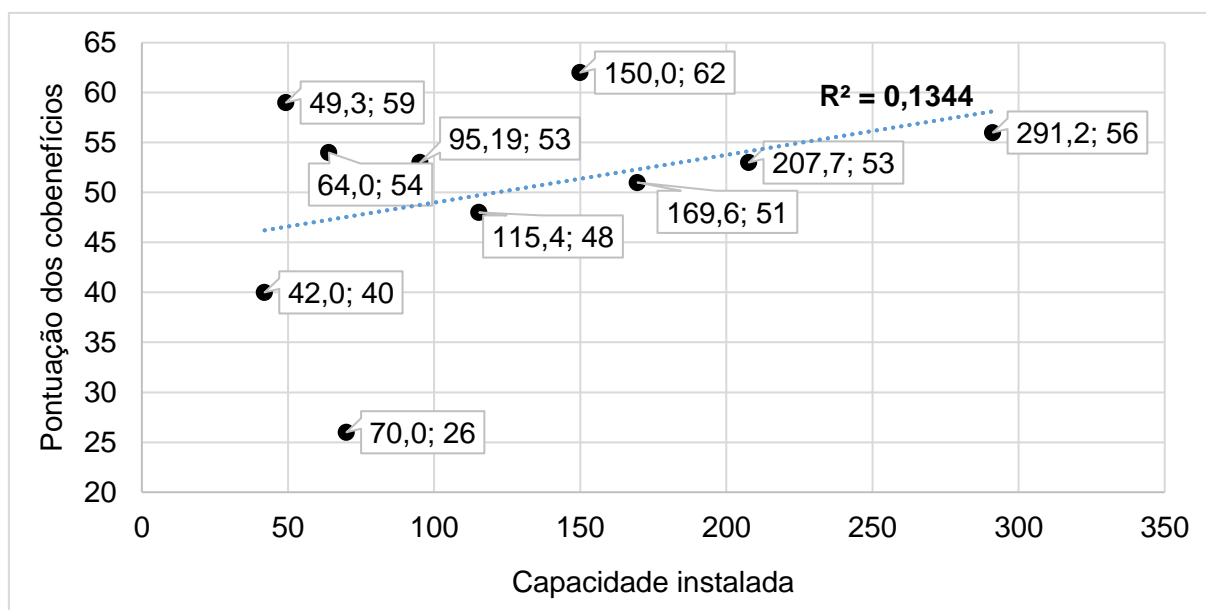
Por fim, foi feita uma análise de correlação para verificar se havia uma associação entre o porte dos parques e complexos visitados – relacionado à capacidade instalada – e os cobenefícios percebidos pelos gestores entrevistados (ver Tabela 7 e Figura 49).



**Tabela 7** – Capacidade instalada e cobenefícios gerados por parque / complexo

Projeto	Capacidade instalada	Pontuação dos cobenefícios
1. Complexo Eólico União dos Ventos	169,6	51
2. Complexo Eólico Asa Branca	150,0	62
3. Parque Eólico Rio do Fogo	49,3	59
4. Complexo Eólico Alto Sertão	291,2	56
5. Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas	95,19	53
6. Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul	207,7	53
7. Parque Eólico Dunas de Paracuru	42,0	40
8. Complexo Eólico Trairi	115,4	48
9. Complexo Eólico Santos	64,0	54
10. Complexo Eólico Delta do Parnaíba	70,0	26

Fonte: Elaboração própria (2021)

**Figura 49** – Correlação entre a capacidade instalada e os cobenefícios gerados

Fonte: Elaboração própria (2021)

Como é possível observar, a correlação entre a capacidade instalada e os cobenefícios gerados é muito fraca, com coeficiente de determinação de 0,1344. Isso significa que apenas 13,44% das variações na pontuação dos cobenefícios podem ser explicados pelas variações na capacidade instalada. Portanto, deduz-se que existem outras variáveis influenciando a geração dos cobenefícios.

#### 4.4 OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA AMPLIAÇÃO DOS COBENEFÍCIOS DOS PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA DO NORDESTE BRASILEIRO

As oportunidades e os desafios para ampliar os cobenefícios dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro estão relacionados às oportunidades e desafios que se apresentam tanto para o MDL como para a energia eólica. Com base na literatura apresentada no capítulo 2 e nos resultados obtidos – em especial da análise *ex-post* – foi possível identificar 18 desafios e 17 oportunidades. Esses desafios e oportunidades foram categorizados segundo dimensões de sustentabilidade e níveis de governança.

Além das dimensões do modelo de pesquisa, foi incluída uma dimensão político-institucional, devido ao fato de alguns desafios e oportunidades não estarem vinculados diretamente às dimensões clássicas da sustentabilidade. Os desafios e oportunidades categorizados como político-institucionais fazem parte dos contextos do MDL e da energia eólica. Os níveis de governança continuam os mesmos apresentados na seção 2.5: global, nacional, subnacional e projeto (ver Quadro 24).

**Quadro 24** – Desafios e oportunidades para ampliação dos cobenefícios dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste

Dimensões	Níveis	Desafios	Oportunidades
Político-institucional	Global	1. Queda no preço das CERs 2. Comprometimento da confiança do setor privado no MDL 3. Continuidade entre o MDL e o MDS	1. Governança climática global multinível 2. Estabelecimento do MDS no Acordo de Paris 3. Agenda 2030 e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 4. Agenda do Investidor 5. Cadeia de fornecimento global da energia eólica
	Nacional	4. Atuação da AND (incentivar participação das partes e auditar cobenefícios) 5. Conflitos entre os níveis de governo	6. NDC brasileira 7. Políticas de mitigação das mudanças climáticas e incentivo às energias renováveis
	Subnacional	6. Falta de recursos humanos e financeiros adequados para estabelecer e implementar políticas 7. Conflitos entre os interesses dos atores locais, nacionais e internacionais	8. Possibilidade de experimentação em relação às políticas climáticas e energéticas 9. Disposição de atrair investimentos em energias renováveis

Dimensões	Níveis	Desafios	Oportunidades
		8. Competição entre estados gerando normas e padrões ambientais mais indulgentes	
Ambiental	Nacional	----	10. Políticas ambientais de reserva legal e licenciamento ambiental
	Projeto	9. Melhorar a gestão da água na área de influência	----
Social	Global	----	11. Percepção positiva da sociedade sobre as energias renováveis
	Subnacional	10. Regularização das terras com potencial eólico	----
	Projeto	11. Ampliar a aceitação e a participação das comunidades 12. Qualificar a mão de obra local 13. Contribuir para melhoria da saúde e segurança das comunidades	12. Políticas de RSC 13. Investimento social privado
Econômica	Global	14. Intermitência da fonte eólica	14. Diversificação da matriz elétrica
	Nacional	15. Baixa transferência de tecnologia	15. Expansão e consolidação da cadeia de fornecimento da energia eólica
	Subnacional	16. Construção de linhas de transmissão e de subestações 17. Infraestrutura logística deficiente	----
	Projeto	18. Encontrar novas formas de financiamento	16. Possibilidade de conciliar a geração eólica com outras atividades 17. Ganhos de eficiência

Fonte: Elaboração própria (2021)

A maioria dos desafios e oportunidades da dimensão político-institucional está relacionada aos níveis de governança global, nacional e subnacional do MDL e foi abordada na seção 2.5. Entretanto, nesta seção, são abordados os aspectos específicos dos projetos de energia eólica do Nordeste. No nível global, a queda no preço das CERs desestimulou muitos empreendedores do setor eólico brasileiro de submeterem projetos de MDL. Além disso, o comprometimento da confiança do setor privado no MDL também se estendeu ao setor eólico brasileiro, devido à incerteza após o primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto. Assim, atualmente, a quantidade de parques eólicos no Brasil supera em muito os projetos de MDL de

energia eólica e as requisições de registro depois de 2013 foram mínimas (UNEP DTU PARTNERSHIP, 2020).

O maior desafio político-institucional no nível nacional refere-se à atuação da AND. É necessário que a AND intervenha nos estágios iniciais da elaboração do DCP, a fim de estimular a participação das partes interessadas locais e, assim, ampliar os cobenefícios dos projetos (SUBBARAO & LLOYD, 2011; MORI-CLEMENT, 2019; BENITES-LAZARO & MELLO-THÉRY, 2019). Além disso, conforme ressaltado por Sun *et al.* (2010) e Benites-Lazaro e Andrade (2019), a AND não era muito rigorosa em relação ao que era declarado como cobenefício nos DCPs quando aprovava os projetos de MDL. Portanto, um desafio para ampliar os cobenefícios gerados pelos projetos é a sua auditoria *a posteriori*, como acontece no caso das CERs.

Ainda no nível nacional, mas também vinculado ao subnacional, há o desafio de estabelecer uma coordenação central e melhorar a governança multinível, a fim de reduzir conflitos e desalinhamentos entre os níveis de governo (JÖRGENSEN, JOGESH & MISHRA, 2015). Atualmente no Brasil há diversos conflitos entre os níveis de governo, que ficaram ainda mais expostos com a pandemia do novo coronavírus. Especificamente no nível subnacional, a capacidade e a disponibilidade de governos locais para estabelecer e implementar políticas climáticas e energéticas é um desafio importante. Os estados nordestinos líderes na geração eólica têm políticas específicas de energia renovável. No entanto, quando se trata dos governos municipais, a situação é bastante complicada pela falta de recursos humanos e financeiros adequados, conforme indicado por Schreurs (2017).

Os conflitos de interesses entre atores locais, nacionais e internacionais também podem representar um desafio considerável, especialmente quando o envolvimento das partes interessadas locais no projeto é pequeno. Para minimizar esses conflitos, o sistema de governança climática global deve ser projetado de forma a dar voz a todos os atores interessados e buscar conciliar seus interesses, dentro do possível (ANDRADE & PUPPIM DE OLIVEIRA, 2014; SITRA, 2017; BENITES-LAZARO & ANDRADE, 2019). Conforme exposto, existem conflitos entre atores sociais e governos locais em áreas de influência de parques eólicos no Nordeste, principalmente ligados à apropriação de terras de uso coletivo (SILVA *et al.*, 2013). Também em alguns dos projetos analisados foram registrados conflitos com atores locais, notadamente no Parque Eólico Rio do Fogo (ROZENDO, FERRAZ e BASTOS,

2014; FERRAZ, 2015) e no Complexo Eólico Delta do Parnaíba (BEZERRA, M. B. C., 2016; BEZERRA, M. B. C. *et al.*, 2017).

As oportunidades no nível global da dimensão político-institucional vêm da governança climática multinível e da expansão e consolidação da energia eólica no mundo. Com o estabelecimento do MDS substituindo o MDL, a partir do Acordo de Paris, espera-se que seja dada uma maior ênfase na geração de cobenefícios para o desenvolvimento sustentável. O estabelecimento de regras para avaliar os cobenefícios efetivamente gerados pelos projetos é visto por vários autores como uma mudança essencial para a eficácia do novo mecanismo (OLSEN, ARENS & MERSMANN, 2017; MOZZER & PELLEGRINO, 2019; BITTENCOURT, BUSCH & CRUZ, 2019).

A Agenda 2030 e os ODS também representam uma oportunidade no nível global. A integração voluntária dos ODS nas políticas corporativas de sustentabilidade e de responsabilidade social pode contribuir para ampliar os cobenefícios dos projetos de MDL. Por exemplo, a Iberdrola, desenvolvedora do Parque Eólico Rio do Fogo, formalizou o compromisso de cumprir os ODS dentro do seu sistema de governança corporativa (IBERDROLA, 2019b). Da mesma forma, a Enel Brasil, responsável pelos Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul, desenvolve o programa de sustentabilidade Enel Compartilha, que contribui para o alcance de alguns dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ENEL BRASIL, 2019).

Outra oportunidade no nível global é a Agenda do Investidor, na qual grandes grupos de investidores internacionais assumiram o compromisso de alinhar seus investimentos com o Acordo de Paris, visando zerar as emissões líquidas de carbono até 2050 (THE INVESTOR AGENDA, 2021). Um exemplo de ação estratégica nesse sentido é o acordo de R\$ 1 bilhão fechado entre a Braskem e a Casa dos Ventos. A Braskem, visando se tornar uma empresa carbono neutro até 2050, fechou um acordo de compra de energia eólica da Casa dos Ventos pelo prazo de 20 anos. Dessa forma, foi viabilizada a construção de um complexo eólico no Rio Grande do Norte que terá capacidade instalada de 504 MW (FUCUCHIMA, 2021).

Além disso, como resultado da governança climática e energética global, muitos países adotaram políticas com o objetivo de diversificar a matriz energética usando fontes renováveis. Assim, as maiores oportunidades vêm do processo de expansão e consolidação da tecnologia e da cadeia de valor da energia eólica. As turbinas eólicas

vêm se tornando maiores e mais potentes e o setor conta com uma extensa cadeia de fornecimento global (IEA, 2015; IRENA, 2017).

Analisando as oportunidades no nível nacional, a NDC brasileira declarou metas específicas para contribuir com o Acordo de Paris. Em 2015, o governo brasileiro afirmou que buscava ampliar o uso de fontes renováveis de energia, além da energia hidrelétrica, para uma participação de 28 a 33% da matriz energética até 2030 (BRASIL, 2015). Então, a NDC oportunizou a expansão do setor eólico, contribuindo para a geração de cobenefícios pelos projetos de energia eólica.

Outra oportunidade identificada no nível nacional são as políticas de mitigação das mudanças climáticas e de incentivo às energias renováveis. As medidas e ações necessárias para implementar a NDC brasileira, por exemplo, são tomadas no âmbito da Política Nacional sobre Mudança do Clima, do Código Florestal e da Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2009; 2012; 2015). Já as políticas de incentivo às energias renováveis no Brasil incluíram o PROEÓLICA, o PROINFA, o RenovaBio e, principalmente, os leilões de energia e leilões de fontes alternativas (AQUILA *et al.*, 2017; KOLOSZUK & SAUAIA, 2018; EPE, 2019b; ABEEÓLICA, 2020).

Já as oportunidades no nível subnacional dizem respeito, inicialmente, à possibilidade de experimentação em relação às políticas climáticas e energéticas. Com isso, é possível aprender e melhorar as políticas antes que sejam aplicadas nacionalmente. Um exemplo de política energética subnacional é a normativa recém editada pelo governo do estado da Bahia sobre a regularização fundiária em terras devolutas com potencial de geração eólica (BAHIA, 2020). Tal política pode servir de incentivo para outros estados nordestinos e, posteriormente, ser adotada também no nível do governo nacional. Vale enfatizar, ainda, que essa é uma solução local para um problema global, que pode vir a gerar impactos significativos.

Além disso, a disposição de estados e municípios de atrair investimentos em energias renováveis é também uma oportunidade a ser considerada. Incentivos econômicos nas políticas de clima e energia – tais como redução de impostos, programas de financiamento e provisão de serviços públicos – estão sendo adotados pelos governos dos estados líderes na geração eólica. No entanto, se a competição entre os estados levar a normas e padrões ambientais mais indulgentes, esta

oportunidade também pode se tornar um desafio para a ampliação dos cobenefícios (JÖRGENSEN, JOGESH & MISHRA, 2015).

Passando para a dimensão ambiental, o maior desafio identificado foi a melhoria da gestão da água na área de influência dos projetos. No caso dos parques e complexos localizados no semiárido nordestino, a escassez de água é notória. E algumas comunidades da área de influência são vulneráveis socialmente, não possuindo acesso à água (SANTANA FILHO, 2019; GALVÃO *et al.*, 2020). Conforme os achados da presente pesquisa, dos 10 projetos analisados, apenas os complexos eólicos Alto Sertão e Santos mantinham ações no sentido de beneficiar as comunidades vizinhas nesse aspecto.

Ainda na dimensão ambiental, as políticas brasileiras relacionadas ao licenciamento ambiental e ao estabelecimento de áreas de reserva ambiental legal foram identificadas como grandes oportunidades para aumentar os cobenefícios gerados pelos projetos de MDL de energia eólica. A criação de áreas de reserva legal em parques eólicos, juntamente com os Programas de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), necessários para obter as licenças ambientais, foram os principais responsáveis pelo desempenho razoável dos projetos eólicos estudados em relação à melhoria ou proteção dos recursos naturais. Esses achados corroboram as pesquisas de Santos e Bertolla (2019) e Santana Filho (2019).

Considerando a dimensão social, foi identificado no nível subnacional o desafio de regularização das terras com potencial eólico. Esse desafio tem sido enfrentado pelos empreendedores dos projetos individualmente, como forma de viabilizá-los. Um excelente exemplo disso é o Complexo Eólico Alto Sertão, que realizou a regularização fundiária e ambiental da maioria das propriedades na área onde foi implantado. Entretanto, se outros governos estaduais seguirem o exemplo do governo da Bahia, muitas comunidades tradicionais poderão ser beneficiadas com a regularização das suas terras e posteriormente com seu arrendamento para a implantação dos parques eólicos.

No nível do projeto, foram três os desafios sociais identificados. Inicialmente, há a necessidade de ampliar a aceitação e a participação dos atores-chave das comunidades locais, desde a fase inicial dos projetos. Para vencer esse desafio, é crucial que os empreendedores desenvolvam estratégias visando garantir que as partes interessadas locais sejam notificadas de forma clara e oportuna durante todas

as fases do desenvolvimento dos projetos, que seus pontos de vista sejam levados em conta, que haja um engajamento verdadeiro das comunidades locais e que essas comunidades se sintam beneficiadas. Para além disso, devem ser criados mecanismos para que os desenvolvedores dos projetos de MDL assumam um compromisso maior com a geração de cobenefícios (FERNÁNDEZ, 2014). Somente assim, a percepção negativa e a consequente oposição das comunidades locais deixarão de ser um problema.

Concordando com Galvão *et al.* (2020), os projetos de MDL de energia eólica só podem contribuir efetivamente para o desenvolvimento sustentável local quando esses atores-chave são incluídos. A iniciativa do Fundo de Inovação Finlandês Sitra (2017) – com a inclusão de dispositivos na Lei de Energia Renovável da Dinamarca visando incentivar a aceitação dos parques por parte das comunidades locais – pode ser um *benchmark* para o resto do mundo, e em especial para o Brasil. Um dos instrumentos dessa lei que seria muito proveitoso no Nordeste é a criação de fundos para realçar as belezas paisagísticas dos locais onde os empreendimentos são instalados.

Um segundo desafio – com o qual os desenvolvedores dos empreendimentos já vêm se defrontando desde o início da geração eólica no Nordeste – é a necessidade de qualificar a mão de obra local. Esta é uma questão estrutural, dada a incompatibilidade entre a demanda dos parques por mão de obra qualificada para sua operação e o baixo nível de educação formal e qualificação técnica da mão de obra local (SILVA *et al.*, 2013; BEZERRA, M. B. C. *et al.*, 2017; GALVÃO *et al.*, 2020). Dentre os projetos analisados, destacou-se uma iniciativa de maior alcance para lidar com essa questão. Esse é o caso do Curso Técnico em Sistemas de Energia Renovável, fruto de uma parceria entre o IFPI, a Secretaria de Educação e Cultura do Piauí e a Omega, desenvolvedora do Complexo Eólico Delta do Parnaíba.

O terceiro desafio social é a contribuição para a melhoria da saúde e segurança das comunidades. Conforme visto, esse cobenefício foi pouco percebido nos projetos analisados. Em relação à saúde, a principal contribuição que representaria um cobenefício social importante seria a melhoria dos serviços de saúde oferecidos às comunidades. Nesse aspecto, o único projeto analisado que se destacou foi o Complexo Eólico Trairi, com algumas ações importantes, tanto preventivas quanto corretivas.



No que tange à segurança, existem dois desafios a serem enfrentados. A redução de acidentes e incidentes e do risco de incêndio e explosão foram os cobenefícios mais destacados. Embora a ênfase continue sendo no interior dos parques e complexos, em três dos projetos analisados – os complexos União dos Ventos, Alto Sertão e Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas – os gestores ressaltaram a criação de brigadas de emergência contra incêndios para atuar também nas suas áreas de influência. Como os parques e complexos se localizam em áreas rurais, o desafio aqui é ampliar essa iniciativa para uma quantidade maior de projetos.

O outro desafio diz respeito à criminalidade. Em que pese a criminalidade estar amplamente disseminada por todo o país, tem sido possível observar seu aumento em algumas localidades onde são instalados parques e complexos eólicos. Isso acontece principalmente em razão do grande contingente de trabalhadores atraídos na fase de construção (COSTA, R. F., 2015; HOFSTAETTER, 2016). Os próprios projetos eólicos também estão sujeitos à criminalidade, como no caso do furto de fios de cobre do canteiro do complexo Alto Sertão (CAETITÉ, 2015). Uma forma de lidar com a criminalidade que vale a pena destacar foi a utilizada pela Engie, desenvolvedora do Complexo Eólico Trairi. Ao notar a ocorrência de furtos no parque de Mundaú, a empresa aproximou-se da comunidade visando conhecer e tentar suprir necessidades existentes. Segundo o gestor entrevistado, depois dessa iniciativa os furtos deixaram de acontecer.

Ainda na dimensão social, foram identificadas oportunidades no nível global e no nível do projeto. No nível global, a percepção positiva e o apoio da sociedade em relação às energias renováveis são boas oportunidades que vêm sendo aproveitadas pelos atores envolvidos no setor eólico mundial. No entanto, essa oportunidade no nível global se transforma no desafio, já citado no nível do projeto, de oposição aos empreendimentos eólicos por parte das comunidades locais (DAI *et al.*, 2015; SITRA, 2017; POGGI, FIRMINO & AMADO, 2018).

As principais oportunidades identificadas no nível do projeto são as políticas de RSC e o investimento social privado. A implementação de políticas de RSC por parte dos desenvolvedores provou ser uma oportunidade de ampliação dos cobenefícios gerados pelos projetos de MDL de energia eólica analisados. Em alguns projetos – como os complexos eólicos Asa Branca, Alto Sertão e Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas – foi possível identificar cobenefícios vinculados às políticas de RSC das

empresas responsáveis. Este achado é semelhante aos de Kattumuri & Kruse (2017) e Benites-Lazaro & Mello-Théry (2017, 2019).

Como visto, o investimento social privado é uma oportunidade diretamente relacionada à responsabilidade social corporativa. Como uma boa parte dos empreendimentos eólicos é financiada pelo BNDES, o banco estimulou várias iniciativas de RSC por parte dos desenvolvedores de projetos eólicos com a sua linha para investimentos sociais das empresas. Projetos e programas sociais – como o Ventos de Asa Branca da ContourGlobal, o Programa Catavento da Renova, os projetos culturais da Engie e o projeto de perfuração e construção de poço profundo da Cubico – geraram benefícios relevantes para as comunidades locais.

Uma iniciativa muito interessante, visando ampliar os cobenefícios dos projetos em uma área onde existem vários empreendimentos, foi a realizada pelo BNDES no Rio Grande do Norte, na região de João Câmara e Parazinho. Foi criado o Projeto Social Integrado, visando a estruturação de projetos sociais articulados nos segmentos de saúde, saneamento e educação, no valor individual de R\$ 1 milhão. Cinco grupos empresariais participaram do projeto, realizando investimentos em conjunto, apoiados com recursos do subcrédito social do banco. Vale destacar que essa linha de financiamento abrange apenas ações que ultrapassem as obrigações legais das empresas (BNDES, 2014).

Por fim, considerando a dimensão econômica, a intermitência da fonte eólica é um desafio técnico em nível global. A intermitência gera uma maior imprevisibilidade e reduz a confiabilidade do sistema elétrico. Os esforços de pesquisa e desenvolvimento visando superar esse desafio englobam desde sistemas híbridos de geração de energia até o armazenamento e a transmissão em grande escala da energia gerada. Na medida em que a participação da fonte eólica na matriz elétrica mundial aumenta, o armazenamento de energia torna-se cada vez mais necessário, visando estocar a eletricidade gerada em excesso e não consumida para compensar períodos de baixa geração (TOLMASQUIM, 2017; BURKE & STEPHENS, 2018; NOTTON *et al.*, 2018; FERRAZ DE ANDRADE SANTOS *et al.*, 2020).

Embora a tecnologia eólica esteja bem estabelecida em nível global, no nível nacional, o Brasil enfrenta o grande desafio da transferência de tecnologia. A tecnologia é de propriedade das grandes empresas fornecedoras das turbinas eólicas, todas estrangeiras. O *software* dos aerogeradores, o núcleo do equipamento, é uma

“caixa preta” para os empreendedores dos parques eólicos. Assim, até mesmo a difusão da tecnologia importada é bastante limitada.

Portanto, o desafio é fortalecer a inovação tecnológica por meio da colaboração mútua e formação de parcerias com universidades ou centros de pesquisa (Rehme *et al.*, 2015). Conforme visto, dos dez projetos analisados, somente o Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas e o Parque Eólico Rio do Fogo se destacaram no tocante ao desenvolvimento tecnológico. Entretanto, vale lembrar que a Engie Brasil possui um projeto de P&D executado em Santa Catarina pela WEG para desenvolver um aerogerador com tecnologia 100% nacional (ENGIE BRASIL, 2019).

Passando ao nível subnacional, a construção de linhas de transmissão e de subestações é um grande desafio que gerou inúmeros atrasos na entrada em operação de parques eólicos por todo o Nordeste. A concentração geográfica dos ventos, aliada à necessidade de grandes extensões de terra, fez com que os parques fossem instalados longe das áreas de maior demanda de eletricidade. Portanto, o planejamento das linhas de transmissão tornou-se essencial para a expansão do setor eólico. Dentre os projetos analisados, os que sofreram os maiores atrasos devido a esse problema foram os complexos Cristal e Serra Azul, da Enel. O Complexo Eólico Cristal só entrou em operação cerca de três anos após sua implantação (TOLMASQUIM, 2017; ANEEL, 2018).

Outro desafio no nível subnacional é a infraestrutura logística deficiente. É sabido que no Nordeste há muitas estradas precárias. De acordo com a Pesquisa CNT de Rodovias 2019, 51,5% da extensão rodoviária pesquisada na região apresentou um pavimento regular, ruim ou péssimo (CNT, 2019). O fato de as peças dos aerogeradores serem de tamanhos muito maiores do que o padrão dos caminhões gera dificuldades logísticas consideráveis. E essa situação tende a piorar com o desenvolvimento tecnológico da indústria eólica no sentido de aumento do tamanho das turbinas (IRENA, 2017). Como os projetos são instalados em áreas rurais, na grande maioria deles, foi necessária a construção, melhoria ou asfaltamento de estradas.

Finalmente, no nível do projeto, os empreendedores devem enfrentar o desafio de encontrar novas formas de financiamento. O BNDES, que financiou a maior parte do desenvolvimento da energia eólica no Brasil, diminuiu sua participação. Isso pode afetar significativamente a geração de cobenefícios, uma vez que o subcrédito para

investimentos sociais privados não está mais disponível. Os projetos de MDL de energia eólica que tiveram melhor desempenho na geração de cobenefícios ambientais e sociais mantinham programas visando o desenvolvimento das comunidades locais usando essa linha de crédito. Esses programas se concentraram principalmente em melhorias na educação, no bem-estar e na geração de renda. Portanto, os desenvolvedores de projetos eólicos brasileiros estão sendo desafiados a buscar novas fontes e instrumentos de financiamento privado. Entre essas fontes e instrumentos, destacam-se os títulos verdes ou *green bonds*, o financiamento climático e a agenda ESG como grandes oportunidades (TROSTMANN, 2017; TORINELLI, SILVA JR. & ANDRADE, 2018; AMBROZIO *et al.*, 2020).

Passando a abordar as oportunidades dentro da dimensão econômica, a diversificação da matriz elétrica é uma oportunidade relevante, tanto no nível global quanto no nacional. As matrizes energética e elétrica mundiais são ainda muito intensivas em fontes não renováveis. O uso intenso dessas fontes, em especial, do petróleo e do carvão, tem consumido as reservas mundiais, aumentando as emissões de GEE e gerado dificuldades em relação ao seu esgotamento e aos altos custos de extração. Daí a necessidade de diversificação das matrizes energética e elétrica mundiais por meio da ampliação da participação das fontes renováveis, particularmente a eólica.

Uma oportunidade identificada no nível nacional é a expansão e consolidação da cadeia de fornecimento da energia eólica. O estabelecimento da cadeia produtiva de energia eólica brasileira começou com a nacionalização dos equipamentos e serviços promovida pelo PROINFA e as regras de financiamento do BNDES. Assim, hoje existem no Brasil fabricantes de turbinas, pás, torres e vários outros componentes. Entretanto, os grandes produtores atuantes no país são empresas multinacionais. Esse cenário só deverá mudar se e quando houver uma transferência efetiva de tecnologia para o país (RODRIGUES, PEROBELLI & VASCONCELOS, 2017; TORINELLI, SILVA JR. & ANDRADE, 2018; LIMA, 2018; ABEEÓLICA, 2020c).

Por fim, foram identificadas duas oportunidades econômicas no nível do projeto: a possibilidade de conciliar a geração eólica com outras atividades econômicas e os ganhos de eficiência. A associação da atividade agropecuária com a geração eólica tem potencial para vir a ser um cobenefício importante futuramente no Nordeste. Essa associação foi verificada por Sobrinho Jr., Morais e Silva (2020) no município de Serra

do Mel, não tendo sido identificados impactos negativos sobre o uso e ocupação do solo, os lotes rurais e as relações entre proprietários de terras e desenvolvedores dos parques. Contudo, em nenhum dos parques e complexos visitados foi observada uma associação relevante de atividades. Somente no caso dos complexos eólicos Santos e Asa Branca foi possível observar uma pecuária extensiva dentro da sua área. Vale ressaltar que boa parte das terras onde os parques e complexos visitados estão instalados não é muito propícia para a agricultura.

Já a associação da geração eólica com a solar fotovoltaica apresenta grandes possibilidades no Nordeste. O semiárido nordestino tem o maior potencial para projetos híbridos eólicos e solares do Brasil, com uma grande extensão de terras com recursos de vento e irradiação solar intensos e sobrepostos. Além disso, existem condições de complementaridade sazonal e diária entre os recursos, que também favorecem a geração híbrida eólica-solar centralizada na região. O maior entrave é atual marco regulatório da energia, que não contempla projetos híbridos (FERRAZ DE ANDRADE SANTOS *et al.*, 2020). Dentre os projetos analisados, apenas a Statkraft, desenvolvedora do Complexo Eólico Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas, mantém uma área de pesquisa e desenvolvimento de energia solar. Vale ressaltar que essa atividade decorreu de uma exigência da ANEEL.

Por fim, os ganhos de eficiência estão ligados à qualidade dos ventos e ao desenvolvimento tecnológico (FERRAZ DE ANDRADE SANTOS *et al.*, 2020). Com ventos de excelente qualidade e fator de capacidade eólica muito acima da média mundial, os parques e complexos visitados apresentam eficiência alta. O aumento da eficiência produtiva e a adaptação da tecnologia para as circunstâncias locais foram citados por vários gestores entrevistados como cobenefícios econômicos. O principal aspecto focado por eles foi o aumento da disponibilidade dos aerogeradores por meio da manutenção. Vale ressaltar que os sistemas híbridos podem aumentar ainda mais a eficiência das instalações, devido à complementaridade das fontes de energia.

#### **4.4.1 Síntese das principais oportunidades e desafios**

Nessa seção, é feita uma síntese das principais oportunidades e desafios para ampliação dos cobenefícios por dimensão de análise. Dentro da dimensão político-institucional, a oportunidade mais importante é o estabelecimento do MDS no âmbito

do Acordo de Paris. Neste nível global, o MDS pode contribuir mais fortemente para o desenvolvimento sustentável local, desde que inclua a medição e a verificação dos cobenefícios gerados pelos projetos, de forma semelhante ao processo de avaliação da redução das emissões de GEE. Isso levaria os proponentes dos projetos a assumir um maior compromisso com as declarações de cobenefícios e os seus desenvolvedores a garantir a geração efetiva desses cobenefícios.

O principal desafio político-institucional surge do nível nacional e refere-se à atuação da AND. A AND precisaria ter uma atuação mais efetiva em relação à promoção dos cobenefícios. Seria o organismo responsável pela implementação da verificação dos cobenefícios efetivamente gerados. Além disso, precisaria criar mecanismos para envolver as partes interessadas locais nos projetos desde sua concepção, visando maximizar os cobenefícios e minimizar os impactos negativos.

Políticas econômicas, ambientais e sociais podem desempenhar um papel fundamental no aumento dos cobenefícios dos projetos eólicos, a fim de contribuir de maneira mais eficaz para a sustentabilidade local, regional e nacional. Para isso, a melhoria da governança multinível é essencial. Apesar da consolidação do setor eólico nacionalmente, políticas públicas de incentivo para projetos de energia eólica ainda são necessárias no nível subnacional. Um excelente exemplo disso é a Instrução Normativa Conjunta SDE/SDR/CDA/PGE Nº 01/2020, do governo da Bahia, que estabelece normas para a regularização fundiária em terras devolutas estaduais com potencial de geração de energia eólica.

Passando à dimensão ambiental, as principais oportunidades para ampliação dos cobenefícios decorrem da legislação ambiental, em especial no nível nacional. Os instrumentos de reserva legal e licenciamento ambiental – instituídos pelo Código Florestal e pela Política Nacional do Meio Ambiente, respectivamente – foram os principais responsáveis pela geração de cobenefícios referentes a melhoria ou proteção dos recursos naturais nos projetos analisados. Além disso, foram percebidos também outros cobenefícios socioambientais ligados ao processo de licenciamento, como a criação de programas de educação ambiental e de controle e monitoramento de ruído e poeira.

O maior desafio para ampliação dos cobenefícios ambientais é a melhoria da gestão da água para as comunidades das áreas de influência dos parques e complexos. Muitos dos projetos eólicos visitados localizam-se em áreas de escassez

hídrica, notadamente o semiárido nordestino. Portanto, sugere-se que os desenvolvedores dos projetos executem programas visando melhorar a confiabilidade e a qualidade da água, garantindo o acesso a água potável. Vale ressaltar que três dos projetos analisados realizam um importante trabalho de mapeamento e proteção de nascentes.

Na dimensão social, as oportunidades mais importantes para ampliação dos cobenefícios foram as políticas de Responsabilidade Social Corporativa e o financiamento do BNDES para investimentos sociais privados. Vale ressaltar que o ISP possui dois aspectos fundamentais: o envolvimento das comunidades e o foco nos resultados dos projetos. Alguns dos desenvolvedores dos parques e complexos eólicos analisados se beneficiaram dessa linha de crédito do BNDES para a execução de seus projetos de responsabilidade social. Os programas Ventos de Asa Branca, da ContourGlobal, e Catavento, da Renova, se destacaram na geração de diversos cobenefícios para as comunidades locais.

Os maiores desafios identificados foram o aumento da participação das comunidades nos projetos e a melhoria da saúde e segurança nas suas áreas de influência. No caso de alguns dos parques e complexos analisados, a percepção negativa em relação ao projeto e a consequente oposição das comunidades locais geraram conflitos consideráveis. É necessário que os desenvolvedores dos projetos assumam um compromisso com a geração de cobenefícios efetivos para as comunidades locais. É comum que os pequenos distritos mais próximos aos parques e complexos sejam mais afetados negativamente do que positivamente. Apenas quando essas populações forem incluídas e se sentirem beneficiadas, os projetos de MDL de energia eólica contribuirão efetivamente para o desenvolvimento sustentável no nível local.

Quanto à melhoria da saúde e segurança nas áreas de influência dos projetos, esse foi um cobenefício praticamente não declarado nos DCPs e também muito pouco percebido na análise *ex-post*. Considerando que, em geral, as localidades onde os parques e complexos estão instalados são distantes de grandes centros, os serviços de saúde locais tendem a apresentar um certo nível de precariedade. Contudo, o único projeto analisado que contribuiu para a melhoria dos serviços de saúde oferecidos às comunidades foi o Complexo Eólico Trairi.

Por fim, na dimensão econômica, a principal oportunidade para ampliação dos cobenefícios surge do nível do projeto: a possibilidade de conciliar a geração eólica com outras atividades. Embora em nenhum dos projetos visitados tenha sido observada essa conciliação de atividades de forma relevante, acredita-se que existe potencial para vir a ser um cobenefício considerável futuramente no Nordeste. A associação da geração eólica com a agricultura na Serra do Mel (RN) é um caso que aponta em sentido favorável a essa conciliação. Vale ressaltar, entretanto, que boa parte das terras onde os parques e complexos visitados estão instalados não é muito propícia para a agricultura.

O maior desafio para a expansão dos cobenefícios econômicos vem do nível nacional e diz respeito à transferência de tecnologia. Dado que a tecnologia no setor eólico é controlada por empresas multinacionais estrangeiras, os desenvolvedores dos projetos eólicos devem procurar construir *know-how* para o desenvolvimento de novas tecnologias locais ou nacionais. Isso poderia ser feito por meio de parcerias com universidades e centros de pesquisa locais, parcerias público-privadas (PPPs) e inovações na cadeia de suprimentos. Portanto, o desafio é fortalecer a inovação tecnológica por meio da colaboração mútua.



## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

---

No desenvolvimento deste capítulo com as conclusões da tese, são evidenciados a resposta ao problema de pesquisa, os objetivos alcançados, as contribuições para a ampliação do conhecimento acadêmico e para a geração efetiva de cobenefícios, as limitações do presente trabalho e, por fim, algumas sugestões de pesquisas futuras.

A partir dos resultados obtidos, foi possível responder à questão de pesquisa formulada, qual seja: “quais as oportunidades e desafios para a ampliação dos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável gerados pelos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste brasileiro?”. Também o objetivo geral de analisar as oportunidades e desafios identificados foi cumprido. Foram analisados 18 desafios e 17 oportunidades, categorizados com base nas dimensões político-institucional, ambiental, social e econômica e nos níveis de governança global, nacional, subnacional e do projeto. Depois, foi feita a síntese das principais oportunidades e desafios por dimensão.

Conforme evidenciado ao longo desta tese, os objetivos específicos propostos também foram cumpridos, de forma a possibilitar o atingimento do objetivo geral. Assim, os objetivos específicos 1 e 2 foram alcançados na seção 2.2. Foram discutidos o papel e o *status* das energias renováveis e da energia eólica, no mundo e no Brasil, e também mapeado o setor de energia eólica no Brasil, identificando as principais instituições e organizações envolvidas. Os objetivos específicos 3 e 4 foram alcançados na seção 4.1, com a apresentação do perfil dos projetos de MDL de energia eólica do Nordeste Brasileiro e a análise dos cobenefícios declarados nos documentos de concepção dos 50 projetos selecionados. Na seção 4.2, com a apresentação dos 10 projetos visitados e a análise dos cobenefícios percebidos pelos seus gestores, foi atingido o 5º objetivo específico. Na seção 4.3, os cobenefícios declarados e percebidos foram confrontados, cumprindo o 6º objetivo. O objetivo específico 7 foi alcançado na seção 4.4, com a identificação e categorização das oportunidades e desafios para ampliação dos cobenefícios gerados pelos projetos. Por fim, o 8º objetivo específico é cumprido nesta conclusão, com as propostas de

melhoria na metodologia de avaliação de cobenefícios utilizada, a partir do foco no setor eólico.

Inicialmente, os resultados da pesquisa revelam a importância de realizar investigações que vão além da análise *ex-ante* dos documentos de concepção dos projetos. É importante lembrar que, às vezes, os proponentes dos projetos de MDL de energia eólica não os executam, vendendo-os para desenvolvedores que implementam e operam os parques e complexos. Além disso, os cobenefícios não são verificados posteriormente, como acontece no caso da redução de GEE. Assim, a AND brasileira não vinha sendo rigorosa em relação ao que era declarado como cobenefício nos DCPs quando aprovava os projetos de MDL. Por esses motivos, recomenda-se a associação das análises *ex-ante* e *ex-post* nos estudos de cobenefícios.

A análise comparando os cobenefícios declarados nos DCPs e aqueles percebidos pelos gestores entrevistados após a implementação dos projetos revelou uma lacuna importante em termos quantitativos. Os cobenefícios percebidos pelos gestores foram muito superiores aos declarados nos DCPs. No caso da população de 50 DCPs analisada, o total dos cobenefícios declarados representou apenas 10,9% da pontuação máxima possível. No caso da análise *ex-ante* da amostra de 10 DCPs, esse percentual subiu um pouco, para 12,1% do máximo possível. Contudo, na análise *ex-post* dessa mesma amostra, a pontuação dos cobenefícios percebidos alcançou 62% da pontuação máxima.

Em termos qualitativos, observou-se um *trade off* entre os cobenefícios econômicos e ambientais. Nas análises *ex-ante*, enquanto os cobenefícios econômicos foram bastante declarados nos DCPs, os ambientais foram amplamente subestimados. Já na análise *ex-post*, foi possível notar uma maior percepção dos cobenefícios ambientais, em detrimento dos econômicos, resultando em pontuações quase iguais (138 pontos para os cobenefícios ambientais e 139 pontos para os econômicos). Acredita-se que o modelo de análise pode ter contribuído para o melhor desempenho da dimensão ambiental na análise *ex-post*, pois ao detalhar mais indicadores de cobenefícios ambientais (27) do que econômicos (21), a dimensão econômica é responsável por um percentual menor da pontuação total. Acredita-se ainda que os proponentes dos DCPs consideram os cobenefícios ambientais como sendo menos relevantes para a aprovação dos projetos.

Outro fator que pode ter influenciado, em certa medida, na declaração e percepção pequenas dos cobenefícios ambientais gerados é a não consideração da redução das emissões de GEE como cobenefício. Em alguns DCPs, a redução das emissões foi declarada como contribuição do projeto para a sustentabilidade, porém essa contribuição intrínseca da energia eólica ao meio ambiente não pode ser pontuada no modelo devido à própria definição de cobenefício. Da mesma forma, alguns gestores entrevistados perceberam a redução de GEE como um benefício importante, que porém não pode ser pontuado. Ainda assim, o cobenefício mais percebido pelos gestores foi a melhoria da qualidade do ar, ligada à redução de outros poluentes atmosféricos, que seriam emitidos na geração termelétrica por combustíveis fósseis. E logo em seguida, foi percebida a melhoria ou proteção dos recursos naturais, especialmente os biomas e a diversidade de espécies de flora e fauna em áreas de reserva ambiental legal.

No tocante aos cobenefícios sociais, o principal cobenefício identificado foi a criação de novos empregos, achado que corrobora resultados de vários outros estudos. Esse cobenefício social foi o mais pontuado, tanto na análise *ex-ante* quanto na *ex-post*. Como os projetos eólicos são todos novos empreendimentos – e não projetos de MDL em empresas que já existem – a criação de empregos é inquestionável, porém restrita, no longo prazo, a poucos postos de trabalho especializado. A oportunidade de expandir esse cobenefício reside principalmente na cooperação entre governos subnacionais e desenvolvedores de projetos eólicos para investir na capacitação de mão de obra local, com foco em conhecimentos técnicos necessários para a operação e manutenção dos parques.

Nesse ponto, é preciso reconhecer que os programas de geração de renda executados pelos desenvolvedores dos parques e complexos eólicos, a partir das vocações dos lugares onde estão instalados, cumprem um papel importante na inclusão de pessoas das comunidades locais. Em quatro dos dez projetos analisados, foram percebidas iniciativas visando criar e apoiar associações de moradores e produtores locais. Ações como a realização de cursos de corte e costura, cozinha regional, artesanato e produção de sabão criaram opções de geração de renda, principalmente para mulheres. Um projeto que merece destaque é o incentivo e apoio dado pela Statkraft, desde 2014, ao grupo de artesãs Filhas do Vento.

Em relação à dimensão econômica, o cobenefício que mais se destacou foi o apoio ao crescimento econômico, principalmente porque a maioria dos parques eólicos localiza-se em municípios de médio e pequeno porte, de baixo nível de desenvolvimento. Quanto maior o porte dos parques instalados nesses municípios, mais a economia local é movimentada. O alto investimento econômico realizado em uma atividade inexistente no local anteriormente cria novas oportunidades de negócios e estimula atividades industriais e, com maior frequência, comerciais. Também a criação de infraestrutura, notadamente estradas para facilitar o acesso aos parques, foi um cobenefício bastante percebido.

Em que pese esta tese ser focada nos cobenefícios para o desenvolvimento sustentável dos projetos de energia eólica, ao longo da pesquisa foi necessário incluir também os impactos negativos desses projetos. Sem dúvida, o desenvolvimento da energia eólica é importante para o Brasil e para o Nordeste. Entretanto, assim como qualquer atividade econômica, a geração eólica gera impactos socioambientais, em particular quando o porte do empreendimento é grande.

Inicialmente, na fase de construção, existem diversos impactos decorrentes do grande contingente de trabalhadores contratados, do movimento de tráfego na região, da abertura de estradas para acesso aos parques, da construção das torres, entre outros. Posteriormente, na fase de operação, são gerados impactos como o aumento do ruído, a descaracterização da paisagem, em especial no caso de parques em região de dunas, e a restrição do acesso das comunidades tradicionais às terras dos parques e complexos, que anteriormente eram de uso comum. Tais impactos têm sido causa de insatisfação entre moradores das áreas de influência dos empreendimentos.

A presente pesquisa permite tirar algumas lições para que os projetos de MDS gerem mais cobenefícios. Inicialmente, para alcançar um maior equilíbrio entre os objetivos de mitigar as mudanças climáticas e contribuir para o desenvolvimento sustentável, é essencial estabelecer auditorias para os cobenefícios verdadeiramente gerados pelos projetos de MDS. Com essa definição, os proponentes dos projetos darão mais importância à declaração dos cobenefícios nos DCPs e as ANDs serão mais rigorosas em relação à sua aprovação.

Outra lição aprendida é a necessidade de aumentar a participação, o envolvimento e a inclusão das comunidades. O MDS precisa estabelecer regras claras para que os desenvolvedores dos projetos assumam um compromisso efetivo com a

geração de cobenefícios para as comunidades locais, que são as mais afetadas pelos impactos negativos. Um bom exemplo da inclusão das comunidades foi observado no Complexo Eólico Alto Sertão, com a atuação da Comissão de Acompanhamento do Empreendimento, uma condicionante do licenciamento ambiental. Somente com a inclusão é possível aumentar a percepção positiva por parte dos atores locais sobre a contribuição do projeto para a geração de melhores condições de vida e, portanto, para o desenvolvimento sustentável no nível local.

Passando às propostas para o aperfeiçoamento da metodologia de avaliação de cobenefícios utilizada, a partir do foco no setor eólico, são sugeridas algumas melhorias nos indicadores. O instrumento proposto para coleta de dados sobre os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável, incorporando as sugestões de melhoria, é apresentado no Apêndice E.

Em relação aos cobenefícios ambientais, sugere-se que alguns indicadores ligados ao critério solo – como a produção ou utilização de composto orgânico, a produção ou utilização de nutrientes do solo e a prática de cultivo mínimo – sejam incluídos no modelo de análise apenas no caso de parques eólicos consorciados com atividades agrícolas. Esses indicadores não se aplicam à realidade da grande maioria dos parques eólicos que não são consorciados. Entretanto, há um aspecto importante para evitar a poluição do solo em parques eólicos que não está incluído no modelo de cobenefícios. Assim, sugere-se a inclusão de um indicador de prevenção da poluição pelo derramamento de óleo. Devido à grande quantidade de óleo no interior de cada turbina eólica, da ordem de centenas de litros, sempre existe o risco de ocorrerem acidentes graves envolvendo seu derramamento.

Além da prevenção ao derrame de óleo, outro indicador ambiental que poderia ser incorporado ao modelo analítico é a proteção da paisagem. A degradação de dunas, por exemplo, é um impacto negativo notável que gera insatisfação entre as comunidades locais. Sendo o Nordeste uma região de belezas paisagísticas de valor significativo, sugere-se ainda a criação de fundos para proteger e realçar essas belezas intrínsecas aos locais onde os empreendimentos eólicos são instalados.

No tocante aos cobenefícios sociais, dois indicadores se mostraram não aplicáveis à realidade dos parques eólicos analisados. A redução de riscos à saúde causados pela poluição de ambientes internos não é aplicável porque os ambientes internos dos parques eólicos são basicamente escritórios climatizados, que não estão

sujeitos a poluição. Também a redução do congestionamento do tráfego não foi percebida em nenhum dos projetos, uma vez que os parques eólicos normalmente se localizam em áreas rurais, com pouco tráfego. Na realidade, o tráfego costuma aumentar exatamente devido aos parques e complexos, mas apenas na fase de construção. Na fase de operação, o tráfego costuma voltar a ser reduzido.

A partir da análise *ex-post*, percebeu-se que a promoção da regularização fundiária pode representar um cobenefício social importante em alguns casos. Portanto, sugere-se a inclusão desse indicador no modelo de análise. No Nordeste, é razoavelmente comum que desenvolvedores de projetos eólicos precisem providenciar a regularização fundiária das terras a serem arrendadas para viabilizar os projetos, particularmente quando a área do parque ou complexo eólico engloba pequenas propriedades. Tanto no Complexo Eólico Asa Branca quanto no Alto Sertão, os gestores entrevistados explicitaram a importância para as comunidades locais da regularização fundiária realizada.

Já em relação aos cobenefícios econômicos, são feitas três sugestões. A primeira sugestão refere-se ao critério transferência de tecnologia. Observou-se que todos os 10 projetos foram pontuados no indicador introdução, desenvolvimento e / ou difusão de tecnologia importada, o que gerou um desempenho superestimado no critério transferência de tecnologia. Considera-se que a simples introdução de uma tecnologia importada não se caracteriza como transferência de tecnologia. Ademais, notou-se que a política de fornecimento e manutenção adotada pelos fornecedores dos aerogeradores mantém a tecnologia sob seu domínio. Dessa forma, sugere-se que esse indicador seja substituído por: existência de acordo ou convênio para transferência, desenvolvimento e/ou difusão de tecnologia.

A segunda sugestão é retirar o indicador melhoria do acesso à energia, que quase não foi pontuado, porque os parques e complexos são instalações produtoras de energia; e não distribuidoras. Portanto, não fornecem acesso à energia. As únicas exceções identificadas foram o Parque Eólico Rio do Fogo, que excepcionalmente fornece energia para um assentamento de reforma agrária vizinho ao parque, e os Complexos Eólicos Cristal e Serra Azul, cujo setor de comunicação providencia a instalação de placas solares em localidades sem acesso a energia. A terceira sugestão é a inclusão de um indicador referente à conciliação da geração eólica com

outras atividades econômicas. Conforme explicado, esse cobenefício pode vir a ter relevância futuramente no Nordeste.

Uma última contribuição para a melhoria do modelo, que pode ser feita futuramente, é a inclusão de pesos para os indicadores e/ou critérios. Os pesos seriam atribuídos conforme a percepção de importância maior ou menor de cada indicador ou critério. Por exemplo, a melhoria da qualidade do ar nas áreas onde os projetos estudados estão localizados não é um benefício tão relevante para as comunidades do entorno quanto a melhoria na educação. No entanto, como o critério ar possui 9 indicadores e o critério educação possui apenas 4, a pontuação do primeiro tende a ser maior.

A maior limitação desta pesquisa é o fato de ter sido possível entrevistar apenas os gestores dos projetos de MDL de energia eólica. Isso aconteceu devido às limitações de tempo e de recursos financeiros disponíveis para a pesquisa de campo. E entre os gestores entrevistados, alguns tinham uma visão mais limitada do projeto, não possuindo conhecimento de todas as áreas abordadas no instrumento de coleta de dados. Essa limitação se deveu principalmente à indisponibilidade do principal gestor do parque ou complexo na data agendada para a visita. Assim, essas limitações provavelmente conferiram um certo viés aos resultados da pesquisa.

Além disso, foi necessário selecionar uma amostra de apenas 10 dos 50 projetos analisados inicialmente, para a realização da análise *ex-post*. Portanto, é possível que haja realidades diferentes entre os 40 projetos que não foram contemplados para a pesquisa de campo. Alguns fatores impediram a visita a campo de mais projetos: primeiro a dificuldade de contato e de aceitação por parte dos desenvolvedores de receber a visita; e depois as limitações de tempo e de recursos financeiros para a sua realização.

Uma terceira limitação refere-se ao foco da pesquisa nos parques e complexos eólicos que submeteram projetos de MDL. Como a geração eólica tem experimentado uma expansão muito intensa e rápida no Nordeste, a quantidade de projetos de MDL de energia eólica é muito menor do que a quantidade de parques eólicos no Nordeste em 2020 (apenas 12,4%). Entretanto, vale lembrar que a situação era diferente em 2016, ano em que foi realizada a pesquisa de campo. O número de projetos equivalia a 20,3% do número de parques eólicos instalados no Nordeste. E como muitos DCPs eram elaborados para complexos eólicos inteiros, a capacidade total dos projetos de

MDL de energia eólica no Nordeste equivalia a 59,2% da capacidade dos parques eólicos instalados na região naquele ano.

Considerando a maior limitação da pesquisa, a primeira sugestão para o desenvolvimento de pesquisas futuras é a análise aprofundada de um ou alguns dos projetos, realizando entrevistas com as diversas partes interessadas, como formuladores de políticas de clima e energia em diferentes níveis, agências ambientais, comunidades e beneficiários dos cobenefícios gerados. Dessa forma, vários pontos de vista poderiam ser comparados e a limitação do viés dos gestores poderia ser superada.

Outras linhas de pesquisa que poderiam ser seguidas são:

- Comparar os cobenefícios gerados pelos empreendimentos eólicos que possuem projetos de MDL e os que não possuem;
- Comparar os cobenefícios gerados pelos empreendimentos eólicos, a matriz de impactos do EIA/RIMA e as condicionantes das licenças ambientais;
- Analisar os cobenefícios gerados por projetos eólicos híbridos ou consorciados;
- Estudar os impactos dos projetos eólicos sobre o IDH dos municípios onde se localizam;
- Estudar os impactos dos projetos eólicos no final da vida útil dos aerogeradores (fase de descomissionamento);
- Comparar os cobenefícios gerados por projetos eólicos *onshore* e *offshore*;
- Analisar outros tipos de projetos, principalmente de geração de energia, utilizando o *framework* da pesquisa e o quadro de oportunidades e desafios.



## REFERÊNCIAS

ADEODATO, S. Morros dos ventos uivantes. **Revista Página 22**, ed. 95, 22 mai. 2015. Disponível em: <[https://pagina22.com.br/wp-content/uploads/2009/07/P22\\_Edicao\\_95.pdf](https://pagina22.com.br/wp-content/uploads/2009/07/P22_Edicao_95.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Boletim de Informações Gerenciais** – 1º trimestre de 2019. 2019a. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+1%C2%BA+trimestre+de+2019/b860054f-79ec-6608-951a-fb2288701434?version=1.1>. Acesso em: 25 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Leilão de energia garante investimento de R\$ 11,2 bilhões**. 18 out. 2019. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/leilao-de-energia-garante-investimento-de-r-11-2-bilhoes/656877?inheritRedirect=false#:~:text=O%20pre%C3%A7o%20m%C3%A9dio%20ao%20final,com%202.979%20MW%20de%20pot%C3%Aancia](https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/leilao-de-energia-garante-investimento-de-r-11-2-bilhoes/656877?inheritRedirect=false#:~:text=O%20pre%C3%A7o%20m%C3%A9dio%20ao%20final,com%202.979%20MW%20de%20pot%C3%Aancia)>. Acesso em: 05 out. 2020.

\_\_\_\_\_. **Requerimento Administrativo interposto pela Enel Green Power Damascena Eólica S.A. e Enel Green Power Eólica Dois Riachos S.A, com vistas a obter tratamento regulatório diferenciado para a geração das Centrais Geradoras Eólicas - EOLs Dois Riachos e Damascena em face do atraso da Subestação Morro do Chapéu II**. 2018. Disponível em <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias\\_area/arquivos/48500.004574-2015-37.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias_area/arquivos/48500.004574-2015-37.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. **Evolução da Energia Eólica no Brasil**. 08 jul. 2016. Disponível em:<[http://www.aneel.gov.br/aneel-essencial/-/asset\\_publisher/c4M6OIoMkLad/content/evolucao-da-energia-eolica-no-brasil?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/aneel-essencial/-/asset_publisher/c4M6OIoMkLad/content/evolucao-da-energia-eolica-no-brasil?inheritRedirect=false)>. Acesso em: 18 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. **Processo “Acompanhamento da implantação da EOL Porto Salgado”**. Volume 1. 2014. Disponível em: <[http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/417106/RESPOSTA\\_PEDIDO\\_48500%202179%202012%20\(Volume%201\).pdf](http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/417106/RESPOSTA_PEDIDO_48500%202179%202012%20(Volume%201).pdf)>. Acesso em: 22 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. **Alteração do cronograma de implantação das Centrais Geradoras Eólicas União dos Ventos 1 a 10**. 2013. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias\\_area/arquivos/48500.003195.2010.05\\_e\\_outros.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias_area/arquivos/48500.003195.2010.05_e_outros.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. **Atlas de Energia Elétrica no Brasil**. 3ª edição. Brasília, 2008. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2016.

ALFA. **Site institucional**. Disponível em <<http://www.ventosbrasil.com/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. **Project Design Document “Dunas de Paracuru Wind Farm”**. 2012. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/Applus1356644494.56/view>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

AMBROZIO *et al.* **A difusão da agenda ESG no mundo e no Brasil**. 23 out. 2020 Disponível em: <<https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/A-difusao-da-agenda-ESG-no-mundo-e-no-Brasil/>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

ANDRADE, J. C. S.; COSTA, P. Mudança climática, protocolo de Kyoto e mercado de créditos de carbono: desafios à governança ambiental global. **Organizações & Sociedade**, 15(45), 29-45, 2008. <https://dx.doi.org/10.1590/S1984-92302008000200002>.

ANDRADE, J. C. S.; PUPPIM DE OLIVEIRA, J. A. The Role of the Private Sector in Global Climate and Energy Governance. **Journal of Business Ethics**, 130(2), 375-387, 2014. DOI:10.1007/s10551-014-2235-3.

ANGELO, C.; RITTL, C. **Is Brazil on the way to meet its climate targets?** Explainer note by the climate observatory. 27 set. 2019. Disponível em: <[http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2019/09/Is-Brazil-on-the-way-to-meet-its-climate-targets\\_-1.pdf](http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2019/09/Is-Brazil-on-the-way-to-meet-its-climate-targets_-1.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2020.

AQUILA, G. **Análise do impacto dos programas de incentivos para viabilizar economicamente o uso de fontes de energia renovável**. 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/203>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

AQUILA, G. *et al.* An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 70, 1090-1098, abr. 2017. DOI: 10.1016/j.rser.2016.12.013.

ARAÚJO, A. A.; MOURA, G. J. B. A literatura científica sobre os impactos causados pela instalação de parques eólicos: análise cienciométrica. **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 13, n. 28, p. 207-223, mai./ago. 2017.

ARAÚJO, R. ‘Novas-ricas’ carecem de estrutura. **Tribuna do Norte**, Natal, 22 ago. 2010. Disponível em <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/novas-ricas-carecem-de-estrutura/157612>. Acesso em 27 jun. 2019.

ASIAN DEVELOPMENT BANK – ADB. **Future Carbon Fund: Delivering Co-Benefits for Sustainable Development**. 2017. Disponível em: <<https://www.adb.org/sites/default/files/publication/389821/future-carbon-fund.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE COMERCIALIZADORES DE ENERGIA – ABRACEEL. **Cartilha mercado livre de energia elétrica**. <[http://www.abraceel.com.br/archives/files/Abraceel\\_Cartilha\\_MercadoLivre\\_V9.pdf](http://www.abraceel.com.br/archives/files/Abraceel_Cartilha_MercadoLivre_V9.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA – ABEEÓLICA. **Energia Eólica: os bons ventos do Brasil** – Infovento n. 18, 22 out. 2020. 2020a. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/10/Infovento-18.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

\_\_\_\_\_. **Boletim anual de geração eólica 2019**. 2020b. Disponível em: <[http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/06/Boltim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o-E%C3%B3lica-2019\\_V7.pdf](http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/06/Boltim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o-E%C3%B3lica-2019_V7.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. **Energia Eólica: o setor**. 2020c. Disponível em: <<http://www.abeeolica.org.br/energia-eolica-o-setor/>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. Re: **Banco de dados sobre parques eólicos**. 2020d. [online] Mensagem pessoal com planilha anexada enviada para a autora. 22 mar 2020.

\_\_\_\_\_. **Números ABEEÓlica** – Fevereiro de 2019. 2019. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/02/N%C3%BAmeros-ABEE%C3%B3lica-02.2019.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. **Wind Energy in Brazil**. Apresentação feita na COP 23. Bonn, 2017. Disponível em: <<http://www.espacobrasil.gov.br>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA – ABSOLAR. **PV in Brazil: market status and growth perspectives**. Apresentação feita na COP 23. Bonn, 2017. Disponível em: <<http://www.espacobrasil.gov.br>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

BAHIA. Conselho Estadual do Meio Ambiente – CEPRAM. Resolução CEPRAM nº 4115. Licenciamento Ambiental. **Diário Oficial do Estado da Bahia**, Salvador, 07 e 08 ago. 2010.

BAHIA. Instituto do Meio Ambiente – IMA. Portaria nº 14.666. Licenciamento Ambiental. **Diário Oficial do Estado da Bahia**, Salvador, 04 jun. 2011.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Rural – SDR. Instrução Normativa Conjunta SDE/SDR/CDA/PGE/Nº 01/2020. Dispõe sobre os procedimentos de regularização fundiária em terras devolutas estaduais com potencial de geração de energia eólica. **Diário Oficial do Estado da Bahia**, Salvador, 01 jul. 2020.

BAJOJI, S. **Socio-economic and environmental assessment of wind energy projects**. 2016. Tese (School of Environment, Resources and Development), Asian Institute of Technology, Thailand, 2016. DOI: 10.13140/RG.2.2.25540.53129.

BARBOZA, K. et al. Avaliação temporal dos relatórios IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change* e suas considerações sobre o clima global e impactos no semiárido. In: NÓBREGA, R. S. et al. (orgs.). **Reflexões sobre o semiárido: obra do encontro do pensamento geográfico**. Ananindeua/PA, Itacaiúnas, 2017. Disponível em: <<https://editoraitacaiunas.com.br/produto/reflexoes-sobre-o-semiarido-obra-do-encontro-do-pensamento-geografico/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BAXTER, J., MORZARIA, R., HIRSCH, R. A case-control study of support/opposition to wind turbines: Perceptions of health risk, economic benefits, and community conflict, **Energy Policy**, 61, 931-943, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.050>.

BENITES-LAZARO, L. L.; ANDRADE, J. C. S. Clean Development Mechanism: Key Lessons and Challenges in Mitigating Climate Change and Achieving Sustainable Development. **Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences**. 2019. DOI:10.1016/b978-0-12-409548-9.11863-9.

\_\_\_\_\_; MELLO-THÉRY, N. A. Empowering communities? Local stakeholders' participation in the Clean Development Mechanism in Latin America. **World Development**, 114, 254-266, 2019. DOI: 10.1016/j.worlddev.2018.10.005.

\_\_\_\_\_; GREMAUD, P. A.; BENITES, L. A. Business responsibility regarding climate change in Latin America: An empirical analysis from Clean Development Mechanism (CDM) project developers. **The Extractive Industries and Society**, 5(2), 297-306, 2018. DOI:10.1016/j.exis.2018.02.011.

\_\_\_\_\_; MELLO-THÉRY, N. A. CSR as a legitimatizing tool in carbon market: evidence from Latin America's Clean Development Mechanism. **Journal of Cleaner Production**, 149, 218-226, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.02.095.

BEZERRA, F. N. R. **Sustentabilidade da matriz energética brasileira**. 2016. Dissertação (Mestrado em Economia Rural), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/19359>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

BEZERRA, M. B. C. **Percepção socioambiental da comunidade da Pedra do Sal acerca da implantação do Complexo Eólico Delta do Parnaíba na APA Delta do Parnaíba**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufpi.br/xmlui/handle/123456789/163>>. Acesso em: 29 mai. 2020.

BEZERRA, M. B. C.; CARVALHO, D. B.; LOPES, W. G. R.; SOUSA, T. J. S.; SANTOS, F. C. V.; GUZZI, A. Percepção dos impactos socioambientais decorrentes da implantação do complexo eólico Delta do Parnaíba. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 1, 31 mar. 2017. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2017v11n1.32496.

BITTENCOURT, S. R. M.; BUSCH, S. E.; CRUZ, M. R. The Clean development mechanism in Brazil. In: FRANGETTO, F. W.; VEIGA, A. P. B.; LUEDEMANN, G. (orgs). **Legacy of the CDM: lessons learned and impacts from the Clean Development Mechanism in Brazil as insights for new mechanisms**. Brasília: IPEA, 2019.

BNDES. **BNDES e grupos eólicos selecionam consultoria para projetos sociais no RN**. 20 mai. 2014. Disponível em: <[https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20140520\\_rn](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20140520_rn)>. Acesso em: 10 dez. 2020.

\_\_\_\_\_. **BNDES aprova crédito de R\$ 1,8 bilhão para 26 parques eólicos no Nordeste.** 13 dez. 2011. Disponível em: <[https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20111213\\_energia\\_eolica\\_rn](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20111213_energia_eolica_rn)>. Acesso em: 07 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **BNDES cria nova linha para empresas investirem na área social.** 13 jul. 2006. Disponível em: <[https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20060713\\_not118\\_06#](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20060713_not118_06#)>. Acesso em: 18 nov. 2019.

BOGO, J. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Estado de Santa Catarina e sua Contribuição para o Desenvolvimento Sustentável Local.** 2012. 424f. Tese (Doutorado em Administração) - Núcleo de Pós-Graduação em Administração – NPGA, Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

BORDEN, R. J. Psychological dimensions of sustainability: minding the future from a human-ecological perspective. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 25, 45-49, 2017. DOI: 10.1016/j.cosust.2017.07.006.

BORRELLI, I. P. Territorial sustainability and multifunctional agriculture: a case study. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, 8, 467-474, 2016. DOI: 10.1016/j.aaspro.2016.02.046.

BRASIL. **Decreto nº 9.336, de 5 de abril de 2018.** 2018a. Cria o Parque Nacional do Boqueirão da Onça, localizado nos Municípios de Sento Sé, Juazeiro, Sobradinho e Campo Formoso, Estado da Bahia. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9336.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9336.htm)>. Acesso em: 06 mai. 2021.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Fomento e Incentivo à Cultura. **Portaria n. 2, de 3 de janeiro de 2018.** 2018b. Diário Oficial da União, Seção 1, n. 3, 4 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Intended Nationally Determined Contribution** – Towards achieving the objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change. 2015. Disponível em: <<http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Brazil/1/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (...) e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 5.882, de 31 de agosto de 2006.** 2006. Modifica os arts. 5º, 12 e 16 do Decreto no 5.025, de 30 de março de 2004, que regulamenta o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, e dá outras

providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/Decreto/D5882.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/Decreto/D5882.htm#art1)>. Acesso em: 02 out. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Protocolo de Quioto à Convenção sobre Mudança do Clima: o Brasil e a Convenção-Quadro das Nações Unidas**. 1998. Brasília: MCT. Apoio do Ministério das Relações Exteriores. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/handle/1/855>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998**. 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2652.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm)>. Acesso em: 14 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 9.074, de 7 de julho de 1995**. 1995. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9074cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9074cons.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm)>. Acesso em: 22 out. 2019.

BROWN, K. B. Wind power in northeastern Brazil: local burdens, regional benefits and growing opposition. **Climate and Development**, 3:4, 344-360, 2011. DOI: 10.1080/17565529.2011.628120.

BURKE, M. J.; STEPHENS, J. C. Political power and renewable energy futures: a critical review. **Energy Research & Social Science**, 35, p. 78-93, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.018>.

CAETITÉ: Polícia prende quadrilha que causou prejuízo de quase R\$ 1 milhão a empresa eólica. **Sudoeste Bahia**, 24 set. 2015. Disponível em: <[www.sudoestebahia.com/noticias/11475-2015/09/24/caetite-policia-prende-quadrilha-que-causou-prejuizo-de-quase-r-1-milhao-a-empresa-eolica](http://www.sudoestebahia.com/noticias/11475-2015/09/24/caetite-policia-prende-quadrilha-que-causou-prejuizo-de-quase-r-1-milhao-a-empresa-eolica)>. Acesso em: 12 jun. 2020.

CARVALHO, F. Omega Energia explica o que Parnaíba ganha com os complexos eólicos na Pedra do Sal. **Acesse24horas**. 2016. Disponível em: <[a24horas.com/2/exclusivo-omega-energia-explica-o-que-parnaiba-ganha-com-os-complexos-eolicos-na-pedra-do-sal-2/](http://a24horas.com/2/exclusivo-omega-energia-explica-o-que-parnaiba-ganha-com-os-complexos-eolicos-na-pedra-do-sal-2/)>. Acesso em: 29 mai. 2020.

CARVALHO, J. F. **O declínio da era do petróleo e a transição da matriz energética brasileira para um modelo sustentável**. Tese (Doutorado em Energia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. **Setor elétrico**: entenda o modelo brasileiro. 2017. Disponível em: <[https://www.ccee.org.br/portal/faces/publico/ondeatueamos/setor\\_eletrico?\\_a](https://www.ccee.org.br/portal/faces/publico/ondeatueamos/setor_eletrico?_a)>

df.ctrl-state= 144q5ujcw3\_4&\_afrLoop=249344066282061>. Acesso em: 18 abr. 2017.

CASTRO, N. *et al.* Perspectivas da energia eólica offshore. **Agência Canal Energia**. Rio de Janeiro, 06 ago. 2018. Disponível em: <[http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/19\\_castro184.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/19_castro184.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2020.

CLIMATE WATCH. **Data Explorer**. 2021. Disponível em: <<https://www.climatewatchdata.org/data-explorer/historical-emissions?historical-emissions-data-sources=cait&historical-emissions-gases=all-ghg&historical-emissions-regions=All%20Selected&historical-emissions-sectors=total-including-lucf&page=1>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA – CEPEL. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro: Simulações 2013**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2017. Disponível em: [http://novoatlas.cepel.br/wp-content/uploads/2017/03/NovoAtlasdoPotencialEolico\\_BrasileiroSIM\\_2013.pdf](http://novoatlas.cepel.br/wp-content/uploads/2017/03/NovoAtlasdoPotencialEolico_BrasileiroSIM_2013.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2020.

COELHO, A. S. **Redução de gases de efeito estufa na agroindústria canavieira brasileira**: discussão do instrumento crédito de carbono à luz da economia de baixo carbono. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2019**. Brasília: SEST SENAT, 2019. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/gerencial.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

CONTOURGLOBAL. **Site institucional**. 2019a. Disponível em: <<http://www.contourglobal.com/>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. **Generating greater energy** – Annual Report 2018. 2019b. Disponível em: <[https://www.contourglobal.com/sites/default/files/2019-04/2018\\_annual\\_report.pdf](https://www.contourglobal.com/sites/default/files/2019-04/2018_annual_report.pdf)> Acesso em: 21 mai. 2019.

\_\_\_\_\_. **Never Compromise** – 2016 Annual Corporate Sustainability Report. 2017. Disponível em: < [https://www.contourglobal.com/sites/default/files/2018-02/2016%20Annual%20Corporate%20Sustainability%20Report\\_0.pdf](https://www.contourglobal.com/sites/default/files/2018-02/2016%20Annual%20Corporate%20Sustainability%20Report_0.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. **Informativo** – Programa de Comunicação e Educação Ambiental Parques Eólicos Asa Branca IV, V, VI, VII e VIII. Ano 2, nº 2. Maio de 2015.

\_\_\_\_\_. **Asa Branca Wind Power Bundle Project**. 2011. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/Validation/DB/WFZYCYCSLBUDEBO4H2Q7PV257YJ3P02/view.html>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA – CONFAZ. **Convênio ICMS 101/97**. 1997. Disponível em: <[https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/1997/CV101\\_97](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/1997/CV101_97)>. Acesso em: 24 mai. 2021.

COP25: Key outcomes agreed at the UN climate talks in Madrid. **Carbon Brief**, 15 dez. 2019. Disponível em: <<https://www.carbonbrief.org/cop25-key-outcomes-agreed-at-the-un-climate-talks-in-madrid>>. Acesso em: 31 ago. 2020.

CORAL, C. **Trairi: a vida e o saber do povo**. Maringá, PR, 2014. ISBN: 978-85-917526-0-7.

COSTA, M. A. S.; COSTA, M. S.; COSTA, M. M. S.; LIRA, M. A. T. Impactos socioeconômicos, ambientais e tecnológicos causados pela instalação dos parques eólicos no Ceará. **Rev. Bras. de Meteorol.**, v. 34, n. 3, jul./set. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778634304>

COSTA, R. F. **Ventos que transformam?** Um estudo sobre o impacto econômico e social da instalação dos Parques Eólicos no Rio Grande do Norte/Brasil. 2015. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/23017>>. Acesso em 09 out. 2019.

CPFL RENOVÁVEIS. **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.cpfrenovaveis.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CROWE, T. L. The potential of the CDM to deliver pro-poor benefits. **Climate Policy**, 13:1, 58-79, 2013.

CUBICO. **Site institucional**. 2020. Disponível em: <<https://www.cubicoinvest.com/>>. Acesso em: 29 abr. 2020.

DAI, K.; BERGOT, A.; LIANG, C.; XIANG, W.-N.; HUANG, Z. Environmental issues associated with wind energy: a review. **Renewable Energy**, 75, 911-921, 2015. DOI: 10.1016/j.renene.2014.10.074.

DE JONG, P.; KIPERSTOK, A.; SÁNCHEZ, A. S.; DARGAVILLE, R.; TORRES, E. A. Integrating large scale wind power into the electricity grid in the Northeast of Brazil. **Energy**, Volume 100, 1 Abril 2016, p. 401-415.

DESENVIX. **Wind Power Plants Seabra, Novo Horizonte and Macaúbas CDM Project**. 2012. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/BVQI1341010968.76/view/>>. Acesso em 25 mar. 2017.

DESTER, M. **Propostas para a construção da matriz de energia elétrica brasileira com foco na sustentabilidade do processo de expansão da oferta e segurança no suprimento da carga**. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, 2012.

DIRIX, J.; PEETERS, W.; STERCKX, S. Is the clean development mechanism delivering benefits to the poorest communities in the developing world? A critical evaluation and proposals for reform. **Environment, Development and**



**Sustainability**, 18: 839-855, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s10668-015-9680-8>.

DRUPP, M. Does the Gold Standard label hold its promise in delivering higher Sustainable Development benefits? A multi-criteria comparison of CDM projects. **Energy Policy**. 2010.

DU, Y., TAKEUCHI, K. **Can climate mitigation help the poor?** Measuring impacts of the CDM in rural China. Discussion paper nº 1808, Graduate School of Economics, Kobe University. 2018. Disponível em: <<http://www.econ.kobe-u.ac.jp/activity/publication/dp/pdf/2018/1808.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

DUBEUX, R. R. **Desenvolvimento e mudança climática**: estímulos à inovação em energia de baixo carbono em países de industrialização tardia (1997-2014). Tese (Doutorado em Relações Internacionais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/20231>>. Acesso em: 09 ago. 2016.

EDUARDO, B. Energia eólica no alto sertão - qual é o desenvolvimento? **Agência Sertão**, Guanambi/BA, 05 dez. 2015. Disponível em: <<http://agenciasertao.com/2015/12/05/energia-eolica-no-alto-sertao-qual-e-o-desenvolvimento/>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

ELKINGTON, J. 25 years ago I coined the phrase “Triple Bottom Line.” Here’s why it’s time to rethink it. **Harvard Business Review**, 25 jun. 2018. Disponível em: <<https://hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it>>. Acesso em: 19 fev. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Matriz Energética e Elétrica**. 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 26 Jul. 2020.

\_\_\_\_\_. **Balanco Energético Nacional 2019**: relatório síntese / ano base 2018. 2019a. Rio de Janeiro: EPE, 2019. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029**. 2019b. Brasília: MME/EPE, 2019. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=a18d104e-4a3f-31a8-f2cf-382e654dbd20&groupId=36189](http://www.mme.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=a18d104e-4a3f-31a8-f2cf-382e654dbd20&groupId=36189)>. Acesso em: 19 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. **Nota Técnica PR 07/18**: premissas e custos oferta de energia elétrica no horizonte 2050. 2018. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-456/NT%20PR%20007-2018%20Premissas%20e%20Custos%20Oferta%20de%20Energia%20EI%C3%A9trica.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2020.

\_\_\_\_\_. **EPE conclui cadastramento para os Leilões de Energia Nova de 2017**. 15/09/2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/>>

Leil%C3%A3o%20de%20Energia%20A-6%202017/EPEconcluicadastramento paraosLeilõesdeEnergiaNovade2017.aspx>. Acesso em: 11 out. 2017.

ENEL. **Sustainability Report 2018**. 2019. Disponível em: <https://corporate.enel.it/content/dam/enel-it/azienda/documenti/sustainability-report-2018.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

ENEL BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade Enel no Brasil 2018**. 2019. Disponível em: <[https://www.eneldistribuicao.com.br/Documents/Relat%c3%b3rio\\_de\\_Sustentabilidade\\_Enel\\_no\\_Brasil\\_2018.pdf](https://www.eneldistribuicao.com.br/Documents/Relat%c3%b3rio_de_Sustentabilidade_Enel_no_Brasil_2018.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2020.

\_\_\_\_\_. **Play Energy**: crianças brasileiras são premiadas no Uruguai. 03 mai. 2018. Disponível em: <<https://www.enel.com.br/pt-ceara/historias/a201805-formula-e-punta-play-energy.html>>. Acesso em: 06 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **Project Design Document of Cristal, Primavera and São Judas Wind Farms**. 2012a. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/RINA1356103570.66/view>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Project Design Document of Serra Azul Wind Farms**. 2012b. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/RINA1356109434.83/view>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

ENEL GREEN POWER – EGP. **Site institucional**. 2020. Disponível em: <<https://www.enelgreenpower.com/who-we-are/our-company>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

ENGIE BRASIL. **Site institucional**. 2020. Disponível em: <<http://www.engie.com.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Sustentabilidade 2018**. 2019. Disponível em: [https://www.engie.com.br/uploads/2019/05/ENGIE\\_RS18\\_Caderno\\_principal.pdf](https://www.engie.com.br/uploads/2019/05/ENGIE_RS18_Caderno_principal.pdf). Acesso em: 30 mar. 2020.

ENGIE. **Relatório Integrado 2019**. 2019. Disponível em: <[https://www.engie.com/sites/default/files/assets/documents/2019-11/engie\\_ri\\_2019\\_vf.pdf](https://www.engie.com/sites/default/files/assets/documents/2019-11/engie_ri_2019_vf.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **Nossas Regras que Salvam**. 2018. <[https://www.engie.com.br/uploads/2018/11/ENGIE\\_LifeSavingRules\\_Guide\\_PT-1.pdf](https://www.engie.com.br/uploads/2018/11/ENGIE_LifeSavingRules_Guide_PT-1.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ERNST & YOUNG. **Relatório de verificação independente da declaração de informações não financeiras do exercício findo em 31 de dezembro de 2018**. 2019. Disponível em < <https://www.inveravante.com/wp-content/uploads/INVERAVANTE%20ESTADOS%20INFORMACI%C3%93N%20NO%20FINANCIER A%202018.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

ERVINE, K. How low can it go? analysing the political economy of carbon market design and low carbon prices. **New Political Economy**, 1-21, 2017. DOI: 10.1080/13563467.2018.1384454

ESPARTA, A. R.; NAGAI, K. M. Experiences and lessons of CDM in the energy sector. In: FRANGETTO, F. W.; VEIGA, A. P. B.; LUEDEMANN, G. (orgs). **Legacy of the CDM: lessons learned and impacts from the Clean Development Mechanism in Brazil as insights for new mechanisms**. Brasília: IPEA, 2019.

FALLEIRO, A.; ANDRADE, J. C. S.; GASTALDINI, M. C. Projetos de energia renovável no âmbito do MDL - o caso do Brasil. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade – RMS**, v.6, n.1, 2016, p.43-58. ISSN: 2318-3233.

\_\_\_\_\_; GASTALDINI, M. C.; ANDRADE, J. C. S. Projetos de energia renovável no âmbito do MDL – Perfil dos projetos localizados no RS. **Revista de Administração da UFSM – ReA**, v. 7, Edição Especial, 2014, p. 100-112. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/view/12267>.

FERNÁNDEZ, L. **Evaluación de los co-beneficios sobre el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza de proyectos de mitigación del cambio climático en Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2014.

\_\_\_\_\_; DE LA SOTA, C.; ANDRADE, J. C. S.; LUMBRERAS, J.; MAZORRA, J. Social Sustainable Development Benefits of Hydroelectricity CDM Projects in Brazil. **Intern. Journal of Sustainable Develop. & World Ecology**, v. 21, p. 246-258, 2014.

FERNÁNDEZ, L., BOGO, J., LUMBRERAS, J., ANDRADE, J. C. S. Exploring Co-Benefits of Clean Development Mechanism Projects: lessons learned from Santa Catarina – Brazil. **The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses**, v.3, p.121-142, 2012.

FERRAZ DE ANDRADE SANTOS, J. A.; DE JONG, P.; ALVES DA COSTA, C.; TORRES, E. A. Combining wind and solar energy sources: potential for hybrid power generation in Brazil. **Utilities Policy**, 67, 020101084. DOI:10.1016/j.jup.2020.101084

FERRAZ, E. E. **Energia eólica em assentamentos de reforma agrária: território em disputa – o caso do assentamento Zumbi/Rio do Fogo no Rio Grande do Norte**. 2015. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/21579>>.

FREITAS, A. R. P.; PAIVA, L. E. B. Revisão da produção científica internacional de brasileiros acerca das mudanças climáticas. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, v. 12, n. 3, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v12i3.1615>.

FS-UNEP COLLABORATING CENTRE. **Global trends in renewable energy investment**. 2017. Disponível em: <<https://www.fs-unep-centre.org/wp->

content/uploads/2019/11/Global\_Trends\_Report\_2017.pdf/>. Acesso em: 12 ago. 2020.

FU, N.; MU, H.; LI, N. The impact of carbon trading on China's renewable energy investment: Case of CDM wind power projects. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 446, 022054, 2020. DOI: 10.1088/1755-1315/446/2/022054.

FUCUCHIMA, L. Braskem fecha com Casa dos Ventos acordo de R\$ 1 bilhão. **Valor Econômico**, 22 jan. 2021. Disponível em: <<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2021/01/22/braskem-fecha-com-casa-dos-ventos-acordo-de-r-1-bilhao.ghtml>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

GALVÃO, M. L. M.; SANTOS, M. A.; SILVA, N. F.; SILVA, V. P. Connections between wind energy, poverty and social sustainability in Brazil's semiarid. **Sustainability**, 12, 864, 2020. DOI: 10.3390/su12030864.

GANNOUM, E; PIRES, A. The pandemic has changed the course of energy transition. **Foresight**, 22 jul. 2020. Disponível em: <<https://foresightdk.com/the-pandemic-has-changed-the-course-of-energy-transition/>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

GEOCONSULT. **EIA/RIMA Centrais de Geração Eólica – CGE São Cristóvão e CGE São Jorge**. 2012. Disponível em: <<https://www.semace.ce.gov.br/2012/07/31/centrais-de-geracao-eolica-cge-sao-cristovao-e-cge-sao-jorge/>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

GE RENEWABLE ENERGY. **(Re)source Book**. 2020. Disponível em: <[https://www.ge.com/renewableenergy/sites/default/files/External%20RE%28SOURCE%29%20Book\\_PDF.pdf](https://www.ge.com/renewableenergy/sites/default/files/External%20RE%28SOURCE%29%20Book_PDF.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2020.

GIBSON, L.; WILMAN, E. N.; LAURANCE, W. F. How Green is “Green” Energy? **Trends in Ecology & Evolution**, 32(12), dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.09.007>.

GIELEN *et al.* The role of renewable energy in the global energy transformation. **Energy Strategy Reviews**, 24, 38-50, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>.

GLOBAL COMMISSION ON THE GEOPOLITICS OF ENERGY TRANSFORMATION. **A New World: the geopolitics of the energy transformation**. 2019. Disponível em: <<http://www.geopoliticsofrenewables.org/Report>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL – GWEC. **Global Wind Report 2018**. 2019. Disponível em: <<https://gwec.net/wp-content/uploads/2019/04/GWEC-Global-Wind-Report-2018.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2020.

GODOY, G. M. S. Projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa: desempenho e custos de transação. **Rev. Adm.** (São Paulo) [online]. 2013, vol.48, n.2, p. 310-326. ISSN 1984-6142. <http://dx.doi.org/10.5700/rausp1090>.

\_\_\_\_\_; SAES, M. S. M. Cap-and-trade e projetos de redução de emissões: comparativo entre mercados de carbono, evolução e desenvolvimento. **Ambient. Soc.**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 135-154, Mar. 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2015000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2015000100009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 10 dez. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOC795V1812015en>.

GÓES, M. F. B. *et al.* Projetos de MDL de energia eólica no Nordeste do Brasil: perfil e cobenefícios declarados. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA** (ANPAD), v. 12, n. 3, 2018. DOI: 10.24857/rgsa.v12i2.1477.

GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Caminhos para uma gestão participativa dos recursos energéticos de matriz renovável (parques eólicos) no Nordeste do Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v.15, n.1, p. 101-115, jan./mar. 2016. DOI: 10.4215/RM2016.1501. 0008.

\_\_\_\_\_; BRANNSTROM, C.; MEIRELES, A. J. A. (orgs.) **Impactos socioambientais da implantação dos parques de energia eólica no Brasil**. Fortaleza: Edições UFC, 2019.

GOUVÊA, R. L. P.; SILVA, P. A. Desenvolvimento do setor eólico no Brasil. **Revista BNDES**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 49, p. 81-118, jun. 2018.

GREENPEACE BRASIL. **[R]evolução Energética**: rumo a um Brasil com 100% de energias limpas e renováveis. 2016. Disponível em: <[https://storage.googleapis.com/planet4-brasil-stateless/2018/07/Relatorio\\_RevolucaoEnergetica2016\\_completo.pdf](https://storage.googleapis.com/planet4-brasil-stateless/2018/07/Relatorio_RevolucaoEnergetica2016_completo.pdf)>. Acesso em: 29 ago. 2020.

GROVER, D.; RAO, S. Inequality, unemployment, and poverty impacts of mitigation investment: evidence from the CDM in Brazil and implications for a post-2020 mechanism. **Climate Policy**, 1-17, 2020. DOI:10.1080/14693062.2020.1760773

GRUPO DE INSTITUTOS, FUNDAÇÕES E EMPRESAS – GIFE. **Investimento Social Privado**. S.d. Disponível em: <<https://gife.org.br/investimento-social-privado/>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

GUTIERREZ, M. B. G. P. S. CDM institutional-regulatory evolution and future perspectives. In: FRANGETTO, F. W.; VEIGA, A. P. B.; LUEDEMANN, G. (orgs). **Legacy of the CDM**: lessons learned and impacts from the Clean Development Mechanism in Brazil as insights for new mechanisms. Brasília: IPEA, 2019.

HAMMER, J., PIVO, G. The triple bottom line and sustainable economic development theory and practice. **Economic Development Quarterly**, 31(1), 25-36, 2016. DOI: 10.1177/ 0891242416674808.

HOFSTAETTER, M. **Energia eólica**: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte. 2016. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

IBERDROLA. **Site institucional**. 2019a. Disponível em <<https://www.iberdrola.pt/02sicb/corporativa/iberdrola/sobre-nos/grupo-iberdrola#>>. Acesso em 27 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **Estado de información no financiera. Informe de sostenibilidad Ejercicio 2018**. 2019b. Disponível em <[https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/es\\_ES/corporativos/docs/IB\\_Informe\\_Sostenibilidad.pdf](https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/es_ES/corporativos/docs/IB_Informe_Sostenibilidad.pdf)>. Acesso em 27 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **Iberdrola y Neoenergía Adjudican a Gamesa el Suministro de 84 MW en Brasil**. 27 jan. 2015. Disponível em <<https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/iberdrola-y-neoenergia-adjudican-a-gamesa-el-suministro-de-84-mw-en-brasil-8518778220150127>>. Acesso em 27 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **Project Design Document of Rio do Fogo Wind Energy Project**. 2007. Disponibilizado por e-mail em 14 out. 2016.

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ – IFPI. **Alunos do Pronatec em Parnaíba são inseridos no mercado de trabalho**. 2017. Disponível em: <<http://www.ifpi.edu.br/parnaiba/noticias/alunos-do-pronatec-campus-parnaiba-sao-inseridos-no-mercado-de-trabalho>>. Acesso em: 29 mai. 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Summary for Policymakers. In: **Global Warming of 1.5°C**. 2018. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15\\_SPM\\_version\\_report\\_LR.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2020.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Key World Energy Statistics**. 2019a. IEA, Paris. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2019>>. Acesso em 24 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. **Renewables 2019: market analysis and forecast from 2019 to 2024**. 2019b. Disponível em: <<https://www.iea.org/renewables2019/>>. Acesso em: 06 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. **World Energy Outlook 2017**. Resumen ejecutivo (spanish translation). IEA, Paris, 2017. Disponível em: <[http://sycomoreen.free.fr/docs\\_multimedia/AIE\\_rapports/WEO\\_2017\\_ExecutiveSummary\\_Spanish\\_version.pdf](http://sycomoreen.free.fr/docs_multimedia/AIE_rapports/WEO_2017_ExecutiveSummary_Spanish_version.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. **Energy and Climate Change: World Energy Outlook Special Report**. 2015. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2016.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY – IRENA. **Renewable energy benefits: Leveraging local capacity for onshore wind**. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2017. Disponível em: <<https://www.irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Benefits-Leveraging-Local-Capacity-for-Onshore-Wind>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

ISIL, O., HERNKE, M. T. The triple bottom line: a critical review from a transdisciplinary perspective. **Business Strategy and the Environment**, 26(8), 1235-1251, 2017. DOI:10.1002/bse.1982.

JÖRGENSEN, K.; JOGESH, A.; MISHRA, A. Multi-level climate governance and the role of the subnational level. **Journal of Integrative Environmental Sciences**, 12(4), 235-245, 2015. DOI:10.1080/1943815x.2015.1096797.

KARAKOSTA, C. *et al.* Does the CDM offer sustainable development benefits or not? **Intern. Journal of Sustainable Develop. & World Ecology**, 20(1), p.1-8, 2013.

KARLSSON, M.; ALFREDSSON, E.; WESTLING, N. Climate policy cobenefits: a review. **Climate Policy**, 2020. DOI: 10.1080/14693062.2020.1724070.

KATTUMURI, R., KRUSE T. Renewable technologies in Karnataka, India: jobs potential and co-benefits, **Climate and Development**, 2017. DOI: 10.1080/17565529.2017.1410085.

KOLOSZUK, R.; SAUAIA, R. Renováveis no Brasil: maturidades diferentes para cada fonte exigem cuidados especiais. **Estadão**, São Paulo, 27 set. 2018. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/renovaveis-no-brasil-maturidades-diferentes-para-cada-fonte-exigem-cuidados-especiais.html>>. Acesso em: 16 set. 2020.

KUYPER, J.; SCHROEDER, H.; LINNÉR B. The Evolution of the UNFCCC. **Annual Review of Environment and Resources**, 43:1, 343-368, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-030119>.

LANG, S.; BLUM, M.; LEIPOLD, S. What future for the voluntary carbon offset market after Paris? An explorative study based on the Discursive Agency Approach. **Climate Policy**, 19:4, 414-426, 2019. DOI: 10.1080/14693062.2018.1556152.

LARRAGÁN, J. C. The Paris Agreement, the Kyoto Protocol and the future of the carbon market. **International Bar Association**. 18 out. 2016. Disponível em: <http://www.ibanet.org/Article/Detail.aspx?ArticleUid=7d6e423c-28c2-4128-bf69-99d0d992f7aa>. Acesso em: 20 abr. 2017.

LAZARO, L. L.; GREMAUD, P. A. Contribuição para o desenvolvimento sustentável dos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na América Latina. **Organ. Soc.**, Salvador, v. 24, n. 80, p. 53-72, jan./mar. 2017. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/revistaoes/article/view/11811/13222>. Acesso em: 20 abr. 2017.

LEITE, D. B.; SOUZA, E. P. Tendências do cenário energético brasileiro: a energia de fonte eólica e o “olhar” dos atingidos. **Ciência e Natura**, v. 37, p. 243-250, 2015, DOI: <http://dx.doi.org/105902/2179460X17322>.

LEITE, J. C. Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico. **Sci. Stud.**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 643-677, set. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-31662015000300008>.

LETCHER, T. M. Why do we have global warming? In: **Managing global warming: an interface of technology and human issues**, p. 3-15, 2019. DOI:10.1016/b978-0-12-814104-5.00001-6.

LEWIS, J. I. The evolving role of carbon finance in promoting renewable energy development in China. **Energy Policy**, v. 3, p 2875-86, jun. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.01.020>. Acesso em: 20 abr. 2017.

LIMA, R. C. **A indústria de aerogeradores e o desenvolvimento regional: perspectivas de consolidação na Bahia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

LINNENLUECKE *et al.* How markets will drive the transition to a low carbon economy. **Economic Modelling**, v. 77, p. 42-54, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.07.010>.

LOSEKANN, L.; HALLACK, M. Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades. In: NEGRI, J. A.; ARAÚJO, B. C.; BACELETTE, R. (orgs). **Desafios da nação: artigos de apoio**, v. 2. Brasília: Ipea, 2018.

LOUREIRO, C. V.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Análise comparativa de políticas de implantação e resultados sociais da energia eólica no Brasil e nos Estados Unidos. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 40, p. 231-247, ago. 2017. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/45344>>. Acesso em: 06 jul. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v40i0.45344>.

MA, Z. *et al.* Co-benefits analysis on climate change and environmental effects of wind-power: A case study from Xinjiang, China. **Renewable Energy**, 57, 35-42, 2013. DOI:10.1016/j.renene.2013.01.018.

MACHADO, O. Sufocada em dívidas, Renova Energia entra com pedido de recuperação judicial. **Canal Energia**, Rio de Janeiro, 16 out. 2019. Disponível em: <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53115266/sufocada-em-dividas-renova-energia-entra-com-pedido-de-recuperacao-judicial>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

MAGALHÃES, J. V. M.; GÓES, M. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S. Análise estratégica do setor de energia eólica no Brasil. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v.12, p.3-25, 2019. DOI: 10.19177/reen.v12e120193-25.

MATHUR, V. N., *et al.* Experiences of host communities with carbon market projects: towards multi-level climate justice, **Climate Policy**, 14(1),42-62, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14693062.2013.861728>.

MAURÍCIO, F. R. C. O guarda e a cerca: projetos de energia eólica e regulação das condutas territoriais no Litoral do Piauí. 2017. **Anais do 41º Encontro Anual da ANPOCS**, 23 a 27 de outubro de 2017, Caxambu - MG. ISSN 2177-3092. Disponível em: <<https://anpocs.com/index.php/encontros/papers/41-encontro-anual-da-anpocs/gt-30/gt20-26>>. Acesso em 19 mai. 2020.



MAZZUCATO, M.; SEMIENIUK, G. Financing renewable energy: who is financing what and why it matters. **Technological Forecasting and Social Change**, 127, 8-22, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.021>.

MCDOWALL, W. *et al.* The development of wind power in China, Europe and the USA: how have policies and innovation system activities co-evolved. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 25, nº 2, p. 163–185, 2013.

MELO, L. Quem é a Enel, a gigante italiana que acaba de comprar a Eletropaulo. 04 jun. 2018. **Portal G1 – Economia**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/quem-e-a-enel-a-gigante-estatal-italiana-que-acaba-de-comprar-a-eletropaulo.ghtml>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

MIGUEZ, J. D. Z.; ANDRADE, T. C. M. A. The Continuation of the CDM under the Paris Agreement and its articulation with the SDM. In: FRANGETTO, F. W.; VEIGA, A. P. B.; LUEDEMANN, G. (orgs). **Legacy of the CDM: lessons learned and impacts from the Clean Development Mechanism in Brazil as insights for new mechanisms**. Brasília: IPEA, 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. Resenha energética brasileira: ano base 2019. 2020. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/resenha-energetica-brasileira>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. **Ranking Mundial de Energia e Socioeconomia (anos 2012/13/14)**. 2015. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139093/Ranking+Mundial+de+Energia+2015.pdf/f088fe16-e0d2-49ad-b72c-8376f749c661>. Acesso em: 10 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia - PROINFA**. 2009. Disponível em:<[www.mme.gov.br/programas/proinfa/galerias/arquivos/apresentacao/PROINFA-ANEXO1-InstitucionalMME.pdf](http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/galerias/arquivos/apresentacao/PROINFA-ANEXO1-InstitucionalMME.pdf)>. Acesso em: 18 out. 2016.

MORI-CLEMENT, Y. Impacts of CDM projects on sustainable development: Improving living standards across Brazilian municipalities? **World Development**, 113, 222–236, 2019. DOI: 10.1016/j.worlddev.2018.06.014.

MORO, M. *et al.* Transformação global da energia: a participação das energias renováveis na matriz elétrica das 50 maiores economias. **MIX Sustentável**, 5(4), 115-123, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n4.115-123>.

MOZZER, G. B.; PELLEGRINO, G. Q. The CDM and knowledge-building in GHG emissions reduction quantification: from the initial proposal to the program of activities. In: FRANGETTO, F. W.; VEIGA, A. P. B.; LUEDEMANN, G. (orgs). **Legacy of the CDM: lessons learned and impacts from the Clean Development Mechanism in Brazil as insights for new mechanisms**. Brasília: IPEA, 2019

MURATA, A., LIANG, J., ETO, R., TOKIMATSU, K. Environmental co-benefits of the promotion of renewable power generation in China and India through clean

development mechanisms. **Renewable Energy**, v. 87, p. 120-129, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115303256>. Acesso em: 22 mar. 2017.

NASSIF, L. Moradores questionam parque eólico nas dunas do CE. **Jornal GGN**. 23/11/2011. Disponível em: <<https://jornalggn.com.br/blog/luisnassif/moradores-questionam-parque-eolico-nas-dunas-do-ce>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

NOTTON *et al.* Intermittent and stochastic character of renewable energy sources: consequences, cost of intermittence and benefit of forecasting. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 87, p. 96-105, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.007>.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **NDC e “pedalada” de carbono**: como o Brasil reduziu a ambição de suas metas no Acordo de Paris. 10 dez. 2020. Disponível em: <<https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2020/12/ANA%CC%81LISE-NDC-1012FINAL.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2021.

O IMPARCIAL. **Projeto propõe novo modelo de apoio ao ensino público**. 28/01/2017. Disponível em: <<https://oimparcial.com.br/negocios/2017/01/projeto-propoe-novo-modelo-de-apoio-ao-ensino-publico/>>. Acesso em: 29 mai. 2020.

OLIVEIRA, A. S.; MIGUEZ, J. D. G.; ANDRADE, T. C. M. A. The climate change convention and its Kyoto Protocol as action drivers. In: FRANGETTO, F. W.; VEIGA, A. P. B.; LUEDEMANN, G. (orgs). **Legacy of the CDM**: lessons learned and impacts from the Clean Development Mechanism in Brazil as insights for new mechanisms. Brasília: IPEA, 2019.

OLIVEIRA, S. B. Análise da matriz energética brasileira e o uso da biomassa no mercado nacional. **Revista NBC**, v. 07, n. 4, 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/revistas/Metodista-IH/PCNB/v04n07/v04n07a06.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

OLSEN, K. H. The Clean Development Mechanism Contribution to Sustainable Development: a review of the literature. **Climate Change**, vol. 84, n. 1, p.59-73, 2007.

OLSEN, K. H.; ARENS, C.; MERSMANN, F. Learning from CDM SD tool experience for Article 6.4 of the Paris Agreement. **Climate Policy**, 2017. DOI:10.1080/14693062.2016.1277686.

OMEGA ENERGIA. **Site institucional**. 2020. Disponível em: <<http://www.omegaenergia.com.br>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

OMEGA GERAÇÃO. **Relatório de Sustentabilidade 2018**. 2019. Disponível em: <[http://www.omegageracao.com.br/conteudo\\_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=66706](http://www.omegageracao.com.br/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=66706)>. Acesso em: 25 mai. 2020.

ONU. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: <[http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf)>. Acesso em: 28 dez. 2020.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **Boletim Mensal de Geração Eólica - Agosto/2019**. 2019. Disponível em: <[http://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/Boletim\\_Eolica\\_ago2019.pdf](http://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/Boletim_Eolica_ago2019.pdf)>. Acesso em: 09 out. 2019.

ORDOÑEZ, R. Na Bahia, famílias vivem de vento. **Jornal O Globo**, Rio de Janeiro, 07 jul. 2012. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/na-bahia-familias-vivem-de-vento-5420145>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

PAIVA, D. S. **Projetos do Mercado Voluntário de Carbono no Brasil**: análise dos cobenefícios para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Tese (Doutorado em Administração) – NPGA, Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

\_\_\_\_\_. *et al.* Mercado Voluntário de Carbono: Análise de Cobenefícios de Projetos Brasileiros. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, art. 3, p. 45-64, jan./fev. 2015.

\_\_\_\_\_. *et al.* O mercado voluntário de carbono: análise de co-benefícios de projetos brasileiros para o desenvolvimento sustentável. In: **Anais do XXXVI ENANPAD** – Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração, Rio de Janeiro. 2012.

PAMPLONA, N.; FRAISSAT, Z. Energia traz bilhões para Nordeste, mas benefício fica na mão de poucos. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 25 dez. 2017. Seção Mercado. Disponível em: <<http://tools.folha.com.br/print?site=emcimadahora&url=http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/12/1945898-energia-traz-bilhoes-para-nordeste-mas-beneficio-fica-na-mao-de-poucos.shtml>>. Acesso em: 27 dez. 2017.

PARCERIA permite reforma de Grupamento da PM em Ilha Grande. **Piauí Hoje**. 12 jan. 2016. Disponível em: <<https://piauihoje.com/noticias/geral/parceria-permite-reforma-de-grupamento-da-pm-em-ilha-grande-3087.html>>. Acesso em: 25 mai. 2020.

PEÇAS de turbina despencam de 100 metros em usina eólica da Omega no Piauí. **Exame**, 03 fev. 2020. Disponível em: <<https://exame.com/economia/pecas-de-turbina-despencam-de-100-metros-em-usina-eolica-da-omega-no-piaui/>>. Acesso em: 31 mai. 2020.

PEREIRA, H. A. Contribution of the Clean Development Mechanism to sustainable development. In: FRANGETTO, F. W.; VEIGA, A. P. B.; LUEDEMANN, G. (orgs). **Legacy of the CDM**: lessons learned and impacts from the Clean Development Mechanism in Brazil as insights for new mechanisms. Brasília: IPEA, 2019.

PEREIRA, R. Energia eólica à espera de linhas no sertão baiano. **Estadão**, São Paulo, 29 set. 2012. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/>>

geral,energia-eolica-a-espera-de-linhas-no-sertao-baiano>. Acesso em: 07 ago. 2019.

PETERS, G. P. *et al.* Carbon dioxide emissions continue to grow amidst slowly emerging climate policies. **Nat. Clim. Chang.**, v.10, p. 3-6, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0659-6>.

PETERS-STANLEY, M.; GONZALEZ, G. **Sharing the Stage State of the Voluntary Carbon Markets 2014**. Executive Summary. Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance. 2014. Disponível em: <[http://www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_4501.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_4501.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 14.

PINTO, R. J.; SANTOS, V. M. L. Wind energy in Brazil: evolution, challenges and perspectives. **Journal on Innovation and Sustainability**, v. 10, n. 1, mar./mai. 2019. DOI: <https://doi.org/10.24212/2179-3565.2019v10i1p124-142>.

POGGI, F.; FIRMINO, A.; AMADO, M. Planning renewable energy in rural areas: impacts on occupation and land use. **Energy**, 155, 630-640, 2018.

POLLITT, M. G. A global carbon market? **Front. Eng. Manag.**, 6, 5-18, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42524-019-0011-x>.

PRODUÇÃO de energia eólica abre série de reportagens 'Riquezas do Piauí'. **Portal G1**. 22 abr. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2016/04/producao-de-energia-eolica-abre-serie-de-reportagens-belezas-do-piaui.html>>. Acesso em: 29 mai. 2020.

REDE DE ENERGIA RENOVÁVEL PARA O SÉCULO 21 – REN21. **Renewables 2020 global status report**. 2020. Paris: REN21 Secretariat. ISBN 978-3-948393-00-7. Disponível em: <[https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr\\_2020\\_full\\_report\\_en.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. **Energias renováveis 2016** - relatório da situação mundial. 2016. Disponível em: <[http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/11/REN21\\_GSR2016\\_KeyFindings\\_port\\_02.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/11/REN21_GSR2016_KeyFindings_port_02.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2017.

REIS, P. (2020). Parte de turbina eólica Gamesa desabou em parque eólico. **Portal Energia**. 05 fev. 2020. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/parte-de-turbina-eolica-gamesa-desabou-parque-eolico-brasil/>>. Acesso em: 31 mai. 2020.

RENOVA ENERGIA. **Síte institucional**. 2016a. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **Relatório Anual e de Sustentabilidade 2015**. 2016b. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/Sustentabilidade/DownloadAnexo/22>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **Renova 2010 Wind Parks**. 2012. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/BVQI1350473592.78/view>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **Renova Area 6-8 Wind Power Project**. 2011. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/LRQA%20Ltd1349355823.93/view>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **Plantas Medicinais: saberes tradicionais**. Lauro de Freitas/BA: Solisluna Editora. 2014. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/Sustentabilidade/ProgramaResgate>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

REZAE, Z. Business sustainability research: a theoretical and integrated perspective. **Journal of Accounting Literature**, 36, 48-64, 2016. DOI: 10.1016/j.acclit.2016.05.003.

ROCKSTRÖM *et al.* A roadmap for rapid decarbonization. **Science**, v. 355, n. 6331, p. 1269-1271, 24 mar. 2017. DOI: 10.1126/science.aah3443.

RODRIGUES, L. B.; PEROBELLI, F. F. C.; VASCONCELOS, S. Geração de energia eólica no Brasil: um investimento viável? **R. Bras. Eco. de Emp.**, v. 17, n. 2, 2017.

ROZENDO, C.; FERRAZ, E.; BASTOS, F. Que bons ventos as trazem? A investida das usinas eólicas e a reconfiguração dos territórios rurais no Estado do Rio Grande do Norte: desafios e perspectivas. In: **Anais do 38º Encontro Anual da ANPOCS**, Caxambu-MG, 2014. Disponível em: <<https://anpocs.com/index.php/papers-38-encontro/gt-1/gt21-1/9367-que-bons-ventos-as-trazem-a-investida-das-usinas-eolicas-e-a-reconfiguracao-dos-territorios-rurais-no-estado-do-rio-grande-do-norte-desafios-e-perspectivas/file>>. Acesso em: 09 out. 2019.

SANTANA FILHO. **Análise de condicionantes socioambientais para instalação de parques eólicos**: estudo de caso, licenciamento do Complexo Eólico Morrinhos - Campo Formoso - BA. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental), Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2019.

SANTOS ENERGIA. **Santo Antônio de Pádua, São Cristovão and São Jorge Wind Power Project**. 2012. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/Validation/DB/WB4X2HOT65X7WU4REX8KQNRLZW62DZ/view.html>>. Acesso em: 29 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Site institucional**. 2013. Disponível em: <<http://santosenergia.com.br/>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

SANTOS, M. P.; BERTOLLA, L. M. A. A reserva legal sob a ótica da função socioambiental da propriedade. **Revista Jurídica**, [S.l.], v. 2, n. 4, p. 168-192, mai. 2019. ISSN 2595-945X. Disponível em: <<http://revistajuridica.fadep.br/index.php/revistajuridica/article/view/97>>. Acesso em: 22 out. 2019.

SCHREURS, M. Multi-level Climate Governance in China. **Environmental Policy and Governance**, 27(2), 163-174, 2017. DOI: 10.1002/eet.1751.

SEN, S.; GANGULY, S. Opportunities, barriers and issues with renewable energy development: a discussion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 69, 1170-1181, mar. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.137>.

SERVENG. **Site institucional**. 2019. Disponível em <<http://www.serveng.com.br/negocios/energia>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. **Project Design Document of Windfarm Complex União dos Ventos**. 2012. Disponível em <<https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1346836897.03/view>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

SHARMA, P. Accentuating Energy Security amidst COVID-19 and Disaster Risk Management. **Energy Review**, v. 2, n. 8, ago. 2020.

SHAW, C. The role of rights, risks and responsibilities in the climate justice debate, **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, 8(4), 505-519, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-10-2014-0127>.

SIEMENS GAMESA. **Company presentation** – Siemens Gamesa Renewable Energy. 2020. Disponível em: <<https://www.siemensgamesa.com/en-int/-/media/siemensgamesa/downloads/en/about-us/siemens-gamesa-renewable-energy-company-presentation-2020-en.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2020.

SILVA JR., A. C. *et al.* Sustainable development and cleaner technology in Brazilian energy CDM Projects: consideration of risks. **Human and Ecological Risk Assessment**, v. 19, n. 4, 2013. <http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2012.729400>.

SILVA JR., A. C. *et al.* Políticas públicas, tecnologias mais limpas e desenvolvimento sustentável: um estudo de projetos de MDL em parques eólicos no Brasil. **REUNA**, v.16, n.2, 2011, p.103-120. Disponível em: <<http://revistas.una.br/index.php/reuna/article/view/395>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

SILVA, N. F. *et al.* Wind energy in Brazil: from the power sector's expansion crisis model to the favorable environment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 22, p. 686-697, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.054>.

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estud. av.** [online]. 2013, vol. 27, n. 77, p. 99-116. ISSN 0103-4014.

\_\_\_\_\_. Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2014, vol. 31, p. 83-90, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.046>.

SITRA. **Wind power**. 15 ago. 2017. Disponível em: <<https://www.sitra.fi/en/cases/wind-power/>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

SOBRINHO JR., M. F.; MORAIS, E. R. C.; SILVA, P. C. M. Uso e ocupação do solo de áreas agrícolas com energia eólica. **Mercator**, v. 19, out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.4215/rm2020.e19030>.

SOINI, K.; DESSEIN, J. Culture-sustainability relation: towards a conceptual framework. **Sustainability**, 8, 167, 2016. DOI:10.3390/su8020167.

SOUZA, A. L. R.; ALVAREZ, G.; ANDRADE, J. C. S. Mercado regulado de carbono no Brasil: um ensaio sobre divergências contábil e tributária dos créditos de carbono. **Organ. Soc.**, Salvador, v. 20, n. 67, p. 675-697, dez. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1984-92302013000400006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-92302013000400006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 dez. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-92302013000400006>.

SOUSA, E. A. C. P., NASCIMENTO, R. S. **Avaliação econômica e financeira** – Estudo de caso: Projeto Serosa de aproveitamento de energia eólica para geração de energia elétrica. Projeto de graduação (Curso de Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004925.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2017.

STAHLKE, T. The impact of the Clean Development Mechanism on developing countries' commitment to mitigate climate change and its implications for the future. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, 2019. DOI: 10.1007/s11027-019-09863-8.

STATKRAFT. **Site institucional**. 2019. Disponível em: <<http://www.statkraft.com.br/>>. Acesso em 27 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **Statkraft AS Annual Report 2018**. 2018. Disponível em: <<https://www.statkraft.com/globalassets/1-statkraft-public/05-investor-relations/4-reports-and-presentations/2018/annual-report-2018/2018-annual-report-statkraft-as.pdf>>. Acesso em 27 ago. 2019.

SUBBARAO, S., LLOYD, B. Can the Clean Development Mechanism (CDM) deliver? **Energy Policy**, 39(3), 1600-1611, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.036>.

SUN, Q. *et al.* Co-benefits of CDM projects and policy implications. **Environmental Economics**, 1(2), 78-88, 2010. Disponível em: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-31415>

SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK (SDSN); FONDAZIONE ENI ENRICO MATTEI (FEEM). **Roadmap to 2050 - a manual for nations to decarbonize by mid-century**. 2019. Disponível em: <<https://roadmap2050.report/>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

TESKE, S. **[R]evolução energética: a caminho do desenvolvimento limpo**. São Paulo, Greenpeace, 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/handle/11465/1226>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

THE INVESTOR AGENDA. **The Investor Agenda: accelerating action for a net-zero emissions economy**. 2021. Disponível em: <<https://theinvestoragenda.org/>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

TOLMASQUIM, M. T. (coord.). **Energia renovável**: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica. EPE: Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <[http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia Renovável - Online 16maio2016.pdf](http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renovavel%20-Online%2016maio2016.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **Integração das Fontes Renováveis Intermitentes na América Latina**: Brasil, Chile e Uruguai. Corporación Andina de Fomento, 2017. Disponível em: <<http://scioteca.caf.com>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

TORINELLI, V. H., SILVA JR., A. F. A.; ANDRADE, J. C. S. Wind power energy in Brazil: public financing and future perspectives. **Latin American J. Management for Sustainable Development**, vol. 4, n. 1, 2018. DOI: 10.1504/LAJMSD.2018.091325

TRACTEBEL. **Trairi, Guajirú, Fleixeiras I e Mundaú Wind Power Plant CDM Project**. 2012. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

TRACTEBEL/AMBIENTAL. **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Central Eólica Trairi**. 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/7426335-Relatorio-de-impacto-ambiental-rima-central-eolica-trairi-ltda.html>>. Acesso em: 21 mar. 2020.

TROSTMANN, K. E. **Financiamento climático para adaptação no Brasil**: mapeamento de fundos nacionais e internacionais. São Paulo, Instituto Ethos / WWF-Brasil, set. 2017. Disponível em: <[https://www.ethos.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Publicaca%C3%A7%C3%A3o\\_Financiamento\\_Clim%C3%A1tico\\_compressed.pdf](https://www.ethos.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Publicaca%C3%A7%C3%A3o_Financiamento_Clim%C3%A1tico_compressed.pdf)>. Acesso em: 21 mai. 2021.

TU, Q.; BETZ, R.; MO, J.; FAN, Y.; LIU, Y. Can carbon pricing support onshore wind power development in China? An assessment based on a large sample project dataset. **Journal of Cleaner Production**, 198, 24-36, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.06.292.

UNEP DTU PARTNERSHIP. **CDM Pipeline**. 2020. Disponível em: <<http://www.cdmpipeline.org/>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

UNITED KINGDOM - DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY. **Our energy future** - creating a low carbon economy. 24 fev. 2003. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/publications/our-energy-future-creating-a-low-carbon-economy>>. Acesso em: 13 ago. 2020.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTIONS ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **CDM sustainable development co-benefits**. 2020a. Disponível em: <<https://www4.unfccc.int/sites/sdcmicrosite/Pages/SD-Reports.aspx>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

\_\_\_\_\_. **Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality**. 2020b. Disponível em: <[https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-02-v4.0.0.pdf/history\\_view](https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-02-v4.0.0.pdf/history_view)>. Acesso em: 08 jul. 2020.



\_\_\_\_\_. **Achievements of the Clean Development Mechanism.** Harnessing Incentive for Climate Action, 2001-2018. 2018. Disponível em: <<https://unfccc.int/documents/181797>>. Acesso em: 05 set. 2018.

\_\_\_\_\_. **21st Conference of the Parties. Acordo de Paris.** 2015. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. **Benefits of the Clean Development Mechanism.** 2012a. Disponível em: <[https://cdm.unfccc.int/about/dev\\_ben/ABC\\_2012.pdf](https://cdm.unfccc.int/about/dev_ben/ABC_2012.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. **Sustainable development co-benefits tool (SD Tool).** 2012b. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Reference/tools/index.html>>. Acesso em: 11 jan. 2016

VALVERDE, M. Indústria impulsiona demanda no mercado livre. **Diário do Comércio**, 4 ago. 2020. Disponível em: <<https://diariodocomercio.com.br/economia/industria-impulsiona-demanda-no-mercado-livre/>>. Acesso em: 09 out. 2020.

VENTURA, A. *et al.* Carbon market and global climate governance: limitations and challenges, **International Journal Innovation and Sustainable Development**, 9(1), 28-47, 2015. DOI: 10.1504/IJISD.2015.067347.

VESTAS still rules turbine market, but challengers are closing in. Londres e Nova York, **BNEF**, 18 fev. 2020. Disponível em: <<https://about.bnef.com/blog/vestas-still-rules-turbine-market-but-challengers-are-closing-in/>>. Acesso em: 23 ago. 2020.

VESTAS Leads Break-Away Group of Big Four Turbine Makers. Londres, Nova York e Tóquio, **BNEF**, 14 fev. 2019. Disponível em: <<https://about.bnef.com/blog/vestas-leads-break-away-group-big-four-turbine-makers/>>. Acesso em: 23 ago. 2020.

WATTS, D., ALBORNOZ, C., WATSON, A. Clean Development Mechanism (CDM) after the first commitment period: Assessment of the world's portfolio and the role of Latin America. **Renew Sust Energ Rev**, 41, 1176–1189, 2015.

WESTON, David. Average turbine size reaches 2.4MW – updated. **Windpower Monthly**, 6 abr. 2018. Disponível em: <<https://www.windpowermonthly.com/article/1461367/average-turbine-size-reaches-24mw-updated>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

WINDEUROPE. **History of Europe's wind industry.** 2020. Disponível em: <<https://windeurope.org/about-wind/history/>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

WORLD RESOURCES INSTITUTE – WRI. **4 Charts Explain Greenhouse Gas Emissions by Countries and Sectors.** 2020. Disponível em: <<https://www.wri.org/insights/4-charts-explain-greenhouse-gas-emissions-countries-and-sectors>>. Acesso em: 22 mai. 2021.

WORLDWATCH INSTITUTE – WWI. **Estado do Mundo 2015: ameaças veladas à sustentabilidade: como enfrentar.** Salvador: Uma Ed., 2015.

XUE, B. *et al.* A life cycle co-benefits assessment of wind power in China. **Renew Sust Energ Rev**, v. 41, p. 338-346, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114007321>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

YANG, J. Environmental and climate change co-benefits analysis of wind power generation in China. **Energy Procedia**, 88, 76-81, 2016. DOI: 10.1016/j.egypro.2016.06.027.

ŻAK, A. Triple bottom line concept in theory and practice. **Research Papers of the Wrocław University of Economics**, 387, 2015. DOI: 10.15611/pn.2015.387.21.

ZHAO, Z.; LI, Z. W.; XIA, B. The impact of the CDM (Clean Development Mechanism) on the cost price of wind power electricity: a China study. **Energy**, v. 69, p. 179 -185, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421300902X>. Acesso em: 20 mar. 2017.

ZHOU, Y.; LI, Y. P.; HUANG, G. H. Planning sustainable electric-power system with carbon emission abatement through CDM under uncertainty. **Applied Energy**, v. 140, p. 350–364, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914012264>. Acesso em: 21 mar. 2017.

## APÊNDICE A – Relação de artigos apresentados em congressos e publicados em revistas científicas

### ARTIGOS COMPLETOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

GÓES, M. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S.; JABBOUR, C. Wind power projects in Brazil: challenges and opportunities increasing co-benefits and implications for climate and energy policies. **Environment, Development and Sustainability**. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01300-8>.

MAGALHÃES, J. V. M.; GÓES, M. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S. Análise estratégica do setor de energia eólica no Brasil. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v.12, p.3 - 25, 2019. DOI: 10.19177/reen.v12e120193-25.

GÓES, M. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S.; SANTANA, A. C. Projetos de MDL de energia eólica no Nordeste do Brasil: perfil e cobenefícios declarados. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA (ANPAD)**, v. 12, n. 3, 2018. DOI: 10.24857/rgsa.v12i2.1477.

### ARTIGOS PUBLICADOS EM ANAIS DE EVENTOS (COMPLETO)

GÓES, M. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S.; SANTANA, A. C.; LIMA, R. C. Cobenefícios para o Desenvolvimento Sustentável de Projetos de MDL de Energia Eólica no Nordeste do Brasil. In: XLI ENANPAD, 2017, São Paulo. **Anais do EnANPAD 2017**, 2017.

MAGALHAES, J. V., GÓES, M. F. B.; SILVA, M. S.; ANDRADE, J. C. S. Análise estratégica do setor de energia eólica no Brasil: desafios e oportunidades. In: XVII Congresso Brasileiro de Energia, 2017, Rio de Janeiro. **Anais do XVII Congresso Brasileiro de Energia**, 2017.

### CAPÍTULO DE LIVRO PUBLICADO (NO PRELO)

GÓES, M. F. B.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, L. S. Jardins botânicos e parques eólicos: resgatando o conhecimento tradicional para preservação e conservação dos recursos naturais. In: OLIVEIRA, D. S.; MENEZES A. M.; HANAQUE, M. F. (orgs). **Política, Gestão e Práticas Ambientais**. Salvador: EDUFBA (no prelo).

### RESUMOS PUBLICADOS EM ANAIS DE EVENTOS

GÓES, M. F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S.; SANTANA, A. C. Sustainable Development Co-Benefits of Wind Power CDM Projects in Northeast Brazil. In: 23<sup>rd</sup> Annual International Sustainable Development Research Conference, 2017, Bogotá. **Proceedings of the 23<sup>rd</sup> Annual International Sustainable Development Research Conference**, 2017.

GÓES, M. F. B.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, L. S.; GOMES SOBRINHO, L. Botanical gardens and wind farms: rescuing local knowledge for the preservation and sustainable use of natural resources. In: 6th Global Botanic Gardens Congress, 2017, Genebra. **Proceedings of 6th Global Botanic Gardens Congress**. Genebra: Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève, 2017.

## APÊNDICE B – Instrumento de coleta de dados sobre os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável

PROJETO: \_\_\_\_\_

SETOR / ATIVIDADE: \_\_\_\_\_

LOCALIZAÇÃO: \_\_\_\_\_

ENTREVISTADO: \_\_\_\_\_

CARGO: \_\_\_\_\_

DIMENSÕES	CRITÉRIOS	QUESTÕES	INDICADORES			
			-1	0	1	
AMBIENTAL	AR	O projeto melhora a qualidade do ar na área de influência?	Reduz a emissão de óxidos de enxofre?			
			Reduz a emissão de óxidos nitrosos?			
			Reduz a emissão de cinzas?			
			Reduz a emissão de material suspenso particulado?			
			Reduz a emissão de poeira?			
			Reduz a emissão de compostos orgânicos voláteis não metânicos (ex. butano, propano, etano, etc)?			
			Reduz a emissão de ruído?			
			Reduz a emissão de odores?			
			Outras melhorias na qualidade do ar? Especificar:			
			Houve aumento na emissão de algum poluente atmosférico?			
	TERRA	O projeto melhora a qualidade do solo e/ou evita sua poluição?	Previne a poluição pelo descarte de resíduos sólidos no final da vida útil?			
			Produz / utiliza composto orgânico (oriundo de compostagem)?			
			Produz / utiliza esterco, adubo mineral ou outros nutrientes do solo?			
			Usa tecnologia ecoeficiente de irrigação? Especificar:			
			Usa medidas para prevenir a erosão e/ou salinização do solo?			
			Pratica cultivo mínimo, evitando revolver excessivamente a terra?			
	ÁGUA	O projeto melhora a gestão da água na área de influência?	Outras melhorias na qualidade da terra? Especificar:			
			Melhora a gestão e / ou controle de águas residuais?			
			Economiza e / ou conserva água?			
			Melhora a confiabilidade e acessibilidade do abastecimento de água para a comunidade?			
Assegura à comunidade água potável através de purificação da fonte existente ou de uma outra fonte mais limpa?						
Melhora a qualidade da água dos corpos hídricos?						
RECURSOS NATURAIS	O projeto protege ou melhora a gestão dos recursos naturais não-renováveis?	Outras melhorias na gestão dos recursos hídricos? Especificar:				
		Protege ou melhora a gestão dos recursos minerais?				
		Protege ou melhora os biomas (cerrado, mata atlântica, caatinga, pampa, floresta amazônica)?				
		Protege ou melhora a diversidade de espécies da flora e fauna?				
		Protege ou melhora o manejo das florestas?				
		Outras melhorias na gestão dos recursos naturais não-renováveis? Especificar:				

DIMENSÕES	CRITÉRIOS	QUESTÕES	INDICADORES			
			-1	0	1	
S O C I A L	EMPREGOS	O projeto cria novos empregos?	Criou novos postos de trabalho a longo prazo (> 1 ano)?			
			Criou novos postos de trabalho a curto prazo (< 1 ano), durante a implantação?			
			Criou novas fontes de geração de renda?			
			Criou outras oportunidades de emprego? Especificar:			
			Houve eliminação de algum posto de trabalho? Especificar:			
	SAÚDE E SEGURANÇA	O projeto resulta em melhorias na saúde e segurança?	Reduz ou previne doenças?			
			Reduz acidentes / incidentes?			
			Reduz o risco de deslizamentos de terra?			
			Reduz o risco de incêndio e / ou explosão?			
			Reduz a criminalidade?			
			Melhora a conservação de alimentos / segurança alimentar?			
			Reduz o risco à saúde causado pela poluição dos ambientes internos (indoor)?			
			Melhora os serviços de saúde oferecidos às comunidades?			
			Melhora o saneamento básico e o gerenciamento de resíduos?			
			Outras melhorias na gestão da saúde e segurança? Especificar:			
			Houve alguma piora na saúde e segurança? Especificar:			
	EDUCAÇÃO	O projeto facilita a educação, divulgação de informação, pesquisa ou conscientização?	Fornecer cursos de formação relacionados com o trabalho (cursos vocacionais/ profissionalizantes, etc.)?			
			Aprimora a qualidade dos serviços educacionais (escolas, professores, etc.)?			
			Difunde conhecimentos relacionados ao projeto (visitas ao projeto, etc.)?			
			Outros benefícios educacionais? Especificar:			
			Melhora as condições de trabalho?			
	BEM-ESTAR	O projeto melhora o bem-estar da população?	Contribui para o desenvolvimento rural ou das comunidades?			
			Atenua a pobreza?			
			Melhora a distribuição de riqueza e / ou gera renda para a comunidade?			
			Aumenta as receitas municipais?			
			Empodera as mulheres (ex: otimiza e valoriza as tarefas realizadas por mulheres)?			
			Reduz o congestionamento de tráfego?			
			Promove a harmonia e coesão social?			
			Cria oportunidades, mecanismos e / ou ferramentas para responder às necessidades das partes interessadas locais (ex: conselho comunitário, ouvidoria)?			
			Compartilha de forma equitativa a receita dos créditos de carbono, com financiamento atingindo as comunidades locais?			
			Existe uma percepção positiva por parte dos atores locais sobre a contribuição do projeto para a geração de melhores condições de vida?			
			Reduz a migração na área de influência do projeto?			
			Cuida de crianças e pessoas em situação vulnerável?			
			Inclui intencionalmente grupos vulneráveis em discussões/atividades do projeto?			
			Outros benefícios para o bem-estar? Especificar:			

DIMENSÕES	CRITÉRIOS	QUESTÕES	INDICADORES			
			-1	0	1	
O O - M O Z O C P	CRESCIMENTO	O projeto apoia o desenvolvimento e ou a estabilidade econômicos?	Foi feito um novo investimento econômico como resultado do projeto?			
			Propiciou o início de novas atividades industriais / comerciais?			
			Cria e mantém nova infraestrutura (ex: rodovias, pontes, passarelas, praças, etc.)?			
			Gera algum ativo relevante para a empresa?			
			Aumenta a eficiência das atividades produtivas existentes?			
			Reduz os custos de produção ou de serviços?			
			Cria novas oportunidades de negócios?			
			Aumenta o turismo local?			
			Outros benefícios econômicos? Especificar:			
	ENERGIA	O projeto melhora a disponibilidade/ acesso à energia?	Melhora a cobertura / disponibilidade do fornecimento de energia (ex: distribuição, horas do dia etc.)?			
			Melhora o acesso à energia (ex: pontos de entrega)?			
			Aumenta a acessibilidade e / ou confiabilidade da energia?			
			Reduz a dependência de fontes externas de energia?			
			Promove a utilização sustentável da energia?			
			Outras melhorias na energia? Especificar:			
	TRANSF. DE TECNOLOGIA	O projeto resulta em uma mudança na tecnologia?	Introduz, desenvolve e / ou difunde tecnologia importada?			
			Introduz, desenvolve e / ou difunde novas tecnologias locais?			
			Promove adaptação de novas tecnologias viáveis para as circunstâncias locais?			
			Possui atividades que constroem know-how (conhecimento) para o desenvolvimento de novas tecnologias?			
			Envolve as universidades locais ou centros de investigação para o desenvolvimento, utilização e / ou difusão de tecnologia?			
			Outros benefícios tecnológicos? Especificar:			

**APÊNDICE C – Instrumento de coleta de dados sobre o setor eólico**

PROJETO: \_\_\_\_\_

LOCALIZAÇÃO: \_\_\_\_\_

ENTREVISTADO: \_\_\_\_\_

CARGO: \_\_\_\_\_

1. Há quanto tempo você trabalha no setor de energia e no setor eólico?
2. Na sua opinião, qual o papel do setor eólico em relação à redução das emissões de GEE e ao combate às mudanças climáticas?
3. Quais os principais desafios que o setor eólico tem a enfrentar no Brasil e no Nordeste?
4. Quais as principais oportunidades que o setor eólico pode aproveitar no Brasil e no Nordeste?
5. No geral, quais as perspectivas do setor na sua opinião?
6. Que políticas públicas vêm sendo ou poderiam ser implantadas para o desenvolvimento do setor?







Dimensões	Critérios	União dos Ventos		Asa Branca		Rio do Fogo		Alto Sertão		Seabra, Novo Horizonte e Macaúbas		Cristal e Serra Azul		Dunas de Paracuru		Traíri		Santos		Delta do Parnaíba			
		Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos	Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos	Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos	Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos	Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos	Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos	Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos	Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos	Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos	Co-Benefícios Declarados	Co-Benefícios Percebidos		
O C I M O N O C E	Indicadores	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	
		0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	
		0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	
		0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
		0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	
		0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	
		0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	
		0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
		0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
		0	5	2	9	3	9	0	8	2	6	0	8	2	4	2	4	2	6	2	8	2	1
		Total - Critério CRESCIMENTO																					
		Melhora a cobertura / disponibilidade do fornecimento de energia (ex: distribuição, horas do dia etc.)?																					
		Melhora o acesso à energia (ex: pontos de entrega)?																					
		Aumenta a acessibilidade e / ou confiabilidade da energia?																					
Reduz a dependência de fontes externas de energia?																							
Promove a utilização sustentável da energia?																							
Outras melhorias na energia?																							
Total - Critério ENERGIA																							
Introduz, desenvolve e / ou difunde tecnologia importada?																							
Introduz, desenvolve e / ou difunde novas tecnologias locais?																							
Promove adaptação de novas tecnologias viáveis para as circunstâncias locais?																							
Possui atividades que constroem know-how (conhecimento) para o desenvolvimento de novas tecnologias?																							
Envolve as universidades locais ou centros de investigação para o desenvolvimento, utilização e / ou difusão de tecnologia?																							
Outros benefícios tecnológicos?																							
Total - Critério TRANSF. DE TECNOLOGIA																							
TOTAL DIMENSÃO ECONÔMICA																							
PERCENTUAL DA PONTUAÇÃO MÁXIMA (21 PONTOS)																							
TOTAL																							
PERCENTUAL DA PONTUAÇÃO MÁXIMA TOTAL (81 PONTOS)																							

## APÊNDICE E – Instrumento proposto para coleta de dados sobre os cobenefícios para o desenvolvimento sustentável

PROJETO: \_\_\_\_\_

SETOR / ATIVIDADE: \_\_\_\_\_

LOCALIZAÇÃO: \_\_\_\_\_

ENTREVISTADO: \_\_\_\_\_

CARGO: \_\_\_\_\_

DIMENSÕES	CRITÉRIOS	QUESTÕES	INDICADORES	-1	0	1
AMBIENTAL	AR	O projeto melhora a qualidade do ar na área de influência?	Reduz a emissão de óxidos de enxofre?			
			Reduz a emissão de óxidos nitrosos?			
			Reduz a emissão de cinzas?			
			Reduz a emissão de material suspenso particulado?			
			Reduz a emissão de poeira?			
			Reduz a emissão de compostos orgânicos voláteis não metânicos (ex. butano, propano, etano, etc)?			
			Reduz a emissão de ruído?			
			Reduz a emissão de odores?			
			Outras melhorias na qualidade do ar? Especificar:			
	TERRA	O projeto melhora a qualidade do solo e/ou evita sua poluição?	Previne a poluição pelo descarte de resíduos sólidos no final da vida útil?			
			Previne a poluição pelo derramamento de óleo?			
			Usa tecnologia ecoeficiente de irrigação? Especificar:			
	ÁGUA	O projeto melhora a gestão da água na área de influência?	Usa medidas para prevenir a erosão e/ou salinização do solo?			
			Outras melhorias na qualidade da terra? Especificar:			
			Melhora a gestão e / ou controle de águas residuais?			
			Economiza e / ou conserva água?			
Melhora a confiabilidade e acessibilidade do abastecimento de água para a comunidade?						
RECURSOS NATURAIS	O projeto protege ou melhora a gestão dos recursos naturais?	Assegura à comunidade água potável através de purificação da fonte existente ou de uma outra fonte mais limpa?				
		Melhora a qualidade da água dos corpos hídricos?				
		Outras melhorias na gestão dos recursos hídricos? Especificar:				
		Protege ou melhora a gestão dos recursos minerais?				
		Protege ou melhora os biomas (cerrado, mata atlântica, caatinga, pampa, floresta amazônica)?				
		Protege ou melhora a diversidade de espécies da flora e fauna?				
Protege ou melhora o manejo das florestas?						
Protege ou melhora a paisagem?						
Outras melhorias na gestão dos recursos naturais não-renováveis? Especificar:						

DIMENSÕES	CRITÉRIOS	QUESTÕES	INDICADORES			
			-1	0	1	
S O C I A L	EMPREGOS	O projeto cria novos empregos?	Criou novos postos de trabalho a longo prazo (> 1 ano)?			
			Criou novos postos de trabalho a curto prazo (< 1 ano), durante a implantação?			
			Criou novas fontes de geração de renda?			
			Criou outras oportunidades de emprego? Especificar:			
			Houve eliminação de algum posto de trabalho? Especificar:			
	SAÚDE E SEGURANÇA	O projeto resulta em melhorias na saúde e segurança?	Reduz ou previne doenças?			
			Reduz acidentes / incidentes?			
			Reduz o risco de deslizamentos de terra?			
			Reduz o risco de incêndio e / ou explosão?			
			Reduz a criminalidade?			
			Melhora a conservação de alimentos / segurança alimentar?			
			Melhora os serviços de saúde oferecidos às comunidades?			
			Melhora o saneamento básico e o gerenciamento de resíduos?			
			Outras melhorias na gestão da saúde e segurança? Especificar:			
	EDUCAÇÃO	O projeto facilita a educação, divulgação de informação, pesquisa ou conscientização?	Fornece cursos de formação relacionados com o trabalho (cursos vocacionais/ profissionalizantes, etc.)?			
			Aprimora a qualidade dos serviços educacionais (escolas, professores, etc.)?			
			Difunde conhecimentos relacionados ao projeto (visitas ao projeto, etc.)?			
			Outros benefícios educacionais? Especificar:			
	BEM ESTAR	O projeto melhora o bem estar da população?	Melhora as condições de trabalho?			
			Contribui para o desenvolvimento rural ou das comunidades?			
			Atenua a pobreza?			
			Melhora a distribuição de riqueza e / ou gera renda para a comunidade?			
			Aumenta as receitas municipais?			
			Empodera as mulheres (ex: otimiza e valoriza as tarefas realizadas por mulheres)?			
			Promove a regularização fundiária?			
			Promove a harmonia e coesão social?			
			Cria oportunidades, mecanismos e / ou ferramentas para responder às necessidades das partes interessadas locais (ex: conselho comunitário, ouvidoria)?			
			Compartilha de forma equitativa a receita dos créditos de carbono, com financiamento atingindo as comunidades locais?			
			Existe uma percepção positiva por parte dos atores locais sobre a contribuição do projeto para a geração de melhores condições de vida?			
			Reduz a migração na área de influência do projeto?			
			Cuida de crianças e pessoas em situação vulnerável?			
			Inclui intencionalmente grupos vulneráveis em discussões/atividades do projeto?			
			Outros benefícios para o bem estar? Especificar:			

DIMENSÕES	CRITÉRIOS	QUESTÕES	INDICADORES			
			-1	0	1	
O C C - E O Z O C E	CRESCIMENTO	O projeto apoia o desenvolvimento e ou a estabilidade econômicos?	Foi feito um novo investimento econômico como resultado do projeto?			
			Propiciou o início de novas atividades industriais / comerciais?			
			Cria e mantém nova infraestrutura (ex: rodovias, pontes, passarelas, praças, etc.)?			
			Gera algum ativo relevante para a empresa?			
			Aumenta a eficiência das atividades produtivas existentes?			
			Reduz os custos de produção ou de serviços?			
			Cria novas oportunidades de negócios?			
			Aumenta o turismo local?			
			Realiza a conciliação com outras atividades econômicas?			
			Outros benefícios econômicos? Especificar:			
	ENERGIA	O projeto melhora a disponibilidade/ acesso à energia?	Melhora a cobertura / disponibilidade do fornecimento de energia (ex: distribuição, horas do dia etc.)?			
			Aumenta a acessibilidade e / ou confiabilidade da energia?			
			Reduz a dependência de fontes externas de energia?			
			Promove a utilização sustentável da energia?			
	TRANSF. DE TECNOLOGIA	O projeto resulta em uma mudança na tecnologia?	Outras melhorias na energia? Especificar:			
			Possui acordo ou convênio para transferência, desenvolvimento e/ou difusão de tecnologia importada?			
			Introduz, desenvolve e / ou difunde novas tecnologias locais?			
			Promove adaptação de novas tecnologias viáveis para as circunstâncias locais?			
Possui atividades que constroem know-how (conhecimento) para o desenvolvimento de novas tecnologias?						
Envolve as universidades locais ou centros de investigação para o desenvolvimento, utilização e / ou difusão de tecnologia?						
Outros benefícios tecnológicos? Especificar:						



## **UFBA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI**

Rua Aristides Novis, 02, 6º andar, Federação, Salvador BA

CEP: 40.210-630

Telefone: (71) 3283-9800

E-mail: [pei@ufba.br](mailto:pei@ufba.br)

Home page: <http://www.pei.ufba.br>