

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Sociologia**

Leonardo Prates Fabris

**TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS NA INDÚSTRIA DE ENERGIA
EÓLICA BRASILEIRA: RESPOSTAS DA EMPRESA WEG S.A. AOS
INCENTIVOS DO BNDES**

**Porto Alegre
2020**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
LEONARDO PRATES FABRIS

**TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS NA INDÚSTRIA DE ENERGIA
EÓLICA BRASILEIRA: RESPOSTAS DA EMPRESA WEG S.A. AOS
INCENTIVOS DO BNDES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sociologia.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Rudit Garcia

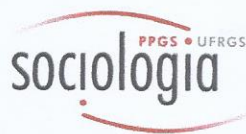
**Porto Alegre
2020**

CIP - Catalogação na Publicação

Prates Fabris, Leonardo
Transferência de tecnologias na indústria de
energia eólica brasileira: respostas da empresa WEG
S.A. aos incentivos do BNDES / Leonardo Prates Fabris.
-- 2020.
230 f.
Orientador: Sandro Rduuit Garcia.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Filosofia e Ciências
Humanas, Programa de Pós-Graduação em Sociologia,
Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Estratégia empresarial. 2. Política industrial.
3. Indústria brasileira de aerogeradores. 4. Energia
eólica. I. Rduuit Garcia, Sandro, orient. II. Título.



ATA PARA ASSINATURA Nº _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas

Programa de Pós-Graduação em Sociologia
SOCIOLOGIA - Mestrado Acadêmico
Ata de defesa de Dissertação

Aluno: Leonardo Prates Fabris, com ingresso em 01/03/2018
Título: **Transferência de tecnologias na indústria de energia eólica brasileira: respostas da empresa WEG S.A. aos incentivos do BNDES**
Orientador: Prof. Dr. Sandro Ruduit Garcia

Data: 10/07/2020
Horário: 15:00
Local: IFCH

Banca Examinadora Origem

Paulo Andre Niederle UFRGS
Adriano Premebida UFRGS
Leandro Raizer UFRGS

Porto Alegre, 10 de julho de 2020

Membros	Assinatura	Conceito
Paulo Andre Niederle	<i>videoconferência</i>	Aprovado
Adriano Premebida	<i>videoconferência</i>	Aprovado
Leandro Raizer	<i>videoconferência</i>	Aprovado

Conceito Geral da Banca: *(A)* Correções solicitadas: () Sim (X) Não

Observação: Esta Ata não pode ser considerada como instrumento final do processo de concessão de título ao aluno.

No caso de aprovação condicionada a realização de mudanças sugeridas pela banca indicar quais as mudanças necessárias e se haverá necessidade de nova banca para avaliar o trabalho ou se ficará sob responsabilidade do orientador acompanhar a realização

Aluno

Sandro Ruduit Garcia

Orientador

Programa de Pós-Graduação em Sociologia
Av. Bento Gonçalves, 9500 Prédio 43322 - 205D - Bairro Agronomia - Telefone 33088220
Porto Alegre - RS

RESUMO

A pesquisa examina as respostas da WEG S.A. aos incentivos e regras de um tipo específico de política de conteúdo local, concebida pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para a indústria brasileira de turbinas eólicas. A estratégia empresarial e os resultados da transferência de tecnologias no setor foram analisados com base no estudo de caso da companhia e de suas relações de cooperação com outras empresas e instituições de diferentes naturezas (universidades, governo e associações comerciais) para atender às metas de conteúdo local estabelecidas pelo BNDES para aerogeradores. Como resultado, verificou-se a relevância do Banco para o mercado brasileiro de energia eólica, constatando-se uma relação entre sua expansão e a participação da instituição financeira a partir de 2012 - fenômeno reconhecido pelos gestores entrevistados. Além disso, a burocracia do Banco focou-se em captar as necessidades e limitações do setor incipiente de turbinas eólicas, enquanto ampliava gradualmente as metas de conteúdo local. Isso repercutiu na produção dos componentes tecnologicamente mais avançados em solo brasileiro. Quanto à WEG, vale notar que a empresa ainda é uma exceção no contexto brasileiro: é a única fabricante interessada em desenvolver máquinas com tecnologia nacional. A companhia forma redes com instituições acadêmicas e outras empresas para criar equipes de engenheiros e grupos de P&D no contexto de metas de conteúdo local. Empresas estrangeiras, também credenciadas pelo BNDES, nacionalizaram sua produção, mas toda a inovação tecnológica está concentrada na sede, localizada na Europa e nos EUA. Pode-se concluir, com base em seu estudo de caso da WEG, que os vínculos estabelecidos com outras empresas e entidades do setor são relativamente fortes, sendo acionados pela empresa para alcançar resultados diferenciados para além das imposições institucionais do BNDES.

Palavras-chave: Estratégia empresarial; política industrial; indústria brasileira de aerogeradores; energia eólica.

ABSTRACT

The research examines WEG S.A.'s responses to the incentives and rules of a specific type of local content policy, designed by the National Bank for Economic and Social Development (BNDES) for the Brazilian wind turbine industry. The business strategy and the results of technology transfer in the sector were analyzed based on the case study of the company and its cooperative relations with other enterprises and institutions of different natures (universities, government and trade associations) to meet the goals established by the BNDES for wind turbines. As a result, the Bank's relevance to the Brazilian wind energy market was verified, showing a relationship between its expansion and the participation of the financial institution from 2012 - a phenomenon recognized by the managers interviewed. In addition, the Bank's bureaucracy focused on capturing the needs and limitations of the fledgling wind turbines sector, while gradually expanding the local content requirements. This resulted in the production of the most technologically advanced components on Brazilian soil. As for WEG, it is worth noting that the company is still an exception in the Brazilian context: it is the only manufacturer interested in developing machines with national technology. The company forms networks with academic institutions and other enterprises to create teams of engineers and R&D groups, in the context of the local content rules. Foreign companies, also accredited by the BNDES, have nationalized their production, but all technological innovation is concentrated at the headquarters, located in Europe and the USA. It can be concluded, based on WEG's case study, that the links established with other companies and entities in the sector are relatively strong, being triggered by the company to achieve differentiated results beyond the institutional requirements of the BNDES.

Keywords: Business strategy; industrial policy; Brazilian wind turbine industry; wind energy.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DIAGRAMA DE UMA REDE TÉCNICO-ECONOMICA	64
FIGURA 2 – VISÃO ESQUEMÁTICA DOS COMPONENTES DA NACELE	85
FIGURA 3 – VISÃO ESQUEMÁTICA DOS COMPONENTES DO ROTOR	88
FIGURA 4 – VISÃO ESQUEMÁTICA DOS COMPONENTES DA TORRE.....	89
FIGURA 5 – DISTRUBIÇÃO GEOGRÁFICA DOS FABRICANTES/MONTADORES DE COMPONENTES E SUBCOMPONENTES DO AEROGERADOR	90
FIGURA 6 – CRONOLOGIA DOS MECANISMOS INSTITUCIONAIS DE PROMOÇÃO DA INDÚSTRIA EÓLICA BRASILEIRA	97
FIGURA 7 – COMPONENTES BÁSICOS DE AEROGERADORES DE EIXO HORIZONTAL EM DIFERENTES CONFIGURAÇÕES	107
FIGURA 8 – ETAPAS E METAS CONCEBIDAS PARA A IMPLANTAÇÃO DO PNP AO SETOR DE AEROGERADORES	109
FIGURA 9 – RELAÇÕES INSTITUCIONAIS DA WEG	126
FIGURA 10 – LAYOUT DE AEROGERADOR E COMPONENTES DA WEG.....	140
FIGURA 11 – FÁBRICA ORIGINAL DA WEG MOTORES.....	155
FIGURA 12 – UNIDADE INDUSTRIAL DA WEG	161
FIGURA 13 – UNIDADE INDUSTRIAL DA WEG	164
FIGURA 14 – AEROGERADOR WEG EM OPERAÇÃO EM PARQUE EÓLICO....	186
FIGURA 15 – AEROGERADORES WEG EM OPERAÇÃO EM PARQUE EÓLICO	190
FIGURA 16 – ACESSO À AEROGERADOR WEG.....	194

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – MARKET SHARE GLOBAL DAS PRINCIPAIS FABRICANTES DE AEROGERADORES POR MW ADICIONADO EM 2018 (50.617 MW).....	75
GRÁFICO 2 – COMPOSIÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA (MARÇO DE 2020)	77
GRÁFICO 3 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA EÓLICA NO PAÍS EM MW (2005 A 2018)	78
GRÁFICO 4 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DAS FABRICANTES INSTALADAS NO PAÍS EM UNIDADES DE AEROGERADORES PRODUZIDAS ANUALMENTE (2014 A 2017)	82
GRÁFICO 5 – INVESTIMENTOS DA EMPRESA WEG EM P&D EM NÚMEROS ABSOLUTOS (MILHÕES DE R\$) E PROPORCIONAL A RECEITA LÍQUIDA ANUAL DA EMPRESA (%) (2000 A 2018).....	170

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – VETORES E VISÃO DAS POLÍTICAS INDUSTRIAIS NO BRASIL ...	49
QUADRO 2 – DIMENSÕES E DISPONIBILIDADE DO CONHECIMENTO	63
QUADRO 3 – RELAÇÃO ENTRE CONCEITOS E DIMENSÕES ANALÍTICAS.....	66
QUADRO 4 – REDES FORMADAS PELA WEG ANTES E APÓS O PNP	148
QUADRO 5 – ESTRATEGIA DA WEG PARA INSERÇÃO NO SETOR DE AEROGERADORES	202

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABDIB – Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base

ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica

ABENAV – Associação Brasileira das Empresas do Setor Naval e Offshore

ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos ABINEE
– Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAFATI – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

ABVE – Associação Brasileira do Veículo Elétrico

ACATE – Associação Catarinense de Tecnologia

AEB – Associação Brasileira de Comércio Exterior

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANPE – Associação Nacional de Pesquisa

ANPEI – Associação Nacional de P&D das Empresas Inovadoras

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento

BNB – Banco do Nordeste do Brasil

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BOP – *Balance of Plant*

CAF – Cooperação Andina de Fomento

CATÓLICA SC – Católica de Santa Catarina

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CELPE – Companhia Energética de Pernambuco

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CNI – Confederação Nacional das Indústrias

CNPq – Conselho Nacional de Pesquisas

COPEL – Companhia Paranaense de Energia

COPIN/CNI – Comitê de Política Industrial e Desenvolvimento Tecnológico da Confederação Nacional das Indústrias

COSEC/FIESP – Comitê de Economia da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

CPqD – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações

CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação

ELETRORAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

F&A – Fusão e Aquisição

FIESC – Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

FINAME – Financiamento a Máquinas e Equipamentos

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

FNDCT – Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FURB – Universidade Regional de Blumenau

GT – Grupo de Trabalho

GWEC – Global Wind Energy Council

IEA – International Energy Agency

IEDI – Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial

INSPER – Instituto de Ensino e Pesquisa

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IRENA – International Renewable Energy Agency

MME – Ministério de Minas e Energia

MTOI – Grupo M. Torres Olvega Industrial

NPS – Northern Power Systems

O&M – Operação e Manutenção

OMC – Organização Mundial do Comércio

ONIP – Organização Nacional da Indústria do Petróleo

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

ONU – Organização das Nações Unidas

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PDE – Plano Decenal de Expansão de Energia
PETROBRAS – Petróleo do Brasil S.A.
PND – Plano Nacional de Desestatização
PNP – Plano de Nacionalização Progressiva
PROEÓLICA – Programa Emergencial de Energia Eólica
PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIN – Sistema Interligado Nacional
T&D – Transmissão & Distribuição
UFC – Universidade Federal do Ceará
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UNESP – Universidade Estadual Paulista
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas
UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí
USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 INSTITUIÇÕES, REDES E TECNOLOGIAS	27
1.1 O Debate Institucionalista	31
1.1.1 As perspectivas da Nova Economia Institucional e da teoria neoclássica: crítica ao papel do Estado na economia	31
1.1.2 As perspectivas da <i>Institutionalist Political Economy</i> e do <i>Developmental State</i> : defesa do papel do Estado na economia	39
1.1.3 Novas perspectivas para o papel do Estado na economia	47
1.2 Referencial teórico	52
1.2.1 Formas das Instituições	53
1.2.2 Redes e transferência de tecnologias	59
2 O MERCADO DE ENERGIA EÓLICA E O PLANO DE NACIONALIZAÇÃO PROGRESSIVA DO BNDES.....	68
2.1 O mercado de energia eólica e de aerogeradores.....	71
2.1.1 A energia eólica e os principais fabricantes no Brasil	76
2.1.2 Composição dos aerogeradores e dos fornecedores brasileiros	83
2.2 Aspectos institucionais do mercado de energia eólica brasileiro	95
2.2.1 Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)	98
2.2.2 Leilões de energia	101
2.3 Plano de Nacionalização Progressiva (PNP) do BNDES	103
2.3.1 Panorama e metas	104
2.3.2 Méritos e limitações	110
3 REDES DE INTERAÇÃO DA EMPRESA WEG S.A.	120
3.1 Redes de interação da empresa WEG fora do PNP	122
3.1.1 Instituições públicas e associações	122
3.1.2 Empresas e fornecedores	126
3.1.3 Instituições de pesquisa.....	129
3.2 Redes de interação da empresa WEG a partir do PNP	132
3.2.1 Instituições públicas e associações	133
3.2.2 Empresas.....	138
4 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS NO MERCADO DE ENERGIA EÓLICA	150
4.1 Curso de ação da empresa WEG	152
4.2 Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	166
4.3 Formação de recursos humanos	177

4.4	Resultados obtidos pelas demais empresas nas redes de interação	182
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	204
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	218

INTRODUÇÃO

Os bancos de desenvolvimentos surgiram, em meados do século XX, em diversas regiões do globo, em especial na América Latina e na Ásia¹, no contexto da crescente influência da tese de que instituições estatais deveriam subsidiar os investimentos em industrialização e infraestrutura, a fim de que fosse possível mudar o quadro do “terceiro mundo” perante o mercado internacional (BRESSER-PEREIRA; GALA, 2010). No caso do Brasil, a criação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) deu-se em 1952, demarcando uma trajetória em que se adotaram diferentes estratégias de fomento ao desenvolvimento pela instituição. O Banco teve papel pioneiro no plano econômico desenvolvimentista das décadas de 1960 e 1970, marcado por investimentos significativos em indústria pesada e infraestrutura.² Todavia, passada a euforia com o crescimento então alcançado, houve uma forte retração na produção industrial, com grandes consequências: endividamento do setor público, inflação e desemprego crescentes, o que culminou na famigerada “década perdida” (anos 1980) e na diminuição do papel do BNDES, que deixou de atuar como incentivador de políticas de desenvolvimento. Nos anos 1990, o Banco tornou-se financiador dos processos de privatização do governo, gerindo o Plano Nacional de Desestatização (PND) e mitigando suas metas desenvolvimentistas primevas. Dessa forma, a instituição deixou de ser tão atuante até o final dos anos 2000. Porém, no despertar da recessão de 2008, os Governos dos Presidentes Lula (2003-2010) e Dilma (2011-2016) apostaram em políticas anticíclicas aos moldes keynesianos para tentar frear os piores impactos da crise, com o BNDES retomando um papel central no financiamento da economia brasileira.

¹ Para fins de contextualização, é pertinente arrolar os principais bancos de desenvolvimento e seus anos de fundação: Banco del Estado de Chile (1953); Korea Development Bank (1954); Industrial Development Bank of India (1964). No caso particular da Europa, foram criadas instituições financeiras com intuito diverso, referente à reconstrução nacional no período pós-guerra, como na Alemanha, a partir do Kredisanstalt fur Wiedergebäude (1948).

² Durante as décadas de 1950 e 1970, o banco atuou como o principal financiador da indústria brasileira, sendo o mais importante agente financeiro de fomento do país, com metas definidas de acordo com os planos de desenvolvimento. Respectivamente: na década de 1950, seu foco foi no setor de infraestrutura. Na década de 1960, foi privilegiada a indústria de base, de bens de consumo, as pequenas e médias empresas e o desenvolvimento tecnológico. Já na década de 1970, o banco atuou nos setores voltados para insumos básicos e bens de capital. Nesse sentido, ver: COUTO; TRINTIM, 2012.

Como é bastante conhecido, existem hoje debates acalorados sobre os resultados das diferentes estratégias de indução ao desenvolvimento adotadas pelo Banco nos últimos anos. Os defensores das políticas anticíclicas advogam que o escopo do fomento público era possibilitar que empresas selecionadas pelo governo (denominadas “campeãs nacionais”) se expandissem para o estrangeiro, a fim de se tornarem competitivas no comércio internacional. Alguns especialistas (FURTADO, 2004) defenderam essa política industrial com base na literatura referente à formação de cadeias globais de produção (*global value chains*). Não obstante, houve também diversas críticas a tal projeto, uma vez que foram utilizados bilhões de reais dos cofres públicos brasileiros para beneficiar empresas que facilmente poderiam contratar fundos em instituições financeiras privadas (GUIMARÃES, 2016). Os críticos chamam a atenção para o fato de que o BNDES, durante esse período recente, disponibilizou empréstimos volumosos a setores privilegiados da sociedade brasileira, como grandes empresas já bem estabelecidas no mercado nacional, de indústrias de baixa e média-baixa tecnologia (alimentos, bebidas, têxteis etc.). Ademais, arguiu-se que essa sorte de política industrial já se encontrava um tanto ultrapassada, não havendo mais espaço para que o governo escolha “vencedores” domésticos em uma economia cada vez mais globalizada. Pelo contrário, projetos assim, nos dias atuais, resultariam na sustentação de empresas ineficientes, não representando um ganho efetivo à economia nacional (ALMEIDA, 2009; BANDEIRA-DE-MELLO; LAZZARINI; MARCON; MUSACCHIO, 2011).

Para ir além desse debate comumente travado em âmbito político-institucional sobre o êxito ou fracasso da “política de campeões”, a presente pesquisa foca-se na participação do BNDES no desenvolvimento brasileiro, enfocando o incentivo à constituição de um setor de maior conteúdo tecnológico e valor agregado: a indústria de energia eólica, acompanhando o que ocorre concretamente no processo de expansão de empresas em face dos estímulos da instituição. Nesse setor, o capital privado demonstra, via de regra, baixo compromisso em seu estágio mais rudimentar. As tecnologias de energia renovável são intensivas em capital, e a maior parte do investimento concentra-se na fase inicial do projeto – o custo dos equipamentos corresponde a até 75% do investimento total de um parque eólico. Quanto a ganhos econômicos, a implantação de projetos de energias renováveis tende a oferecer uma oportunidade para o

desenvolvimento de indústrias de equipamentos para consumo interno e até mesmo para a exportação (PACCA; SIMAS, 2013). O Brasil teria condições territoriais excepcionais para a incorporação de fontes energéticas sustentáveis, podendo tornar-se uma referência na área de energia eólica ao consolidar uma cadeia produtiva com fabricação e exportação de aerogeradores para o mercado internacional (COUTINHO; KUPFER, 2015).

Assim, a pesquisa visa a examinar os incentivos e regras de um tipo específico de estratégia concebida à indústria de energia eólica brasileira (Plano de Nacionalização Progressiva – PNP), oriunda de uma das instituições centrais ao desenvolvimento brasileiro (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES), e, conseqüentemente, discutir resultados para as interações entre organizações que viabilizam a absorção e transferência de tecnologias no setor, com base no estudo da experiência específica de uma empresa, a WEG S.A. Sabe-se que a circulação de conhecimentos e tecnologias guarda relação com a construção de vínculos pelas empresas com outros atores organizacionais – empresas, consultorias, laboratórios, bancos, atores governamentais, entre outros (BLOCK, 2008; JULIEN, 2010; OLIVEIRA, 2008; RAMELLA, 2013).

O problema central da pesquisa pode ser expresso, em resumo, na seguinte questão: que tipos de efeitos as instituições de fomento, como os bancos de desenvolvimento, provocam na formação de redes de interação entre empresas e na transferência de tecnologia na área de energia eólica? Esse problema teórico será dirigido a partir das seguintes perguntas empíricas:

- a) Quais são as características do PNP do BNDES, em termos de benefícios e regras de contrapartidas das empresas?
- b) Quais são as redes de interação formadas pela empresa WEG S.A. em atenção aos benefícios e regras do Plano?
- c) Quais resultados em transferência de tecnologia são obtidos a partir das referidas redes?

O problema em estudo justifica-se por diferentes razões: a) desloca o eixo

usual na discussão teórica sobre bancos de desenvolvimento; b) enfoca o setor de energia eólica, com reconhecido potencial para contribuir ao desenvolvimento do país; e c) seleciona uma experiência empresarial de destacado crescimento em nosso contexto.

Em primeiro lugar, desloca-se a discussão sobre os bancos de desenvolvimento, das instituições propriamente, às ações em redes de interação e enraizamento das empresas. De fato, no tocante ao BNDES, conforme acima exposto, já se tornou um lugar-comum que, de modo geral, tal instituição acaba tratando majoritariamente do interesse de certos grupos econômicos coligados ao governo do que propriamente de interesses mais gerais relacionados ao desenvolvimento do país, consolidando-se um capitalismo de compadrio (*crony capitalism*) (LAZZARINI, 2011). No entanto, esse debate público acabou assumindo um tom fatalista que vem se propagando na sociedade brasileira, de descrédito total quanto ao Estado, sendo esse percebido como mero abrigo de agentes de má-fé, que se utilizam das suas engrenagens para a promoção dos interesses de seus pares.³ Evidentemente, fundamentos não faltam para tal percepção sobre o BNDES. No entanto, essa abordagem por óbvio não faz justiça à complexidade que engloba uma instituição desse porte, com toda sua diversidade interna, contradições e atuação nos mais variados setores da economia nacional.

Dessa forma, a atuação do Estado *per se* na transformação da economia, seja direta ou indiretamente, não deve ser vista como elemento estranho e hostil ao mercado. Afinal, as instituições públicas dos países mais avançados, cada uma a sua maneira, ditam os rumos de suas políticas industriais (BLOCK, 2008; MAZZUCATO, 2014). Ao estudar o desenvolvimento das nações pioneiras da era contemporânea (Inglaterra, EUA, França, Alemanha), bem como dos novos países que demonstraram um notável grau de desenvolvimento (Coreia do Sul, Cingapura, China), dificilmente há ausência de atuação governamental em suas economias e sociedades, como se os desígnios de tais países fossem entregues às forças do mercado. O que realmente se verifica nesses lugares é a atuação conjunta de diversas organizações – Estado, empresariado nacional, movimentos sindicais,

³ Pertinente nesse ponto, sobre a atual desmoralização da política pela sociedade brasileira, é o estudo realizado pela Fundação Perseu Abramo (2017).

universidades etc. – comprometidas com um projeto de desenvolvimento. Por sua vez, quanto aos bancos de desenvolvimento, verifica-se que os mesmos foram elementos chaves em certas conjunturas para estimular a formação de indústrias e de infraestrutura, o que revolucionou a condição de certos países, seja em termos de integração nacional ou de qualidade de vida dos seus indivíduos.⁴ No caso específico do Brasil, não se pode ignorar esse incentivo ao setor produtivo, na medida em que o crédito ainda é um bem relativamente escasso na economia brasileira em comparação a outras desenvolvidas.⁵ Não somente isso: possuímos uma das taxas de juros reais mais elevadas do planeta.⁶ Assim, não obstante as severas críticas de certos setores políticos e midiáticos, o BNDES possui função estratégica para nosso desenvolvimento, com três polos inter-relacionados de investimento: inovação, crescimento ambientalmente sustentável e desenvolvimento local e regional no território nacional (MAZZUCATO; PENNA, 2015, p. 21).

Não obstante haver diversos estudos que tratam sobre o papel da política industrial e de projetos desenvolvimentistas na economia atual, eles se prendem, via de regra, ao plano macroscópico desse fenômeno. Autores como Chang (2004a, 2004b, 2008) e Amsden (2009) limitam-se a analisar os incentivos e as instituições atuantes no processo de desenvolvimento, sem levar em conta a agência daqueles contemplados por elas. Ou seja, seus estudos somente permitem que seja compreendido qual arranjo institucional é mais apropriado a cada conjuntura. No entanto, não explicam por que, em certos casos, tais arranjos falham, não sendo os exclusivos determinantes nesse fenômeno. No caso aqui tratado, o suporte da literatura referente ao plano das interações e da ação social (Mark Granovetter) e de redes (Manuel Castells, Fred Block, Peter Evans) dos agentes econômicos permite atualizar esse debate, uma vez que se foge da noção de arranjos institucionais formais representados por entes abstratos e homogêneos. Adentra-se em uma

⁴ Há aprofundado estudo das Nações Unidas sobre o papel de bancos de desenvolvimento em países como a Coreia do Sul, Índia e China (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2016).

⁵ Para fins comparativos, o volume de crédito financeiro no Brasil encontra-se em 50% do PIB nacional em 2016, enquanto esse mesmo indicador é, na média mundial, de 130%, e na média dos países-membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), de 147% (ANÁLISE..., 2016).

⁶ Segundo levantamento feito pela Infinity Asset Management, o Brasil ocupa o 6º lugar entre as taxas de juros reais mais elevadas do mundo, atrás somente da Índia, Rússia, México, Argentina e Turquia (KAHIL, 2018).

perspectiva relacional da rede social e seus agentes reais – o nível mesoscópico, intermediário entre o comportamento individual considerado (individualismo metodológico) e o fato social macroscópico (holismo) (MAILLOCHON, 2015, p. 159), o que viabiliza um esforço de nova contribuição ao tema do desenvolvimento econômico. Como destacam diferentes analistas (BLOCK, 2008; JULIEN, 2010; OLIVEIRA, 2008; RAMELLA, 2013), a absorção, transferência e circulação de tecnologias têm sido associadas à qualidade e ao volume das interações das empresas com organizações do seu entorno, chamando a atenção para a capacidade das instituições de favorecer a constituição e sustentação de vínculos entre esses atores para o desenvolvimento de setores com maior conteúdo tecnológico.

A segunda contribuição deste estudo refere-se à importância de desenvolver tecnologias em energia eólica no Brasil, em razão da atualidade do debate no que concerne ao desenvolvimento econômico e ambiental sustentável que a sociedade almeja conquistar, bem como a participação dos arranjos institucionais e seus atores na promoção desse ideal. Assim, enfatiza-se o BNDES como instituição chave para o desenvolvimento desse setor energético, cuja relevância merece ser explorada seriamente no meio acadêmico, a fim de vislumbrar seu potencial de aprimoramento para projetos presentes e futuros. Vale notar que a complexidade e diversidade do Banco implica um conjunto de programas de financiamento que não se reduzem aos “campeões nacionais” em setores de baixo conteúdo tecnológico e valor agregado, ainda que esses tenham recebido especial atenção em tempos recentes. Digna de destaque é a política promovida a partir de 2012 através do Plano de Nacionalização Progressiva – PNP, onde restaram instituídas metas progressivas às empresas credenciadas⁷ para nacionalização dos componentes de aerogeradores produzidos no Brasil. No entanto, até que ponto esse projeto traçado pelo Banco se distingue dos moldes industrializantes do passado? Ele representa um real fomento ao desenvolvimento socioeconômico nacional para além de seus beneficiários? Conseqüentemente, será discutido se há distinção nesse plano em comparação à variedade de experimentos passados, tomando em conta suas características

⁷ Aqueles cujos equipamentos estão inclusos no Cadastro de Fornecedores Informatizado da Agência de Financiamento a Máquinas e Equipamentos (Finame).

particulares (exigência de nacionalização, existência de metas graduais às empresas, obrigatoriedade de produção de componentes de mais elevado teor tecnológico em território nacional, formação e sustentação de vínculos para a circulação de conhecimentos e tecnologias, entre outras).

A terceira razão refere-se à escolha da WEG S.A, fundada em 1961, em Jaraguá do Sul, Santa Catarina (SC), como um estudo de caso emblemático para a análise das relações do Banco com o setor privado e seu desencadeamento de uma rede para transferência tecnológica. Trata-se de empresa multinacional, sendo uma das maiores fabricantes mundiais de equipamentos eletroeletrônicos para uso industrial e geração, transmissão e distribuição de energia. Ademais, a empresa forma redes com diversos agentes desde os anos 1980, a partir do fechamento de parcerias com outras empresas, centros de pesquisa e universidades, tendo em vista relações de intercâmbio tecnológico (MELO, 2011, p. 9). No que tange aos seus laços com o BNDES, foi a primeira companhia credenciada a cumprir com todas as regras impostas pelo seu plano de nacionalização para aerogeradores (COSTA, 2014; WEG..., 2015). Detalhe pertinente também é o fato de que, exclusive a WEG, todas as empresas fabricantes de aerogeradores em território brasileiro são subsidiárias de empresas transnacionais (PODCAMENI, 2014, p. 58). A WEG iniciou sua atuação nesse mercado em 2011, a partir de um acordo tecnológico com o Grupo M. Torres Olvega Industrial (MTOI), que resultou em uma *joint venture*. Cabe conhecer esse percurso, observando-se as trocas de conhecimentos e tecnologias da empresa com outros agentes, desencadeadas pelos estímulos do Banco.

Com apoio nessas justificativas, o objetivo central do estudo é identificar o curso de ação da empresa WEG S.A. em resposta aos incentivos e regras de contrapartida estabelecidos no Plano de Nacionalização Progressiva (PNP) do BNDES, tendo em vista analisar e discutir as recentes estratégias de bancos de desenvolvimento para indução à transferência de tecnologias entre empresas do setor de energia eólica no Brasil.

Nesse sentido, os objetivos específicos que norteiam a análise são definidos como segue:

- a) Verificar quais são as características do PNP do BNDES, em termos de

benefícios e regras, sobre projetos e empreendimentos da indústria de energia eólica no período de 2012 a 2019, em especial no que concerne ao caso da WEG S.A.;

- b) Averiguar quais são as redes de interação formadas pela empresa WEG S.A. a partir do financiamento concedido pelo BNDES;
- c) Constatar que resultados em transferência de tecnologia foram obtidos pela empresa WEG S.A.

Com base no debate da literatura e no referencial teórico apresentados a seguir (em especial, no Capítulo 1), define-se como hipótese de trabalho que norteou a pesquisa empírica a de que o processo de transferência de tecnologia das empresas é condicionado por uma complexa combinação de fatores sociais e institucionais, nos seguintes termos:

- a) Há uma relação entre a morfologia das instituições de fomento e a capacidade de transferência de tecnologia entre as empresas. Quando a concessão de financiamento dos bancos de desenvolvimento obedece a regras de contrapartida e reciprocidade pelas empresas no que tange a transferência de tecnologias, tende a haver maiores chance de ocorrência desse fenômeno. Quando a concessão é omissa sobre contrapartidas nesse particular, tende a haver menor probabilidade de transferência de tecnologias;
- b) Quanto maiores as interações e colaborações prévias das empresas com diferentes organizações, tanto maiores as suas chances em tecer redes de cooperação e, por conseguinte, de transferir tecnologias a partir dos estímulos de bancos de desenvolvimento, mesmo quando omissos nesse particular. Quanto menor o volume de interações prévias das empresas, tanto menor a probabilidade de tecer redes de cooperação e de transferir tecnologias a partir dos estímulos desses bancos. Ou seja, para além dos condicionamentos institucionais, influentes de forma direta ou indireta, o

próprio histórico da empresa em termos de redes e de estratégias empresariais também dita a proporção com a qual ela transfere tecnologias.

No plano empírico, tal hipótese é discutida a partir das imposições e vantagens de financiamentos propiciados pelo BNDES ao setor de energia eólica e sua relação com a transferência de tecnologias da empresa WEG S.A, através da formação de redes que a empresa criou em razão de referido estímulo. Ou seja, realizou-se um estudo sobre a proximidade entre o BNDES e determinada empresa da indústria eólica, que permita o desdobramento de uma rede de diversos agentes econômicos e políticos. Dessa forma, toma-se como delineamento metodológico a abordagem qualitativa, mediante o desenho de estudo de caso da empresa escolhida e suas relações para transferência de tecnologias.

Referido método sustenta uma análise mesoscópica de dados, referente à atuação de instituições (conceito explorado) no campo econômico, na seguinte dimensão empírica: financiamento e condicionamentos do BNDES disponibilizados à indústria brasileira de energia eólica, através do Plano de Nacionalização Progressiva (PNP), no período de 2012-2019. Como indicadores de tal dimensão, toma-se: o volume de capital disponibilizado pelo Banco ao respectivo setor; as vantagens do financiamento em relação ao setor financeiro privado; as condições para concessão do financiamento (requisito de conteúdo nacional, investimento em P&D, entre outras). Por sua vez, o estudo de caso da empresa WEG serviria para a operacionalização de dois conceitos: a) redes, na dimensão das redes de interação da empresa, considerando-se os núcleos nacionais de P&D; as interações entre a empresa e agentes públicos/políticos; a relação com demais empresas para cumprimento das metas estipuladas; e b) transferência de tecnologias, na dimensão da sua estratégia empresarial, considerando-se o curso de ação da empresa para credenciamento; os procedimentos para aquisição, montagem e distribuição de componentes e equipamentos do setor (como, aerogeradores); a formação de recursos humanos para tais procedimentos; e ganhos tecnológicos obtidos pelas demais empresas da rede de interação.

Para a construção da evidência, tem-se como propósito captar o curso dos indicadores da empresa, acima mencionados, a partir do estabelecimento de

interações com o Banco e demais entidades do setor ao longo do tempo. Para a coleta de dados, utilizamos três técnicas de investigação:

- a) Dados secundários, como relatórios de entidades nacionais: BNDES, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI); e internacionais: International Renewable Energy Agency (IRENA) e Global Wind Energy Council (GWEC), no que tange aos indicadores referentes às dimensões sobre o BNDES e sobre a indústria de energia eólica brasileira. Além disso, construímos um banco de dados sobre a empresa WEG S.A, contendo documentos, gráficos, entrevistas e notícias sobre ela, disponíveis na internet e colhidos em visitas de campo;
- b) Entrevistas semiestruturadas com representantes da WEG, de empresas privadas geradoras de energia e desenvolvedoras de projetos eólicos, de associações de classe e do próprio BNDES, tendo como base para as perguntas os indicadores apontados nas duas dimensões concernentes à empresa investigada. Realizou-se um total de sete entrevistas, entre julho a outubro de 2019, gravadas e posteriormente transcritas. Elas foram feitas, em sua maior parte, via videoconferência, através do software Skype, exceto quando o entrevistado se encontrava em Porto Alegre. As organizações estão domiciliadas em: Porto Alegre, São Paulo, Rio de Janeiro, Florianópolis e Jaraguá do Sul. A seleção de entrevistados foi feita por amostragem intencional e se baseou em vínculos constatados entre eles e a WEG a partir de informações dos dados secundários ou coletadas em campo, fundamentadas nos indicadores do modelo de análise concebido, exposto mais adiante;
- c) Observação mediante visitas orientadas à unidade industrial da WEG em Jaraguá do Sul (SC) (outubro de 2019) e a um parque eólico em Santana do Livramento (RS) (agosto de 2019), para apreensão das características organizacionais e tecnológicas do processo produtivo da

empresa e de seus vínculos. Tal inquirição fundamentou-se nos indicadores das duas dimensões relacionadas à WEG.

A análise de dados é baseada na reconstrução analítica do Plano de Nacionalização Progressiva do BNDES (como dimensão do conceito de “instituição”), verificando de que modo ele afetou as estratégias e redes de interação da Empresa WEG S.A. (dimensão dos conceitos “transferência de tecnologias” e “redes”). Para verificar esses reflexos, conforme proposto no problema central, a análise será delineada, em termos concretos, a partir dos indicadores concebidos para cada uma das referidas dimensões, acima descritas. Cumpre destacar que não se trata da realização de análise estrutural de redes (caráter quantitativo), mas de análise relacional de redes (caráter qualitativo), tomando-se a empresa selecionada como “ego” – ou centro analítico – para a reconstrução do conteúdo de suas relações com outras organizações (GODECHOT 2015; MAILLOCHON, 2015).

* * *

A análise estrutura-se em quatro capítulos e considerações finais. No primeiro capítulo, é exposta a premissa teórico-metodológica da investigação, remetendo-se primeiramente ao debate sobre instituições nas perspectivas da Nova Economia Institucional e do Estado Desenvolvimentista. Em um segundo momento, é feita a apresentação das contribuições da Nova Sociologia Econômica, que permitem aprimorar essa discussão para além das limitações encontradas nas abordagens retro citadas. Após isso, são analisados o referencial teórico e os conceitos-chave (arranjo institucional, redes e transferência de tecnologias) que sustentam as hipóteses da pesquisa, bem como suas dimensões empíricas.

O segundo capítulo destina-se a destacar o desenvolvimento recente do mercado de energia eólica, tanto o global quanto o brasileiro. Dessa forma, examina-se o crescimento que essa fonte de energia teve nos últimos anos em uma perspectiva macroeconômica, além do perfil das principais manufactureiras do setor de aerogeradores, da composição tecnológica dessa máquina e dos fornecedores de componentes no mercado brasileiro. Outrossim, analisa-se as principais instituições que configuram o funcionamento desse mercado no país; além do PNP,

é dada ênfase no Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e nos leilões de energia.

A partir do terceiro capítulo, a pesquisa volta-se para a empresa WEG em particular. Nesse capítulo, são averiguadas as redes de interação da companhia a partir do credenciamento de seus aerogeradores pelo BNDES, em razão do cumprimento do PNP. São considerados parceiros relevantes os núcleos nacionais de P&D, agentes públicos/políticos e demais empresas do setor. Discriminar-se dois momentos na formação de redes: os laços da WEG criados em outros mercados, alheios ao PNP do BNDES, e aqueles propriamente relacionados a sua efetiva entrada no mercado de aerogeradores, concomitante à instauração do PNP (meados de 2012).

O último capítulo pretende constatar os resultados obtidos em geração e transferência de tecnologias e conhecimentos pela empresa WEG no setor de aerogeradores, analisando-se o curso de ação da companhia para obter o credenciamento do Banco e se consolidar nesse ramo, o investimento da empresa destinado à P&D e à formação de recursos humanos para tal, e os ganhos tecnológicos que as demais empresas parceiras de sua rede obtiveram a partir da experiência da WEG.

1 INSTITUIÇÕES, REDES E TECNOLOGIAS

O presente estudo busca inserir-se em uma abordagem que abarque a participação dos arranjos institucionais, na figura das instituições públicas, para a inovação de mercados, alicerçado na perspectiva de que, em vez de esferas separadas e autônomas, Estado e economia constituem um ao outro mutuamente, em um processo de sinergia dialética (BLOCK; EVANS, 2005). Nesse sentido, já há grande avanço por parte dos estudos da sociologia econômica e da economia institucional. Ou seja, o debate sobre o desenvolvimento econômico-social de um país não se limita a políticas públicas que priorizem “mais Estado” ou “mais mercado” em uma ótica a-histórica e universal. O processo de evolução da economia depende de instituições e práticas sociais que fogem de seu campo, não podendo o seu funcionamento ser compreendido efetivamente sem a atuação de agentes extra-econômicos.

Desde os clássicos, a sociologia avalia a importância da coletividade, em suas diversas faces, sobre o comportamento dos agentes econômicos. Durkheim (1999, 2013) discutiu de que maneira a moralidade influencia a economia, bem como a maneira que a primeira foi mudando na medida em que se passava a uma nova forma de divisão do trabalho. Weber (1999, 2004, 2006, 2010) analisou o surgimento da empresa capitalista em seus desdobramentos sobre as ações sociais, tanto em sua forma direta (o cálculo racional) quanto na visão de mundo (a ética protestante) dos agentes. E, por óbvio, Marx (2005, 2017) e Engels (1998) detiveram-se sobre a noção do modo de produção capitalista como uma estrutura social, que se faz presente desde sua maneira mais microssociológica, nas formas organizacionais das fábricas (a cooperação) até macrossociológica, explicando as dinâmicas de expansão sobre as mais diversas culturas e as crises mundiais ocasionadas por esse modelo. Nesse sentido, Polanyi (2000) identificou o enraizamento da economia nas instituições.

Em seu clássico, *A Grande Transformação (The Great Transformation)*, o autor austríaco analisa o desenvolvimento histórico do capitalismo, concluindo que a formação do mercado, como espaço principal da produção e troca de bens e serviços em sociedade, é indissociável da ascensão institucional do Estado-nação moderno. A obra almeja demonstrar que a tradicional dicotomia presente nas

ciências econômicas, qual seja, a de um mercado “puro”, similar ao estado natural da filosofia contratualista, e do Estado intervencionista e criador de distorções sobre ele, mostra-se superficial e limitada. A existência da economia privada, aparentemente alheia à dimensão política, tem, em sua própria gênese, a contribuição estatal para a concepção de bens inexoráveis a seu funcionamento.

Entende-se que, para compreender a contemporaneidade, é necessário ir além da teoria clássica, pois essa contém limitações para analisar a realidade empírica contemporânea. Desses clássicos referenciados, é possível aproveitar uma abordagem teórica mais compatível com estudos modernos concernentes aos atores sociais, seus interesses e suas interações em um plano mesoscópico. Assim, considera-se pertinente trabalhar com o conceito weberiano de “ação social” para compreendermos como os agentes sociais moldam seu comportamento a partir do quadro institucional existente. O interesse no conceito decorre das possibilidades de se reconhecer certa criação de espaços econômicos concretos pelos agentes sociais. Cabe trazer à tona a clássica definição do termo grifado, cunhada por Weber (2010, p. 7):

Por “acção” entender-se-á um comportamento humano (consista ele num fazer externo ou interno, num omitir ou permitir), sempre que o agente ou os agentes lhe associem um sentido subjectivo. Mas designar-se-á como acção “social” aquela em que o sentido intentado pelo agente ou pelos agentes está referido ao comportamento de outros e por ele se orienta no seu curso.

Com tal concepção, o teórico alemão almeja trazer a ação para o cerne da problemática sociológica, ao concebe-la como a portadora compreensível de um agir orientado segundo um sentido. Ou seja: não há personalidade coletiva como agente social. Quando a sociologia se refere a entes coletivos abstratos, tais como “Estado”, “nação”, refere-se apenas ao decurso, de índole determinada, da ação social, efetiva ou construída como possível, dos indivíduos de tais entidades (Ibid., p. 25). Para a sociologia, as instituições devem ser vistas como a representação de parte de algo que surge como um “dever-ser” na cabeça de homens concretos, relacionadas a sua visão de mundo (*Weltanschauung*), pelo que orientam suas ações.

Dessa forma, Weber toma diretamente a ação social como sua unidade de análise. Todavia, não se trata da ação de indivíduos como os da teoria econômica neoclássica, quais sejam, atomizados, com plena simetria de informações e

totalmente racionais. É a ação de indivíduos socializados, em meio a organizações, e movidos por crenças, hábitos e comportamentos alheios, além dos seus interesses particulares:

O agente é concebido, na teoria economia ortodoxa, como um indivíduo atomizado — sem raízes, sem relacionamentos sociais — e o próprio contexto institucional desaparece. No caso da Sociologia Compreensiva, a ação individual é social na medida em que se orienta pelo comportamento de outros. “Outros” são definidos por Weber como sendo, além de outros indivíduos, uma “pluralidade de agentes desconhecidos e indefinidos” (Weber, 2000, p. 13). Ação econômica para Weber, possui, igualmente, características correlatas. Trata-se de uma ação individual, dirigida por interesses (materiais ou ideais), mas também por hábitos e sentimentos. Na teoria econômica, o ator é exclusivamente dirigido por interesses materiais e seu comportamento não é necessariamente orientado pelo comportamento de outros. Tradição e emoção não contam na ação, relações entre política, lei, religiões etc., são ignoradas (Granovetter & Swedberg, 1992, p. 85-86). Para Weber, ação social propriamente econômica, é motivada pelo interesse e orientada para a utilidade. Porém, como toda ação social, ela é também uma ação orientada para o comportamento de terceiros: “Tal como na teoria econômica, a análise parte da ação individual orientada para a utilidade e movida principalmente pelos interesses materiais. Mas, ao contrário da Teoria Econômica, a Sociologia concebe a ação econômica como ação orientada pelo comportamento dos outros. Além disso, o hábito e as emoções podem influenciar a ação social econômica” (Granovetter & Swedberg, 1992, p. 287) (MARTES, 2010, p. 265).

Nesse prisma, a ação torna-se, portanto, central para a compreensão do fenômeno de desenvolvimento econômico, analisada a partir da noção de ação social. Assim, autores como Swedberg (2005) extraem diretamente da bibliografia weberiana o que pode servir de contribuição pertinente para a sociologia econômica contemporânea. Por sua vez, Granovetter (2007), fugindo dos extremos teóricos em que ou o agente econômico é visto de forma atomizada, fora de contexto social, ou de forma funcionalista (hipersocializada), afirma que “suas tentativas de realizar ações com propósitos estão imersas em sistemas concretos e contínuos de relações sociais” (Ibid., p. 9). Não obstante, essa constatação não ignora a racionalidade existente (até certo grau) nos indivíduos, no que se refere à sua conduta econômica. O que realmente se busca é contextualizar essa conduta. Com efeito, Granovetter, na medida em que critica o *homo economicus* existente na teoria econômica neoclássica, ainda reconhece a pertinência da ação racional para os comportamentos econômicos. Porém, ressalta que essa noção deve ser aprimorada para que seja possível uma efetiva contribuição da sociologia nessa seara:

(...) o pressuposto da ação racional constitui uma boa hipótese de trabalho, que não deveria ser facilmente abandonada. O que parece ao analista um

comportamento não racional pode revelar-se bastante razoável quando restrições situacionais, especialmente as de imersão, são plenamente consideradas. Quando se analisa em profundidade a situação social dos indivíduos em mercados de trabalho não profissionais, seu comportamento sugere menos a aplicação automática de regras “culturais” e mais uma resposta razoável à situação atual (como, por exemplo, na discussão de Liebow, 1966). Gestores que enganam auditores e lutam por preços de transferência podem estar agindo de maneira não racional em algum sentido econômico restrito, em termos da maximização de lucros de uma empresa; mas, quando se analisa sua posição e suas ambições nas redes dentro da empresa e nas coalizões políticas, esse comportamento é facilmente interpretado (Ibid., p. 31).

Dessa forma, o estudo toma como pressuposto o *approach* presente na Nova Sociologia Econômica, com viés crítico tanto à interpretação neoclássica quanto à desenvolvimentista para a compreensão dos efeitos das instituições sobre a agência econômica e empresarial. A primeira visão é demasiadamente restritiva quanto à influência social, ou melhor dito, à incrustação (*embeddedness*) existente nas relações econômicas. Por outro lado, a segunda abordagem peca justamente pelo oposto: superestima o papel das instituições sobre os indivíduos, o que remete ao funcionalismo na reprodução de normas sociais. Assim, não há espaço para se entender como, de forma empírica, os agentes econômicos adéquam sua conduta às instituições e, até certo ponto, disputam para que vigore sua vontade nelas. A Nova Sociologia Econômica, por sua vez, remete a isso, apresentando-se como uma “terceira via” no debate institucionalista, ao priorizar as relações sociais e redes formadas entre empresários, burocratas e trabalhadores, no que poderia ser intitulado de “interacionismo metodológico” (MARQUES, 2003, p. 4).

Essa é a premissa teórico-metodológica que se assume na investigação, orientando a argumentação desse capítulo. Faz-se, a seguir, uma revisão crítica da literatura pertinente aos debates tratados na pesquisa, bem como dos conceitos teóricos que irão trilhá-la. Dessa forma, o capítulo é dividido em duas seções. Na próxima seção, trata-se de remeter ao debate hodierno referente às instituições e seu papel na economia entre duas correntes (Nova Economia Institucional e Estado Desenvolvimentista), com maior ênfase empírica em políticas industriais. Conclui-se com uma exposição das mais recentes contribuições da Nova Sociologia Econômica, que permitem aprimorar essa discussão para além do plano macroscópico. A segunda seção expõe o referencial teórico e conceitua as chaves analíticas adotadas (arranjo institucional, redes e transferência de tecnologias) que

permitem formular as hipóteses da pesquisa. Também é feita uma breve exposição das dimensões empíricas sobre as quais tais conceitos são operacionalizados.

1.1 O Debate Institucionalista

Há duas perspectivas, predominantes na ciência econômica, que têm subsidiado o debate teórico sobre os efeitos dos bancos de desenvolvimento na atividade das empresas (tema desta pesquisa): a da Nova Economia Institucional e a do Estado Desenvolvimentista (*Developmental State*). Ambas são relevantes para contextualizarmos o debate sobre desenvolvimento em sua relação Estado-mercado. Todavia, demonstram suas limitações também na medida em que tomam como fato consumado nesse processo os agentes (empreendedores, burocratas, trabalhadores, consumidores) estritamente motivados pela ótica do cálculo racional/instrumental – pressuposto da economia neoclássica –, para então se focarem predominantemente na análise macroscópica dos estímulos institucionais. A seguir, será feito um breve apanhado de ambas as abordagens e suas aplicações empíricas para políticas industriais na conjuntura brasileira. Após isso, será argumentado como os postulados da Nova Sociologia Econômica permitem aprofundar o debate nos aspectos em que ambas escolas sofrem limitações.

1.1.1 As perspectivas da Nova Economia Institucional e da teoria neoclássica: crítica ao papel do Estado na economia

Desde seu desenvolvimento mais aprofundado no âmbito da economia em meados do século XX, as instituições tornaram-se, para a maior parte dos especialistas, indispensáveis ao desenvolvimento econômico. De fato, até a economia neoclássica, completamente atomizada em sua origem, passou a reconhecer a relevância do ambiente institucional para explicar o comportamento econômico dos indivíduos. No entanto, ainda residem muitas divergências sobre quais instituições são exatamente cruciais para compreender o processo de desenvolvimento, e quais podem ser entendidas como prejudiciais. Nesse diapasão, há a escola da visão *mainstream*, denominada Nova Economia Institucional (NEI), cujos autores de maior destaque são Acemoglu e Robinson (2012), Coase (1937,

1992), North (1991, 2003) e Williamson (1993, 1995). Embora haja abordagens distintas entre tais autores, eles mantêm um elo em comum: concebem o indivíduo na ótica do *homo economicus*, sendo seu comportamento guiado pelo cálculo racional que visa à maximização de seus interesses egoístas. Tendo esse postulado em mente, as instituições encontradas em cada sociedade podem ser explicadas a partir de tais objetivos particulares, desde o nível de empresas até o da constituição jurídica de um país. E qual seria então o papel das instituições nesse tipo de análise? Para fins de ilustração, segue a definição do termo dada por North (1991, p. 97):

Institutions are the humanly devised constraints that structure political, economic and social interaction. They consist of both informal constraints (sanctions, taboos, customs, traditions, and codes of conduct), and formal rules (constitutions, laws, property rights). Throughout history, institutions have been devised by human beings to create order and reduce uncertainty in exchange. Together with the standard constraints of economics they define the choice set and therefore determine transaction and production costs and hence the profitability and feasibility of engaging in economic activity. They evolve incrementally, connecting the past with the present and the future; history in consequence is largely a story of institutional evolution in which the historical performance of economies can only be understood as a part of a sequential story. Institutions provide the incentive structure of an economy; as that structure evolves, it shapes the direction of economic change towards growth, stagnation, or decline.

Assim, vislumbra-se que a NEI é marcada por um viés claramente instrumentalista: instituições são relevantes para possibilitar um comportamento obediente à lei por partes dos agentes, esses movidos por perspectivas pessoais em consonância com a teoria econômica neoclássica. Dessa forma, o que uma instituição efetivamente faz é instituir as normas que devem prosperar entre os agentes nas suas relações de transação (*rules of the game*) para que se reduzam ao máximo possível os riscos e incertezas provenientes de comportamentos oportunistas.

A abordagem dada por North às instituições, característica do pensamento neo-institucionalista, demonstra limitações. Isso porque, na medida em que o Nobel da economia as compreende como limitadoras de comportamentos oriundos de indivíduos com preferências pré-constituídas, remete-se constantemente ao argumento central de que o aprimoramento institucional deve se dar no âmbito da segurança sobre os direitos de propriedade e individuais, através da igualdade formal (impessoalidade) e do império da lei (*rule of law*). O efetivo papel das

instituições limitar-se-iam a garantir tais direitos e, por conseguinte, os mercados seriam capazes de organizar as relações econômicas (FIANI, 2011, p. 195-196). Ou seja, o mercado é compreendido como o âmbito natural (e mais eficiente) para o funcionamento das relações econômicas. Nesse sentido, a principal divergência com os neoclássicos de outrora é que esses conceberam sua teoria desconsiderando a existência, no mundo real, de informações assimétricas, custos de transações e, logo, imperfeições de mercado – de modo que as instituições não importam em suas análises. O que North almeja fazer, portanto, é construir, modificar e estender os postulados neoclássicos, no sentido de considerar quais são as instituições centrais que diminuem a incerteza no âmbito das transações, possibilitando que o mercado funcione da maneira mais eficiente possível (FORD, 2014, p. 49). Aqui cabe ressaltar a relevância dada ao Estado por North, que é desconsiderado na perspectiva neoclássica tradicional. No entanto, esse é entendido como mero garantidor (*enforcer*) de direitos de propriedades – a prosperidade econômica seria garantida então a partir de um sistema competitivo perfeito, sendo esse o legítimo enfoque das políticas públicas (Ibid., p. 52-53).

Com efeito, esse viés aparentemente liberal fica demonstrado a partir da tese de North referente aos tipos de ordens existentes na era contemporânea. Muito do atraso econômico de determinadas sociedades pode ser explicado a partir da atuação monopolizadora de certas organizações, em que se concentram o uso da força e a distribuição de privilégios entre as elites dominantes (FIANI, 2011; NORTH et al., 2007; NORTH; WALLIS; WEINGAST, 2009). Tais sociedades são classificadas como “ordens de acesso limitado”, pois são caracterizadas pelo acesso limitado (*limited entry*) dos agentes a funções e recursos social-político-econômicos valiosos, em benefício de uma elite privilegiada (NORTH et al., 2007, p. 6). Ou seja, o sistema econômico é politicamente manipulado por esses grupos para garantir suas rendas (*rents*), em vez de prosperarem pela livre competição em atividades produtivas no âmbito do mercado, o que prejudica o restante da sociedade:

The dominant coalition creates cooperation and order by limiting access to valuable resources – land, labor, and capital – or access and control of valuable activities – such as contract enforcement, property right enforcement, trade, worship, and education – to elite groups. Restricting support for organizations to elite groups magnifies the rents that elite groups receive. Sophisticated social organizations require the ability to make agreements within and between organizations that rely on external, third party enforcement. Limiting access to organizational forms and contract

enforcement is the key to the limited access order: it creates rents through exclusive privileges and directly enhances the value of the privileges by making elites more productive through their organizations (Ibid., p. 8).

Como oposto dessa ordem, há as “ordens de acesso aberto”, na medida em que predomina a competição, livre acesso (*open access*) às organizações e o império da lei (*rule of law*) (Ibid., p. 4). Nesse caso, não há limitações para o bom funcionamento de mercados na organização da sociedade. Disso decorre que a força motora para o crescimento em tais sociedades é a destruição criadora schumpeteriana, o que incentiva a inovação e o desenvolvimento econômico como um todo (Ibid., p. 18; FIANI, 2011, p. 192). Esse seria justamente o caso dos países mais desenvolvidos, como os EUA e aqueles da Europa ocidental

Por sua vez, é possível classificar como ordens de acesso limitado, grosso modo, a maior parte dos países em desenvolvimento, na medida em que eles são marcados por “state- controlled industries, problematic business licensing regimes (for new entrants), and ‘corrupt’ patron-client networks” (NORTH et al., 2007, p. 9). Todavia, há graus de variação desse fenômeno em razão do nível de desenvolvimento institucional de cada país. No caso particular da América Latina (junto da Índia e da África do Sul), a ordem encontra-se no seu grau mais maduro, ou seja, o mais próximo de uma transição para uma ordem de acesso aberto. O aparelho estatal já é bem estruturado e, além disso, há diversas organizações de elite com existência alheia ao desse aparelho, bem como um sofisticado arcabouço institucional (Ibid., p. 14). De fato, a maior parte dos países desse quadro já possuem as instituições formais associadas aos países desenvolvidos (direitos de propriedade, partidos políticos, organização corporativa). No entanto, em razão de sua conjuntura, referidas instituições acabam informalmente reproduzindo e sustentando essa condição limitada, de modo que somente as elites têm efetivo acesso a elas (Ibid., p. 31).

Em suma, no mundo moderno, há dois tipos de ordens: as de acesso aberto, caracterizada por desenvolvimento econômico e político; sociedades civis ricas e vibrantes com muitas organizações jurídicas; e predominância de relações sociais impessoais, baseadas no império da lei (*rule of law*), segurança ao direito de propriedades, justiça e igualdade formal. Já as de acesso limitado são marcadas por economias de baixo crescimento e vulneráveis a choques; políticas determinadas sem o consenso generalizado dos governados; um pequeno número de

organizações civis; uma predominância de relações sociais baseadas em fatores pessoais, com privilégios, hierarquias sociais; leis aplicadas (*enforced*) desigualmente; e direitos de propriedade incertos (NORTH; WALLIS; WEINGAST, 2009, p. 11-12).

Como se vislumbra a transação de uma ordem para a outra? Deve-se ter noção do postulado neoclássico de que os agentes procuram sempre selecionar conscientemente quais instituições vão maximizar seus rendimentos (*rents*). Com efeito, isso é tão forte na teoria de North a ponto de fundamentar a “opção histórica” das elites pelo capitalismo sobre o feudalismo ou pelo trabalho assalariado sobre a servidão (ANKARLOO; PALERMO, 2004, p. 419). Dessa forma, qualquer mudança institucional é possível, desde que levados em conta os incentivos necessários às elites para que haja tal mudança. É desse modo que, justamente, ocorre o aprimoramento do arranjo institucional. Consequentemente, a transação de uma ordem limitada para a de tipo aberto dá-se na medida em que as elites beneficiadas pelas instituições vigentes possam vislumbrar os potenciais incentivos (rentabilidade) nisso. Um exemplo claro nesse sentido utilizado por North é o surgimento da sociedade por ações:

While the transition in each society depended on specific features of that society, there are common features to the transition. The doorstep conditions made it possible for elites to deal with each other impersonally, to reduce the incidence of disruptive violence, and ultimately to create and sustain impersonal elite rights. In each case, elites faced incentives to transform privileges into impersonal rights. The creation of a few elite rights under the doorstep conditions opened an opportunity to extend elite rights in a way that was credibly sustained by the entire elite. The privilege of owning shares in a joint-stock company, for example, may begin as a unique privilege. However, if that privilege becomes widespread and shares are transferable, then an elite interest in supporting impersonal exchange of shares may grow. Impersonal exchange in shares, in turn, may create an interest in impersonal formation of companies, forces that clearly came to the fore in all three countries in the nineteenth century. Open access to corporate forms becomes credible when large numbers of the elite benefit directly. In a similar way, open access to political organizations can be sustained when powerful groups in the polity find it in their interests to support political parties (NORTH; WALLIS; WEINGAST, 2009, p. 256).

A partir das observações de North, é possível retomar certos casos empíricos que sustentam sua noção de “ordem de acesso limitado” e de *rent seeking* em nosso contexto; em particular, sobre governança no Brasil e o uso do BNDES em políticas industriais. Isso porque boa parte da tese contrária a políticas setoriais tem duas justificativas: a primeira deriva do entendimento de que o Estado é incapaz de

identificar propriamente com qualquer grau de precisão quais são os ramos e firmas que proporcionam maior dinamismo e externalidades positivas à economia como um todo (*spill over effects*), devido a uma lacuna informacional que ele sofre em relação aos agentes econômicos que almeja coordenar – tornando-se impotente para “selecionar vencedores” (*pick winners*) (CHANG, 2004b, p. 136-137; RODRIK, 2008, p. 7-8).

O segundo argumento, relacionado ao primeiro, é que essa insuficiência de informações, junto a outros elementos, traz à tona fenômenos como *rent seeking* e *moral hazard*, onde os riscos e prejuízos da atividade empresarial são socializados por todos os indivíduos, através da proteção estatal indevida. Com efeito, na teoria econômica tradicional, entende-se que os indivíduos realizam suas escolhas de forma atomizada, respondendo por suas consequências dessa maneira também. Uma intervenção política em determinada atividade provoca distorções na competição e deturpa tal condição, fazendo com que a sociedade seja obrigada a sustentar negócios que possivelmente não se sustentariam em um mercado funcionando “livremente” - ou seja, negócios ineficientes. Organizações e institutos nesse sentido estimulariam os talentos empresariais a focarem seus esforços em atividades improdutivas, rentistas, em vez de se focarem na destruição criadora propiciada pela dinâmica inovadora do capitalismo (CHANG, 2004b, p. 140-141). Disso decorre que qualquer tentativa de priorizar determinados setores, empresas e atividades, em uma ordem dessa natureza, resultaria somente na apropriação de rendas por parte de grupos privilegiados. Tais postulações vão ao encontro de teses como a de North, que partem de uma abordagem institucional focado nos interesses políticos velados e remetem à teoria da escolha pública (CHANG; EVANS, 2005).

A partir de análises como essa, consolidou-se uma vasta literatura apontando as falhas do próprio Estado no manejo da economia (*government flaws*), sendo uma das razões mais alegadas para tal a existência de incentivos públicos que favoreçam interesses privados velados (PERES; PRIMI, 2009, 21). Nesse caso, o Estado, por sua própria natureza monopolizadora, sempre cometeria erros piores do que os derivados dos mercados, devendo-se seu papel limitar-se a proteger um mercado livre através da função de vigilante (*nightwatchman*) (ROBINSON, 2009, p. 5). A argumentação que se desenvolve a partir de observações assim vai muito além: ao contrário do que é comumente defendido pelos caudatários do intervencionismo,

políticas industriais setoriais, que representam uma maior proteção a empresas específicas, não explicariam o êxito econômico obtido por países desenvolvidos.⁸ Seriam justamente fatores horizontais de política econômica (ou seja, não discriminatórios quanto aos beneficiados) que permitiriam explicar trajetórias bem-sucedidas: estabilidade macroeconômica; proteção aos direitos de propriedade; forte investimento em educação básica e infraestrutura; qualidade da burocracia pública (GIAMBIAGI; PINHEIRO, 2012, p. 50). Dessa forma, a postura estatista vertical seria oriunda principalmente de demandas políticas de determinados grupos a fim de atender interesses particulares do que propriamente de intentos que visem a grandes externalidades positivas.

Como exemplo histórico, tendo-se em vista o referido período de “industrialização tardia” do século XX, é possível denotar que, durante o plano de “substituição de importações” na América Latina, as empresas e setores selecionados contavam com amplos subsídios e proteções a produtos estrangeiros sem que houvesse cobrança de metas ou qualquer coisa do tipo de sua parte. Disso é possível concluir que se deu origem a atividades de elevada sofisticação no continente, ao mesmo tempo em que se investiu demasiadamente em empresas que se mostraram ineficientes (RODRIG, 2010, p. 40-41). Após a crise da dívida externa da América Latina, desencadeada pela moratória do México em 1982, a perspectiva do protecionismo industrializante tornou-se politicamente ultrapassada, parcialmente em razão disso, sendo adotadas políticas de corte liberalizante através da abertura comercial dos países e a desestatização de suas economias a fim de que se ganhasse maior competitividade e eficiência (BRESSER-PEREIRA; GALA, 2010, p. 664). Tanto é assim que, atualmente, no âmbito de alguns países do nosso subcontinente, o uso de benefícios fiscais diretos e de crédito direcionado com taxas de juros subsidiadas é considerado uma “*losing policy*” em termos político-ideológicos, uma vez que remete à ideia do Estado beneficiando setores e grupos empresariais selecionados por critérios questionáveis (PERES; PRIMI, 2009, p. 36).

⁸ No que se refere ao caso do Leste Asiático, tomando-se como exemplo a experiência de Taiwan, é possível indicar diversas variáveis, além de políticas industriais, para explicar seu bem-estar econômico, tanto no âmbito macroeconômico (déficit público controlado, inflação baixa e câmbio pouco pressionado), quanto investimentos significativos em infraestrutura e em educação. Nesse sentido, ver Ferreira et al. (2007).

No que tange especificamente ao BNDES, a proposta do Banco de disponibilizar recursos a setores estratégicos resultaria, na prática, na alocação de recursos públicos em mãos privadas por razões diversas à eficiência.⁹ Como exemplo, constata-se uma tendência da instituição a realizar empréstimos aos empresários doadores de campanhas eleitorais vitoriosas (BANDEIRA-DE-MELLO; LAZZARINI; MARCON; MUSACCHIO, 2011, p. 6). Outrossim, em uma visão macroscópica, é questionável até que ponto a recente política de “campeões nacionais” priorizou setores meritórios de subsídio público:

Estudos realizados sobre empresas receptoras de empréstimos do BNDES (Musacchio e Lazzarini, 2015; Almeida, 2009; Almeida e Schneider, 2012), constataram que: a) as empresas beneficiadas com empréstimos a juros subsidiados eram empresas lucrativas, de grande porte, sem necessidade de empréstimos a juros subsidiados e que, se desejassem captar recursos, tinham condições de obtê-los junto ao setor privado; b) grande parte das empresas beneficiadas com empréstimos subsidiados do BNDES não investiu em projetos intensivos em conhecimento, nem em projetos visando ao aumento da produtividade, ou em estratégias de modernização – estratégias obrigatórias para que o país enfrente os desafios do novo padrão de desenvolvimento; c) boa parte das empresas financiadas incluiu-se em setores de baixo e médio baixo nível tecnológico, contrariando o preceito de política industrial do século 21, que tem no desenvolvimento de empresas inovadoras a justificativa para empréstimos públicos subsidiados; d) as empresas beneficiadas são em sua maioria empresas produtoras de commodities (alimentos, minérios, petróleo), quando a norma para esse tipo de empréstimo seria a de estimular a diversificação setorial, ou de promover empresas inovadoras; ao contrário, o foco manteve-se em empresas tradicionais; e) os instrumentos de monitoramento de desempenho das empresas beneficiadas eram restritos, de baixa eficiência e careciam de mecanismos formais para avaliar o desempenho da empresa (GUIMARÃES, 2016, p. 270-271).

O papel do BNDES na política industrial recente acabou sendo o de constituição de “empresas globais” de capital nacional, garantido recursos para que as selecionadas pelo governo participem dos processos de fusão e aquisição (F&A) no mercado internacional. Disso decorre que consolidamos multinacionais em mercados nos quais já somos competitivos: indústrias de baixa e média-baixa tecnologia (ALMEIDA, 2009, p. 54). Nesse diapasão, conclui-se que as políticas

⁹ O argumento de estudos nesse sentido (BANDEIRA-DE-MELLO; LAZZARINI; MARCON; MUSACCHIO, 2011) segue a linha de que empréstimos efetuados por bancos de desenvolvimento geralmente levam à má alocação de recursos por duas razões: primeiramente, tais bancos costumam financiar empresas que, de outra maneira, iriam à falência (*bail out*); em segundo lugar, a hipótese do *rent seeking* argui que políticos tendem a utilizar os recursos públicos a fim de maximizar seus objetivos pessoais. Dessa forma, capitalistas ligados ao governo procuram crédito subsidiado mesmo em casos de projetos que seriam normalmente financiados pelo capital privado.

industriais brasileiras, embora possuam uma roupagem moderna, voltada à inovação, elas ainda se resumem às antigas práticas da fase de substituição de importações, como a seleção de setores e empresas específicos a serem apoiados¹⁰ (Ibid., p. 7).

1.1.2 As perspectivas da *Institutionalist Political Economy* e do *Developmental State*: defesa do papel do Estado na economia

Indo de encontro com o argumento institucionalista mais ortodoxo de North, Chang e Evans (2005) argumentam que uma das principais limitações da Nova Economia Institucional é o fato de supor a relação de causalidade entre indivíduos e instituições de forma unilateral: os primeiros constituem as segundas, não tendo essas efeito estruturante sobre os agentes. Suas preferências são exógenas, dadas *a priori* na análise neo-institucional. Disso, decorre que instituições só podem ser entendidas como restritivas (*constraints*) da agência humana, não havendo uma participação construtiva para com ela. Ou seja, qualquer instituição que trate sobre interesses coletivos ou valores morais mostrar-se-á ineficaz ou cínica, tendo em vista que, no fim, resguardará somente os interesses ocultos de agentes interesseiros. Em perspectiva contrária, ambos os autores acreditam que o entendimento sobre instituições deve ser mais abrangente, indo da mera noção de “*rules of the game*” para algo mais amplo. Com uma conceituação que remete ao Institucionalismo clássico, instituições podem ser definidas como: padrões sistemáticos de expectativas compartilhadas, suposições assumidas, normas aceitas e rotinas de interação que possuem efeitos robustos em moldar as motivações e comportamentos de atores sociais interconectados (CHANG; EVANS, 2005, p. 99). Portanto, vislumbra-se uma forte conotação cultural em tal conceituação, inexistente

¹⁰ Não obstante, a concentração atual das operações do Banco em grupos empresariais já consolidados pode ocorrer, ironicamente, devido às práticas de governança e *accountability* sob as quais seus funcionários estão adstritos, algo inexistente no século passado. Por exemplo, os controles institucionais vigentes do Banco evitam a discricionariedade quanto aos empréstimos. O risco do negócio e as chances de inadimplência pelo devedor são considerados para se autorizar empréstimos, o que filtra pequenos negócios e/ou aqueles inovadores, por vezes arriscados. Além disso, os funcionários são parcialmente recompensados de acordo com o montante total que desembolsam nas suas operações, o que leva a tendência de priorizarem empresas maiores, que naturalmente visam contratos mais vultosos. Nesse sentido, ver Almeida, Lima-de-Oliveira e Schneider (2014, p. 330).

nas análises dos neo-institucionalistas. No entanto, uma visão tão ampla assim foge também do escopo da presente pesquisa.

Em uma visão mais coesa para fins de política econômica, Chang (2008, p. 15) trata especificamente do que entende por instituições adequadas a partir das funções que exercem, sendo as prioritárias: coordenação e administração; aprendizado e inovação; e redistribuição de renda e coesão social. Isso tem como corolário a proposta do autor de estudar empiricamente determinadas experiências históricas de industrialização e desenvolvimento planejado pelo Estado, que resultaram em estrondoso êxito a partir da segunda metade do século XX.

Nessa abordagem, intitulada “*institutionalist political economy*”, o essencial é ser colocado o desenvolvimento em perspectiva histórica, a partir de um método concreto e indutivo similar ao da Escola Histórica alemã, ao contrário do atualmente prevalente enfoque neoclássico nas ciências econômicas, abstrato e dedutivo. Essa empreitada não se restringe a compilar e catalogar fatos históricos na expectativa de que se gere naturalmente um modelo. Visa-se, sobretudo, a fazer uma busca persistente de modelos históricos, construir teorias que os expliquem e aplicá-las a problemas contemporâneos, sem deixar de levar em conta as circunstanciais alterações tecnológicas, institucionais e políticas (CHANG, 2004a, p. 18). Dessa forma, retomando as estratégias de desenvolvimento ao longo do século XIX por parte dos países desenvolvidos (EUA, Alemanha, Inglaterra), Chang ressalta o forte papel que o Estado teve na promoção de tais trajetórias. Disso, o economista sul-coreano extrai como construto teórico a relevância do Estado como agente empreendedor, na medida em que o capitalismo se caracteriza pela vasta interdependência das atividades econômicas, sendo imprescindível a coordenação central para realização de mudanças estruturais (FIANI, 2011, p. 219).

Assim, em plena divergência da teoria institucional ortodoxa, o autor não segue a noção de “falhas de mercado”, na qual cabe ao Estado somente torná-lo mais eficiente, ou seja, perfeitamente competitivo, conforme postula North – há um papel proativo por parte do ente estatal que vai além do mero vigilante (*watchman*). Isso faz com que autores como Chang tenham uma perspectiva crítica sobre o enfoque *mainstream* da receita institucional para a “boa governança”, presente nas recomendações do Banco Mundial ou do Fundo Monetário Internacional desde os anos 1990, que envolvem, via de regra, a adoção de uma burocracia weberiana e de

um poder judiciário independente, além da segurança sobre direitos de propriedade privada (CHANG, 2008; CHANG, 2004a). Repara-se que as políticas adotadas pelos países desenvolvidos em seu estágio inicial de industrialização encontram-se em pleno contraste com o teor das receitas econômicas promovidas por renomadas instituições, acadêmicas e políticas, muitas vezes sediadas nessas nações. Nesse sentido, é feito um alerta sobre como vem sido tratado o debate institucional no âmbito anglo-saxão:

Deve-se estimular o aprimoramento institucional, sobretudo diante do enorme potencial de crescimento que uma combinação de (verdadeiramente) boas políticas e boas instituições pode gerar. Todavia, isso não se deve confundir com a imposição de um conjunto fixo de instituições anglo americanas a todos os países. Também são necessárias tentativas mais sérias, tanto no âmbito acadêmico quanto no prático, de investigar exatamente quais instituições são necessárias ou benéficas para que tipo de país, tendo em conta o estágio de desenvolvimento e as condições econômicas, políticas e até culturais específicas (Ibid., p. 231).

Essa visão está em sintonia com os principais autores do Estado Desenvolvimentista¹¹ (*developmental state*), como Amsden (2009), Johnson (1982) e Wade (1990). Tais autores, economistas e cientistas políticos, não aderiram ao discurso *mainstream* acadêmico vigente nos anos 1980-1990, que vislumbrava um fatalismo na apropriação do aparato estatal por interesses corporativos de determinada elite, conforme postularam os neo-utilitaristas e teóricos da escolha pública. Tomando a metodologia histórica como base para explicar o processo de industrialização no “terceiro mundo”, Amsden (2009, p. 231) observa que determinadas regiões contaram com o investimento público como a maior fonte de financiamento para projetos industriais, muitas vezes através de bancos nacionais de desenvolvimento. O projeto desenvolvimentista mais bem-sucedido foi adotado pelos Tigres Asiáticos (Coreia do Sul, Taiwan, Cingapura e Hong Kong) na segunda

¹¹ Em termos conceituais, a literatura especializada (BIELSCHOWSKY, 1988, p. 7) define o desenvolvimentismo como um projeto de superação do subdesenvolvimento através da industrialização integral, possibilitada pelo planejamento e pela intervenção direta do Estado na atividade econômica. Isso ocorre, pois não existem forças espontâneas de mercado capazes de liderar esse processo em países subdesenvolvidos. A primazia desenvolvimentista às políticas que incentivassem uma estrutura econômica focada na diversificação e na complexidade é respaldada pela literatura econômica neoschumpeteriana e estruturalista (ALMEIDA, 2009, p. 13-14; CARVALHO, KUPFER, 2011, p. 624). Ressalta-se, em tais escolas, que o mercado não necessariamente garante a alocação de recursos nas atividades intensivas em conhecimento e inovação e, portanto, o governo tem que utilizar uma série de incentivos para modificar os preços relativos, tornando mais atrativo o investimento nos setores mais sofisticados.

metade do século XX. Esses quatro países realizaram o feito notável de, em torno de trinta anos (1960-1990) deixarem de lado sua condição colonial (ou semicolonial) para se tornarem umas das economias mais competitivas do mundo, altamente inovadoras, e com resultados que beneficiam a maioria de sua população: possuem mão de obra amplamente qualificada e bem paga, baixa desigualdade social e um Estado de bem-estar social atuante nas principais dimensões (educação, saúde, previdência, habitação) (CASTELLS, 1999, p. 295). O Estado desenvolvimentista também marcou o projeto de desenvolvimento brasileiro ao longo do século passado, a partir do Governo Vargas, iniciado em 1930. Dessa era, são significativas medidas como a proteção tarifária e o comércio administrado (anos 1930), o surgimento das empresas estatais de aço (anos 1940 e 1950), a criação do BNDES (1952) e da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) (1953), e as políticas setoriais para a implantação de uma indústria automobilística (anos 1950) (SCHNEIDER, 2013, p. 9). Outrossim, os momentos mais marcantes da política industrial liderada pelo Estado brasileiro, no que seria um legítimo projeto de desenvolvimento nacional, deu-se através do Plano de Metas do Governo Kubitschek (1956-1961) e do II Plano Nacional de Desenvolvimento da Ditadura Militar (1964-1985) (FURTADO; SUZIGAN, 2006, p. 170).

Dessa forma, há uma grande gama de casos considerados por tais analistas como de sucesso no Leste Asiático e, em certa medida, na América Latina, onde houve desenvolvimento econômico célere baseado na transposição de um conjunto de ativos baseados em produtos primários, explorados por mão de obra não especializada, para um conjunto de ativos baseados no conhecimento, explorados por mão de obra especializada (AMSDEN, 2009, p. 29). Existem méritos das políticas industriais e dos fomentos de organizações públicas nesse sentido.

No entanto, não se pode ficar alheio às possíveis críticas a determinadas escolhas tomadas pelo governo, em certos casos, onerosas e mal sucedidas. Nesse caso, evidentemente que, além dos incentivos, a exigência de contrapartidas por parte dos beneficiários de determinada política é identificada como indispensável para que sua aplicação dê bons resultados. Com efeito, possíveis conchavos entre políticos e empresários são reduzidos na medida em que se estipulam metas de reciprocidade (ganhos e contrapartidas) aos setores beneficiados, com avaliação e controles transparentes. Esse quesito é justamente um dos grandes flagelos do

caminho trilhado pelos governos brasileiros do século XX em comparação aos Tigres Asiáticos, em três aspectos do design de políticas industriais: exigência, monitoramento e cumprimento (*enforcement*) de tal reciprocidade (AMSDEN, 2009; RODRIK, 2008; SCHNEIDER, 1998).

Primeiramente, vislumbra-se que a exigência de contrapartidas por parte do governo brasileiro aos empresários beneficiados em seu processo de industrialização foi extremamente limitada. Por exemplo, em Taiwan e na Coreia, incentivos fiscais e subsídios eram generosamente distribuídos, mas sempre condicionados à performance econômica dos seus beneficiários, considerando não apenas a geração de empregos, mas também a transferência e o aprendizado tecnológico. As firmas que não cumprissem sua parte eram penalizadas com a perda de tais incentivos, sendo eles realocados a outras empresas de maior eficiência. Já no caso latino-americano, houve mecanismos de incentivo de natureza similar aos dos países acima citados, mas com escassas ou inexistentes metas de condicionamento para se fazer jus a eles (RODRIK, 2008, p. 28). Parte disso pode ser relacionado a uma limitação intrínseca do projeto de industrialização de substituição de importações no que tange ao monitoramento dos agentes beneficiados pela política industrial. Enquanto que o principal enfoque no Brasil era consolidar uma indústria para seu mercado interno, os países asiáticos estimularam um projeto voltado para o exterior (*export led*), com base na exportação ao mercado norte-americano. Disso resultou que se utilizou como critério para monitoramento das metas de produção as exportações e atividades portuárias, como era o caso do Conselho Coreano de Exportação e da Associação de Exportadores. Práticas análogas a essa jamais foram instituídas no Brasil (SCHNEIDER, 2013, p. 12-13).

Já sobre o cumprimento da reciprocidade, é importante destacar no processo de industrialização sul-coreano a capacidade política que os burocratas possuíam para punir as empresas que não cumprissem as metas estipuladas. O governo realizava isso através da transferência sistemática dos subsídios das empresas com pior desempenho para as melhores. Outro aspecto importante é que o Estado se recusava a resgatar (*bail out*) companhias que iam à falência. Ao invés disso, transferia seus ativos para as empresas mais competitivas. Isso incentivou os

*chaebols*¹² a não serem displicentes em seu desempenho, em uma política denominada popularmente de “*carrot and stick*” (cenoura e vara) (Ibid., p. 107-108), algo que se demonstrou inexistente no Brasil.

Dessa forma, cabe um contra-argumento à recorrente tese de que o protecionismo sempre resulta em favorecimentos indevidos:

A distinção entre regimes formativos eficazes e ineficazes está na capacidade de autocorreção e na existência de um mecanismo que, quando fique evidente que algum investimento fracassou, permita reconhecer o erro e ir suprimindo paulatinamente o apoio. Isto é, em termos gerais, o que ocorreu com as políticas industriais aplicadas em países asiáticos, inclusive na China em muitos casos, que deram melhores resultados. Portanto, a capacidade institucional essencial, o elemento fundamental e imprescindível de uma estrutura institucional, é uma autêntica cláusula de supressão automática dos incentivos que se aplique quando o fracasso é evidente. Isto implica incentivos ou regimes de fomento de caráter temporal, avaliações periódicas, disposições sobre prestação de contas e medidas que assegurem que as avaliações sejam transparentes e que todos possam conhecê-las. O importante é que haja mecanismos que permitam retirar o apoio automaticamente. Utilizar este tipo de mecanismo é muito menos difícil que supor uma onisciência, como ocorre quando se afirma que não se deve formular uma política industrial se não for possível escolher os triunfadores: somente se possuímos um conhecimento ilimitado, poderemos evitar os erros e escolher sempre os triunfadores. A incorporação de uma cláusula de extinção automática dos incentivos na política industrial reduz notavelmente as exigências e, portanto, é muito mais realista. A única exigência é ser capaz de reconhecer um erro (RODRIK, 2010, p. 42).

No entanto, deve-se ter em mente que o formato de industrialização do Estado desenvolvimentista, praticado durante o século XX está, em larga medida, extinto. Isso porque, com o fim da Guerra Fria (1990) e o advento do Consenso Washington (1995), a pauta de liberalização dos mercados tomou força no mundo todo, sendo dificilmente inserido no mercado global qualquer país que não adira a certos preceitos econômicos instituídos pela Organização Mundial do Comércio (OMC). Entre eles, encontra-se a proibição ao subsídio de exportações e à restrição de importações, bem como a forte proteção à propriedade intelectual, impedindo que as nações em desenvolvimento se utilizem da imitação ou da *reverse engineering* para realizar seu *catching up* tecnológico. Todas essas regras fazem com que as antigas ferramentas dos estados desenvolvimentistas se tornem praticamente inutilizáveis (NEGOITA; BLOCK, 2012, p. 6).

¹² Grandes conglomerados industriais controlados, geralmente, por uma família. Alguns exemplos famosos são empresas como Hyundai, Samsung e LG.

Assim, para melhor ilustrar o debate para o século XXI, hão de ser concebidas políticas industriais que criem incentivos a novos setores, em um constante processo de reformulação. A dinâmica que impulsiona o crescimento não está relacionada a vantagens comparativas estáticas, e sim, à diversificação gradual dos investimentos em uma ampla gama de novas atividades. De fato, os países prósperos são aqueles que fazem novos investimentos em novas áreas (RODRIK, 2010, p. 30). Dessa forma, o enfoque hodierno passa a ser mover setores selecionados em direções determinadas, criar condições contextuais para que possam capacitar-se a inovar e ganhar produtividade e eficiência produtiva e, com isso, desenvolver-se de forma sustentada (FURTADO; SUZIGAN, 2010, p. 21-22). Neste sentido:

Políticas industriais orientadas para processos de equiparação buscam fortalecer ou internalizar atividades econômicas que dispõem de pequena relevância nos países de desenvolvimento retardatário, reconhecidas como fundamentais à dinâmica econômica moderna, identificada àquela que se processa nas economias capitalistas centrais. Seus mecanismos foram, classicamente, a adoção de tarifas protecionistas, crédito subsidiado, indução pública do investimento, de modo a assegurar a edificação de setores industriais inteiros, por via da alteração dos preços relativos e da redução da incerteza dos investimentos privados. O problema a considerar é se tais políticas são adequadas à elevação da competitividade em escala global, associada à redução da proteção dispensada aos mercados internos nacionais e elevação da mobilidade internacional dos capitais.

Neste cenário é que a elevação da competitividade das empresas, a partir da acentuação de sua capacidade de inovar, ganha relevo. Mesmo tomando a inovação em um sentido amplo – isto é, envolvendo novas combinações de modo a gerar produtos e processos diferenciados, sem, necessariamente, associar-se à criação de uma nova tecnologia –, a acentuação da capacidade de inovação das firmas é inseparável da elevação dos dispêndios em pesquisa e desenvolvimento e de sua capacidade de gerar *internamente* novas combinações, a partir de conhecimentos amplamente disponíveis e daqueles que acumula em sua própria experiência e trajetória (DELGADO et al., 2010, p. 977).

Esse é um dos fatores cruciais para se compreender a situação atual dos países perante a economia mundial. Mais especificamente, a capacidade que tiveram para realizar a transição do paradigma industrial que marcou o século XX para o paradigma pós-industrial (informacional) que tomou forma a partir dos anos 1990.¹³ O Leste Asiático mostrou-se exitoso em tal empreitada, na medida em que

¹³ Um caso deveras instigante nesse sentido é o da extinta União Soviética, sobre o qual se argumenta que muito da falência e da derrocada do seu modelo pode ser explicado a partir da sua inaptidão de assegurar a transição econômica para a então emergente sociedade informacional,

logrou a conversão de sua estrutura produtiva à economia do conhecimento a partir de investimentos em habilidades nacionais próprias, rompendo sua dependência tecnológica estrangeira, uma constante em processos *de catch up* (AMSDEN, 2009, p. 46). Seus governos compreenderam o papel decisivo de P&D e dos setores de alta tecnologia na nova economia global, de modo a ainda priorizarem a indústria nacional, mas não uma indústria qualquer: na era informacional, ganha destaque a *Industrie 4.0* ou *Advanced Manufacturing*¹⁴, uma síntese entre homens, máquinas e inteligência de software (ARBIX; MIRANDA, 2017, p. 59). A predominância asiática nessa novel indústria vem afetando até mesmo os países altamente desenvolvidos, o que tem sido objeto de ampla discussão:

Esse debate é fundamental tanto para as economias puxadas pela inovação, como é o caso dos países desenvolvidos, quanto para os emergentes, como o Brasil, pelo impacto que as estratégias globais provocam. Estudos mostram que desde os anos 2000 a migração contemporânea não se restringiu somente à produção de bens de baixo valor agregado, mas incorporou setores de engenharia sofisticada que alterou a capacidade de fabricação industrial em países como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, França e mesmo Alemanha. A perda de componentes necessários para a produção de bens de maior complexidade, como o “conhecimento, pessoal qualificado e infraestrutura de suprimentos” (Pisano; Shih, 2009, p.3) foi sentida na mudança de domicílio industrial da produção de computadores, displays de alta resolução, materiais avançados para a indústria aeronáutica, semicondutores, diodos e sensores, para citar alguns, que passaram a ser gradativamente produzidos, planejados e concebidos em países asiáticos (Ibid., p. 58).

Assim, seguiu-se nessa região um modelo econômico baseado no aperfeiçoamento tecnológico, na expansão de mercado e na diversificação econômica. Por outro lado, a grande maioria dos países que seguiram o modelo desenvolvimentista consolidaram indústrias de média e baixa tecnologia e estagnaram após sua abertura comercial nos anos 1990. Na atualidade, o Brasil, em particular, revive uma intensa “reprimarização” e desindustrialização precoce de sua pauta exportadora, o que aprofunda sua vulnerabilidade externa estrutural (MEIRELLES, 2013, p. 240; SALAMA, 2015, p. 245). Observa-se que o padrão de comércio mundial, consolidado nos últimos anos, principalmente pelo amplo mercado consumidor chinês de matérias-primas, fez com que a estrutura produtiva

apesar das impressionantes conquistas industriais que essa nação teve desde os anos 1930. Nesse sentido, ver Castells, 1999.

¹⁴ Como denominam, respectivamente, os alemães e os norte-americanos.

brasileira mantivesse e até mesmo fortalecesse sua trajetória historicamente consolidada de baixa produção tecnológica (ALMEIDA, 2009, p. 27). Ou seja, ao contrário do que constata alguns apologistas do livre mercado, no mundo contemporâneo, sem que haja o propício arranjo institucional para tal, dificilmente será vislumbrada, nas economias periféricas, a “destruição criadora” concebida por Schumpeter (2008). Em suma, é possível concluir que essa capacidade de mudança de um nível de desenvolvimento para outro e da incorporação periférica para a economia global em um posicionamento mais dinâmico e competitivo, em atividades geradoras de maior valor, levou ao crescimento sustentado que os Tigres têm vivido desde então, ao contrário dos breves surtos de crescimento que caracterizam a maior parte das economias da América Latina (CASTELLS, 1999, p. 321).

Em suma, a abordagem desenvolvimentista, como a de Chang (2004a), Amsden (2009) ou Wade (1990), tem os méritos de reconhecer que não há uma homogeneidade de instituições formais que promova o desenvolvimento econômico (em contraste com a Nova Economia Institucional), além de trazer à tona a relevância institucional das organizações estatais. Sem embargo, sua resposta à atualidade é, via de regra, vinculada às políticas do pós-guerra, de natureza marcadamente intervencionista e industrializante. De qualquer forma, ainda reside uma lacuna teórica: o que move o agente empresarial? Como as instituições estimulam isso?

1.1.3 Novas perspectivas para o papel do Estado na economia

Nesta pesquisa, propõe-se que a ausência de concretude empírica das abordagens retro expostas sobre certas dimensões da realidade social, como atividades de transferência tecnológica das empresas – interesse desta pesquisa –, faz com que seja mais adequado, para compreender o arranjo institucional sobre os mercados a partir de seus agentes efetivos, uma análise das redes de interação e colaboração dessas entidades privadas. A seguir, expõem-se algumas contribuições que têm sido feitas nesse sentido, principalmente na área da sociologia.

Em termos de desenvolvimento hodierno, a partir da terminologia de Peter Evans, concebe-se como uma política industrial adequada para a modernidade aquela em que o governo possui uma rede de relações com grupos empresariais,

através de incentivos à iniciativa privada de novos setores, em seu papel de parteiro (*midwifery*), e de setores já criados, como cultivador (*husbandry*). Não se teria mais espaço para o Estado demiurgo todo poderoso, que visa a substituir o capital privado, conforme marcou o industrialismo do século XX (ALMEIDA, 2009, p. 49-50). Nesse diapasão, Block (2008, p. 172) denota o surgimento, nos EUA e na Europa, do Estado Desenvolvimentista em Rede (*developmental network state*), cuja prioridade é dar o suporte a empresas para que desenvolvam inovações de produtos e processos que ainda não existem, como é o caso dos setores de saúde, softwares e biotecnologia. Esse modelo contrasta com o que poderia ser chamado do Estado Desenvolvimentista Burocrático (*developmental bureaucratic state*), típico da fase de “industrialização tardia” (AMSDEN, 2009), onde o Estado realizou políticas designadas ao processo de *catching up* das empresas domésticas para se tornarem competitivas no mercado internacional, através de incentivos e subsídios variados; fenômeno esse frequentemente estudado pelos desenvolvimentistas, como já referido. O *developmental network state*, por sua vez, tem como enfoque um suporte mais indireto dos recursos públicos sobre a dinâmica da empresa: conta-se com um conjunto de ações governamentais que aprimorem o quadro nacional de cientistas e engenheiros, através de universidades e laboratórios, para que então as firmas possam contar com esse pessoal e ambientes qualificados. Ou seja, o governo norte-americano migrou do antigo padrão de política industrial do século XX após os anos 1980: não se incentiva mais a criação de campeãs nacionais ou o planejamento centralizado da economia. Pelo contrário, o governo dos EUA desenvolveu um conjunto de programas descentralizados, diversificados e dinâmicos, focados na superação dos obstáculos técnicos e no desenvolvimento de novas tecnologias – esforços que, muitas vezes, dependem de colaborações em rede entre governo, indústria privada e universidades parceiras (KELLER; BLOCK; NEGOITA, 2017, p. 105-106). Para fins ilustrativos, o Quadro 1 sintetiza com precisão a diferenciação entre as políticas industriais de ontem e hoje. Repare-se que, um dos fatores de distinção é justamente a maior atenção que se presta atualmente na estratégia interna da empresa para que se tenha um aprimoramento no que tange tecnologias e inovação. Isso difere da industrialização passada, onde se esperou esse desenvolvimento praticamente como uma resposta automática à formação de um setor industrial no país, o que, evidentemente, não ocorreu:

QUADRO 1 – VETORES E VISÃO DAS POLÍTICAS INDUSTRIAIS NO BRASIL

Período	1950-1980	1990-1999	2000-2010
Contexto	Substituição de importações; Dirigismo estatal; Proteção comercial; Regime autoritário; Democracia restrita	Tecnologias da informação; Estado regulador; Economia mais aberta; Regime democrático	Estabilidade e diminuição das desigualdades; Crescimento econômico; Estado indutor da transformação industrial
Vetores	Industrialização	Eficiência e qualidade	Inovação
Visão sobre tecnologia e inovação	Industrialização promoveria concorrência, geração de tecnologia e elevação da competitividade	Competição e abertura econômica gerariam empresas mais competitivas e inovadoras	Tecnologia e inovação nas empresas dependem de mudanças nas empresas e nas políticas públicas de incentivo

Fonte: adaptado de Arbix (2016, p. 11).

Estabelecendo, também, um diálogo entre redes e políticas de desenvolvimento, Castells (1996, p. 88-89) ressalta o papel do Estado, ao analisar como a intervenção estatal adequada para uma sociedade em rede global é aquela que integra, como estratégia explícita, competitividade, produtividade e tecnologia. Com efeito, vivemos a era de uma economia ao mesmo tempo regional e global: global, porque os agentes econômicos operam em uma rede dessa dimensão que transcende fronteiras nacionais na geração de conhecimento e administração de informação; regional, porque esse processo não é politicamente indiferente – os governos dos países participantes são coordenadores fundamentais, no sentido de moldar as estratégias dessa competição internacional (Ibid., p. 102). Assim, a capacidade política das instituições nacionais e supranacionais em criar vantagens competitivas para determinadas firmas com potencial de gerar empregos e rendimentos à população de seu respectivo território, através do suporte ao desenvolvimento de recursos humanos qualificados e à P&D etc., é de elevada monta (Ibid., p. 105).

No caso específico da indústria de alta tecnologia, deve-se priorizar o modelo de alianças corporativas estratégicas:

Such alliances are very different from the traditional forms of cartels and other oligopolistic agreements, because they concern specific times, markets, products, and processes, and they do not exclude competition in all

the areas (the majority) not covered by the agreements. They have been particularly relevant in high-technology industries, as the cost of R&D has skyrocketed and access to privileged information has become increasingly difficult in an industry where innovation is the main competitive weapon. Access to markets and capital resources is often exchanged for technology and manufacturing skills; in other cases joint efforts by two or more companies are undertaken to develop a new product or refine a new technology, often under the sponsorship of governments or public agencies. (...) The structure of high-technology industries in the world is an increasingly complex web of alliances, agreements, and joint ventures in which most large corporations are interlinked (Ibid., p. 162-163).

Ou seja, para Castells (2002, p. 399), a economia em rede é caracterizada por três aspectos inter-relacionados: a) informacional – a produtividade econômica baseia-se no conhecimento e na informação, impulsionados pela informática. Dessa forma, faz-se indispensável uma infraestrutura tecnológica para que determinado território se integre efetivamente a esse processo; b) formação de redes – a condição informacional impulsiona a formação de redes inter e intraempresariais; c) aspecto global – no plano organizacional, isso representa a ligação dessas redes em plano internacional (Ibid., p. 399). Nesse processo, é basilar a existência de um mercado desenvolvido de capital de risco para possibilitar o financiamento da inovação – o que pode e deve ser estimulado pelo governo e pelas instituições financeiras nacionais (Ibid., p. 413). Assim, o autor espanhol sintetiza sua perspectiva para o desenvolvimento moderno, em particular, ao caso latino-americano, da seguinte forma:

Mais do que nunca, nessa economia global e em rede, baseada no conhecimento, faz-se necessário, na América Latina, um agente do interesse público capaz de promover o novo paradigma do desenvolvimento nas condições específicas de inserção de cada país na economia global, um agente que possa servir de interface entre o Estado e a sociedade civil, entre os fluxos globais de capital e as empresas nacionais, e entre as instituições existentes de produção do conhecimento e de recursos humanos (educação, pesquisa) e as novas necessidades desses fatores de produção, com isso estimulando o desenvolvimento dos recursos humanos e a geração de conhecimentos em projetos estabelecidos como metas (Ibid., p. 416).

Por fim, Mazzucato e Penna (2015, p. 5) preconizam a relevância de instituições financeiras, sobretudo de natureza pública (*state investment banks*), para dinamizar a produtividade nacional em um mundo financeirizado, onde tem predominado o rentismo direcionado à especulação e aos lucros de curto prazo.

Com efeito, se o foco é crescimento inteligente (*smart growth*), dificilmente haverá paciência do financiamento privado para aguardar a maturação de processos

de inovação, que levam de 15 a 20 anos. Isso é algo latente até na teoria neoclássica: essa avalia que mercados competitivos resultam em eficiência alocativa a curto prazo, mas é um tanto agnóstica quanto à possibilidade dessa otimização ocorrer a longo prazo (EVANS, 2004, p. 54). Aqui jaz, então, o papel do Estado, como provedor de financiamento de alto risco para setores que se encontram em uma fase incipiente, mas com enorme potencial de valorização tanto em termos tecnológicos como econômicos – IT, tecnologia verde (*green technology*), saúde etc. Os autores acreditam que políticas públicas voltadas à industrialização e à inovação envolvem a formação de redes centrais no projeto de desenvolvimento econômico, tomando emprestado o conceito de *developmental network state*:

(...) the developmental network state (DNS) can be defined as a decentralised network of different types of state agency that foster innovation and capital development (see Block and Keller, 2011). This network of agencies comprises different actors with various capabilities, which can work together under the coordination of the state. SIBs' [State investment banks] capital development role involves supply of capital to, say, public goods areas (infrastructure, new knowledge), but these institutions also often work as the lead public agency (Mathews, 2006) that coordinates the network of actors in the national system of innovation. In order to do this, a SIB may work as an agency to nurture knowledge development, invest in infrastructure, promote strategic trade (such as import substitution, securing sources of materials) and financial leverage, prioritise investments in existing strategic sectors (reinforcing comparative advantages), create 'national champions' that are able to compete in international markets, and provide coherence to economic policies (Ibid., p. 8).

Empiricamente, ao ser analisada a modernização que a Coreia do Sul passou em sua história recente, descobre-se que as diretrizes governamentais seguem a linha de manter políticas contínuas entre governo, universidades e empresas, definindo-se como prioridade o desenvolvimento de um núcleo tecnológico relacionado a projetos em setores de alta complexidade, como nanotecnologia, biotecnologia, novos materiais e tecnologia ambiental. Outrossim, mantém-se o investimento em pesquisa básica e em recursos humanos qualificados para áreas valiosas, em que a economia sul-coreana já é bem consolidada: TV digital, displays (LCD, LED, PDP), robôs, automóveis de nova geração, semicondutores, telefones móveis, soluções digitais e novas tecnologias de armazenamento (baterias) (DELGADO et al., 2010, p. 988). Enquanto isso, a criação de condições para o desenvolvimento de empresas dotadas de capacidades inovadoras, em setores como nanotecnologia, informática e energias alternativas, tem sido o principal

desafio de países em desenvolvimento como o Brasil (Ibid., p. 971). Nos anos 2000, o governo federal, à época mais voltado ao neodesenvolvimentismo, chegou a fomentar políticas públicas que criassem uma maior sinergia entre Estado e mercado nesses novos processos de inovação, o que, por um momento, apontou para rumos mais consistentes do país. Todavia, as medidas de fôlego que permitiriam mudanças institucionais foram simplesmente esboçadas e, em grande parte, abandonadas, principalmente após a grande crise político-econômica que arrematou o país em 2016 (ARBIX; MIRANDA, 2017, p. 54). O Brasil encontra-se atrasado nessa corrida e um dos défices a serem destacados é justamente o baixo investimento em P&D realizado pelas empresas nacionais. Desse modo, a economia brasileira continua vivenciando os mesmos problemas estruturais, quais sejam, baixa produtividade e homogeneidade de sua pauta exportadora, enquanto ainda se aposta tacitamente nos velhos antídotos que flertam com o protecionismo e a tutela estatal (ARBIX, 2016, p. 27).

Em suma, há diversos estudos que tratam sobre o papel da política industrial na economia atual, mas, via de regra, em um plano macrossocial. A literatura referente ao plano das interações e da ação social (Mark Granovetter) e de redes (Manuel Castells, Fred Block, Peter Evans, Neil Fligstein) permite atualizar esse debate, uma vez que não se limitam a arranjos institucionais formais para agentes abstratos e homogêneos. Adentra-se em um novo plano de análise na rede de relações sociais – o mesoscópico, nível intermediário entre o comportamento individual considerado (individualismo metodológico) e o fato social macroscopicamente (holismo) (MAILLOCHON, 2015, p. 159), o que viabiliza uma possível contribuição ao conhecimento sociológico desse tema.

1.2 Referencial teórico

A partir da revisão de literatura supra examinada, passa-se a uma delimitação dos conceitos centrais da pesquisa, quais sejam: instituições, redes e transferência de tecnologia. A pertinência de cada um desses conceitos e sua relação com as dimensões e indicadores escolhidos é proveniente dos *insights* teóricos da Nova Sociologia Econômica. Isso possibilita sua operacionalização no caso empírico, conforme será exposto nos capítulos seguintes. Sem embargo, o modelo de análise

construído para tal já é exibido de antemão ao final desse capítulo, a fim de esclarecer o sentido analítico construído para a pesquisa.

1.2.1 Formas das Instituições

O presente estudo busca inserir-se em uma abordagem que trabalhe com as formas das instituições e seus efeitos nas relações das empresas para a transferência de conhecimentos e tecnologias, conforme ampla discussão já existente entre sociólogos e economistas. Entendem-se, nesta pesquisa, por formas institucionais as normas (formais e informais) que orientam as ações dos agentes e regulam suas interações. Por normas, podem-se compreender leis, contratos e práticas de cooperação e competição estabelecidas entre os indivíduos e organizações. No âmbito propriamente dos mercados, elas são mais bem exemplificadas nos direitos de propriedade, estruturas de governança, concepções de controle e regras de troca (FLIGSTEIN, 2001b). Empiricamente, na presente pesquisa, almeja-se explorar o papel do BNDES como instituição¹⁵ indutora de comportamentos, na medida em que realiza financiamentos e credenciamentos vantajosos a agentes que, por sua vez, se comprometem a observar um conjunto de normas contratuais.

Via de regra, pode-se identificar, de modo estilizado, uma variação nas formas que oscilam entre, de um lado, mecanismos mais convencionais que privilegiam a concessão de subsídios pelos agentes estatais às empresas, com exigências de contrapartidas relativamente reduzidas. De outro lado, mecanismos institucionais mais propensos a condicionar a concessão de recursos à retribuição e monitoramento de contrapartidas pelas empresas, conforme já exposto na seção anterior. Não obstante, esse enfoque no debate quanto às instituições e políticas acaba sendo muito limitado, restrito à percepção mais prevalente na economia de compreender as instituições a partir de incentivos e restrições (*constraints*)

¹⁵ Diferentemente de Chang (2004) e outros economistas da linha institucionalista, a sociologia distingue entre instituição e organização. Isso é demonstrado por Ramella (2013, p. 156) ao classificar as organizações e as instituições: as primeiras tratam-se de conjuntos de atores que agem e interagem no sistema a partir de estruturas formais, como empresas, universidades, centros de pesquisa etc. Já as segundas, são normas formais e informais que orientam a ação e regulam a interação desses atores, como os direitos de propriedade intelectual, as leis que regulam a pesquisa científica ou as práticas de cooperação e competição entre empresas.

exclusivamente. Para se ir além disso, é necessário vislumbrar a literatura existente em outros ramos das ciências sociais. Com efeito, as contribuições dos economistas ajudam a avaliar como que uma política industrial é corretamente estabelecida, mas não quais são os processos e atores sociais que levam a capacidades estatais e empresariais nesse sentido; aqui já se adentra no âmbito do poder e da governança, tanto do aparelho do Estado quanto de outras instituições pertinentes.

Seguindo essa linha de pensamento, Block e Evans (2005, p. 505) argumentam em favor de uma abordagem “triangular” sobre a discussão do desenvolvimento socioeconômico, compreendendo uma cooperação entre mercado, Estado e sociedade civil, a fim de analisar casos de sucesso e de fracasso. Ou seja, devem ser considerados os processos de reconfiguração institucional que envolvem cada um desses entes no cumprimento de determinado papel em um respectivo contexto, não se podendo falar do mercado como força autônoma, “desalojada” (*disembedded*) da sociedade. Essa provocação, pertinente ao tema em discussão desse projeto, é exemplificada pelo economista Gerschenkron (1962) no caso de “*late developers*” da Europa do Século XIX, como Rússia e Alemanha, nações para as quais a mera cópia do arranjo institucional inglês (marcado pelo *laissez-faire*) não lhes bastava, uma vez que tais países não dispunham de capitalistas privados dispostos a arriscar seu capital em tecnologia moderna, tendo o Estado assumido esse papel como banqueiro de investimentos e portador dos riscos empresariais. Disso, conclui-se que a maneira que podemos compreender concretamente como o Estado dinamiza a economia é a partir do arranjo (ou estrutura) institucional que ele propicia aos mercados:

(...) centering debate around the question, “Which is better, more state or more market?” is a theoretically sterile approach. We gain both analytic leverage and the capacity to conceptualize effective politics and policies by reframing the discussion around the insight that institutional structures are required both to contain and to expand markets and that these structures are built through the interaction of state and civil society (BLOCK; EVANS, 2005, p. 507).

Em suma, nessa perspectiva sociológica, é um fato incontestável a imprescindibilidade do Estado para o próprio funcionamento da vida econômica. No entanto, um questionamento paira sobre a problemática desses autores: como o Estado e suas instituições são capazes de promover efetivamente o desenvolvimento? Afinal, os mercados e indústrias são formados como parte do

processo de construção do Estado-nação. Disso decorre que os grupos organizados, como empresas, sindicatos, partidos e agências governamentais, visam influenciar na forma de instituições e de organizações que melhor lhes beneficiem (direitos, estruturas de governança etc.). Ou seja, tais componentes não são meros produtos de uma solução eficiente: originam-se de uma luta política, contínua e contestável (MARQUES, 2003, p. 39). Tal problema é ainda de maior relevância para países em desenvolvimento, uma vez que eles são dominados por elites industriais e agrárias trilhadas por interesses pessoais, sem grandes vínculos à economia doméstica (FIANI, 2011, p. 200).

Assim, o Estado deve promover arranjos institucionais que não sejam atrelados a mentalidade privada dos grupos dominantes: o grande desafio é promover uma racionalidade burocrática no sistema econômico que funcione como contraponto à racionalidade individual das elites organizadas, evitando-se a captura do Estado. Mas, além de se chegar a essa conclusão, deve ser pensado como é possível que o Estado cumpra devidamente esse papel na medida em que ele simultaneamente visa interesses comuns e gera benefícios particulares (Ibid., p. 201). Com efeito, é da própria natureza da atividade econômica do Estado produzir benefícios localizados, mesmo quando sua iniciativa busca apenas benefícios gerais. Por exemplo, a expansão da malha de transportes, beneficia toda a sociedade, mas, ao mesmo tempo, gera ganhos expressivos para um grande número de indústrias privadas: equipamentos de transporte, empreiteiras, fabricantes de combustíveis etc. (Ibid., p. 202). Dessa forma, para se executar políticas industriais factíveis, as instituições que as implementam devem levar em conta a distribuição de poder de uma dada sociedade a fim de se evitar a captura do Estado por grupos de interesse. Do contrário, eles provavelmente irão expandir seus incentivos desnecessariamente e flexibilizar mecanismos de contrapartidas (BLANKENBURG; KHAN, 2009, p. 8-9).

Essa constatação não deve levar ao fatalismo sobre o papel do Estado em políticas de desenvolvimento. Para superar tal dilema, Evans (1993, 2004) cunhou o conceito “*embedded autonomy*” para explicar o arranjo bem-sucedido existente em Estados desenvolvimentistas clássicos, como a Coreia do Sul. Em tais casos, há uma burocracia autônoma aos interesses particulares dos agentes econômicos, devido a uma estrutura corporativa coesa, mas ao mesmo tempo apta a constituir

parcerias¹⁶ com eles, a fim de estarem a par das demandas que podem beneficiar a economia nacional como um todo. Por mais contraditória que possa soar essa composição, é justamente nela que reside o equilíbrio para que se tenha sucesso em projetos de desenvolvimento, sendo tais chances restritas no caso de a burocracia só possuir uma ou outra (autonomia ou parceria):

A organização interna dos Estados desenvolvimentistas assemelha-se mais à burocracia weberiana. Recrutamento por mérito, altamente seletivo, e compensações ao longo de carreiras de longo prazo criam uma situação de compromisso e um sentido de coerência corporativa. A coerência dá a este aparato um certo tipo de “autonomia”. Entretanto, eles não são isolados da sociedade como Weber achava que deveriam ser. Ao contrário, estão inseridos em um conjunto concreto de alianças sociais que ligam o Estado à sociedade e provêm canais institucionalizados para negociação contínua de objetivos e planos de ação. Isoladamente, nem autonomia nem inserção iriam funcionar. Um Estado inteiramente autônomo não teria a capacitação suficiente, nem a habilidade necessária, para implementar seus objetivos de forma descentralizada e privada. Em contrapartida, quando redes muito densas de interesses não encontram um Estado com estrutura interna robusta, este se torna incapaz de resolver os problemas de “ação coletiva” e de transcender os interesses individuais de suas contrapartes privadas. Somente quando há uma combinação entre a incorporação de interesses coletivos e a autonomia um Estado pode ser chamado de desenvolvimentista. São imprescindíveis tanto autonomia quanto parceria. Esta combinação aparentemente contraditória entre coerência corporativa e conexão social, que chamo de “autonomia e parceria”, fornece a base estrutural para a intervenção favorável do Estado na transformação industrial (Ibid., p. 37-38).

Ou seja, nesses casos, verifica-se um exemplo de “autonomia inserida”, na medida em que a burocracia deve estar distante dos interesses particulares da classe empresarial, mas também próxima de suas demandas. Quanto ao Brasil dos anos 1950-1980, Evans (1993, 2004) o rotulou de caso intermediário entre a “autonomia inserida’ do Estado desenvolvimentista do Leste asiático e o absolutismo incoerente do regime predatório zairiano”. Mais precisamente, isso significa experiências inconsistentes de governança, mas com relativo sucesso em promover a transformação industrial de certos setores através de “bolsões de eficiência burocráticos”.¹⁷ Assim, tais casos são mais ambíguos e podem ser tanto

¹⁶ “*Embeddeness*” no texto original, geralmente é traduzido para conceitos como “imbricação”, “enraizamento” ou “inserção”. A tradução como “parceria”, retiramos de Fiani (2011).

¹⁷ Digna de destaque é a análise que o autor faz, considerando a segunda metade do século XX, da burocracia do BNDES (à época, BNDE) como um “bolsão de eficiência”, em contraste com a maioria da burocracia brasileira, em razão de mecanismos como: plano de carreira bem definido, institucionalização de ética do serviço público e implementação de sistema de concursos públicos para recrutamento. Nesse sentido, ver Evans (1993; 2004).

interpretados como “autônomos” ou “capturados”, a depender do prisma analítico. Disso se extrai que é de pouco uso teorizar a estrutura estatal como uma organização monolítica a-histórica, como fazem os teóricos da escolha pública, ou, no outro extremo, como uma organização determinada pela conjuntura histórico-política geral que se encontra a sociedade, como é o caso dos escritos de Douglass North. Ao invés disso, examinar políticas setoriais e instituições concretas (agências reguladoras, departamentos e empresas estatais) dá um melhor entendimento sobre a situação institucional concreta de cada caso.

Sem embargo, no que é possível atualizar esse debate quanto ao enraizamento das instituições com as demandas práticas dos setores de ciência e tecnologia hodiernos? Trazendo a questão institucional para a realidade brasileira contemporânea, um dos problemas a serem ressaltados é o de que as instituições de política industrial e tecnológica do país não evoluíram suficiente e coerentemente com a evolução da indústria, da ciência e da tecnologia. Ou seja, o eixo central da organização institucional do Estado brasileiro para tais áreas é o mesmo das décadas de 1950-1970, com poucas exceções. Conforme já referido, essa configuração é desconexa do que se entende atualmente por política industrial: não a promoção direta de setores específicos, e sim, a criação de condições contextuais para que haja inovação e produtividade.¹⁸ Em termos efetivos, se está diante de um “envelhecimento das instituições”:

(...) não no sentido literal do termo, mas sim significando que, nos termos da análise de Nelson (2006), elas se tornaram enrijecidas, presas a tecnologias sociais há muito estabelecidas, bem como a formas de atuação típicas de seu passado histórico e do papel que desempenharam nesse passado, em que a política industrial tinha objetivos mais singelos, ou seja, desenvolver setores ou indústrias específicas e construir uma estrutura industrial. O ambiente institucional geral mudou significativamente – com a abertura da economia, as privatizações, as agências reguladoras, as novas normas internacionais de comércio, direitos de propriedade intelectual – mas as instituições estrito senso pouco mudaram (Ibid., p. 25).

¹⁸ O argumento da indústria infante, favorável à proteção da indústria manufatureira nacional e à estratégia de industrialização substitutiva de importações, não parece se aplicar mais à realidade de nosso continente: ainda é possível falar em indústrias infantis nos países pobres da América Latina, mas não mais nos de renda média, como Brasil, Argentina etc. Dessa forma, cabe repensar uma política industrial estratégica que dê apoio principalmente às empresas que possuam condição de serem competitivas, mas necessitam transitoriamente de apoio governamental. Nesse sentido, pode-se consultar Bresser-Pereira; Gala (2010).

Isso fica mais explícito quando arrolamos as instituições mais atuantes na formação de políticas de ciência e tecnologia no Brasil, tendo sido, em sua grande maioria, concebidas no pós-guerra. É o caso (já demonstrado) do BNDES (1952), além do CNPq (1951), Finep (1967), FNDCT (1969). Outra larga parte surgiu ao longo dos anos 1970: INPI, INPE, Sebrae, Inmetro, Embrapa, CPqD.¹⁹ Durante os anos 1980, merece destaque a criação do Ministério de Ciência e Tecnologia. Essas várias gerações de instituições e instrumentos, criados para responder a desafios e a contextos históricos específicos, não necessariamente são capazes de responder aos desafios que teriam de ser enfrentados para implementar uma estratégia de crescimento baseada em inovação (Ibid., p. 26-27).

Não obstante os órgãos de política industrial brasileiros serem, então, considerados obsoletos para políticas de desenvolvimento moderno, ainda é válido fazer um questionamento: se ao menos presentes mecanismos de reciprocidade nos incentivos de política industrial (AMSDEN, 2009), inseridos em um arranjo institucional minimamente adequado (autonomia e enraizamento da burocracia) (EVANS, 2004), até que ponto se viabiliza a inovação tecnológica a partir de práticas de transferência? Políticas de conteúdo local, junto de mecanismos como incentivos fiscais e tributários e programas de P&D, são as políticas mais convencionais no mercado de energia eólica global (LEWIS; WISER, 2007, p. 1851). Assim, possui o PNP alguma proximidade com as experiências internacionais para a criação desse setor. Sem embargo, será necessária uma análise mais aprofundada do Plano para averiguar se ele se aproxima efetivamente delas no que tange à inovação. O questionamento teórico aqui levantado esboça a hipótese principal da pesquisa: há uma relação entre a morfologia das instituições de fomento e a capacidade de transferência de tecnologia entre as empresas. Em termos mais concretos, quando a concessão de financiamento dos bancos de desenvolvimento obedece a regras de contrapartida e reciprocidade pelas empresas no que tange a transferência de tecnologias, tende a haver maiores chance de ocorrência desse fenômeno.

¹⁹ Respectivamente: Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), alterado para Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em 1974; Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP); Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT); Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (SEBRAE); Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD).

No caso concreto, esse debate pertinente às instituições e seus efeitos sobre a ordem econômica é operacionalizado a partir do estudo do papel do BNDES sobre a política industrial brasileira. Mais especificamente, será analisado o papel institucional do Plano de Nacionalização Progressiva para aerogeradores sobre o mercado de energia eólica nacional, como no caso da empresa WEG S.A.

1.2.2 Redes e transferência de tecnologias

Para que a proposta da presente análise avance em relação às abordagens institucionalistas, é pertinente aportar à discussão os estudos existentes sobre redes. Do contrário, o pesquisador fica preso a uma noção excessivamente mecanicista sobre o processo de desenvolvimento, na qual os pré-requisitos das relações sociais – sejam institucionais ou sociológicos – são variáveis homogêneas, binárias (LOCKE, 2001, p. 257). Cumpre notar ainda que a formação de redes de interações sociais e organizações pelas empresas está intimamente relacionada aos processos de circulação de conhecimentos e de transferência de tecnologias.

Uma definição possível de redes é: ligações interpessoais entrelaçadas de múltiplas formas, desde a simples troca de informação entre agentes até a cooperação baseada na colaboração e na ação conjunta (JULIEN, 2010, p. 220). Ou seja, apresentam graus diversos de complexidade, que pode ser estimulada pelas instituições e interesses que movem os agentes envolvidos. Dentre os diversos tipos de rede existentes²⁰, as mais pertinentes para a presente pesquisa são aquelas oriundas de relações entre empresas, que podem ser ou estratégicas ou dinâmicas de inovação e formação. A primeira é focada em manter o dinamismo da empresa no seio de uma zona industrial de empresas interdependentes, ou seja, é geograficamente delimitada. No segundo caso, seu objetivo é favorecer o desenvolvimento de formação e informação complexas, independentemente da distância física entre uma entidade empresarial e a outra (Ibid., p. 224-225).

Com a inserção desse conceito, ao invés de se prender a uma perspectiva normativa/funcionalista sobre como as instituições sociais supostamente mantêm coesa a sociedade a partir da assimilação (interiorização) e cumprimento

²⁰ Julien (2010) identifica, além das redes empresariais, aquelas pessoas, que podem ou ser naturais (parentesco) ou espontâneas (amizades, convivência, trabalho etc.).

inconsciente de suas normas pelos indivíduos, é possível se ter uma visão mais empírica sobre a estrutura de relações que condicionam as restrições e oportunidades dos agentes em questão, podendo-se postular que eles atuam racionalmente em busca de seus interesses dentro disso (MIZRUCHI, 2006). Neste sentido:

Um interesse individual é uma preferência de um agente na ausência de restrições externas. Um interesse estrutural é uma preferência de um agente sujeito a restrições sociais, que pode diferir do que seria essa preferência se ausentes tais restrições. Uma empresa que mude seu posicionamento em relação a uma questão política para agradar um cliente poderoso revela um interesse estrutural. Nada há nesse modelo que impeça a empresa de ser vista como um agente racional. Mas a ação racional da empresa é considerada dentro de um sistema de restrições identificado pelas estruturas sociais em que a empresa está imersa (Ibid., p. 79).

Outrossim, ao contrário da tradicional abordagem quantitativa, tal debate permite vislumbrar os componentes de enraizamento social oriundo das redes, para então se verificar como eles imprimem características qualitativamente distintas ao fenômeno do crescimento econômico, mensuráveis tanto por seus impactos presentes (distribuição e aproveitamento de ganhos), como pela sua própria sustentação a longo prazo. Abordagens de tal sorte têm sido frutíferas especificamente na análise de contextos produtivos circunscritos regionalmente, como arranjos produtivos locais (APL), aglomerações produtivas, *clusters* e sistemas industriais. A partir desses estudos, é possível identificar elementos qualitativos que se integram ao processo de crescimento, mas que não são propriedades econômicas em si, e sim dinâmicas de alimentação recíproca entre arranjos institucionais e contextos sociais (COMIN; FREIRE, 2009, p. 103). Para fins de exemplificação, vale a pena ressaltar as três dimensões observadas por Saxenian (1994) para a compreensão de sistemas industriais, quais sejam: instituições locais e cultura (organizações públicas, universidades, associações empresariais), estrutura industrial (divisão social do trabalho e natureza dos vínculos entre consumidores, fornecedores e competidores), e organização corporativa (grau de hierarquia ou coordenação industrial, centralização ou descentralização e especialização dentro de firmas). Disso resulta que tanto instituições quanto redes sociais são elementos centrais para a compreensão de processos concretos de transformação socioeconômica, considerando que as redes são meios de circulação de conhecimentos e de transferência de tecnologias.

Em relação às instituições, a rede permite evidenciar como os atores em jogo acabam por aderir às práticas fomentadas por determinado arranjo institucional. Esse, por si só, não passa de uma abstração, um conjunto de normas e hábitos instituídos por determinado ente coletivo. Somente quando os agentes sociais começam a operacionalizar seus comportamentos tomando referida instituição em conta, ela passa a ter “vida”. Um ponto a não ser ignorado é o fato de que instituições são construções sociais que não somente fecundam, mas são fecundadas pelas constelações de redes sociais em que se encontram imersas – ou seja, não somente induzem a formação de novas redes de relações sociais, mas dependem também das dinâmicas sociais preexistentes, como um processo dialético (COMIN; FREIRE, 2009, p. 102-103). Disso, vislumbra-se uma perspectiva muito mais ampla no que se refere às próprias instituições:

No mundo “real”, distante dos modelos abstratos de mercado, os indivíduos podem até agir racionalmente na perseguição de seus interesses individuais, mas o fazem sempre constrangidos por normas, instituições e costumes, e movidos por valores, crenças e sentimentos. As trocas mercantis entre indivíduos e empresas, a busca e a conquista de um emprego e a decisão de investir capital em alguma atividade produtiva são explicadas pela racionalidade instrumental tanto quanto por relações de confiança e solidariedade (que redundam em ações de cooperação), de dominação e consentimento (que envolvem relações de poder). E as próprias instituições econômicas estão enraizadas em sistemas de relações sociais concretos. Nesse sentido, as instituições devem ser entendidas como entidades vivas e cujo significado social se transforma ao longo do tempo (Ibid., p. 103).

A dinâmica das redes é relevante especificamente no âmbito empresarial, pois uma rede estrutural coesa permite a criação de um mundo estável no mercado que se atua em questão, sendo definidora da estratégia de negócios de uma companhia. Há duas fontes de instabilidade no mercado que os agentes empresariais visam mitigar para garantir a sobrevivência de suas empresas: a tendência das empresas competirem entre si via preços e a incapacidade de se manter a empresa unida internamente como uma coalização política. A busca dessa estabilidade é crucial para compreender tal agência (FLIGSTEIN, 2001a, 2001b). Neste sentido:

Existem três fases no processo de formação de mercados: emergência, estabilidade e crise. Minha preocupação é especificar a forma como as percepções dos atores sobre a estrutura social corrente afeta as táticas que eles usam em busca da estabilidade para suas empresas. É aqui que entra em jogo a segunda parte da metáfora “mercado como política”.

Em qualquer mercado, os participantes podem ser distinguidos de acordo com o seu tamanho em relação aos seus mercados. As empresas maiores controlam mais os recursos externos do que as menores, incluindo a fixação de preços dos fornecedores, apoio financeiro e legitimidade. Além disso, podem exercer controle sobre as principais tecnologias ou sobre clientes importantes (Pfeffer e Salancik, 1978; Burt, 1983). Como resultado, faz sentido diferenciar os participantes do mercado como estabelecidos e desafiadores (Gambson, 1975). As empresas estabelecidas são grandes e seus atores conhecem seus principais concorrentes, estruturando suas ações de acordo com outros grandes concorrentes. As empresas desafiadoras são menores e estruturam suas ações baseadas nas maiores, enfrentando, porém, o mundo como algo dado e que está fora de seu controle.

As diferentes condições de estabilidade no mercado produzem diferentes tipos de política. Um mercado estável é aquele no qual as identidades e a hierarquia de status das empresas (estabelecidas e desafiadoras) são bem conhecidas e a concepção de controle que guias os atores que a conduzem. As empresas se parecem em suas táticas e estrutura organizacional. A política reproduzirá a posição dos grupos que exercem a liderança (Ibid., p. 38).

Os estudos empíricos referentes às redes são relevantes para determinados mercados, na medida em que se especifica de quais maneiras o conteúdo dessas relações é crucial para tais dinâmicas internas. A rede geralmente opera como substituta para outras variáveis sociológicas, tais como dependência de recursos, poder, propriedade, informação, confiança ou status (FLIGSTEIN, 2001b, p. 11). Assim, é possível realizar um trabalho que focalize na interdependência entre a agência dos atores individuais e a rede formada a partir de determinada estrutura institucional. Como exemplo, no Vale do Silício (EUA), as características específicas das *Venture Capitals* determinam sua centralidade na rede e condicionam o trabalho de todo o sistema. Isso, implicitamente, chama a atenção para o papel dos sistemas reguladores e institucionais nos quais os atores se movem e interagem entre si. Esse campo de estudos empíricos e comparados das redes complexas leva em conta não somente os atores e sua capacidade de manipulação intencional das redes, mas também o papel das instituições ao modelar esse contexto de interação (RAMELLA, 2013, p. 149-150).

Tecnologia, em sua essência, pode ser compreendida como conhecimento útil, ou seja, conhecimento aplicado aos processos de desenvolvimento e produção, colocação no mercado e utilização de bens e serviços. Tal conhecimento pode ser tanto teórico quanto prático, quando relacionado a dispositivos concretos (LARANJA; FONTES; SIMÕES, 1997 apud OLIVEIRA, 2008, p. 50). Ou seja, a tecnologia refere-se a conhecimento incorporado em equipamentos, livros, documentos ou indivíduos,

a depender da sua dimensão: materializado, documentado e imaterializado. Quanto à disponibilidade dessas formas de conhecimento, ela é ditada a partir da existência ou não de obstáculos para sua utilização e transferência.

QUADRO 2 – DIMENSÕES E DISPONIBILIDADE DO CONHECIMENTO

Dimensões do conhecimento	Disponibilidade	
	Imediata	Mediata
Materializado	Equipamento	Adaptabilidade, customização
Documentado	Manuais, livros, revistas	Protegida por patentes e outros direitos de propriedade intelectual
Imaterializado	Acesso/recurso a pessoas e equipes com experiência no domínio em questão	Implícito ou tácito, requer esforço de aprendizagem ou de assimilação

Fonte: adaptado de Oliveira (2008, p. 51).

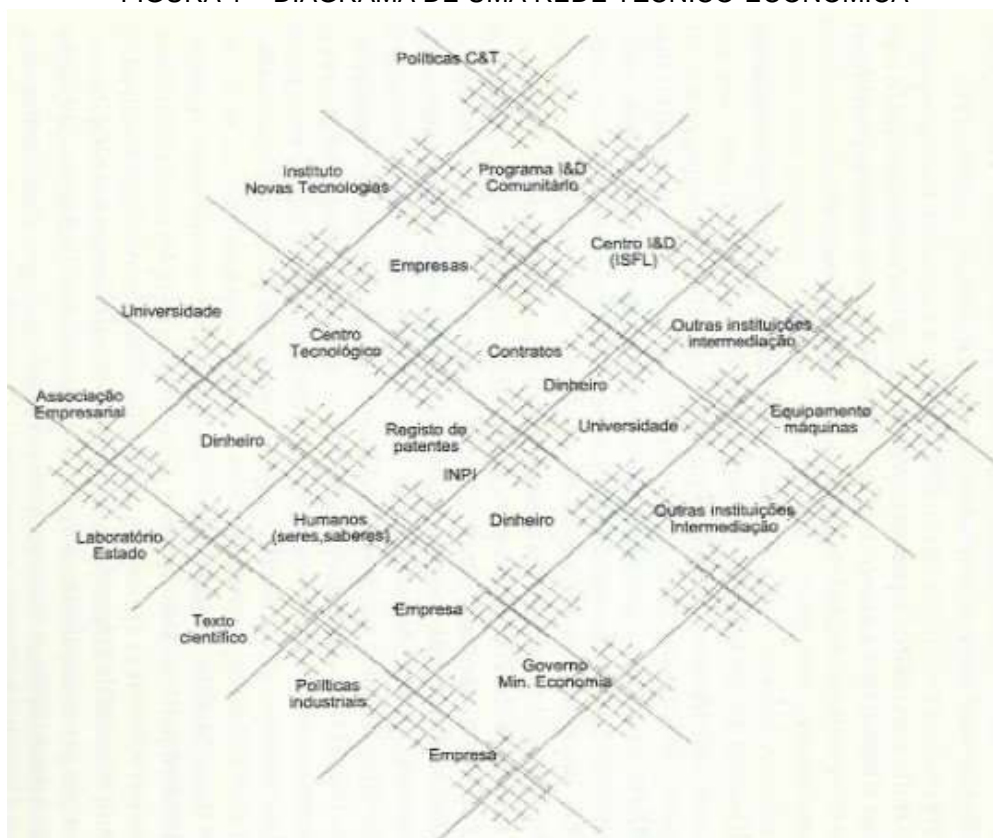
Nesse particular, merece mais explanação a noção de conhecimento implícito ou tácito, em contraste com o conhecimento codificado. Enquanto este pode ser codificado através da palavra oral, escrita ou da imagem, circulando a baixo custo, o conhecimento tácito não possui tais características, não sendo codificável. Ou seja, é um conhecimento pessoal e contextual, de difícil assimilação, dependendo de elevados custos de transmissão e aprendizado. Dessa distinção, surgiu, em termos práticos de política pública a partir da década de 1990, incentivos de promoção à proximidade física entre indústria e universidade (parques tecnológicos) e à mobilidade de professores e investigadores de um meio para o outro. Disso se conclui que redes, tanto de contatos informais quanto de colaboração em projetos de investigação, são modos eficazes para a transferência de conhecimento entre empresas e academia (Ibid., p. 54).

Os apontamentos acima feitos demonstram uma importante distinção entre os economistas neoclássicos e aqueles de matizes heterodoxas, bem como sociólogos. Para os primeiros acadêmicos, a transferência de tecnologias entre empresas se dá como a aquisição de qualquer outro bem ou serviço, sem particularidades referentes a ela. Já para os segundos, a transferência de conhecimento se torna parte de um processo de aprendizado, idiossincrático, e crucial para o fenômeno da inovação (Ibid., p. 50). Nesse diapasão, a rede é essencial: ela constitui, em termos práticos, a estrutura de comunicação e aprendizado que uma região oferece aos atores a partir da troca informacional. Ademais, ela serve como a expressão do coletivo e das

convenções estabelecidas em toda a sociedade – ilustrando o próprio funcionamento de seu meio (JULIEN, 2010, p. 217). As redes são de supra importância para a transferência de conhecimentos também porque essa se dá em processos que requerem relações estáveis entre as firmas e seus fornecedores, empregos e principais competidores, ou seja, as redes formadas entre esses agentes (FLIGSTEIN, 2001b, p. 5).

Assim, no que pese o papel das instituições e dos indivíduos, o enfoque central no processo de inovação econômica é a rede em si: o ator principal é a rede sociotécnica (OLIVEIRA, 2008, p. 62). Levando isso em conta, deve ser entendido que, se as instituições por si só não são capazes de promover a inovação, o gênio isolado também não. Esse agente conta, no estágio do capitalismo atual, com a rede, ator coletivo que possui um projeto e visa alcançá-lo a partir da coordenação de interesses divergentes de cada indivíduo. Em suma, a rede se forma através de um processo de engenharia heterogênea que engloba, além dos econômicos, interesses de ordem política e moral; não a partir da “mão invisível”, resultante da ação de atores isolados (Ibid., p. 68).

FIGURA 1 – DIAGRAMA DE UMA REDE TÉCNICO-ECONOMICA



Fonte: extraído de Oliveira (2008, p. 66).

Levando-se em conta essas considerações teóricas, vislumbra-se que as redes possuem um pertinente papel na estratégia empresarial das companhias, tanto por limitarem-na (estrutura) (MIZRUCHI, 2006) quanto serem desenhadas a partir dela para consolidarem sua posição em determinado setor (agência) (FLIGSTEIN, 2001a, 2001b). Como antes mencionado, um aspecto relevante desse fenômeno das redes ocorre no tocante à transferência de tecnologias: observando-se o fator social que envolve o processo de inovação (OLIVEIRA, 2008), a rede de interações de determinada empresa é de alta relevância para se compreender o quanto ela se apropria de recursos tecnológicos e o quanto os dissemina também. Dessa forma, extrai-se para a pesquisa a hipótese de que há maiores chances de transferência de tecnologias entre empresas na medida em que possuam redes de interação diversificadas. No caso concreto, o debate pertinente às redes e à transferência de tecnologias será verificado a partir do caso da WEG S.A.

A partir das considerações da literatura e do referencial teórico supra apresentados, as hipóteses formuladas analiticamente para a presente pesquisa são: o processo de transferência de tecnologia das empresas é condicionado por uma complexa combinação de fatores sociais e institucionais. Ou seja, há uma relação entre a morfologia das instituições de fomento e a capacidade de transferência de tecnologias entre as empresas. Em termos mais concretos, quando a concessão de financiamento dos bancos de desenvolvimento obedece a regras de contrapartida e reciprocidade pelas empresas no que tange a transferência de tecnologias, tende a haver maiores chances de ocorrência desse fenômeno. Quando a concessão é omissa sobre contrapartidas nesse particular, tende a haver menor probabilidade de transferência de tecnologias. Como hipótese secundária, argumenta-se que quanto maiores as interações e colaborações prévias das empresas com diferentes organizações (empresas, universidades, associações), tanto maiores as suas chances em tecer redes de cooperação e, por conseguinte, de transferir tecnologias a partir dos estímulos de bancos de desenvolvimento, mesmo quando omissos nesse particular. Por outro lado, quanto menor o volume de interações prévias das empresas, tanto menor a probabilidade de tecer redes de cooperação e de transferir tecnologias a partir dos estímulos desses bancos.

No plano empírico, tais hipóteses são verificadas a partir das imposições e vantagens propiciadas pelo credenciamento do PNP do BNDES aos produtores de aerogeradores e seu impacto específico sobre transferência de tecnologias no âmbito da empresa WEG S.A. através das suas redes de interação. Ou seja, a análise de dados será baseada na reconstrução analítica do Plano de Nacionalização Progressiva do BNDES (como dimensão do conceito de “instituição”), verificando de que modo ele afetou as estratégias e redes de interação da Empresa WEG S.A. (dimensão dos conceitos “transferência de tecnologias” e “redes”). Para verificar essa correlação, conforme proposto no problema central, ela será delineada, em termos concretos, a partir dos indicadores concebidos para cada uma das referidas dimensões. Cumpre destacar que não se trata da realização de análise estrutural de redes (caráter quantitativo), mas de análise relacional de redes (caráter qualitativo), tomando-se a empresa selecionada como “ego” – ou centro analítico – para a reconstrução do conteúdo de suas relações com outras organizações (GODECHOT 2015; MAILLOCHON, 2015). Dessa forma, pode ser sintetizada a proposta do projeto no seguinte modelo de análise:

QUADRO 3 – RELAÇÃO ENTRE CONCEITOS E DIMENSÕES ANALÍTICAS

Conceito	Dimensões	Indicadores
Formas das instituições	Incentivos e condicionamentos do BNDES (Linha Finame do Plano de Nacionalização Progressiva para o setor de aerogeradores)	Volume de capital disponibilizado pelo Banco ao respectivo setor; vantagens do financiamento em relação ao setor financeiro privado; condições para concessão de financiamento e credenciamento (requisito de conteúdo nacional, investimento em P&D etc.);
Redes	Redes de interação da empresa WEG S.A.	Núcleos nacionais de P&D; interações entre a empresa e agentes públicos/políticos; formação de redes com demais empresas para cumprimento das metas estipuladas;
Transferência de tecnologias	Estratégia empresarial da empresa WEG S.A.	Curso de ação da empresa para credenciamento; procedimentos para aquisição, montagem e distribuição de componentes e equipamentos do setor (aerogeradores); formação de recursos humanos para tais procedimentos; ganhos tecnológicos obtidos pelas demais empresas da rede de interação;

Fonte: elaboração própria.

* * *

O presente capítulo focou-se em situar o debate existente sobre instituições e desenvolvimento tecnológico, a partir de um questionamento: que tipos de efeitos as instituições de fomento, como os bancos de desenvolvimento, provocam na formação de redes de interação entre empresas e na transferência de tecnologia na área de energia eólica? Dessa forma, para direcionar a interpretação dos dados apresentados nos próximos capítulos, propôs-se aqui fazer: a) uma síntese do debate institucional existente sobre políticas industriais, na perspectiva de duas abordagens opostas (Nova Economia Institucional e Estado Desenvolvimentista); b) uma exposição das limitações metodológicas de ambas e dos postulados da Nova Sociologia Econômica que permitem preencher tais lacunas a partir de um plano mesoscópico; c) e uma delimitação dos conceitos centrais da pesquisa (instituições, redes e transferência de tecnologia) oriunda das contribuições teóricas da Nova Sociologia Econômica e sua operacionalização através da análise empírica a ser exposta nos capítulos seguintes.

Vários estudos já tratam do papel das instituições na economia moderna, como políticas industriais e governança estatal; a saber, os estudiosos do Estado Desenvolvimentista (AMSDEN, 2009; CHANG, 2004a; WADE, 1990). No entanto, demonstram limitações uma vez que se concentram predominantemente na análise macroscópica de estímulos institucionais, desconsiderando a agência das pessoas afetadas. Ou seja, trabalha-se estritamente com uma noção de arranjos institucionais abstratos representados e impostos por entidades homogêneas. Por sua vez, a abordagem presente na Nova Sociologia Econômica permite compreender melhor a agência econômica. A literatura acadêmica referente ao arranjo institucional das relações Estado-empresas (EVANS, 1993, 2004), à ação social (FLIGSTEIN, 2001a, 2001b; GRANOVETTER, 2007), às redes (JULIEN, 2010) e à transferência tecnológica (OLIVEIRA, 2008) de agentes econômicos é pertinente nesse sentido. Assim, há espaço para compreender como os agentes do mercado adaptam efetivamente sua conduta às instituições. Empiricamente, o estudo de caso será feito sobre as imposições e vantagens propiciadas pelo credenciamento do PNP do BNDES aos produtores de aerogeradores e seu impacto específico sobre a transferência de tecnologias no âmbito da empresa WEG S.A. através das redes de interação da empresa.

2 O MERCADO DE ENERGIA EÓLICA E O PLANO DE NACIONALIZAÇÃO PROGRESSIVA DO BNDES

A expansão da matriz energética eólica, bem como de outras fontes renováveis, é um fenômeno característico do século XXI, embora o uso dessa forma de energia pelo homem date de muito antes. Como energia mecânica, ela é utilizada desde a Antiguidade, para mover barcos a vela, e, desde a Idade Média, para operar moinhos de vento para a moagem da farinha (DUTRA, 2008). Seu uso na produção de energia elétrica existe de forma rudimentar desde o final do século XIX, tendo se aprimorado ao longo do século XX para uso em pequenas propriedades (Ibid.). No entanto, foi a partir dos anos 1980 que surgiu sua produção em uma escala industrial: é de 1982 o primeiro modelo de aerogerador de três pás, de 22 quilowatt (kW), mantido até hoje. Somente em 2001 que se chegou ao primeiro megawatt (MW) em energia eólica onshore (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2019a). A partir daí, essa fonte alcançou um drástico crescimento por uma série de fatores: progresso tecnológico, condições econômicas, debates sobre a segurança energética e a preservação ambiental, entre outros (GIDDENS, 2010).

Com efeito, um dos fenômenos que tem sido observado nesse ramo é o rápido declínio nos custos de sua produção, em razão dos ganhos tecnológicos que se vêm obtendo. Isso torna essa fonte energética uma opção cada vez mais atraente para os países em desenvolvimento que contam com a disponibilidade desse recurso natural (vento). Para países como a China, o investimento nessa fonte (junto da fotovoltaica) tornou-se imperativo em razão de questões geopolíticas: a dependência do gigante asiático por combustíveis fósseis, alguns importados, a torna vulnerável a choques na política externa. Não à toa, trata-se hoje do país que mais investe em energias renováveis (MATHEWS; TAN, 2015). Por fim, questões sobre o aquecimento global, a redução na emissão de dióxido de carbono (CO₂) e a possibilidade de um desenvolvimento mais sustentável no futuro próximo tem se tornado cada vez mais presente nos debates políticos tanto nacionais quanto

mundiais, conforme demonstra a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU).²¹

A expansão de tal mercado não pode ser dissociada da implementação bem-sucedida de políticas públicas. Nota-se que parte do êxito obtido pelos principais países no setor surge da combinação de incentivos à demanda por energia eólica e aerogeradores (*demand-pull*) com instituições focadas na sua oferta (*technology and production push*), bem como no aproveitamento das capacidades existentes nos ecossistemas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) locais. Exemplos nesse sentido são os casos chinês e estadunidense (ARAÚJO; WILLCOX, 2018, p. 187).

De forma abrangente, no contexto brasileiro, podem-se identificar diversos mecanismos de incentivo à indústria eólica. Alguns são classificados como “diretos”; por exemplo, o financiamento à cadeia produtiva via bancos públicos, *grants* e cláusulas regulatórias de apoio ao P&D da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o regime fiscal tributário especial aos fabricantes e o instrumento de mercado de capitais via bancos públicos para a cadeia produtiva. Já outros instrumentos são voltados à demanda da energia eólica, sendo classificados como incentivos indiretos da cadeia, por exemplo: os contratos de longo prazo com tarifa subsidiada (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA), os leilões incentivados para compra de energia, o financiamento público aos parques de geração (BNDES e Banco do Nordeste do Brasil - BNB²²), o regime especial tributário para aquisição de geradores e os instrumentos de mercado de capitais no setor de geração de energia via bancos públicos (Ibid., p. 202).

De todos esses, a literatura especializada (ARAÚJO; WILLCOX, 2018; HALLACK; LOSEKANN, 2018) destaca como cruciais três institutos para o desenvolvimento recente da cadeia industrial brasileira: o PROINFA e os contratos de longo prazo para os leilões, voltados à demanda, e o financiamento privilegiado do BNDES atrelado às regras de conteúdo local do PNP, como mecanismo de fomento direto. Assim, o BNDES é só uma das organizações atuantes em uma

²¹ Os Objetivos Globais de Desenvolvimento Sustentável é um documento de 17 metas globais a serem alcançadas até 2030 pelos membros da ONU, conforme Resolução 70/1 da Assembleia Geral das Nações Unidas. Entre elas, encontra-se o fim da desnutrição, a erradicação da pobreza, a igualdade de gênero e o acesso à energia limpa e acessível.

²² Em termos de aporte de capital, essa talvez seja a instituição financeira mais presente nos investimentos à energia eólica no Brasil após o BNDES, em razão do potencial eólico da região nordestina.

estrutura mais complexa que promove os mecanismos já citados. Ela envolve, além do Banco, as regulamentações e normativas do Ministério de Minas e Energia (MME) e da ANEEL²³, que basicamente estruturam as políticas do governo federal para utilização e exploração dos serviços de energia elétrica pelos agentes e consumidores do setor – a política energética nacional (AROEIRA et al., 2017). Além disso, há o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que faz projeções de expansão do setor elétrico brasileiro (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2017, p. 166). Para além da política energética, a estruturação do mercado de compra e venda de energia é administrado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), a quem compete “gerir os processos de comercialização de energia elétrica, registrar e administrar os contratos firmados entre os geradores, comercializadores, distribuidores e consumidores” (AROEIRA et al., 2017, p. 27).

Dessa forma, suscita-se um questionamento específico vinculado à discussão teórica da pesquisa, a ser explorado neste capítulo: quais são as características do PNP do BNDES, em termos de benefícios e regras de contrapartidas e reciprocidade das empresas? Leva-se em consideração as condições existentes para a concessão de financiamento e credenciamento por parte do banco, como requisitos de conteúdo nacional, investimento em P&D, entre outras. Ademais, é considerado o volume de capital disponibilizado pelo Banco ao respectivo setor de energia eólica. Tem-se como objetivo verificar as características desse programa, para então analisar seus efeitos sobre projetos e empreendimentos da indústria de energia eólica no período de 2012 a 2019, em especial no que concerne ao caso da WEG S.A. Não obstante, conforme acima mencionado, deve-se ter em mente que o PNP não foi concebido de maneira isolada em termos institucionais: há uma vasta gama de políticas e organizações que coordenam o setor, meritórias de destaque.

O presente capítulo pretende realizar um apanhado do desenvolvimento do mercado de energia eólica nas últimas décadas, tanto em termos mundiais quanto

²³ Consoante especialistas (AROEIRA et al., 2017), são três as formas de regulamentações praticadas pela ANEEL: (i) A regulação técnica de padrões de serviço, que determina as diretrizes para atividades de geração, transmissão e distribuição; (ii) a regulação econômica, conducente da gestão dos recursos tarifários e as práticas do mercado de energia; e (iii) a regulação de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e eficiência energética, que determinam o percentual de investimento mínimo exigido para as geradoras de energia.

nacionais, bem como das políticas de incentivos existentes no contexto brasileiro, com ênfase no Plano de Nacionalização Progressiva do BNDES. O capítulo é dividido em três seções: a primeira referente à expansão do mercado de energia eólica, tanto no mundo quanto no Brasil. Realiza-se um breve histórico do crescimento dessa fonte de energia em uma perspectiva macroeconômica. Ademais, ressalta-se o perfil e as características das maiores produtoras de aerogeradores, bem como a composição tecnológica dessa máquina e dos fornecedores de seus componentes no mercado brasileiro. Na segunda seção, analisa-se o arranjo institucional brasileiro referente a tal mercado, desde organizações governamentais a políticas públicas específicas, como o PROINFA. Por último, destaque-se a política do PNP para aerogeradores, uma vez que se trata da principal política industrial direta do setor. Expõem-se os méritos e os deméritos do programa sobre a formação dessa indústria brasileira.

2.1 O mercado de energia eólica e de aerogeradores

A aquisição global de energia eólica vem se acelerando desde 2010, superando o crescimento das fontes mais tradicionais em muitas regiões. Em termos de expansão, a taxa anual de crescimento composto tem sido de 21,3% desde 2000: enquanto que nesse ano, contava-se com apenas 17 gigawatt (GW) de energia eólica instalada em termos mundiais, a capacidade acumulada de energia eólica onshore chegou a 542 GW em 2018; uma adição de aproximadamente 30 GW por ano (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2019a, p. 25). O ano recorde em termos mundiais de expansão da energia eólica foi em 2015, quando se acrescentou 65 GW à matriz energética global. Após esse ano, vislumbram-se aumentos mais tímidos, em parte devido à extinção de uma política de apoio que existia até então na China (Ibid.). Assim, embora tenha havido um crescimento vigoroso desde o início do milênio, essa evolução ocorrida até agora não foi linear: em 2010, houve retratação da taxa de crescimento e nos anos posteriores, essa apresentou tendências flutuantes até 2018. Projeções para as próximas décadas estimam um crescimento anual de 7,2%, o que resultaria em uma capacidade acumulada de 1.787 GW e 5.044 GW para 2030 e 2050, respectivamente (Ibid.).

Apesar de previsões positivas por parte da IRENA, um levantamento feito para os próximos anos pela Bloomberg New Energy Finance demonstra uma queda acentuada nos investimentos em energia limpa²⁴ comparado a anos anteriores. Parte dessa queda deve ser atribuída ao atual cenário geopolítico, no qual a China, a principal investidora nesse mercado, diminuiu seu fluxo de investimentos em razão da guerra comercial com os EUA e da desaceleração que sua economia vem sofrendo (HOOK, 2019). Outros gigantes do setor, como o Brasil, também apresentaram uma queda que pode ser explicada a partir da crise econômica que o país vem passando e das políticas de ajuste fiscal do governo federal, retraindo a demanda por energia elétrica (PACHECO, 2019). Ademais, ainda existem certas barreiras de ordem ambiental que comprometem uma maior expansão da energia eólica, como a poluição visual e sonora decorrentes do espaço e dos ruídos ocasionados pelos aerogeradores. As máquinas também provocam efeitos sobre a fauna, como no fluxo migratório das aves, e possuem problemas quanto à disposição do material depois de findada sua vida útil de aproximadamente vinte anos. Questões de ordem socioeconômica são as dificuldades envolvendo o transporte dos componentes das turbinas eólicas, a ausência de capital financeiro e de recursos humanos para os projetos de parques, e o déficit da infraestrutura energética no geral, impossibilitando a conexão dos parques às linhas de transmissão (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2019a, p. 75).

Em termos geográficos, a Ásia mostra-se a maior produtora mundial de energia eólica, havendo instalados 231 GW, aproximadamente 43% da capacidade mundial. A Europa, o segundo colocado, situa-se muito aquém desse *quantum*, com 164 GW; em terceiro lugar, a América do Norte, com 107 GW. A América Latina (e o Caribe) está distante de tais números: somente 25 GW (4,6% da produção mundial), estando a frente apenas da Oceania (7 GW) e da África (6 GW) (Ibid., p. 27).

²⁴ Embora termos praticamente equivalentes, energias limpa e renovável são conceitualmente distintas: a primeira se refere a qualquer fonte de energia que não contribui significativamente para a emissão de CO₂ na atmosfera, não intensificando o efeito estufa. Por sua vez, a energia renovável é aquela oriunda de fontes renováveis, ou seja, que são naturalmente reabastecidas dentro do tempo de vida médio do ser humano. Fontes renováveis são sempre limpas, mas nem toda fonte limpa é renovável. As energias eólicas e solares são exemplos que possuem ambas características. Por sua vez, a energia nuclear é considerada limpa, mas não renovável. Esses tipos de energia se distinguem daquelas dependentes de fontes convencionais, oriundas de combustíveis fósseis (petróleo, gás ou carvão) e emissoras de CO₂ devido a seu processo de combustão. Nesse sentido, ver: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, [20-].

Tendência um pouco diversa é exibida no que se refere ao mercado de trabalho das energias renováveis como um todo: dos 11 milhões de postos de trabalho existentes desse setor em 2018, 60% se concentraram no continente asiático (aproximadamente cinco milhões, sendo em torno de quatro milhões somente na China). Já a União Europeia gerou 1,235 milhão de postos de trabalhos no mesmo ano, o Brasil se aproximando dela com 1,125 milhão de postos.²⁵ Por sua vez, os EUA ficam um tanto atrás: 855 mil empregos em 2018 (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2019b, p. 24-26). Quanto ao setor de energia eólica brasileiro em particular, tem-se uma estimativa de 150 mil empregos diretos e indiretos formados em todo o período de existência da cadeia produtiva (ARAÚJO; WILLCOX, 2018, p. 214). O maior número de empregos oriundos da indústria eólica é relacionado ao setor de construção de parques eólicos, podendo os tipos de trabalho ser classificados por fases: pré-instalação do parque eólico (desenvolvimento tecnológico e fabricação de equipamentos); instalação (planejamento, gestão de projeto, transporte e construção); e operação e manutenção (serviços e geração e distribuição de energia) (PACCA; SIMAS, 2013). Nesse sentido, as firmas domésticas estão melhor estabelecidas na produção das torres para os equipamentos, que é menos rigorosa em termos tecnológicos do que a produção das turbinas *per se*.

Quanto ao mercado propriamente de aerogeradores, as principais matrizes eólicas foram estruturadas em paralelo à formação de uma cadeia industrial local. Ou seja, os países onde esse tipo de energia mais se expandiu aproveitaram a oportunidade para o desenvolvimento de uma indústria nacional que absorvesse parte da demanda (ARAÚJO; WILLCOX, 2018, p. 183). Em termos mundiais, o *market share* é dividido principalmente entre fabricantes/montadoras²⁶ da Alemanha, da China, da Dinamarca e dos EUA. Para fins de ilustração dessa tendência, os

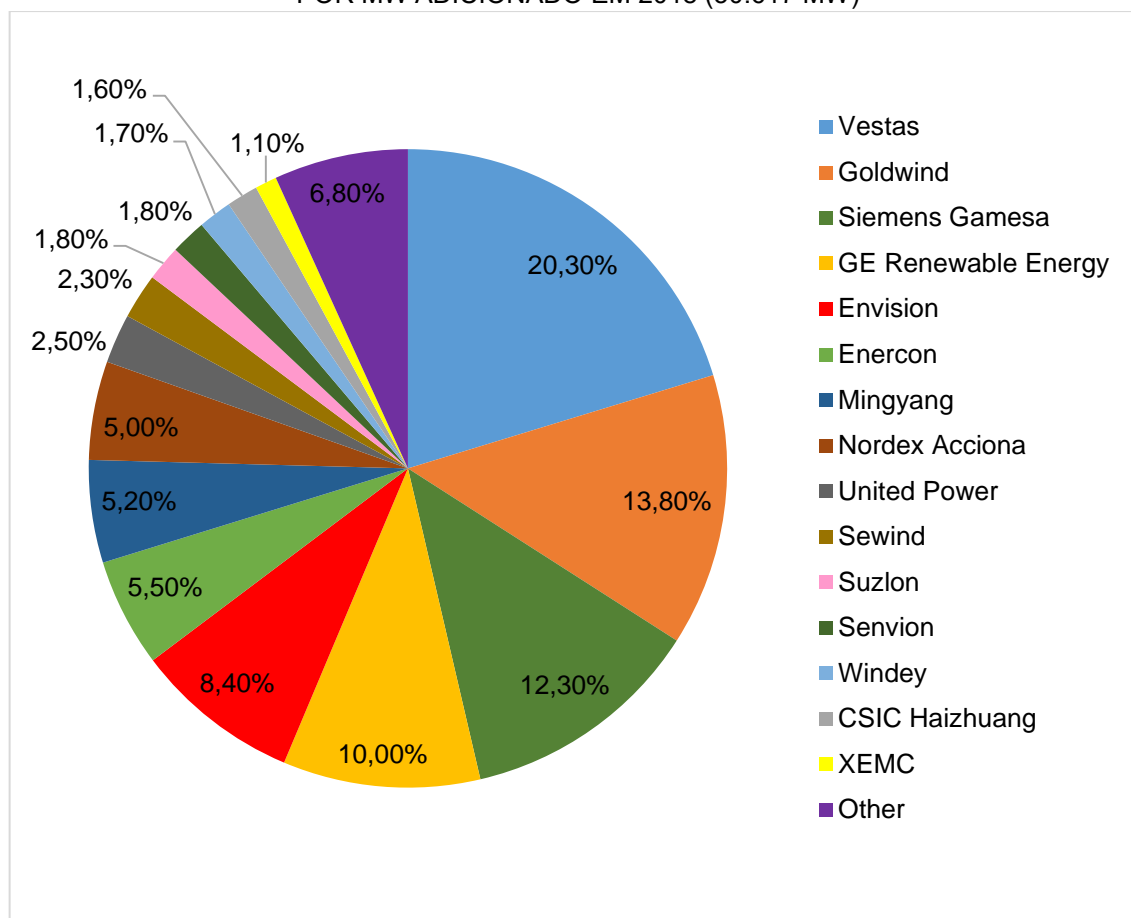
²⁵ Vale destacar que o Brasil é o maior empregador mundial no que se refere a biocombustíveis, com 832 mil postos de trabalhos.

²⁶ Essas duas designações podem ser usadas de maneira equivalente para o setor, uma vez que as empresas que efetivamente comercializam o aerogerador geralmente fabricam os componentes cruciais, mas adquirem externamente os secundários, de modo que realizam a integração (montagem) da máquina. Essa atividade ocorre somente no parque eólico, onde se assimila os principais componentes do aerogerador (torre, pás, cubo e nacele). Quanto às empresas que fabricam componentes auxiliares, designa-se de fornecedor. A composição das peças da máquina será mais bem aprofundada mais adiante nesse capítulo. Nesse sentido, veja-se Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2018).

dados a seguir são referentes à oferta de aerogeradores em 2018²⁷: as empresas alemãs atenderam a 24,6% da demanda do mercado mundial – Siemens Gamesa (12,3%), Enercon (5,5%), Nordex Acciona (5,0%) e Senvion (1,8%); as chinesas representaram 36,6% - Goldwind (13,8%), Envision (8,4%), Mingyang (5,2%), United Power (2,5%), Sewind (2,3%), Windey (1,7%), CSIC Haizhuang (1,6%) e XEMC (1,1%); já a companhia dinamarquesa Vestas, por si só, dominou 20,3% do mercado e a americana GE Renewable Energy, 10,0%. Fora dessas quatro nações de grandes *players*, uma menção deve ser feita à indiana Suzlon, com 1,8% do mercado. O restante da fatia (6,8%) é representado por empresas menores de outros países (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2019a, p. 67). Classificando por empresa, percebe-se que a Vestas foi a mais atuante em 2018, vindo atrás Goldwind, Simens Gamesa e GE.

²⁷ Calculada a partir do número de MW acrescentados na matriz energética nesse ano, em um total de 50.617 MW.

GRÁFICO 1 – MARKET SHARE GLOBAL DAS PRINCIPAIS FABRICANTES DE AEROGERADORES POR MW ADICIONADO EM 2018 (50.617 MW)



Fonte: adaptado de International Renewable Energy Agency (2019a, p. 67).

Dessa forma, percebe-se que é um mercado oligopolizado, na medida em que 15 empresas, concentradas em cinco países (EUA, China, Alemanha, Dinamarca e Índia), corresponderam por mais de 90% da demanda global em 2018. Há um perfil organizacional em comum nessas companhias, que se vislumbra principalmente em setores estratégicos, onde o investimento intensivo em capital e inovação é a regra – não fugindo a energia eólica dela. Tais empresas, rotuladas de *original equipment manufacturer*²⁸, além de atuarem justamente em mercados com um elevado nível de concentração em companhias de grande porte, caracterizam-se da seguinte forma: desenvolvimento vinculado a políticas de apoio; relevância do mercado doméstico para consolidação das empresas; e tendência a atuarem globalmente (PODCAMENI, 2014). Tanto é assim que, em tempos recentes, as únicas

²⁸ Termo com diversas definições, mas aqui se refere especificamente a empresas que montam ou fabricam um produto final e o comercializam sob sua marca. Nesse sentido, ver Camillo (2013).

companhias que têm tido a capacidade de competir mundialmente com os tradicionais fabricantes da Europa e dos EUA são de origem chinesa. A China tem investido fortemente na expansão de sua matriz energética renovável e na formação de empresas aptas a isso através de um grande suporte estatal (ARAÚJO; WILLCOX, 2018). Dessa forma, via de regra, essas manufactureiras são oriundas do capital privado, com algumas exceções.²⁹ No entanto, são empresas que também contam com forte investimento governamental.

2.1.1 A energia eólica e os principais fabricantes no Brasil

O Brasil é o oitavo maior produtor e o quarto maior investidor mundial em energia eólica³⁰ (AROEIRA et al., 2017, p. 39). Dados recentes (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020) demonstram que aproximadamente 15 GW de energia elétrica são produzidos a partir dessa fonte. Em termos comparativos, isso equivale a algo em torno de 8,6% da matriz energética nacional (170 GW), enquanto que a fonte predominante, hídrica, corresponde a 61% (109 GW). Em segundo lugar, encontram-se os combustíveis fósseis³¹, representando 14,7% da matriz brasileira. A biomassa, em suas diversas formas³², disputa o terceiro lugar com a energia eólica, com um número bem aproximado: 8,4%. 4,5% da demanda brasileira é atendida a partir da importação de energia elétrica de países vizinhos, como Paraguai, Argentina, Venezuela e Uruguai. Por fim, as energias fotovoltaica e nuclear representam 1,49% e 1,11%, respectivamente.

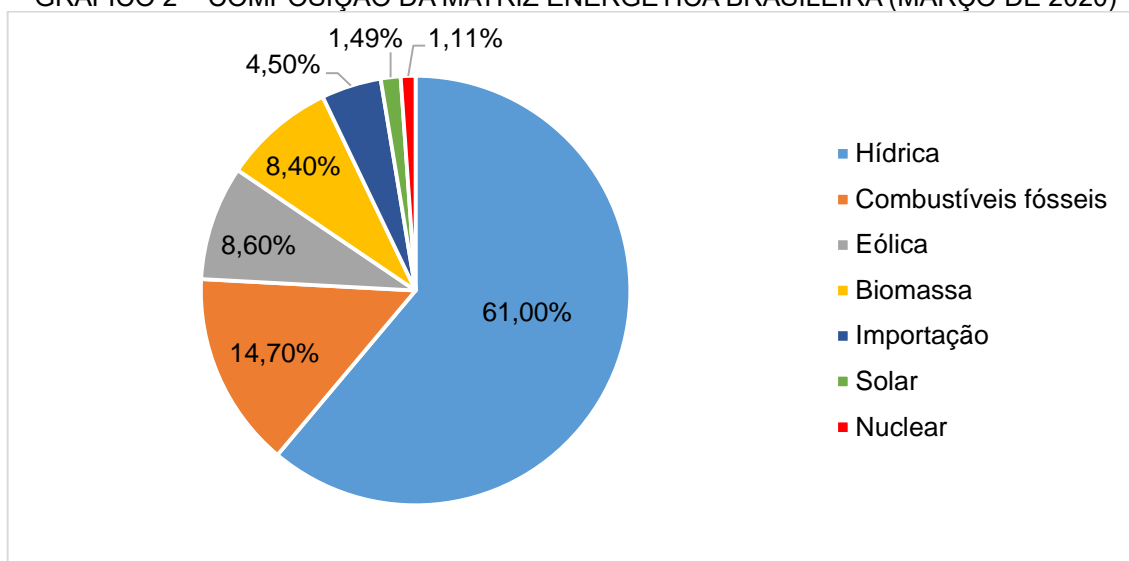
²⁹ Mais precisamente, a chinesa Guodian United Power é estatal. A Goldwind é uma sociedade de economia mista, parcialmente pertencente ao Estado chinês.

³⁰ Fato interessante é o de que o investimento brasileiro é predominantemente nacional, em contraste a outros países da região. Conforme levantamento de 2016, 77% do investimento em energias renováveis no país partiu do capital nacional e o restante do estrangeiro. De forma inversa, países como Chile e México contaram com 90 e 98% de investimento estrangeiro, respectivamente. Essa discrepância pode ser explicada pelo fato de que tais países permitem a indexação de contratos dessa natureza em moeda estrangeira, não ficando submetido à volatilidade do câmbio, o que não é o caso brasileiro. Consequentemente, afastam-se investidores externos. Nesse sentido, ver Aroeira et al. (2017).

³¹ Carvão mineral, gás natural, petróleo e outros fósseis.

³² Agroindustriais, biocombustíveis líquidos, florestas, resíduos animais e resíduos sólidos urbanos.

GRÁFICO 2 – COMPOSIÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA (MARÇO DE 2020)



Fonte: adaptado de Agência Nacional de Energia Elétrica (2020).

A evolução da energia eólica no país ocorreu em ritmo análogo ao da expansão mundial, tendo apresentado a partir dos anos 2000 um crescimento moderado. Não obstante, é a partir da década de 2010 que se observa um maior investimento no setor. Com efeito, nessa época, houve uma grande expansão do mercado de energia eólica no país a partir das políticas de incentivo do governo³³, conforme demonstram resultados obtidos nos leilões de energia de 2009 a 2015 (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2017, p. 174; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA, 2019, p. 5). Outro fator que contribuiu para esse fenômeno foi a crise financeira de 2008³⁴ nos países centrais, que fez com que migrasse para cá parte dos investimentos globais no setor³⁵ (GOUVÊA; SILVA, 2018). Atualmente, a energia eólica, exclusive a hídrica, pode ser considerada a fonte renovável mais competitiva do país, tendo atingido seu menor preço histórico em 2017, quando foi inferior até ao da geração hídrica de grande porte. Nesse ano, o Brasil tem o terceiro menor custo médio de geração global dessa fonte de energia, atrás apenas de China e EUA, que são os maiores

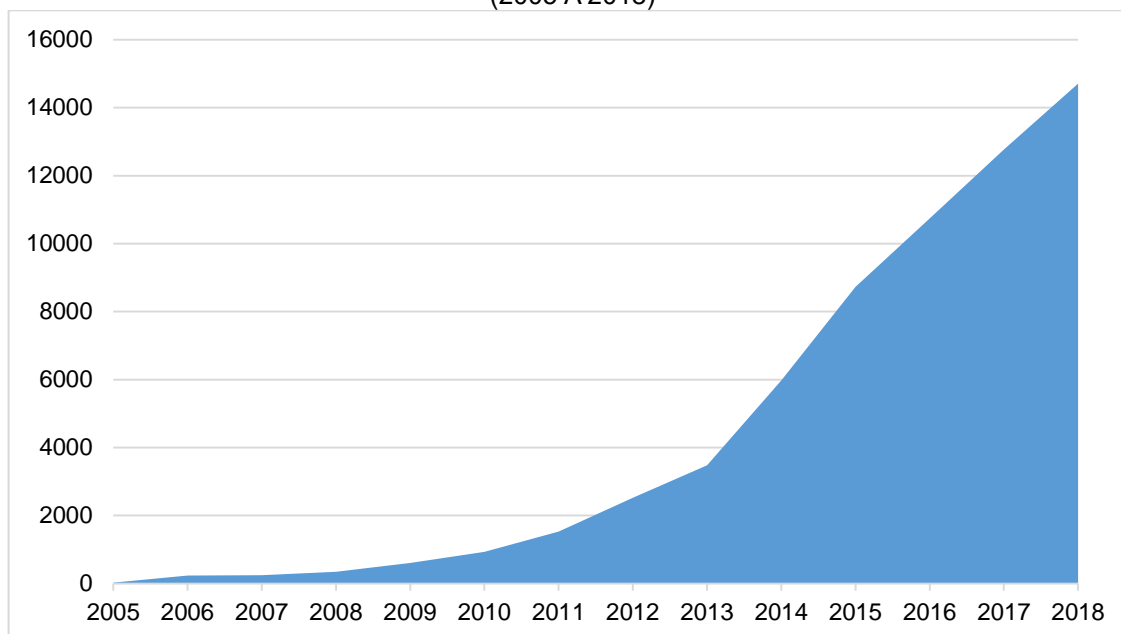
³³ Para uma síntese da relevância estratégica atribuída à energia eólica durante o Governo Dilma (2010-2016), bem como de outras fontes, ver Schutte (2014).

³⁴ A crise financeira de 2008 iniciou no setor de títulos imobiliários do setor financeiro americano e tornou-se a mais grave crise econômica desde a Grande Recessão dos anos 1930, especialmente nos EUA e na Europa.

³⁵ Não obstante, isso deve ser considerado um fator pertinente com a devida cautela, tendo em vista o baixo grau de internacionalização do setor de energia eólica no país, conforme já exposto na Nota 30.

mercados mundiais (ARAÚJO; WILLCOX, 2018, p. 214; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA, 2020).

GRÁFICO 3 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA EÓLICA NO PAÍS EM MW (2005 A 2018)



Fonte: adaptado de Associação Brasileira de Energia Eólica (2019, p. 5).

Em termos regionais, o maior potencial para a produção desse tipo de energia encontra-se na Região Nordeste. Essa propensão pode ser observada pela concentração de parques eólicos na região em comparação ao restante do país. Com efeito, os estados com o maior número de parques, em ordem decrescente, são: primeiramente, o Rio Grande do Norte (RN), com 150; logo após, a Bahia (BA), com 139; o Ceará (CE) e o Rio Grande do Sul (RS), ambos com 80³⁶; o Piauí (PI), com 60 parques; e Pernambuco (PE), com 34. Por outro lado, o Rio de Janeiro (RJ) e o Pará (PA) possuem somente um parque eólico cada, e outros estados, como São Paulo (SP), Minas Gerais (MG) e os da Região Centro-Oeste, não possuem nenhum (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA, 2019, p. 6). Assim, estima-se que 85% da capacidade existente para energia eólica do país encontra-se no Nordeste (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2019b) e 12% no RS. Cabe notar que essa configuração regional pode contribuir, junto de outros fatores, para uma diversificação na base da indústria metal-mecânica nacional, que

³⁶ Em termos de potência instalada, o CE está à frente do RS: 2.050,5 para 1.831,9 MW.

mostra uma migração relativa da Região Sudeste para as Regiões Sul e Nordeste, conforme será exposto mais adiante (ARAÚJO; WILLCOX, 2018, p. 214).

Em uma visão geral, a estrutura produtiva brasileira engloba toda a cadeia de valor existente no que se refere à energia eólica, seja em termos de serviços ou produtos. Desenvolve-se aqui: os estudos preliminares sobre as qualidades do vento do local onde se pretende instalar um parque e se obter o licenciamento ambiental e a regularização fundiária do empreendimento; a parte de viabilidade financeira de tal projeto, onde se faz uma análise de se retorno e se busca os contratos com fornecedores do maquinário necessário; contratos de comercialização de energia entre geradores e distribuidores, que podem envolver assessoria aos leilões da ANEEL ou gestão de consumo; o fornecimento dos equipamentos para o parque, sua construção e comissionamento, que envolve o *Balance of Plant* (BOP)³⁷ civil, a instalação dos equipamentos; e, por fim, sua operação comercial, onde se trabalha com a operação e manutenção (O&M) do parque e o BOP eletromecânico; além de outros serviços complementares, como transporte, logística e P&D (AROEIRA et al., 2017, p. 95).

De todos esses fornecedores de bens e serviços, os que tiveram um desenvolvimento mais expressivo nos últimos anos são os fabricantes de aerogeradores. Em 2010, quando o país atingiu seu primeiro mil MW de potência eólica instalada, a demanda era suprida principalmente por quatro fabricantes: Wobben³⁸ (40%), Suzlon (37,5%), Vestas (10%) e Impsa (10%). Ainda nessa época, o pequeno parque eólico brasileiro importava quase 50% dos aerogeradores, tendo em vista que a Suzlon e a Vestas não possuíam fábricas aqui – isso sem ser considerado o percentual de componentes internos que eram importados, mesmo quando o aerogerador fosse fabricado/montado aqui, como era o caso da alemã Wobben e da argentina Impsa. Ou seja, somente essas duas companhias possuíam fábricas instaladas no país, em Sorocaba (SP) e Suape (PE), respectivamente. Além delas, nesse mesmo ano, a espanhola Gamesa estava com uma fábrica em

³⁷ Termo específico da engenharia referente a todos os equipamentos auxiliares necessários para o funcionamento de uma estação de energia além de sua unidade geradora. Assim, engloba uma vasta gama de aparelhos, como transformadores, inversores, estruturas de suporte etc.

³⁸ A Wobben Windpower, subsidiária da já referida alemã Enercon GmbH, é a fabricante de aerogeradores mais antiga no mercado nacional, e da América do Sul, atuando aqui desde 1995. Dessa forma, ela manteve uma posição de monopólio no mercado nacional por certo período. Nesse sentido, ver Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2018).

construção em Camaçari, na Bahia. Ademais, fabricantes estrangeiros, como as já mencionadas Vestas, Siemens, Suzlon, além da francesa Alstom e da chinesa Guodian United Power³⁹, haviam anunciado seu interesse de realizar investimentos no Brasil. Para além da política do BNDES de nacionalização da cadeia produtiva, as fabricantes tiveram interesse em iniciar suas atividades aqui em razão de excelentes resultados obtidos nos leilões de energia eólica de 2009 e 2010, expostos mais adiante, o que tornava promissor o investimento no país (GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2011, p. 21).

Em suma, entre 2010 a 2013, onze montadoras firmaram acordos com o BNDES de cumprimento das metas de nacionalização para serem credenciadas: Wobben, Gamesa, GE, Vestas, Impsa, WEG, Alstom, Siemens, Acciona, Suzlon e Führländer (ARAÚJO; WILLCOX, 2018; FERREIRA, 2017). Em junho de 2012, seis dessas empresas foram descredenciadas pelo não atendimento das normas compactuadas em seus contratos individuais, conforme auditorias realizadas pelo BNDES nas suas instalações produtivas. Entre tais empresas estão a Suzlon, a Siemens, a alemã Führländer e a espanhola Acciona (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014). A Siemens e a Suzlon, embora já tivessem fornecido máquinas ao mercado brasileiro, acabaram por não se adequar ao regramento do BNDES (Id., 2018). A Acciona, por sua vez, reajustou-se às exigências do Banco, tendo retomado o credenciamento (Id., 2014). Dessa forma, em 2014, havia dez montadoras de aerogeradores atuando efetivamente no país: Impsa, Wobben, GE, Alstom, Gamesa, Acciona, Siemens, Suzlon, Vestas e WEG. Dessas, as seis primeiras já estavam credenciadas pelo BNDES, realizando sua produção nacionalmente, enquanto a WEG encontrava-se no processo final de homologação naquele ano. A Vestas assinou uma carta de intenções com o Banco para que se adequasse às regras até o último trimestre de 2015, o que ocorreu a partir da instalação de sua fábrica em Aquiraz (CE) em 2016 (Id., 2018, p. 20; VESTAS BRASIL, 2020). Mesmo com a expansão de montadoras, tal mercado continuava extremamente dependente de importações por meados de 2013. À

³⁹ Até onde foi possível averiguar, aparentemente a companhia chinesa não concretizou esse intento, tendo em vista que nenhuma fábrica sua entrou em operação aqui.

época, 43% da demanda nacional era suprida por importações da China, Alemanha, EUA e outros países (EUROMONITOR RESEARCH, 2013).

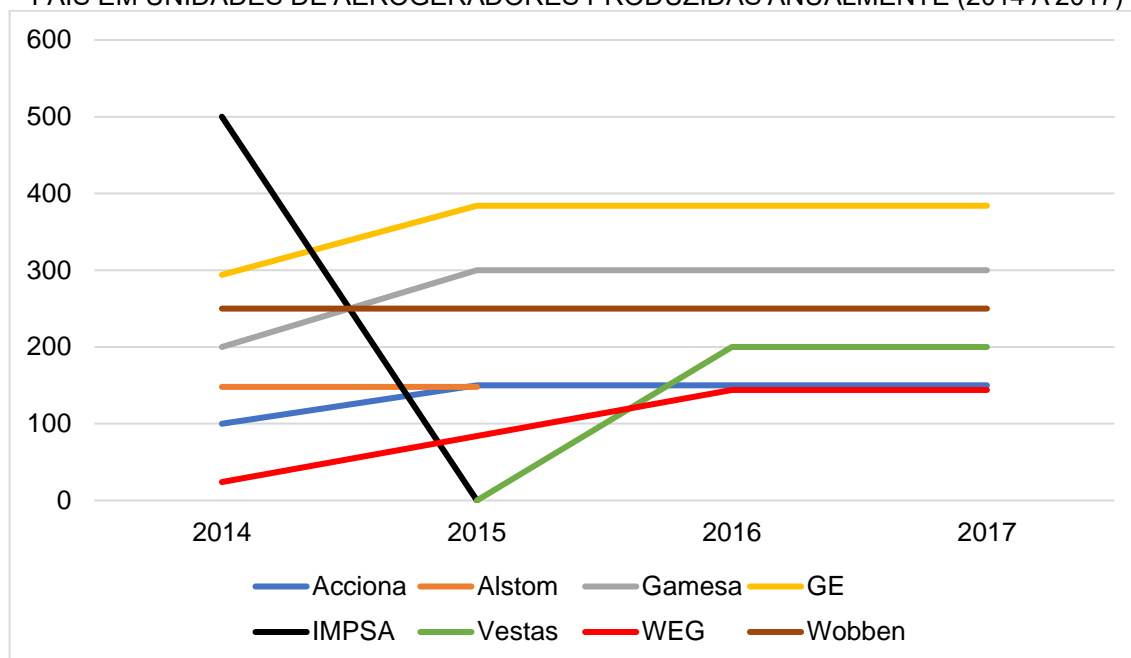
Nos anos seguintes, certos acontecimentos reduziram o número de montadoras instaladas no país: em 2016, ocorreu a fusão entre a Siemens e a Gamesa (59% e 41% do capital, respectivamente), renomeada Siemens Gamesa Renewable Energy, cuja fábrica brasileira localiza-se no polo industrial baiano de Camaçari (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018, p. 20). Esse acontecimento deu lugar de destaque à empresa Siemens no mercado brasileiro: não tendo cumprido as regras de conteúdo local do BNDES, a companhia alemã tinha um papel muito limitado no setor nacional desde 2012, tendo somente fornecido algo em torno de 2% do maquinário utilizado nos parques. Todavia, com a fusão, tornou-se a segunda maior fornecedora nacional de aerogeradores. Isso é devido ao fato de que ambas as empresas possuem competências geográficas complementares: enquanto a fabricante espanhola consolidou seu mercado na América do Sul e na Ásia, a alemã Siemens é forte na Europa e na América do Norte. Também a especialidade dessa é as turbinas offshore enquanto da Gamesa, onshore (AROEIRA et al., 2017, p. 124-125).

Além disso, a GE, que já possuía uma fábrica em Campinas (SP), adquiriu a divisão de energia da Alstom em 2015, investindo também no polo de Camaçari (BA) em razão do potencial eólico daquela região. No âmbito global, essa aquisição foi oportuna para que a empresa se tornasse competitiva face à líder no mercado de turbinas offshore, Siemens (Ibid., p. 124). Em 2016, a Acciona se fundiu com a alemã Nordex, tornando-se a Nordex Acciona Windpower. A argentina IMPSA, por sua vez, tinha a intenção de instalar uma fábrica de aerogeradores no Rio Grande do Sul através de sua subsidiária nacional, Wind Power Energia. No entanto, devido a problemas financeiros, tal empresa fez um pedido de recuperação judicial e paralisou suas atividades em 2014, não tendo se concretizado o plano da fábrica. Por fim, a indiana Suzlon, que jamais se adequou aos regramentos do BNDES, acabou encerrando suas atividades no país em 2017 devido a fatores do mercado

nacional, fechando a filial (escritório) atuante aqui desde 2006⁴⁰ (AGÊNCIA CANALENERGIA, 2017).

No ano de 2020, está reduzido a seis⁴¹ o número de montadoras no país: Siemens Gamesa, General Electric, Wobben, WEG, Vestas e Nordex Acciona (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2020). Um fato importante é que, exclusive a WEG, todas as demais montadoras no país são multinacionais estrangeiras. Segue a capacidade produtiva das fabricantes atuantes no país, computada através do registro de máquinas produzidas por ano:

GRÁFICO 4 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DAS FABRICANTES INSTALADAS NO PAÍS EM UNIDADES DE AEROGERADORES PRODUZIDAS ANUALMENTE (2014 A 2017)



Fonte: adaptado de Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2018, p. 22).

Vislumbra-se que as mudanças que ocorreram em anos recentes na indústria nacional, de um número menor de empresas em atuação, não resultaram em um

⁴⁰ Essa redução nos competidores do mercado de energia eólica, tornando-se cada vez mais similar a um oligopólio, está de acordo com a tendência já observada em outros ramos do setor elétrico, conforme indicam analistas (AUGER, 2015; WALKER, 2010). Parte disso é devido ao fato de que grandes conglomerados industriais, como a GE e a Siemens, para serem mais competitivos, estão reduzindo cada vez mais o preço de suas turbinas e obtendo seu lucro sobre os serviços de operação e manutenção (O&M) oferecidos, um retorno a longo prazo. Isso torna inviável para empresas menores sustentar os custos de produção de seus aerogeradores, que acabam por vender seus ativos a essas grandes corporações.

⁴¹ Isso não significa que não haja máquinas em operação de outras empresas nos parques eólicos brasileiros, e sim, somente que a fabricante não possui fábrica instalada em território nacional. Um exemplo disso é a chinesa Goldwind, que recentemente fechou negócio aqui. Nesse sentido, ver Costa (2018).

grande incremento nas suas respectivas capacidades produtivas individuais, mantendo-se em um total de 1,5 mil máquinas por ano. Isso se explica pelo fato de que a produção existente já corresponde a uma capacidade muito superior à demanda no país (Ibid.).

Inegável que os polos de atuação das montadoras estão vinculados a certas vantagens comparativas locais: montadoras como Siemens Gamesa, Nordex Acciona e Vestas têm suas unidades para fabricação de cubos e naceles em zonas próximas à concentração de parques eólicos nacionais, atualmente no Nordeste. Isso reduz os custos logísticos que envolvem a entrega de componentes, além de haver apoio ou incentivos oferecidos pelos governos estaduais. Por sua vez, empresas como a GE e a WEG optaram por ficar mais próximas de estruturas fabris já consolidadas, estando a empresa americana localizada em um polo em São Paulo de diversos fabricantes de subcomponentes. Já a base da WEG fica na região de Jaraguá do Sul (SC), local notório por seu potencial metal-mecânico, onde a empresa tem toda sua cadeia industrial para a fabricação de motores e equipamentos (Id., 2014, p. 122).

Dessa forma, é pertinente destrinchar os subcomponentes dessa máquina e seus principais fornecedores no Brasil para clarificar a configuração espacial e organizacional dessa indústria.

2.1.2 Composição dos aerogeradores e dos fornecedores brasileiros

Em termos abrangentes, um aerogerador pode ter até oito mil componentes e subcomponentes. Sem embargo, somente 16 desses chegam a representar, cada um, mais de 1% do custo total do equipamento, sendo esses os efetivamente significativos quanto aos custos de produção. Os aerogeradores de eixo horizontal podem ser decompostos em três grandes partes: primeiro, a parte de conversão eletromecânica e de componentes estruturais da nacele; ou seja, que transforma a energia cinética oriunda dos ventos em energia elétrica. Segundo, a parte aerodinâmica, composta pelas pás⁴² e componentes do cubo, ou o *hub*, uma peça única de fundido, no qual elas são afixadas ao sistema de passo (*pitch*), que controla

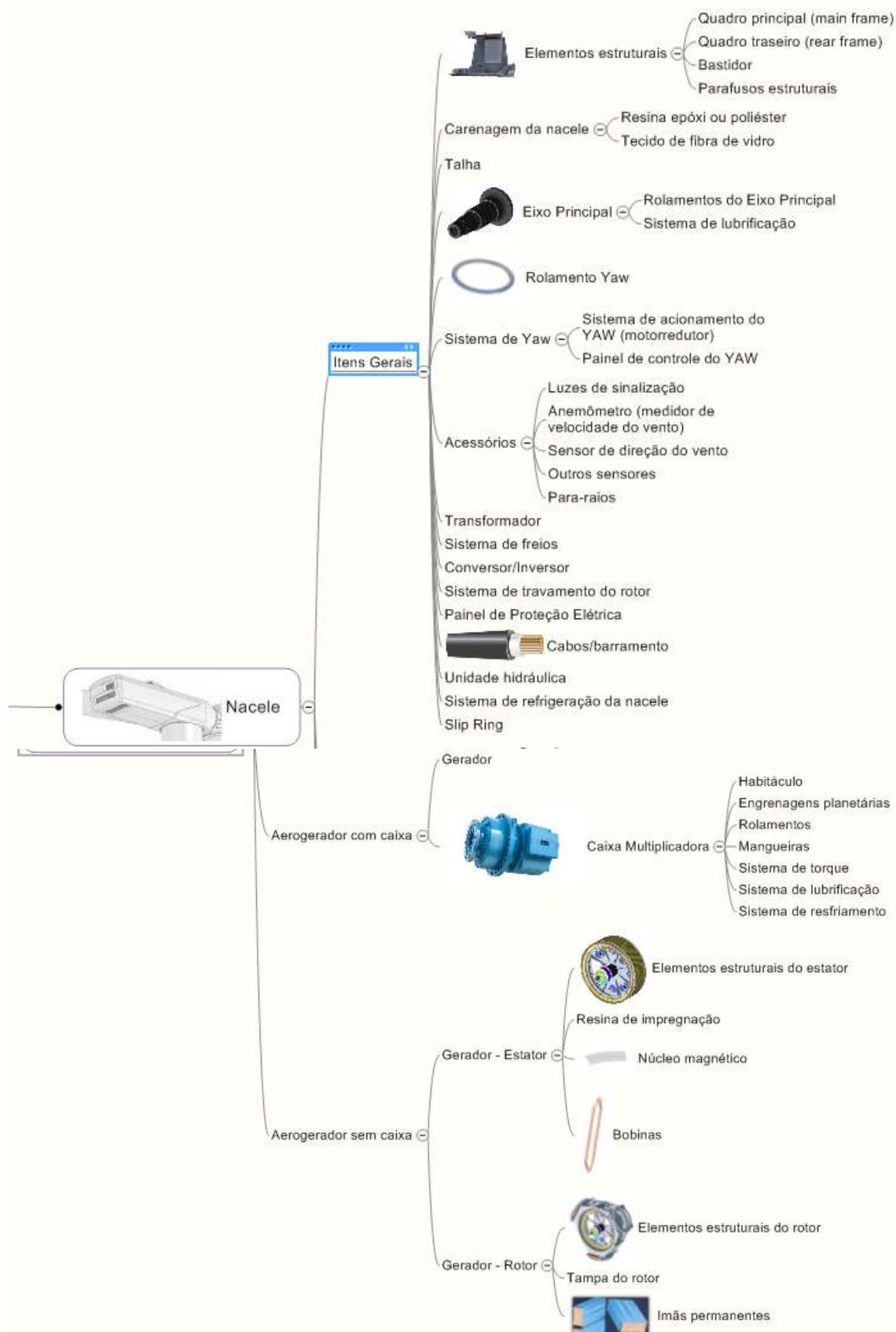
⁴² Via de regra, três por máquina.

sua inclinação. E por fim, a torre e seus elementos estruturais – escadas, elevadores, passa-cabos etc. (sustentação). Estima-se que os custos de cada uma dessas partes em relação à integralidade da máquina são respectivamente: 45-65%; 18-25%; e 23-27% (ARAÚJO; WILLCOX, 2018, p. 171). Geralmente, esses três componentes são acoplados integralmente no próprio parque eólico (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018).

Os elementos estruturais da nacela, como o bastidor, chassi e quadros, são fundidos e/ou caldeirados, e são os responsáveis pela sustentação dos subcomponentes inseridos nela. Esses são: o gerador, que transforma a energia mecânica de rotação em energia elétrica; o transformador, que eleva a tensão de geração ao valor da rede elétrica a qual o aerogerador está conectado; o eixo, que transfere a energia captada no rotor para o gerador; o sistema de Yaw, que alinha a turbina com a direção do vento; e a caixa multiplicadora que, quando existente⁴³, adapta a baixa rotação do rotor à velocidade de rotação mais elevada do gerador (Id., 2018; AROEIRA et al., 2019). Os fabricantes da nacela, componente cujo desempenho determina o maior diferencial no mercado, são as *original equipment manufacturers* (GE, WEG, Vestas etc.), que dão sua marca ao produto. É possível que subcomponentes internos da nacela sejam fabricados por outras empresas, conforme se verá mais adiante. No entanto, a maioria das partes da nacela é ou feita pelas próprias montadoras ou é, excepcionalmente, manufaturada sob processo organizacional dirigido por elas.

⁴³ No caso de aerogeradores sem caixa de engrenagem, sua função é exercida por um gerador de polos salientes (ou multipolos) com o estator em forma de anel. Nesse sentido, ver Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2018).

FIGURA 2 – VISÃO ESQUEMÁTICA DOS COMPONENTES DA NACELE



Fonte: extraído de Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2014, p. 141).

Em relação aos principais componentes da máquina, como pás e torres, há uma gama de fornecedores consolidados no país. Há quatro fabricantes de pás no mercado nacional: Wobben, Tecsis, Aeris Energy e LM Wind Power (Id., 2018).⁴⁴ A primeira delas, sendo também fabricante de aerogeradores, produz pás somente para consumo próprio, tanto interno quanto externo (exportação). As outras empresas fornecem suas peças para as demais montadoras do mercado. É o caso da Aeris, que chegou a construir uma unidade na fábrica da Vestas em Pecém (CE) para atender às suas demandas. Por sua vez, a Tecsis possui uma fábrica em Camaçari, a fim de atender a demanda nacional. Ambas são empresas nacionais. A LM Wind Power é uma empresa de origem dinamarquesa, sendo a maior fabricante de pás no mercado mundial. Em 2016, ela foi adquirida pela GE, a fim dessa capturar uma maior fatia do mercado global das energias renováveis e realizar a internalização da tecnologia para o design e produção de pás, reduzindo o custo de suas máquinas (Ibid., p. 31).

Via de regra, essas empresas, mesmo as não pertencentes a uma fabricante de aerogerador, não desenvolvem projetos autônomos. Elas se dedicam a produzir as pás conforme o projeto e as especificações fornecidos pelas montadoras clientes, limitando sua ingerência sobre a escolha de materiais que podem ser utilizados. Um dos fatores que contribui para essa baixa autonomia das empresas é que, para que haja o desenvolvimento de projetos próprios das pás, é necessária a existência de infraestrutura local para realização de testes e certificações, algo ausente no país, prejudicando o setor como um todo (Id., p. 104). Nesse sentido, relata um entrevistado do BNDES:

Um dos grandes problemas que a gente tinha, quando a gente tinha essa pressa, preocupação com o *timing*, que tinha tempo para desenvolver, era que uma parte desse desenvolvimento [dos aerogeradores], uma etapa era o envio das unidades pilotos para fora para fazer os testes. Porque a gente não tem estrutura de laboratório aqui que consiga fazer teste dos componentes, porque o teste é botar em uma máquina rodando e fazer o estresse dos componentes para ver se eles estão dentro do padrão de qualidade do projeto. Então isso tudo, toda essa certificação, é feita lá fora,

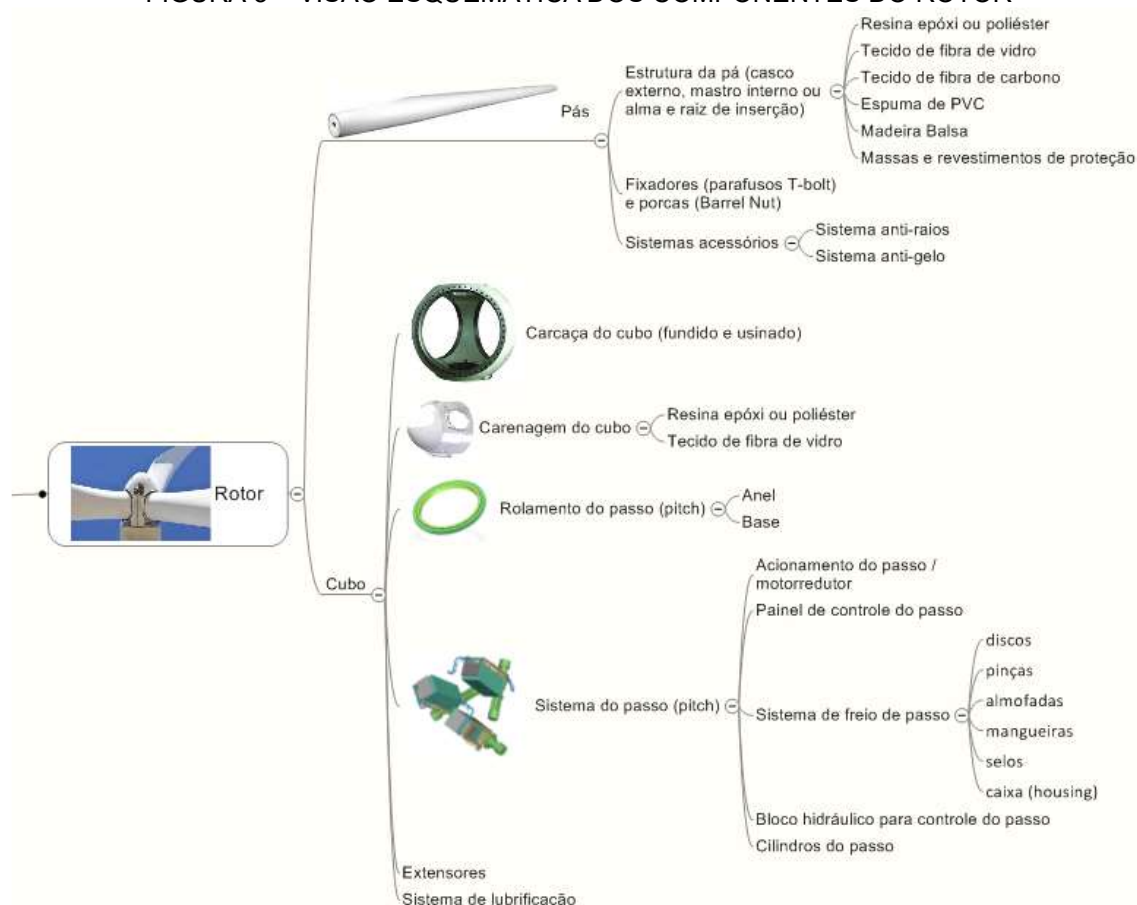
⁴⁴ Embora tenham sido consultadas fontes mais recentes, como o levantamento de produtos credenciados no site do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (2020), a pesquisa resultou inconclusiva nesse sentido. Para a exposição do desenvolvimento histórico dos fornecedores dos principais componentes no país, usam-se então os dados do relatório da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2018).

e era um prazo relativamente longo: tem prazo do traslado, tem a fila que ele fica lá no laboratório, na certificadora, para poder entrar e se certificar e tal. Então isso era um gargalo, a gente tentou até desenvolver, estimular que houvesse essa capacitação aqui no Brasil, mas isso acabou não acontecendo e a gente continua não tendo essa estrutura de certificação aqui. Todos os componentes acabam tendo que ir lá para fora para serem certificados e utilizados aqui. O aerogerador é um produto que tem um nível de exigência, de especificação extremamente elevado. Então tudo tem que ser certificado, ter um padrão extremamente rigoroso de fabricação. Mas a gente não tem certificação aqui. (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019)

Os cubos (também chamados de *hub*), por sua vez, possuem cinco fabricantes registrados no Financiamento a Máquinas e Equipamentos (Finame)⁴⁵: BR Metals Fundições LTDA., Fundação Moreno LTDA., Indústrias Romi S.A., Ingeteam LTDA e Sanmina-SCI do Brasil Integration LTDA (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2020). No entanto, a produção da peça é considerada um dos gargalos na cadeia nacional de aerogeradores (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018). O cubo, junto das pás, constitui o rotor da máquina.

⁴⁵ Linha de crédito do BNDES, conforme será explicitado mais adiante nesse capítulo.

FIGURA 3 – VISÃO ESQUEMÁTICA DOS COMPONENTES DO ROTOR

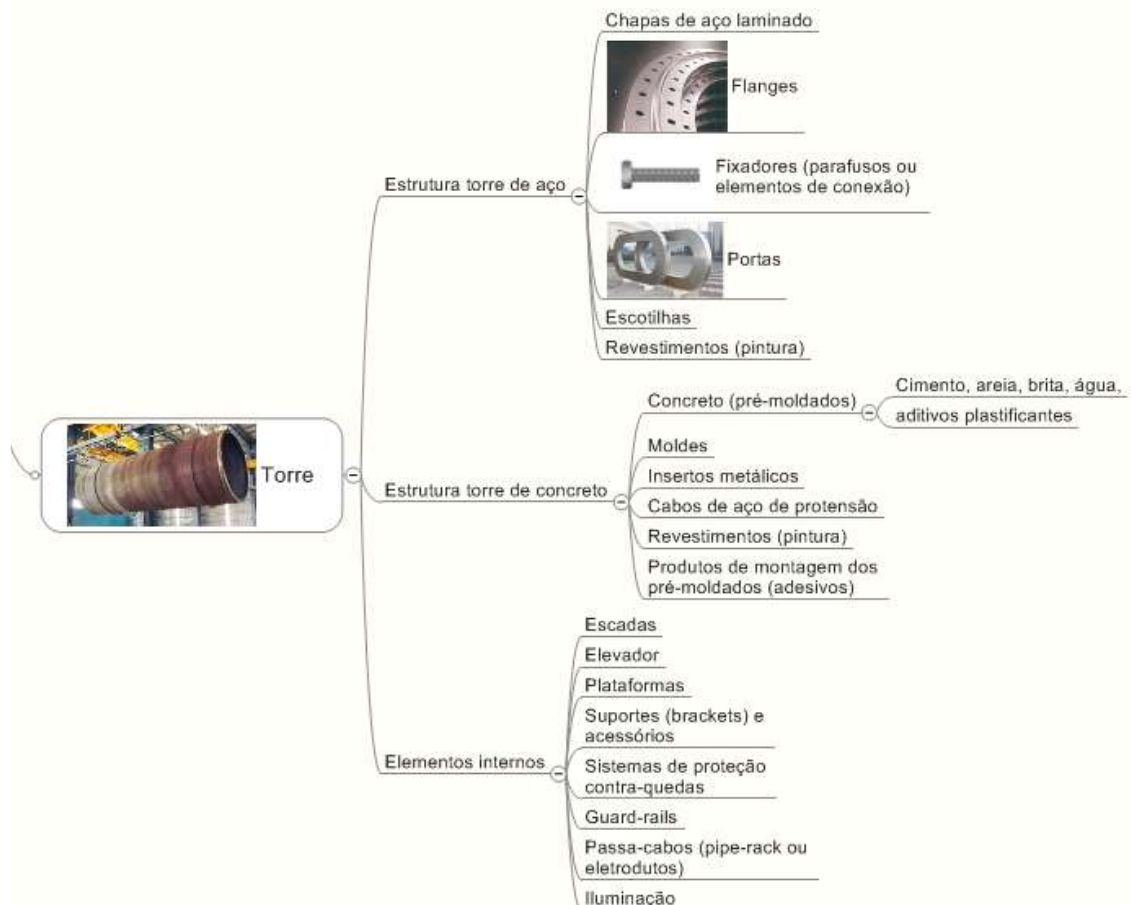


Fonte: extraído de Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2014, p. 140).

Especificamente sobre a fabricação de torres, seja de concreto ou aço, as principais empresas no mercado, de acordo com sua capacidade produtiva, são: Gestamp, Torrebras, Engebasa e Torres Eólicas do Nordeste (T. E. N.) (Id., 2018, p. 27). Dessas, somente a Engebasa é uma fabricante originalmente nacional, contando as demais com alguma forma de participação estrangeira ou até pertencendo a tais grupos. Por exemplo, a T.E.N é oriunda de uma *joint venture* entre GE e a Andrade Gutierrez. Considerando essas principais, o BNDES tem registrado em seu cadastro 16 fabricantes de torres no total, conforme levantamento da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2018). No entanto, algumas dessas empresas não chegaram a manter um fornecimento regular ou nem mesmo concretizaram um fornecimento ativo, estando praticamente fora do mercado (Ibid., p. 27). As torres de aço são, via de regra, submetidas aos projetos das montadoras de aerogeradores. As de concreto, por sua vez, não sofrem tal limitação, o que torna sua produção mais flexível e, conseqüentemente, mais acessível à indústria

nacional. Deve ser ressaltado que as torres são componentes menos sofisticados em termos tecnológicos em comparação às outras partes do aerogerador, sendo o mais rudimentar (Id., 2014, p. 104).

FIGURA 4 – VISÃO ESQUEMÁTICA DOS COMPONENTES DA TORRE

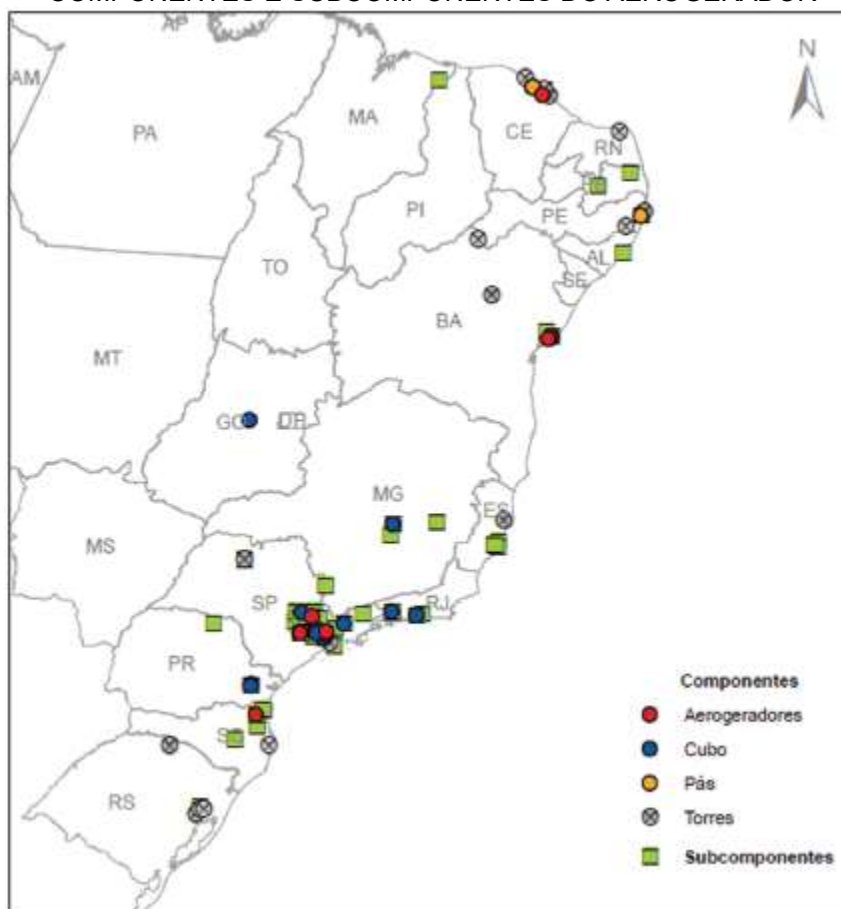


Fonte: extraído de Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2014, p. 142).

Além desses principais componentes, o aerogerador é composto de diversos subcomponentes e insumos: rolamentos, carenagem e passo (rotor); flanges, chapas de aço, concreto, portas, elevador e escada (torres); tecidos de fibra de vidro, de carbono, fixadores e sistema anti-raio (pás); eixo principal, chassi, gerador, transformador e sistema de Yaw (nacele). Algumas fabricantes internalizam boa parte da produção dos componentes e subcomponentes, enquanto outros possuem uma abordagem mais verticalizada, dependendo de sua estratégia empresarial, conforme será analisado mais adiante. De modo geral, houve uma perceptível expansão dos fabricantes de tais itens desde o primeiro levantamento realizado (Ibid.) até a fase de consolidação do PNP (Id., 2018): em 2014, haviam sido

mapeados 55 diferentes itens e 79 fabricantes na cadeia produtiva brasileira, enquanto que até 2017, foram identificados 22 novos itens e 52 novos fabricantes, totalizando em 77 itens e 131 fabricantes (Ibid., p. 67). Em termos de relação item-fabricante, ou seja, o cômputo de fabricante por cada tipo de item confeccionado, esse número em 2014 era 119, tendo quase dobrado em 2017 para 234. Os números da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial concluem que, enquanto no primeiro ano mapeado, se tinha uma média de 1,5 fabricantes por item, essa quantidade dobrou em 2017: três fabricantes por item (Ibid.). Desses, alguns componentes específicos chamam a atenção pela expansão que tiveram. Por exemplo: enquanto em 2014, havia três fabricantes de sistema de Yaw atuando no país, até 2017 surgiram 12 novos, totalizando 15 fabricantes. Os fabricantes de geradores, de um em 2014, foram para quatro em 2017; de conversores, foram de dois para seis; de diversos subcomponentes da nacelle, 3 para 14 (Ibid., p. 68-69).

FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS FABRICANTES/MONTADORES DE COMPONENTES E SUBCOMPONENTES DO AEROGERADOR



Fonte: extraído de Aroeira et al. (2017, p. 178).

Outros aspectos que se modificaram nesse quadro são os bens nos quais se tem interesse em nacionalizar: enquanto em 2014, visava-se fazê-lo com itens mais essenciais da máquina, como elementos estruturais das torres ou das naceles, bem como o sistema de Yaw ou anemômetros, esse foco mudou para outros bens mais específicos, como freios dos geradores, luminárias e tomadas de torres e anéis forjados para rolamentos e flanges. Embora parte dessa mudança possa ser explicada pelo sucesso na nacionalização dos subcomponentes anteriores, em alguns casos, como o dos anemômetros, ainda se depende da importação. A perda de interesse em internalizá-los é justamente decorrente da dificuldade ou dos custos que há em produzi-los nacionalmente (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018). Isso porque os componentes mais sofisticados, como os sistemas de controle, de passo, sensores, anemômetros e rolamentos, exigem um grande conhecimento em tecnologia microeletrônica e automação, setores não muito evoluídos no país (Id., 2014, p. 104). Não à toa, são identificados como gargalos produtivos da cadeia nacional, junto do aço⁴⁶, dos fundidos e dos usinados necessários para montar a máquina (AROEIRA et al., 2017, p. 146). De qualquer forma, até a época do levantamento mais extensivo feito sobre o setor, dos 27 itens listados na metodologia do BNDES, somente seis não haviam sido nacionalizados (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018, p. 86).

Via de regra, as grandes fabricantes são as maiores beneficiadas na cadeia em comparação aos fornecedores, já que seu processo soma em 20% do valor adicionado ao equipamento (CAMILLO, 2013, p. 60). Em termos gerais de estratégias dessas empresas, é possível observar a tendência de verticalização de itens considerados mais complexos: gerador, caixa multiplicadora, conversores e sistemas de controle etc. (Ibid.). Apesar disso, existem variações organizacionais entre elas: por exemplo, há empresas que optam por produzir internamente todos

⁴⁶ Sobre esse particular do insumo aço, é uma dificuldade que o setor encontra para se manter competitivo em comparação aos similares estrangeiros, em razão do seu alto custo. Com efeito, a chapa de aço brasileira, prevista na metodologia de nacionalização do BNDES para a fabricação de torres, pode custar até 30% mais em comparação à proveniente de países como China, Índia ou Coreia do Sul. Esses entraves, parcialmente ocasionados pela política de conteúdo nacional, impedem as empresas instaladas aqui de aproveitarem a demanda existente em países vizinhos (Uruguai, Chile e Argentina) para a exportação de suas máquinas. Nesse sentido, veja-se Aroeira et al. (2017).

componentes principais, desde a nacela até a torre, conforme já exposto. Isso permite um controle pleno sobre o *design*, a qualidade e o tempo de entrega do produto. Quando se tem uma elevada demanda para aerogeradores, tal arranjo parece vantajoso. No entanto, há desvantagens como a necessidade de um elevado capital de risco e a mitigação do investimento em P&D, enquanto aquelas que contratam fornecedores especializados minimizam gastos com capital e logística⁴⁷ (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014; FERREIRA, 2017, p. 78).

A terceirização da produção também demonstra desvantagens, como o potencialmente fraco controle de qualidade dos componentes. Nesse sentido, grandes *players* enfrentam problemas como fissuras nas pás, falhas em caixas multiplicadoras e torres feitas de aço de baixa qualidade. Há também o problema na segurança de abastecimento: em momentos de demanda elevada, é possível que os fornecedores não estejam preparados para atender às requisições da montadora. Para evitar óbices nesse sentido, a comunicação e a coordenação da cadeia de fornecedores se tornam essenciais. De forma geral, as montadoras têm tentado buscar um equilíbrio entre verticalização e terceirização dos seus componentes (Ibid., p. 79). Normalmente, os fabricantes de aerogeradores trabalham com dois ou três fornecedores para cada componente essencial, para não ficarem dependentes de um único fornecedor. O instrumento de praxe do setor é contratos de longo prazo ou acordos que garantam um fornecimento contínuo e de alta qualidade. No caso de fabricantes multinacionais, a regra é a seleção de fornecedores com base na cadeia de fornecimento global da respectiva empresa. Todavia, esse quadro mudou no Brasil, sendo a seleção de fornecedores para parques influenciada pelas regras de concessão de financiamento do BNDES, privilegiando-se os fornecedores locais (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014, p. 93; AROEIRA et al., 2017, p. 83). Geralmente, as características específicas do perfil de cada empresa variam de acordo com seu histórico, seu país de origem e as políticas de incentivo, e o momento em que ela passa a atuar na indústria eólica. Nesse sentido, é pertinente a classificação desenvolvida por Camillo (2013, p. 61-62):

⁴⁷ Isso é possibilitado pela proximidade dos fornecedores escolhidos com os parques eólicos, independentemente da localização da unidade fabril da fabricante.

- a) Empresas europeias: entrantes de primeira (Vestas⁴⁸, Enercon), segunda (Gamesa) e terceira geração (Siemens), relativamente verticalizadas. Produzem internamente em torno de 50% de suas pás e componentes essenciais, terceirizando o restante para fornecedores especializados;
- b) Indiana Suzlon: entrante de segunda geração, é a empresa mais verticalizada da indústria, tendo sua produção de pás e de boa parte dos componentes essenciais internalizada. Esse processo ocorre através da aquisição de fornecedores especializados, de origem europeia especialmente;
- c) Estadunidense GE: entrante de terceira geração, terceirizou grande parte dos componentes de suas turbinas e utiliza sua experiência e vantagens competitivas em outras áreas comerciais para administrar sua rede de fornecedores;
- d) Empresas chinesas: entrantes de quarta geração (Goldwind, Envision, Mingyang, United Power, Sewind), são verticalmente “desintegradas” comparadas às empresas europeias, produzindo apenas alguns poucos componentes internamente e sendo abastecidas por uma rede comum de fornecedores domésticos.

O que explica a maior verticalização das empresas da primeira geração é justamente o fato de terem começado a operar nesse mercado quando a tecnologia era extremamente incipiente, tendo sido necessário desenvolvê-la por conta própria. A Gamesa, embora um pouco mais jovem, adotou um padrão misto, uma vez que sua adesão ao mercado se origina de um acordo de cooperação conjunta com a

⁴⁸ Não obstante a classificação do autor quanto à Vestas, atualmente essa empresa se caracteriza por uma intensa horizontalização: ela obtém geradores a partir da WEG e outras peças, como conversores e demais componentes, são terceirizados. Dessa forma, o maior enfoque da empresa é em P&D e inovação tecnológica propriamente, não fabricação. O controle sobre a qualidade de fornecedores é exercido pelo seu time de engenheiros. Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

Vestas, no qual a companhia espanhola encorpou a tecnologia, o modelo organizacional e até alguns dos fornecedores especializados da tradicional corporação dinamarquesa. A indiana Suzlon, por sua vez, mesmo sendo uma *late-comer*, adotou a estratégia de verticalização também, pois o sistema nacional de inovação do seu país não acompanhou o ritmo de desenvolvimento da empresa, não contando então com fornecedores especializados locais. Já a GE e as chinesas, sendo de gerações posteriores, seguiram a trajetória pragmática de utilizar a tecnologia já consolidada e manter relações com fornecedores especializados (Ibid., p. 62-63).

Um problema existente no contexto brasileiro é a baixa escala da produção local de certos insumos ou componentes, em razão da demanda limitada. Estimativas da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) indicam que o volume mínimo de negociações necessárias para manter a sustentabilidade da cadeia produtiva é aproximadamente 500 MW/ano por fabricante. Ou seja, 3 GW no total, considerando os seis fabricantes instalados no país (AROEIRA et al., 2017, p. 123). Não obstante, observando-se a trajetória da demanda por aerogeradores no país de 2014 a 2018, somente o ano de 2017 foi além desse montante⁴⁹, ficando abaixo nos outros (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018, p. 24). Se especificada a demanda por fabricante, só duas empresas chegaram a ultrapassar essa estimativa de 500 MW nos últimos anos: GE Alstom e Gamesa. Enquanto isso, empresas como a WEG se mantêm atendendo a uma procura anual inferior a 200 MW (AROEIRA et al., 2017, p. 123). Dessa forma, a capacidade de gerir e manter a cadeia de suprimentos por parte de cada fabricante é um aspecto crucial para se manter competitivo nesse mercado (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018, p. 85).

Em suma, sintonizada com a tendência mundial, a energia eólica teve um forte crescimento no Brasil nos últimos anos, consolidando-se uma indústria nacional coesa nesse sentido. Não obstante, ainda existem problemas no setor, conforme exemplificam os gargalos estruturais e a baixa demanda para a capacidade produtiva instalada aqui. Tanto esses avanços quanto limitações são parcialmente

⁴⁹ Converte-se a quantidade de aerogeradores anualmente vendidos em MW utilizando-se a potência média de 2,3 MW por máquina.

explicados pelo arranjo institucional existente no país, conforme será examinado na seção a seguir.

2.2 Aspectos institucionais do mercado de energia eólica brasileiro

No mundo todo, projetos governamentais referentes a fontes energéticas alternativas às convencionais ganharam força após a crise do petróleo de 1973⁵⁰, especialmente nos países do hemisfério norte. No entanto, o regime militar que governava o Brasil também não se absteve do debate sobre segurança energética, tendo passado a repensar sua matriz energética, tanto elétrica quanto não elétrica. Talvez o legado mais famoso da consternação dessa época tenha sido a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) para o desenvolvimento do combustível etanol como substituto ao petróleo/gasolina. Já no âmbito da energia elétrica, o governo avançou em planos referentes à utilização de energia nuclear, o que culminou na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (Usina Angra I) em 1982. Em meados de 1980, o enfoque da segurança energética se trasladou, não se prendendo tanto à vulnerabilidade geopolítica, e sim à própria limitação da matriz energética nacional em prover o necessário para uma sociedade que passava por grande crescimento populacional, expansão econômica e êxodo rural. Dessa época, um marco é a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu a partir de 1975 e inaugurada em 1982, além de outras diversas hidrelétricas de menor porte.

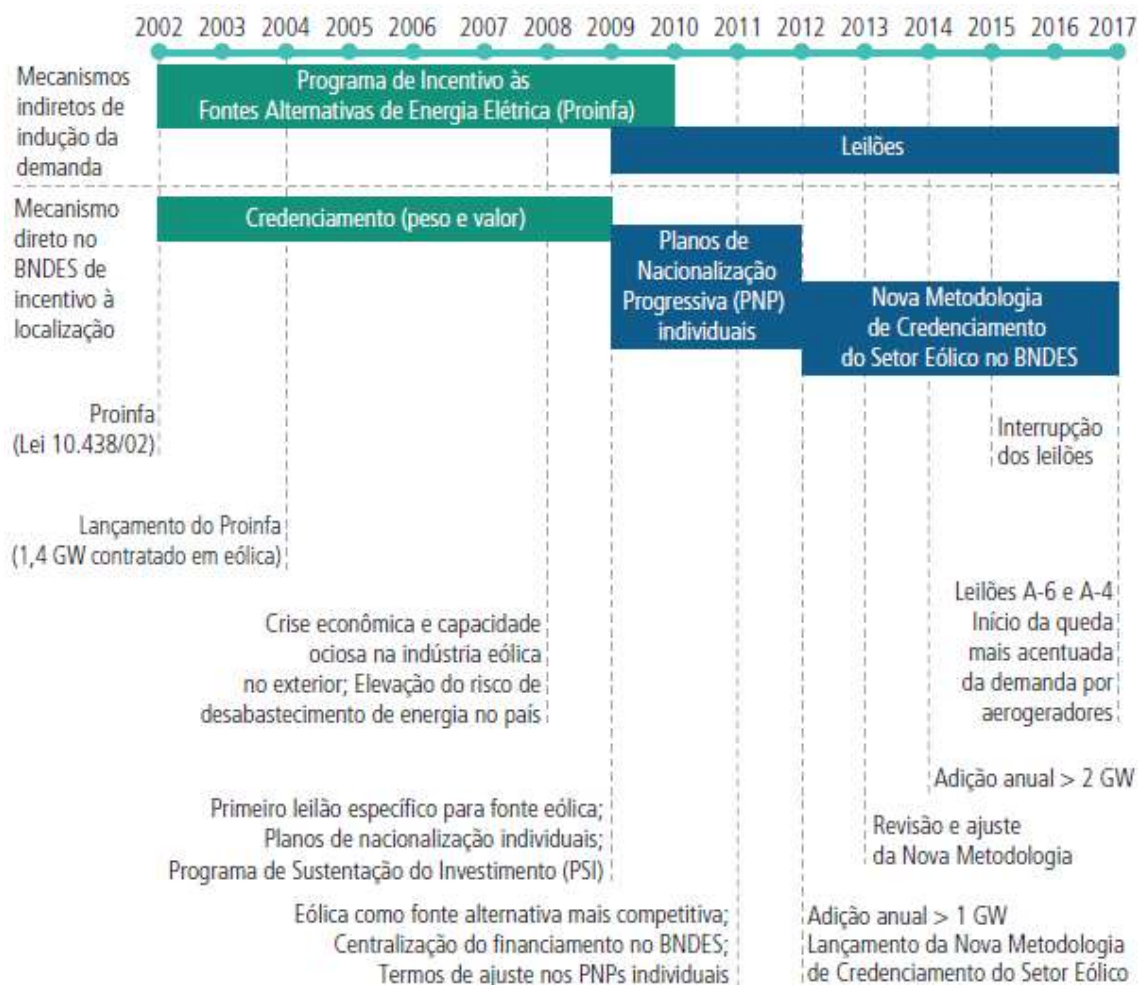
Percebe-se, pois, que o Brasil, por sua grande disposição de recursos hídricos e energéticos de natureza diversa, avaliou naquele momento não ser necessário adentrar no ramo das energias renováveis mais modernas, tais como a eólica e a fotovoltaica, diferentemente de outros países que começavam a desenvolver iniciativas nesse sentido. A prioridade da ditadura era propriamente a segurança energética, não importando muito o impacto ambiental que projetos faraônicos poderiam ter.

Após a redemocratização do país, os avanços governamentais nas energias limpas ainda foram tímidos pela década de 1990. Registra-se a instalação do

⁵⁰ Tal crise foi o resultado de uma abrupta elevação no preço do barril de petróleo, sancionada pelos países da Organização dos Países Árabes Exportadores de Petróleo (OPEP) como forma de retaliação ao apoio militar dos EUA e de outros países ocidentais a Israel na Guerra do Yom Kippur.

primeiro aerogerador no país em 1992, de potência de 225 kW, na ilha de Fernando de Noronha (PE). Tratou-se de uma ação regional, onde participaram o Centro Brasileiro de Energia Eólica e a Companhia Energética de Pernambuco (Celpe), em parceria com o instituto de pesquisa dinamarquês Folkecenter (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, [20-]). Já em 1999, começou a operar a primeira usina eólica brasileira, na Praia de Taíba, município de São Gonçalo do Amarante (CE), com capacidade de 5 MW, utilizando dez aerogeradores Wobben de 44m de altura e 500 kW (Ibid.). Todavia, exclusive tais projetos isolados, não houve grandes avanços em termos de energia eólica no país, não se esboçando um projeto federal nessa área até os anos 2000 (GOUVÊA; SILVA, 2018, p. 84). É a partir daqui que começa a surgir o arcabouço institucional concernente a essa fonte de energia. Assim, o PNP constituiu um dos pilares da política existente no país para a promoção da indústria eólica, inserido em um quadro institucional mais amplo. Esse quadro institucional, minuciosamente descrito a seguir, pode ser esquematizado cronologicamente da seguinte forma:

FIGURA 6 – CRONOLOGIA DOS MECANISMOS INSTITUCIONAIS DE PROMOÇÃO DA INDÚSTRIA EÓLICA BRASILEIRA



Fonte: extraído de Araújo e Willcox (2018, p. 203).

Conforme já apontado, no âmbito específico do parque eólico nacional, a literatura especializada (ARAÚJO; WILLCOX, 2018; HALLACK; LOSEKANN, 2018) dá ênfase a três mecanismos para o desenvolvimento do parque eólico nacional: o primeiro deles é os mecanismos de indução da demanda, em particular o PROINFA e os contratos de longo prazo para os leilões, objetos desta seção. O segundo mecanismo, o financiamento privilegiado do BNDES atrelado às regras de conteúdo local do PNP, será objeto exclusivo da seção seguinte, dada sua relevância ao propósito desta análise.

2.2.1 Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)

O desenvolvimento de políticas para energia eólica, bem como as demais fontes de energias renováveis, no início do milênio em diante, não está isento da preocupação anterior sobre segurança energética.⁵¹ O famigerado “apagão” de 2001⁵² se demonstrou um grande fator para se repensar o potencial energético do país e diminuir sua dependência em relação às hidrelétricas (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2017; PODCAMENI, 2014). Motivado pela crise energética, o governo federal criou no mesmo ano o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), através da Resolução nº 24 da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, que propunha a contratação de cerca de mil MW em capacidade instalada para complementação da geração hidrelétrica (AROEIRA et al., 2017, p. 33). Para alcançar tal objetivo, as Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras) e suas subsidiárias deveriam, por um prazo mínimo de 15 anos, contratar esse montante de energia eólica. Entretanto, o PROEÓLICA fracassou, uma vez que nenhum projeto foi desenvolvido.⁵³

O primeiro marco institucional efetivo dessa era é a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), oriundo da Lei nº 10.438/02 (BRASIL, 2002). Criado em 2002 para substituir o PRÓEÓLICA, esse programa visou a aprimorar a matriz elétrica brasileira, priorizando a integração de fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e a biomassa ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Através dele, o governo se comprometeu a comprar 3.315 MW de

⁵¹ A questão das fontes alternativas no âmbito brasileiro, embora também enfatize a problemática ambiental, essa sempre se mostrou uma preocupação secundária em comparação à segurança energética, diversamente de alguns países mais avançados nesse tema. Isso porque, em termos de média mundial, nossa matriz energética sempre foi relativamente limpa, principalmente em razão da abundância de recursos hídricos que se goza aqui, conforme já exposto pelos números de nossa matriz energética. Tanto é assim que, se comparada a intensidade de emissão de CO₂ da matriz nacional por kWh gerado, vislumbra-se que essa razão se encontra no mesmo nível que a meta mundial estabelecida para 2040 pelo Cenário 450 da International Energy Agency (IEA). Nesse sentido, ver Hallack e Losekann (2018, p. 633).

⁵² A crise do apagão ocorreu entre 1 de julho de 2001 a 19 de fevereiro de 2002. Durante esse período, devido à falta de planejamentos e investimentos no setor, o fornecimento de energia elétrica ficou afetado de maneira generalizada no país, tendo sido necessário seu racionamento a fim de se evitar um *black out*.

⁵³ Entre argumentos no debate de por que motivo fracassou o programa (FERREIRA, 2017, p. 92-93), alguns atrelam ao curto prazo que os investidores tiveram para se adequarem a ele, enquanto outros destacam o baixo valor de referência adotado para a energia eólica, que não seria capaz nem de cobrir os custos de geração daquela época.

energias renováveis, divididos igualmente entre as três fontes supracitadas, que seriam instalados em duas fases: uma que se estenderia de 2006 a 2008, e outra que só teria início após a conclusão e a avaliação dessa primeira. Era um programa coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), a quem competia estabelecer as diretrizes, o planejamento, a fixação do valor econômico de cada fonte e o monitoramento do programa. Já sua execução ficou a cargo da Eletrobras, que efetuaria a compra da energia produzida por tarifas vantajosas aos produtores (regime *feed in*), por meio de um contrato de compra e venda de energia com prazo de duração de 20 anos, contatos a partir da data da operação definida no contrato (COSTA; CASOTTI; AZEVEDO, 2009, p. 264; ARAÚJO, WILLCOX, 2018, p. 204).

Dessa forma, tratou-se de uma típica política de incentivo indireto à indústria, focando-se mais na demanda a essas formas de energia ao estipular sua aquisição pela empresa estatal Eletrobras. Merece destaque que, em um primeiro momento, o PROINFA concebeu um índice de nacionalização aos projetos eólicos como condição à contratação pela estatal de energia – as taxas para a primeira e segunda fase eram, respectivamente, 60% e 90% de conteúdo local. Ocorre que o índice foi rapidamente abandonado nos primeiros anos do programa, pois só havia um fabricante de aerogeradores, a Wobben Windpower, no Brasil à época. As limitações causadas por tal dependência⁵⁴ fizeram com que o governo permitisse a importação de componentes por parte dos contratantes (PODCAMENI, 2014, p. 152-153).

Não obstante, o programa já serviu de base para se esboçar a política industrial de conteúdo nacional que culminaria no PNP, aprimorando o lado da oferta no setor de equipamentos de energia eólica. Isso porque o PROINFA contou com o apoio de bancos públicos, em especial o BNDES e o BNB. O financiamento é uma parte vital para o ramo energético, que conta com despesas vultosas em bens de capital. Dessa forma, desde o início do programa, os bancos disponibilizaram empréstimos àqueles interessados na gestão de projetos das energias contempladas. Já nessa época, para fazer jus ao financiamento do BNDES, era necessário adquirir os bens através de fornecedores credenciados, esses sempre

⁵⁴ Segundo a Eletrobras, contribuiu particularmente para o mau desempenho da capacidade agregada de energia eólica em 2007 o fato de que diversos projetos aprovados pelo programa teriam enfrentado adversidades para o cumprimento do conteúdo nacional mínimo exigido (60%). Isso porque havia deficiência na oferta nacional para a demanda que se tinha em termos de expansão da energia eólica. Nesse sentido, ver Costa, Casotti e Azevedo (2009, p. 265).

condicionados a produzir maquinário e equipamentos com, no mínimo, 60% de conteúdo local (aferido pelo peso e valor). Isso era estabelecido de acordo com as normas gerais do Finame, não havendo ainda nesse período um plano setorial específico para aerogeradores.

Ao fim de sua primeira fase, em 2011, o PROINFA possibilitou a contratação de até 1.423 MW⁵⁵ distribuídos entre 54 projetos eólicos, de um total de 144 (considerando as pequenas centrais hidrelétricas e a biomassa) com potência de 3.315 MW (COSTA; CASOTTI; AZEVEDO, 2009). A segunda fase do PROINFA, mais ambiciosa, conforme previsto no art. 3º, II, “a”, da Lei nº 10.438/02, almejava que as fontes alternativas contempladas atendessem a 10% do consumo anual de energia nacional, meta a ser concluída em um período de 20 anos (BRASIL, 2002). Todavia, em razão de atrasos e dificuldades técnicas encontradas já na primeira fase, o enfoque do governo foi se modificando, jamais tendo sido regulamentada ou executada essa próxima fase.

Embora tenha sido um primeiro passo importante, especialistas apontam certas falhas na concepção e execução do PROINFA. No que se refere propriamente ao fomento de uma cadeia produtiva, destaca-se o fato de que essas contratações não foram acompanhadas de instrumentos consistentes de política industrial. Enquanto que, tanto nos países desenvolvidos quanto nos *late comers*, os mecanismos referentes à demanda (como o PROINFA) quanto à oferta (PNP) foram instituídos conjuntamente após décadas de fomento à P&D e à transferência de tecnologias, o governo brasileiro optou em focar na criação de demandas imediatas por energias renováveis, sem nem ao menos estipular simultaneamente uma política industrial específica para o setor (PODCAMENI, 2014, p. 145). O escasso tempo de espera dado para um projeto de longo prazo, com a inexistência de garantias quanto à sustentabilidade de tal demanda em um futuro mais distante, tornou pouco atrativo aos *players* internacionais desse ramo instalaram-se no Brasil. Dessa forma, a cadeia produtiva limitou-se às empresas já consolidadas nesse setor, como a Tecsis

⁵⁵ A contratação desse montante pela Eletrobras ocorreu exatamente em 2004. Tal número ultrapassou o previamente estabelecimento para a fonte eólica. Note-se que, desse número contratado, efetivamente entrou em operação somente 15 projetos, em uma potência total de 324,53 MW. Nesse sentido, ver Costa, Casotti e Azevedo (2009).

(pás) e a Wobben (aerogeradores), tendo o programa um impacto baixo na cadeia produtiva nacional (ARAÚJO; WILLCOX, 2018, p. 206-207).

2.2.2 Leilões de energia

Concomitante ao PROINFA, outro mecanismo significativo de apoio indireto ao surgimento da indústria eólica no país foi o marco regulatório de leilões estabelecido pelo governo federal. O Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro, instituído em 2004, a partir da Lei nº 10.848/04, visou inovar nas modalidades de contratação de energia no Brasil, criando novos tipos de leilão (BRASIL, 2004). Tais leilões foram inicialmente instituídos com o objetivo exclusivo de contratação de energias alternativas, sendo nomeados “Leilão de Fontes Alternativas” e “Leilão de Energia de Reserva”. O primeiro foi realizado em 2007, quando a eólica não logrou ser objeto de alguma contratação efetiva. Já no segundo, de 2009, negociou-se exclusivamente a energia eólica. Na medida em que a fonte eólica foi se tornando competitiva, ela passou a concorrer com as demais fontes convencionais nos Leilões de Energia Nova (A-3 e A-5⁵⁶) a partir de 2011 (HALLACK, LOSEKANN, 2018, p. 637).

De modo geral, a negociação de energia elétrica é efetuada em dois ambientes diferentes: o primeiro é o Ambiente de Contratação Regulada, onde a comercialização ocorre entre as geradoras e distribuidoras reguladas, focadas no uso comum da energia elétrica. O segundo, o Ambiente de Contratação Livre, é onde ocorre a contratação entre agentes de geração e consumidores livres conectados ao sistema e com uma demanda superior a 3 MW; via de regra, grandes indústrias. Assim, o primeiro é marcado pelo uso de leilões públicos para a compra, na modalidade de “menor tarifa”: os preços vão se estabelecendo por oferta dos interessados, havendo um teto estabelecido pelo MME, enquanto que não há tais limitações na segunda modalidade (AROEIRA et al., 2017, p. 27; LAGE; PROCESSI, 2013). Os leilões são a forma predominante de contratação de energia no Brasil, sendo que a base para a sua estipulação parte das diretrizes energéticas do MME. A

⁵⁶ Tais siglas são referentes aos três e cinco anos de intervalo entre a contratação da energia e a entrada em operação das centrais vencedoras.

partir disso, a ANEEL anuncia os leilões e a EPE discrimina as empresas geradoras aptas a participar deles. Depois, a CCEE realiza o processo de seleção e contratação do projeto ofertado pelo menor preço.

Visando evitar complicações como as do PROINFA quanto à oferta de aerogeradores, o governo não impôs nenhuma cota de nacionalização de equipamentos nos referidos leilões.⁵⁷ Não somente isso: procedeu-se a zerar o Imposto de Importação sobre a aquisição de aerogeradores estrangeiros, política essa que perdurou até 2009.⁵⁸ Todavia, similar ao que ocorreu com o programa anterior, mantiveram-se incentivos para instalar unidades industriais do setor no país, já que a maioria dos parques eólicos continuava sendo financiada pelo BNDES.

A realização de leilões para o setor de energia e sua previsibilidade têm um papel essencial na instauração de uma indústria local focada nele. Isso porque, uma vez que se trata de um mercado intensivo em bens de capital, extremamente custoso, boa parte da produção de equipamentos é realizada sob demanda dos geradores de energia.⁵⁹ Exemplo digno de destaque nesse sentido foi o cancelamento do leilão previsto em 2016 pelo MME. O Ministério acabou desistindo de sua realização poucos dias antes da data agendada, pois previu que não haveria demanda para a contratação de energia elétrica em razão da crise econômica que assolava o país. Dessa forma, o ano citado foi o primeiro sem contratação de nenhum MW de energia eólica desde 2009, causando grave mal-estar no recém-instaurado parque industrial.⁶⁰ Isso impactou severamente as expectativas das empresas de energia eólica atuantes no Brasil. Conforme destacou representante da

⁵⁷ O mais próximo disso foi uma medida introduzida nas diretrizes aprovadas para os leilões de energia eólica em 2009, na qual se estabeleceu a proibição de importar aerogeradores de potência nominal inferior a 1.500 kW. No entanto, não houve medidas análogas para as diretrizes dos leilões de 2010. Nesse sentido, ver Global Wind Energy Council (2011, p. 26).

⁵⁸ Tal procedimento não foi isento de críticas, pois não seguiu a convenção estabelecida no meio alfandegário para a concessão de isenções, qual seja, a incapacidade de se adquirir produto equivalente fabricado em território nacional. Deve-se ter em conta que nessa época havia já a Wobben como fabricante de aerogeradores no país. Nesse sentido, ver Costa, Casotti e Azevedo (2009).

⁵⁹ Informação obtida a partir da visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

⁶⁰ Como exemplo do impacto que essa imprevisibilidade causa, a empresa Tecsis chegou a fechar sua fábrica em Sorocaba após o cancelamento do leilão em 2016 e só retomou as atividades em 2018 (AGÊNCIA CANALENERGIA, 2017). Embora não se tenha dados assertivos sobre isso, é possível especular também que esse tenha sido um dos motivos do já mencionado encerramento das atividades da montadora Suzlon no país (IBELLI, 2017).

ABEEólica em audiência pública realizada na Comissão de Minas e Energia da Câmara dos Deputados, em 07/06/2017:

(...) existem algumas incertezas no setor e é isso que a gente gostaria de comentar com vocês, debater com vocês aqui. (...) um dos pontos que a gente sempre discute lá na ABEEólica é: o que seria essa questão de incentivo? Obviamente, incentivo inicialmente, a gente já pensa em montante financeiro. No entanto, lá na ABEEólica, a gente tem trabalhado muito a questão do incentivo como sendo um estímulo, como sendo uma incitação, como sendo um encorajamento a avançar. Esse encorajamento ao longo dos últimos anos, se a gente pegar desde 2009 até hoje, esse encorajamento que fez com que a fonte eólica crescesse, de praticamente menos 1 GW até 11 GW, foi dado por meio de previsibilidade, por meio de leilões que ocorriam regularmente. Nós tivemos uma grande surpresa no final do último ano, quando, às vésperas, a menos de uma semana do leilão que ocorreria para a contratação da fonte solar e da fonte eólica, o único leilão que contrataria no ano passado, a menos de uma semana, foi cancelado. Isso ocorreu, quebrou completamente as expectativas dos investidores que ali estavam preparados para entrar nesse leilão e investir em novos empreendimentos. Só para os senhores terem uma ideia: a cadeia eólica, ela é 80% nacionalizada. Então nós estamos falando, eu até coloco aí, os nossos associados enquanto a ABEEólica, eles estão no Brasil, produzindo no Brasil desde fundações ali dos parques eólicos, as torres dos parques eólicos; toda aquela parte de cima, a chamada nacelle do parque eólico, as pás; tudo aquilo é produzido por empresas empregando pessoas aqui no Brasil. E tudo isso, a expectativa que se tinha de novas contratações, acabou indo por água abaixo com o cancelamento do último leilão. (...) então isso [energia eólica] precisa continuar crescendo efetivamente com previsibilidade e com os leilões, é essa atenção que a gente gostaria de chamar principalmente. (COMISSÃO..., 2017)

Ou seja, o parque industrial consolidado no país sofre severos desgastes resultantes da falta de novas contratações de energia em volumes significativos, conforme ocorreu até o ano de 2015. A inexistência de contratação de energia eólica no ano de 2016, devido ao cancelamento do leilão de energias renováveis por parte da ANEEL, levantou uma série de questionamentos quanto à efetiva continuidade dos incentivos a essa cadeia, que movimenta um número considerável de agentes. Outros fatores institucionais que contribuem para um ambiente de insegurança no país é a constante mudança nas leis relativas às energias renováveis, como regras para a participação nos leilões e as normas de financiamento, bem como a incerteza sobre as políticas energéticas associadas aos acordos de compra de energia (AROEIRA et al., 2017).

2.3 Plano de Nacionalização Progressiva (PNP) do BNDES

Conforme já aludido, o BNDES teve um papel de destacada pertinência desde o início sobre o financiamento de energia eólica no Brasil, em meados dos anos 2000. Todavia, o Banco foi gradualmente dedicando mais atenção à área: em um primeiro momento, para se obter empréstimos com a instituição financeira, não havia qualquer tipo de contrapartida que fosse específica do setor. Aplicavam-se as normas de conteúdo local genéricas sobre bens de capital (máquinas e equipamentos), existentes para o Finame. Esse quadro mudou somente em 2009, com a introdução dos Planos de Nacionalização Progressiva de natureza individual, ou seja, com metas negociadas diretamente com o fabricante interessado em ser credenciado. Ao contrário da regra anterior, tais planos de nacionalização caracterizam-se pela priorização de determinadas etapas produtivas e itens de maior complexidade, considerados cruciais para o bem industrial em questão. Tudo isso foi definido com base em um diagnóstico da base manufatureira já constituída no país. Em 2012, surgiu o Plano de Nacionalização Progressiva (Nova Metodologia de Credenciamento do Setor Eólico), com diretrizes uniformes para todos os fabricantes de aerogerador.

Pretende-se expor a seguir o desenvolvimento e papel que esse programa teve ao longo do crescimento dessa indústria, considerando suas condições para a concessão de financiamento e credenciamento pelo BNDES, como requisitos de conteúdo nacional, investimento em P&D, entre outras. Ademais, investiga-se o volume de capital disponibilizado pelo Banco no setor de energia eólica durante esse período. Tais considerações, tomadas do modelo de análise elaborado, focam-se em verificar quais são as características do programa, em termos de benefícios e regras, sobre projetos e empreendimentos da indústria de energia eólica no período de 2012 a 2019.

2.3.1 Panorama e metas

No início dos anos 2010, criou-se um grande otimismo entre os diversos fabricantes internacionais, que desejaram se instalar no Brasil para atender à crescente demanda nacional pelas máquinas, decorrente dos mencionados leilões exitosos. Além disso, a cada vez maior predominância do BNDES como financiador do setor fez com que o Banco tomasse providências mais ambiciosas ainda,

realizando uma grande inovação na sua metodologia de credenciamento em 2012. O Plano de Nacionalização Progressiva (Nova Metodologia de Credenciamento do Setor Eólico) estabeleceu diretrizes uniformes para todos os fabricantes de aerogerador referentes às etapas produtivas a serem realizadas localmente e ao nível mínimo de localização de seus componentes críticos. Para além de incentivar a produção interna de componentes de alto valor agregado e de maior conteúdo tecnológico, isso foi feito com o intuito de: (i) estabelecer regras uniformes e transparentes para todos os fabricantes; (ii) dinamizar a cadeia de fornecedores, atraindo empresas estrangeiras e nacionais, e gerando um maior número de empregos na indústria; (iii) eliminar gradualmente a diferença entre as estruturas industriais dos diversos fabricantes atuantes no Brasil; e (iv) aumentar o adensamento produtivo do país, baseado no mapeamento das capacidades dos principais componentes da cadeia de fabricação do equipamento (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2017, p. 174; GOUVEÂ; SILVA, 2018, p. 86). Essa metodologia do PNP não foi inédita às turbinas eólicas, já tendo sido usada pelo Banco em outros setores (ARAÚJO; WILLCOX, 2018).

Dessa forma, para além das partes menos complexas do aerogerador, já melhor estabelecidas no país, como as torres, determinaram-se metas mais rígidas de nacionalização. Para os componentes mais complexos, mas que já eram passíveis de fabricação local no curto prazo, exigiu-se dos fabricantes primeiramente sua fabricação aqui enquanto se importavam os insumos e, *a posteriori*, a aquisição de tais insumos em território nacional, como foi o caso das pás. Nos bens de maior complexidade e sem base industrial existente para tal, estabeleceram-se níveis inferiores de nacionalização, elevados progressivamente (Ibid.).

Ou seja, o programa seguiu a linha de diversos planos de nacionalização para aerogeradores praticados em outros países, onde a capacidade de projeto do aerogerador e o domínio do pacote de conversão eletromecânica (nacele) costumam ser a prioridade em razão dos ganhos tecnológicos obtidos. Sem embargo, também se dedica atenção ao pacote aerodinâmico (pás e cubo) e de sustentação (torre) pelas oportunidades trazidas a partir da localização dos componentes: diversificação da indústria, utilização de matéria prima nacional, geração de empregos etc. (Ibid., p. 178). Neste sentido, comenta um entrevistado do BNDES:

(...) a máquina [aerogerador] foi totalmente destrinchada entre seus componentes, a indústria que fornecia alguma coisa foi mapeada. Então todo mundo que podia fazer parte da cadeia em algum elo foi mapeado, foi mapeado o que já era feito e o que poderia passar a ser feito. E aí, a partir disso, foi construído esse cronograma de aumento de exigência com dois objetivos, com alguns objetivos. O primeiro deles era você nivelar todos os fornecedores de aerogerador em termos de capacidade Industrial. Então a gente tinha divergências assim: fabricantes que eram muito verticalizados, outros que só faziam uma parte do processo. Se você lembra, estava falando que são dois critérios na regra geral, a gente tem dois critérios: um é verificar se ele é um fabricante de fato, se ele tem uma planta aqui no Brasil, que faça alguma parte do processo produtivo; e o outro é atender ao conteúdo [local]. Então, voltando para a regra do aerogerador, a gente queria equalizar a competição entre os fabricantes, dado que alguns tinham um nível de fabricação muito maior do que outros, então era uma concorrência de certa forma desigual. A outra coisa foi incentivar que a gente tivesse uma cadeia de fornecimento mais robusta, diversificada, com componentes com valor agregado, valor tecnológico. E aí se reflete em empregos gerados aqui com essa cadeia. (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019)

Em termos mais precisos sobre as etapas e o cronograma do Plano⁶¹, a área de credenciamento de equipamentos do BNDES definiu que: até janeiro de 2013, os fabricantes de aerogeradores deveriam atender pelo menos três de quatro critérios de localização no Brasil: (i) fabricação de torres⁶², com pelo menos 70% das chapas de aço feitas no país ou com concreto armado de procedência nacional; (ii) fabricação de pás em unidade própria ou de terceiros; (iii) montagem do cubo⁶³, com fundido de procedência nacional (para máquinas com tecnologia caixa multiplicadora⁶⁴); (iv) montagem da nacele (parte principal do aerogerador) em unidade própria (GOUVÊA; SILVA, 2018). Quanto a essa última peça, um destaque: por ser a nacele o componente mais complexo da máquina, esse marco inicial refere-se apenas ao comprometimento em montá-la localmente na sequência das próximas etapas, conforme será vislumbrado. Após isso, o programa foi

⁶¹ As informações a seguir, exceto quando citada fonte diversa, são procedentes do documento do PNP, oriundo do próprio BNDES (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2012). Para o cronograma, utiliza-se como referência aquele previsto para aerogeradores com caixa multiplicadora. O Plano prevê cronograma e exigências alternativos para aqueles sem tal componente, como é o caso da WEG. Todavia, a essência de suas metas permanece a mesma, não sendo pertinente diferencia-las detalhadamente aqui.

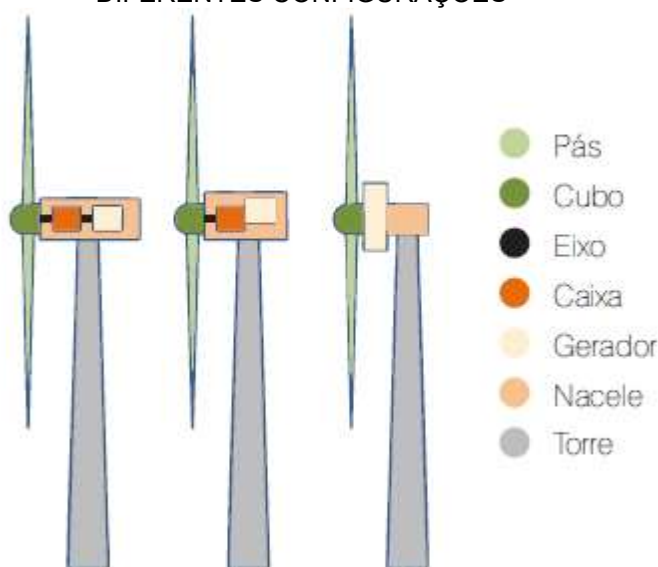
⁶² Pela definição dada pelo Plano, é considerado “fabricação” a transformação das matérias-primas/insumos de determinado componente no produto final acabado e pronto para uso.

⁶³ Igualmente, é considerado “montagem” o recebimento dos subcomponentes desagregados de determinando componente, que, ao término do processo, encontra-se acabado, testado e pronto para a utilização.

⁶⁴ Para os aerogeradores sem caixa multiplicadora, a exigência inicial de montagem do cubo foi substituída pela fabricação dos geradores no país.

intensificando suas exigências em cinco fases, que foram implementadas até janeiro de 2016, expostas a seguir.

FIGURA 7 – COMPONENTES BÁSICOS DE AEROGERADORES DE EIXO HORIZONTAL EM DIFERENTES CONFIGURAÇÕES



Fonte: extraído de Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2014, p. 11).

Posteriormente, até julho de 2013, deveria ser implementada a segunda fase do Plano: manutenção do índice de conteúdo local para as torres; montagem do cubo em unidade própria, sendo, no mínimo, um de quatro dos seus subcomponentes fabricados aqui (carenagem, rolamentos de passo, sistema de acionamento do controle de passo e painéis de controle de passo); apresentação de um plano de negócios referente à unidade industrial de montagem da nacele⁶⁵; sem haver novas estipulações referentes à fabricação de pás. A terceira fase, a vigorar a partir de janeiro de 2014, tornou obrigatório o cumprimento dos critérios de localização dos quatro componentes por partes dos fabricantes. Dessa forma, passou-se a exigir: fabricação nacional dos componentes internos das torres (plataformas, escadas, suportes, parafusos etc.); atendimento ao índice de nacionalização dos insumos das pás (40% em peso); fabricação nacional de dois dos quatro subcomponentes já citados do cubo; e execução das adequações necessárias à unidade industrial de montagem da nacele e aquisição dos

⁶⁵ Tal plano deveria ser bem minucioso, contendo: informações como o cronograma físico detalhado da construção e implantação da fábrica de naceles; leiaute detalhado da planta; número de funcionários com descrição de funções; contratos e/ou propostas de fornecimento dos equipamentos principais; construção civil (se for o caso); e montagem eletromecânica.

equipamentos principais de produção, conforme esboçado no plano de negócios. Para comprovar a realização de tais medidas, os fabricantes deveriam submeter ao Banco diversas evidências.⁶⁶

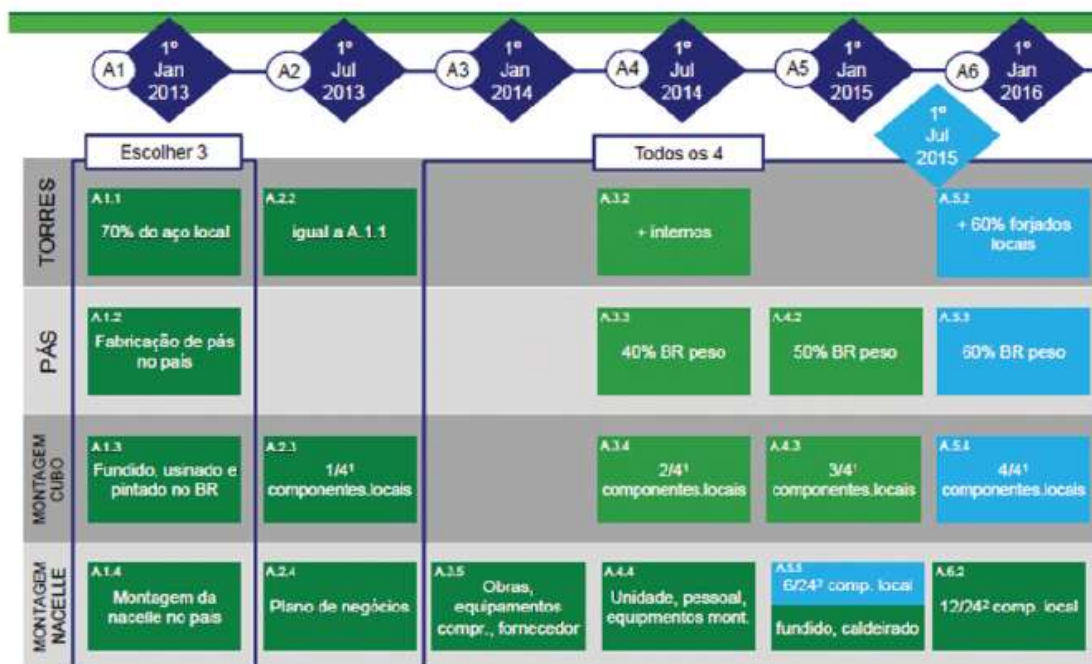
A quarta etapa, de julho de 2014, intensifica tais exigências: majoração do índice de nacionalização da pá para 50% de seus insumos em peso; fabricação local de três dos quatro componentes do cubo; e conclusão das obras de adequação das instalações industriais da nacele, bem como a realização da montagem dos equipamentos adquiridos para sua produção.⁶⁷ Não há inovação para as torres nessa fase. A etapa seguinte, de janeiro de 2015, deu continuidade ao plano com as seguintes exigências: observância de procedência nacional em 60% dos forjados das torres; aumento para 60% dos insumos das pás; fabricação de todos os subcomponentes do cubo nacionalmente; montagem efetiva da nacele em unidade própria, com fabricação nacional de, no mínimo, seus elementos estruturais (fundidos e/ou caldeirados), bem como de seis dos subcomponentes⁶⁸ da nacele. A derradeira etapa, de janeiro de 2016, refere-se unicamente à nacele: nacionalização de, no mínimo, 12 dos subcomponentes da máquina. Esse é o último nível de exigência, vigente até hoje. As etapas do Plano podem ser sintetizadas no seguinte quadro:

⁶⁶ Exemplos: relatório de inspeção nas unidades dos fornecedores para atestar capacidade de produção; assinatura de termos de confidencialidade entre as empresas para troca de informações, troca de desenhos técnicos, folhas de dados e especificações; bem como outros documentos técnicos relativos aos elementos estruturais da nacele.

⁶⁷ Além disso, exigiu-se nessa fase: contratações de pessoal; programa de treinamento dos funcionários de produção; modelo de fundição disponível para início da fabricação da base da nacele; e relatório final do processo de fabricação e homologação dos elementos estruturais da nacele.

⁶⁸ Esses são escolhidos a partir de uma tabela exposta no PNP, que contém itens como: sistemas de refrigeração da nacele; sistema de freios; caixa multiplicadora; elevador; sistema de travamento do rotor; inversor; eixo principal; acoplamento; painel de proteção elétrica; carenagem da nacele; unidade hidráulica; rolamento Yaw; rolamento do eixo principal; transformadores; parafusos estruturais; sistema de acionamento do Yaw; luzes de sinalização externa; painel de controle do Yaw; anemômetro; e sensor de direção do vento. Tal obrigação foi prorrogada para o termo final em 01/07/2015.

FIGURA 8 – ETAPAS E METAS CONCEBIDAS PARA A IMPLANTAÇÃO DO PNP AO SETOR DE AEROGERADORES



Fonte: extraído de Aroeira et al. (2017, p. 57).

Dessa forma, observadas as metas de cada fase, os fabricantes foram inclusos desde o início e mantidos no Cadastro de Fornecedores Informatizado da Agência de Financiamento a Máquinas e Equipamentos (Finame) do Banco. Isso permitiu com que interessados em construir parques eólicos pudessem adquirir financiamento do Banco, utilizado nos equipamentos credenciados. O comprometimento dos fabricantes foi formalizado através de um termo de responsabilidade para cada modelo credenciado, sujeitando o fabricante a penalidades em caso de descumprimento. Esse cumprimento das regras era monitorado de diversas maneiras, desde a fiscalização de notas fiscais de insumos e de equipamentos até a realização de visitas nas unidades industriais pelos técnicos do Banco⁶⁹ (FERREIRA, 2017). Nesse sentido, relata um entrevistado do BNDES:

No caso de projetos em geral, os equipamentos podem ser credenciados como “F” ou como “FFC”. O que quer dizer isso? Quer dizer que quando ele tem um código chamado de F, ele normalmente é para produtos seriados e que a gente avalia uma vez na hora do credenciamento se ele tem, se ele

⁶⁹ Não obstante, o método mais usual de controle do cumprimento de tais planos é a mera inspeção de documentos que comprovem o atendimento aos critérios de nacionalização. Esse acompanhamento mais próximo em relação ao PNP de turbinas eólicas foi necessário pelos desafios que caracterizaram a implantação dessa cadeia em um prazo de três anos, conforme informação obtida em entrevista realizada com representante do BNDES (Rio de Janeiro, 07/08/2019).

atende os critérios de credenciamento (...), daí fica com esse código F e a gente não verifica de novo ao longo das operações. Só em procedimentos de acompanhamento que existe uma área que fazia aleatoriamente, olhava amostras de algumas operações e ia *in loco* verificar a operação inteira e também o equipamento. Mas quando ele é FCC, quer dizer que ele é caso a caso (Finame caso a caso). Isso quer dizer que a gente, na hora da operação, solicita que o fornecedor encaminhe uma documentação específica daquele fornecimento, demonstrando, fazendo a demonstração do atendimento ao critério que era o índice de nacionalização. Então é assim que é feito: antes de você liberar, em determinado ponto das liberações, era solicitado; "agora é a hora de fazer a comprovação", e então ele mandava essa documentação para cá para a gente avaliar. Essa documentação, a área que está fazendo a operação encaminha para o departamento de credenciamento, esse departamento de credenciamento fazia a avaliação do atendimento, aí ele dava a resposta se estava "ok" ou não, aí podia continuar com as liberações. De forma geral, é assim que funciona essa verificação de cumprimento, é via documentação que é solicitada.

(...)

[O caso dos aerogeradores] foi um processo relativamente desafiador para todos os envolvidos, porque foi um prazo curto, tinha três anos para desenvolver a cadeia no nível que a gente estava desejando, mas foi, ao longo do caminho, era natural e foi feito assim alguns ajustes, porque a gente teve que fazer um acompanhamento muito próximo, muito de perto. A gente teve que ficar fazendo visitas constantes a todos os fabricantes, tanto de aerogerador quando da cadeia, para verificar o andamento do desenvolvimento deles. Isso foi essencial para que tudo tenha dado certo, e aí ao final, a gente conseguiu ter o resultado...

(...)

Então, é claro que ao longo do processo, antes da regra [PNP] e ao longo da implantação da regra, era um contato muito mais próximo [com os produtores]. A gente fazia reuniões frequentes, visitas lá, eles iam fazer aqui. A gente fazia questão de conhecer todos os fornecedores que eles estavam apresentando para ensinar o que ele precisava fazer para ele não errar e tudo mais. E depois que esse aprendizado foi ficando mais consolidado, o contato acaba sendo mais via sistema mesmo. Eles precisam fazer...eles credenciam e aí tem um prazo de duração desse credenciamento, a gente tem que revalidar no máximo em 4 anos, então a gente tem esse contato via sistema e via e-mail, telefone e reunião. (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019)

Assim, vislumbra-se que o cumprimento das metas teve uma forte vigilância por parte de agentes do Banco, a fim de que elas fossem efetiva e tempestivamente cumpridas.

2.3.2 Méritos e limitações

Conforme argumentado por Ferreira (2017), alguns pontos favoráveis do PNP podem ser sintetizados da seguinte forma:

- a) Seguindo as boas práticas das políticas de conteúdo local, o PNP não é de cumprimento compulsório para a atuação da empresa no país, só sendo necessário cumprir aquelas que visam a ser credenciadas via BNDES. Ou seja, não há nenhum impedimento para que haja financiamento por outra fonte sem cumprir quaisquer normas de nacionalização;
- b) O programa estabeleceu metas viáveis e regras claras dentro de um cronograma definido, considerando o efetivo potencial da cadeia produtiva nacional à época de sua implantação e o tempo necessário para a realização de cada etapa, tendo se realizado cauteloso estudo para tal, o que traz segurança a investidores;
- c) Houve flexibilidade e progressividade no programa, dando espaço às empresas para optar entre metas alternativas de acordo com sua aptidão, havendo o escalonamento gradativo para as etapas de maior complexidade em sincronia com a capacidade dos produtores locais.

Mais detalhadamente, parte dessa implantação, bem-sucedida na ótica da burocracia do Banco e de certos analistas, pode ser atribuída à sintonia que a política teve com a realidade industrial do país nesse setor: os critérios do PNP foram negociados com os fabricantes e, a partir disso, definiu-se uma série de etapas de localização, fundamentada em processos e tecnologias-chave prioritárias a serem desenvolvidos no país. Ademais, a referida flexibilidade do programa, no sentido de que dispôs aos fabricantes uma gama de itens a serem nacionalizados a seu critério, conferiu às montadoras a possibilidade de se articularem de acordo com suas estratégias e tecnologias de projeto (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018).

Por óbvio que, observações nesse sentido podem suscitar justamente questionamentos relacionados ao *rent seeking* e ao favorecimento de grupos empresariais em detrimento de um projeto de desenvolvimento nacional mais "republicano", conforme exposto no capítulo anterior. No entanto, essa articulação permitida a certos agentes do setor não equivaleu a uma frouxidão na fiscalização

das contrapartidas: conforme demonstrado, havia diversos instrumentos de monitoramento dos fabricantes à conformidade dos novos critérios, chegando-se até à realização de visitas a suas unidades por parte de agentes do Banco (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2017). Instrumentos assim tiveram sua relevância para o adensamento da cadeia produtiva do país. Até o desenvolvimento do PNP, o mais corriqueiro era cumprir as exigências genéricas do BNDES para o credenciamento de qualquer tipo de maquinário industrial, qual seja, 60% do peso e do valor do produto oriundo de bens nacionais, fabricando-se a torre e as pás em solo nacional e importando-se em quase sua totalidade os componentes mais sofisticados do aerogerador (cubo e nacele)⁷⁰ (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014, p. 37).

Pelo levantamento realizado por Podcameni (2014, p. 210), fica evidente que a maior revisão que as fabricantes multinacionais tiveram que fazer quanto a sua estratégia para o mercado brasileiro baseou-se no PNP: exclusive Alstom e Wobben⁷¹, que sofreram impacto relativo, pois já tinham uma base industrial um tanto consolidada aqui, limitando importações a componentes mais sofisticados, as demais fabricantes estrangeiras sofreram um impacto grave em sua estratégia produtiva. Isso se explica pelo fato de que tais empresas importavam integralmente a nacele dos aerogeradores, tendo que internalizar suas produções para cumprir as metas e, dessa forma, realizar um elevado esforço de treinamento da sua cadeia de fornecedores. Em termos de méritos mais macroscópicos, sintetiza o entrevistado do BNDES:

Acho que os objetivos todos [do programa] foram alcançados. A gente lá

⁷⁰ Além do baixo grau de exigência dessa norma anterior, sua obrigatoriedade era ainda mais mitigada por certas práticas: enquanto a fabricação local da torre, por ser o maior componente do aerogerador, já contava pela maior parte do peso, os fornecedores também embutiam sobre o valor sua margem de lucro a fim de inflar esse requisito, consoante informação obtida a partir de entrevista com funcionário do BNDES (Rio de Janeiro, 07/08/2019). Práticas assim, além de limitarem o escopo de desenvolvimento tecnológico da máquina, também ocasionaram uma menor competitividade, na medida em que não havia incentivos para baixar o preço da máquina pois justamente se cumpria os requisitos de valor aumentando-o.

⁷¹ Interessante ressaltar que a Wobben, a mais antiga empresa aqui atuante, chegou a ter 90% da sua produção nacionalizada nos primeiros anos de atuação no país (década de 1990). Foi somente a partir dos anos 2000 que, incapacitada de competir com outras fabricantes que importavam componentes mais baratos da China, a empresa abriu mão desse modelo, só o reinstaurando após o PNP (PODCAMENI, 2014).

pelo DECRED [Departamento de Credenciamento] estimou que, nesse contato próximo deles [fabricantes] e a gente foi tentando anotar, a gente identificou aí pelo menos um bilhão de reais investidos durante esse período, de 2013 a 2016. A gente não consegue fazer uma estimativa muito precisa de empregos, mas também foram gerados, do que a gente conseguia contar, pelo menos, mais de 4 mil diretos, naquelas empresas que a gente conversava. Aí associações já variam para estimativas maiores de 20 mil empregos, diretos e indiretos.⁷² A gente não conseguiu... não tinha como contabilizar muito isso, mas a gente conseguia ver a diversificação no território. Então, a gente tinha uma indústria extremamente concentrada, que antes da regra estava ali bastante concentrada em São Paulo e no Sul. E aí houve uma diversificação, muita empresa foi para o Nordeste, que é onde estão os parques. Então a gente viu esse... dá para ver no mapa esse crescimento da cadeia, essa conciliação da cadeia (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019).

Dessa forma, um dos méritos que o programa demonstra é ter elaborado uma série de contrapartidas a serem cumpridas pelas empresas beneficiadas, sendo feito um monitoramento disso. Essa prática está relativamente de acordo com o que a literatura dispõe sobre políticas industriais bem concebidas (AMSDEN, 2009; RODRIK, 2008, 2010; SCHNEIDER, 1998, 2013). Tais metas foram estabelecidas de forma factível para aqueles contemplados, justamente porque as organizações coordenadoras, como o BNDES, buscaram conhecer a verdadeira situação dessa base industrial no país e entender no que era possível aprimorá-la dentro do prazo estipulado. Assim, a burocracia do BNDES aproxima-se qualitativamente do conceito já mencionado de “*embedded autonomy*” (EVANS, 1993, 2004).

No que tange a limitações do programa, Ferreira (2017) aponta três em particular. Primeiramente, não houve previsões no programa para a competitividade baseada nos preços das máquinas em comparação às importadas e nem foi feita uma análise extensiva do seu custo-benefício para a sociedade. Em segundo lugar, vislumbra-se que tal política foi desarticulada da promoção de fontes renováveis, em razão da já mencionada irregularidade dos leilões de energia no país, tornado mais desvantajoso aos fabricantes manter sua cadeia de fornecedores.⁷³ Por último, não houve grande foco do programa no que se refere ao desenvolvimento tecnológico da

⁷² Tais números provavelmente se referem a empregos gerados em decorrência direta da nacionalização da indústria de aerogeradores. Isso porque, em termos mais amplos da cadeia de valor da energia eólica, já foi mencionada a estimativa de 150 mil empregos, diretos e indiretos, que se concentram, na maior parte, no setor de construção dos parques.

⁷³ Consoante informações obtidas em entrevista à funcionário do BNDES (Rio de Janeiro, 07/08/2019).

produção nacional de aerogeradores, limitando-se suas metas à fabricação local dos componentes, não ao seu projeto e desenvolvimento.⁷⁴

Quanto ao primeiro ponto, tal deficiência no programa mostra-se problemática de fato, já que políticas de conteúdo local geralmente resultam em um encarecimento do setor protegido, não tendo sido o setor de aerogeradores excepcional nesse sentido (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014). Ademais, consoante aos dados coletados em 2014, os fabricantes atuantes no país deram como sugestões para aprimorar o programa aquelas focadas em maiores garantias e proteções de mercado:

Concessão de benefício adicional para fabricantes com conteúdo local acima do exigido; criação de mecanismos para controle de oligopólio e/ou sistemática de abertura de custos para prevenção de práticas de preços abusivos por empresas locais que são as únicas fornecedoras de determinado item; inclusão das regras de conteúdo local para fins de credenciamento de projetos eólicos nos leilões de contratação de energia – esta é uma reivindicação formal da ABIMAQ, através de seu Conselho de Eólica, com objetivo de prevenir a importação de aerogeradores com financiamento externo, principalmente os oriundos da China (...). Segundo informado pela ABIMAQ, além de grande capacidade instalada, as montadoras chinesas podem se utilizar de financiamento de dois bancos de investimento chineses, nos mesmos moldes do BNDES (Ibid., p. 91-92).

Interessante reparar que, enquanto algumas dessas exigências feitas quando do surgimento do programa visavam obstar oligopólios de fornecedores de peças exclusivas, atualmente os fabricantes gozam de uma posição privilegiada análoga. Isso porque, à época da implementação do Plano, o BNDES tomou a cautela de equilibrar a competitividade de todos os aspirantes a se instalar no mercado nacional. Parte dessa equalização foi feita pela implantação e coordenação gradual de cada etapa do PNP, de modo que fosse dado tempo para que fabricantes ainda desprovidos de uma unidade industrial aqui pudessem montar sua cadeia de fornecedores para não ficarem em desvantagem em comparação a fabricantes com fornecimento já consolidado, como era o caso da Wobben.⁷⁵ No entanto, uma vez consolidado o PNP e finalizada todas as etapas, a situação se mostra adversa para empresas que não atuam ainda no país e o desejem. Com efeito, cria-se uma barreira à entrada de novos fornecedores, pois precisariam montar unidades

⁷⁴ Esse ponto específico, pertinente para a discussão fulcral da presente pesquisa, será melhor elaborado no quarto capítulo, abordando o panorama do desenvolvimento tecnológico dessa indústria no país e os resultados obtidos em transferência de tecnologias pela WEG em particular.

⁷⁵ Conforme explicado em entrevista por um funcionário do BNDES (Rio de Janeiro, 07/08/2019).

produtivas locais para competirem com os já consolidados nacionalmente e credenciados pelo Banco. Esse processo de começar a operar no país sem o credenciamento do BNDES até ter atingido a etapa final do Plano pode ser difícil e custoso, uma vez que o setor ainda é extremamente dependente de seu financiamento.⁷⁶ No entanto, vislumbra-se que o Banco providenciou um novo PNP para o setor, vigente desde outubro de 2019, o que pode mitigar esse empecilho a novos entrantes (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2019). De qualquer modo, a partir das observações acima, procedem as críticas de alguns analistas sobre políticas industriais e as ineficiências econômicas que podem promover ao discriminar determinado setor (BANDEIRA-DE-MELLO et al., 2018; FERREIRA et al., 2007; GUIMARÃES, 2016).

Para além do que já foi discutido na outra seção sobre o segundo ponto (imprevisibilidade dos leilões), um adendo: apesar da pertinência dessa avaliação de Ferreira (2017), os agentes do BNDES estimam que os efeitos da não realização de leilão em 2016 foram minimizados, uma vez que já havia tido tempo de os fabricantes consolidarem sua cadeia de fornecedores e amortizarem seus investimentos, apresentando crescente ganho de produtividade.⁷⁷ Com efeito, a análise da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2014, p. 92-93) respalda essa visão: mesmo que o processo de nacionalização ainda estivesse em curso, já se observava um “cenário irreversível de enraizamento da indústria no país”. Dessa forma, o fator que mais teria pesado para o setor foi a recessão econômica que tomou o país em 2016, estimando-se que as fabricantes poderiam estar atuantes no presente momento já como exportadoras de turbinas em razão da competitividade que vinha sendo incrementada na indústria nacional.

Sobre o terceiro ponto levantado, de fato, o elemento mais forte de política industrial desse setor no Brasil continua sendo o tradicional mecanismo focado em regras de conteúdo local. A própria ABDI (Ibid., p. 128; Id., 2018, p. 90-92) recomenda que se poderia aprimorar os incentivos do Plano através de medidas

⁷⁶ Dos 10.535 MW de capacidade instalada no Brasil até o início de 2017, 9.700 MW (98 projetos) disso foi oriundo de financiamentos efetuados exclusivamente pelo BNDES; ou seja, um montante de R\$22,5 bilhões desembolsados de um total de R\$ 31 bilhões. O investimento total dos projetos aprovados é de R\$ 42,4 bilhões, com uma composição média de 73% de recursos financiados pelo Banco e 27% pelos próprios acionistas. Nesse sentido, veja-se Aroeira et al. (2017, p. 56).

⁷⁷ Conforme explicado em entrevista por um funcionário do BNDES (Rio de Janeiro, 07/08/2019).

mais modernizantes como: criação de centros de testes e de certificações; programas de inovação; parcerias governo-universidade-empresa; aprimoramento das regras de conteúdo local, como medidas de premiação aos fornecedores que investem no desenvolvimento de tecnologia nacional; melhoria da produtividade das empresas do setor, através de programas de capacitação, consultoria e apoio, além de incentivos à P&D; e aumento da competitividade em exportação por parte dessas empresas. Pertinente é a avaliação geral que a organização faz sobre as políticas voltadas ao setor de aerogeradores:

Várias das dificuldades verificadas parecem ter como origem comum a ausência de uma política industrial voltada ao setor. O instrumento que atualmente está movimentando a localização da fabricação de itens produtivos são basicamente as regras do Finame para aerogeradores estabelecidas pelo BNDES para concessão de financiamento. O desenvolvimento de uma indústria nova e portadora de futuro, como é a eólica, poderia ser melhor estruturado a partir de uma política de desenvolvimento industrial mais ampla. Somente regras de conteúdo local para financiamento de aerogeradores não parecem ser suficientes para um desenvolvimento sustentável e verdadeiro. Entende-se que o desenvolvimento de uma indústria e de sua cadeia produtiva deveria contemplar outras questões, como a produtividade e competitividade da indústria (inclusive nos mercados externos), com ênfase no desenvolvimento tecnológico e na inovação e com uma visão de planejamento de longo prazo. A metodologia do BNDES tem o grande mérito de ter iniciado um processo de localização, mas, conforme já comentado, outras iniciativas governamentais são necessárias para o desenvolvimento do setor. Em termos de avanços tecnológicos, é importante a criação no País de um ambiente de inovação para a indústria eólica para o desenvolvimento de projetos nacionais de aerogeradores e componentes, com o estabelecimento de redes de pesquisa e inovação (a exemplo do que foi feito em países europeus como a Dinamarca e a Alemanha) e através da estruturação de centros de tecnologia. A elaboração de um *roadmap* de tecnologia é uma alternativa interessante para orientar as pesquisas na área, bem como para definição de escopo de projetos que poderiam receber financiamento público (Id., 2014, p. 129).

Em uma perspectiva internacional, as políticas mais exitosas na indústria de aerogeradores não se limitam a planos de conteúdo local: a capacitação e criação de empresas nacionais no ramo, a atração do investimento estrangeiro e a implantação de laboratórios nacionais de P&D e de certificação de aerogeradores são táticas comuns dos países que melhor inseriram, em sua matriz energética, a energia eólica e, em sua estrutura produtiva, a indústria que lhe acompanha (LEWIS; WISER, 2005). Práticas assim dialogam muito mais com os modelos de política industrial concebidos para o século XXI, que dão prioridade à inovação tecnológica e à descentralização de atividades em uma gama de entidades (agências,

universidades, empresas etc.) (ARBIX; MIRANDA, 2017; KELLER; BLOCK; NEGOITA, 2017; CASTELLS, 1996). Dessa forma, o modelo institucional adotado pelas autoridades brasileiras não foi o mais adequado para incentivar o desenvolvimento de tecnologias nacionais no que se refere aos aerogeradores.

* * *

As informações apresentadas no presente capítulo, com o apoio de diversas fontes (literatura especializada, relatórios, entrevistas) buscou responder o seguinte questionamento: quais são as características do PNP do BNDES, em termos de benefícios e regras de contrapartidas e reciprocidade das empresas? Para tal, apresentou-se o desenvolvimento do mercado de energia eólica nas últimas décadas, tanto em termos mundiais e nacionais, bem como as políticas de incentivos existentes no contexto brasileiro, com ênfase no Plano de Nacionalização Progressiva do BNDES.

A conclusão extraída dos dados é a de que o PNP para aerogeradores se tratou de uma política industrial com um *design* adequado às pretensões que tiveram seus desenvolvedores: a partir de uma minuciosa análise pela burocracia do Banco e dos demais órgãos pertinentes, estabeleceram-se metas viáveis aos fabricantes, que foram submetidos a constantes métodos de monitoramento para se assegurar o cumprimento de contrapartidas, como a inspeção da produção nas fábricas e a requisição de documentos sobre componentes adquiridos localmente. Da mesma forma, se tinha certo grau de flexibilidade nas metas e de abertura no diálogo com os fabricantes. Isso assegurou às empresas envolvidas que poderiam iniciar produzindo aquilo que era sua maior aptidão e que o Banco estava se certificando de quais eram as verdadeiras condições materiais do setor, não fazendo exigências irrealistas. Esse entendimento é essencial para providenciar uma adesão generalizada às metas e evitar desistências, conforme foi o caso de algumas montadoras no país. Outro fato correlacionado é o de que não se tratou de uma política compulsória para as montadoras, o que fecharia mais ainda o Brasil para o mercado internacional, no que pode ser entendido como um protecionismo excessivo. Práticas mandatórias assim foram executadas intensamente durante os processos de industrialização do século XX, mas se entende não serem as mais

adequadas para o presente momento de globalização vivido no mercado mundial (ARBIX; MIRANDA, 2017; KELLER; BLOCK; NEGOITA, 2017; CASTELLS, 1996).

Por outro lado, conforme mencionado no início do parágrafo anterior, a política foi bem-sucedida na ótica das pretensões de seus desenvolvedores. Além do quesito de geração de empregos no setor industrial, referida visão foi limitada ao enfoque de internalizar a produção dos bens mais sofisticados do aerogerador (como a nacele e as pás), sem grandes considerações referentes à nacionalização dessas tecnologias. Ou seja: almejou-se nacionalizar a produção bruta desses componentes, independentemente dos conhecimentos referentes à inovação tecnológica que os envolvem. Nesse ponto, tratou-se em seu conteúdo de uma política industrial tradicional, similar àquelas praticadas na já mencionada fase de “substituição de importações” dos países latino-americanos (ARBIX, 2016). Esse formato é limitado em relação aos *cases* de sucesso dos tigres asiáticos, estudados pelos acadêmicos do Estado Desenvolvimentista (AMSDEN, 2009; CHANG, 2004; WADE, 1990). Aqui se faz pertinente a observação sobre a “mentalidade” obsoleta das instituições centrais de política industrial no país, mesmo quando essa é elaborada sobre uma roupagem mais moderna, como é o setor de energias renováveis (FURTADO; SUZIGAN, 2010). Isso acaba mitigando as chances de geração e transferências de tecnologias no setor, conforme especula a hipótese levantada na pesquisa. No entanto, não anula de plano as chances de ocorrência desse fenômeno, pois ainda deve ser tomada em conta a agência das empresas contempladas. Esse particular será melhor abordado no quarto capítulo.

Relacionado indiretamente a isso é o fato de que não se concebeu uma competitividade em termos de preços para o setor, não sendo essa uma demanda vigente das empresas atuantes. Isso resulta em um encarecimento dos aerogeradores brasileiros em comparação aos estrangeiros. Esse é o caso porque, mesmo a política não tendo caráter mandatório, deve ser considerado o papel crucial praticado pelo BNDES no financiamento desse setor industrial, de modo que muitas empresas ficam restritas aos seus mecanismos financeiros na prática. Tudo isso leva a uma redução na competição e ao conseqüente encarecimento das turbinas. Aqui se faz pertinente alguns dos alegados problemas sobre políticas industriais (BANDEIRA-DE-MELLO et al., 2018; FERREIRA et al., 2007; GUIMARÃES, 2016). Por último, uma falha que pode ser apontada não tanto

exclusivamente no programa, mas no arranjo institucional brasileiro como um todo, é a desarticulação do PNP com outros mecanismos de incentivo ao setor, como os leilões de energia do país. A irregularidade existente sobre essa demanda no país torna desvantajoso aos fabricantes manter sua cadeia de fornecedores, não bastando o mecanismo do PNP para garantir a continuidade dessa cadeia.

3 REDES DE INTERAÇÃO DA EMPRESA WEG S.A.

A empresa WEG, fundada em 1961, em Jaraguá do Sul (SC), é uma das maiores empresas fabricantes mundiais de equipamentos eletroeletrônicos para uso industrial – bens de capital - e para geração, transmissão e distribuição de energia. Produz motores elétricos de baixa e alta tensão, geradores e transformadores, além de componentes eletrônicos e eletromecânicos de proteção, comando e controle, sendo também responsável pela integração desses produtos em sistemas e soluções industriais. Seu modelo de negócios baseia-se na integração vertical, na flexibilidade de produtos e na inovação tecnológica. Quando a empresa foi fundada, a região não contava com uma cadeia desenvolvida de fornecedores de serviços e matéria-prima. Então, para atender a sua própria demanda, a empresa verticalizou-se. Esse enfrentamento de uma deficiência inicial é hoje visto pela empresa como uma de suas maiores vantagens competitivas, pois a estrutura verticalizada criou uma vantagem de custos que a torna bastante competitiva no mercado.⁷⁸

A evolução histórica da empresa pode ser dividida em três fases: 1º) desenvolvimento e produção de motores (de 1961 até início dos anos 1980); 2º) expansão e diversificação para setores como componentes eletrônicos, automação e tintas (de 1980 até o final dessa década); e 3º) internacionalização, a partir da aquisição de fábricas no exterior e criação de estruturas de distribuição por meio de subsidiárias (dos anos 1990 até hoje) (NARDO, 2018, p. 179; BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2017, p. 292-293). Atualmente, a empresa conta com cinco repartições. A WEG Motores é a mais antiga e maior unidade do grupo, sendo uma das maiores fabricantes de motores elétricos de pequeno porte do mundo. A WEG Automação é produtora de tecnologia de automação para segmentos da construção civil, indústria e energias renováveis. A WEG Energia se foca em motores de alta tensão, geração de energia e *critical power*, sendo o segmento que produz aerogeradores propriamente. A WEG Transmissão & Distribuição (T&D) é uma fornecedora de soluções móveis e subestações de energia elétrica para concessionárias de energia. A WEG Tintas é

⁷⁸ Informação obtida a partir da visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

fabricante de tintas em pó e vernizes eletroisolantes, além de tintas industriais, anticorrosivas e marítimas (WEG, 2012).

A WEG, ademais, é a única empresa nacional de bens de capital que consta entre as cem maiores exportadoras do Brasil (ALMEIDA, 2009, p. 27). Alguns dados que dão uma noção sobre a magnitude da empresa são: tem a maior planta industrial para motores de baixa tensão do mundo (mais de um milhão de m²), produzindo 70 mil motores por dia; possui 40 plantas industriais em 12 países, espalhadas por cinco continentes, com mais de 30 mil funcionários⁷⁹, e vendendo para mais de 135 países⁸⁰; possui um valor de mercado de R\$ 40 bilhões (2018), tendo obtido receita líquida de R\$ 12 bilhões em 2017 (WEG, 2018). No que tange aos seus laços com o BNDES, foi a primeira empresa a cumprir com todas as regras impostas pelo seu plano de nacionalização para aerogeradores (WEG..., 2015). Além disso, a empresa forma redes com diversos agentes desde os anos 1980, a partir do fechamento de parcerias com outras empresas, centros de pesquisa e universidades, tendo em vista relações de intercâmbio tecnológico (MELO, 2011, p. 9). Cabe considerar as contribuições desse relativo acúmulo de relações na oportunidade de sua atuação nesse novo mercado, com apoio nos incentivos do BNDES.

Dessa forma, o objetivo do presente capítulo é averiguar quais são as redes de interação da empresa WEG S.A. formadas a partir do credenciamento concedido pelo BNDES a seus aerogeradores. Nesse sentido, consideram-se os núcleos nacionais de P&D, as interações entre a empresa e agentes públicos/políticos e sua relação com demais empresas para o cumprimento das metas estipuladas. Para que seja verificada tal relação, é necessário discriminar dois momentos: de um lado, há os laços da WEG criados em outros mercados, alheios à política do BNDES; de outro lado, há aqueles propriamente relacionados a sua efetiva entrada no mercado de aerogeradores, concomitante à instauração do PNP (meados de 2012). Assim, o

⁷⁹ Grande parte dos funcionários encontra-se nas unidades brasileiras. Em 2015, do total de 30.973, 22.600 (73%) eram empregados no âmbito doméstico. Depois disso, o maior empregador é a filial chinesa, com 2.509 funcionários, seguido da mexicana (1.903). Já em 2017, do total de 29.325 empregados, 20.214 (68%) estavam no Brasil. Nesse sentido, ver WEG (2015, 2017b).

⁸⁰ Em termos de exportação, a América do Norte é o maior destino estrangeiro dos produtos da empresa, tendo representado 40% de tal receita no ano de 2015. Em segundo lugar, ficou a Europa (24%), seguido de América do Sul e Central (16%) e, empatados com a África, a Ásia e Oceania (10%). Nesse sentido, ver WEG (2015).

capítulo é dividido em duas seções: a primeira se foca em descrever as redes tecidas pela empresa com as referidas instituições (BNDES, governo federal, fornecedores, associações) antes de ter iniciado sua produção de aerogeradores. Na segunda seção, analisam-se as redes com instituições de tais naturezas, vinculadas propriamente ao mercado eólico.

3.1 Redes de interação da empresa WEG fora do PNP

A empresa WEG possui relações profundas com as mais diversas organizações: agências governamentais, universidades, empresas privadas (clientes, fornecedores, consultorias), entre outras. Algumas delas podem ser vinculadas diretamente a sua entrada no mercado de aerogeradores, tendo como prioridade o cumprimento das normas do PNP. No entanto, outras são anteriores ou alheias a esse fato, sendo relacionadas ao longo histórico que a empresa já detinha, como multinacional do ramo de motores e da indústria de bens de capital como um todo. As complexidades inerentes a esse setor levaram a empresa a desenvolver laços nas mais diversas frentes, conforme será exposto nas subseções a seguir. Tais interações podem ser divididas da seguinte forma: com instituições públicas e associações, atinentes à sua atuação político-institucional; as de vínculo empresarial, provenientes da sua atividade produtiva; e aquelas mantidas com universidades e instituições de pesquisa, mais direcionadas a processos tecnológicos e inovadores. Embora se utilize tal divisão para fins de exposição, tais relações e seus intuitos principais não devem ser interpretados como estanques.

3.1.1 Instituições públicas e associações

Entre as instituições públicas, compreendendo tanto organismos essencialmente políticos (ministérios) quanto empresas públicas, cabe primeiro desenvolver a relação da WEG com o BNDES. A empresa mantém laços com outros bancos de investimento, através de contatos pontuais com a Cooperação Andina de Fomento (CAF) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) para pleitear condições de financiamento mais competitivas.⁸¹ No entanto, aqueles com o BNDES

⁸¹ Informações obtidas em entrevista com representantes da WEG (Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

são definitivamente os mais avançados. Ao analisá-los, vislumbra-se que a empresa se encontra entre os 50 grupos empresariais mais apoiados pelo Banco desde 2001 (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2017, p. 209). Historicamente, essa relação remonta a 1973, quando a empresa ainda era denominada “Eletromotores Jaraguá” e recebeu apoio do Banco para a implantação de sua primeira unidade industrial. Desde o final dos anos 1990, a empresa é uma constante utilizadora das linhas de financiamento à exportação e à inovação do BNDES, bem como usou recursos do Banco para a construção de sua planta industrial na Índia (Ibid., p. 292-293). Em levantamento de 2001 a 2016, a WEG consta como o 32º maior cliente do Banco, tendo recebido uma quantia de R\$ 10,9 bilhões: trata-se da empresa de bens de capital mais beneficiada nesse sentido e é a única do segmento a constar entre os 50 maiores beneficiados (Ibid., p. 318).

As relações mantidas pela empresa com o BNDES são somente uma das faces de seu *networking* com instituições públicas. A WEG mostra uma participação proativa na elaboração de políticas industriais para o país, mantendo diálogo com as principais organizações governamentais que as promovem, mediante reuniões e eventos do governo brasileiro e suas autarquias. Às vezes, isso também é intermediado pelas entidades de classe de determinado segmento em que a empresa atua, como é o caso da ABEEólica, a ser exposto melhor na próxima seção. Tais diálogos são tratados a partir dos Grupos de Trabalho (GT) internos da empresa e por seus representantes nas respectivas entidades. Por exemplo, no Conselho de Administração da ABEEólica, participa um representante da WEG. Além disso, a empresa conta internamente com uma Comissão de Relações Institucionais de Comércio e Direção Geral, que delibera e prepara para análise da Direção Geral os assuntos referentes a políticas industriais, a postura da WEG perante seus conselhos de classe e sua posição sobre acordos internacionais de comércio, regimes tributários especiais e projetos de defesa comercial (WEG, 2015).

As entidades de classe representam um extenso rol de filiações da empresa, conforme segue: Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ); Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (ABINEE); Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base (ABDIB); Associação Brasileira de Comércio Exterior (AEB); Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP); Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC);

Confederação Nacional da Indústria (CNI); Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); Associação Brasileira das Empresas do Setor Naval e Offshore (ABENAV); Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica); Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR); Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI); Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO); Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO); Associação da Indústria de Cogeração de Energia (COGEN); Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE); Associação Nacional de P&D das Empresas Inovadoras (ANPEI); Organização Nacional da Indústria do Petróleo (ONIP); e Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI) (Ibid.). Quanto à ABIMAQ em particular, cabe salientar que a WEG também participa de seu conselho de energia eólica.⁸²

De maneira mais informal, a WEG mantém contato com entidades de classe menores, como o Sindicato das Indústrias de Energia Eólica do Rio Grande do Sul (Sindieólica-RS), sindicato patronal das empresas de energia eólica do estado. Essa instituição em particular possui conversas com todos os fabricantes do país, tanto pelo fato de ser composta por empresários que investem em parques eólicos, tendo a necessidade de conhecer as máquinas disponíveis no mercado, quanto pelo próprio interesse geral que se possui em se instalar alguma fabricante de turbinas no estado.⁸³

Em termos genéricos, junto das respectivas entidades de classe, a WEG defende para a indústria nacional medidas como: aumento da competitividade sistêmica e empresarial; aumento do investimento produtivo, do esforço tecnológico e de inovação das empresas nacionais; desenvolvimento de estratégias nacionais de investimentos públicos e privados em infraestrutura, conectadas às aspirações de crescimento do país; financiamento à produção e à comercialização; adensamento produtivo e tecnológico das cadeias de valor do país, com ampliação de valor agregado nacional; aumento da competitividade exportadora e da diversificação de mercados e produtos exportados; defesa da indústria e do mercado brasileiro; exigência de contrapartida de conteúdo local sempre que o fornecimento contar com

⁸² Informação obtida em entrevista a funcionários da WEG (Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

⁸³ Informações obtidas com representante da Sindieólica (Porto Alegre, 14/08/2019).

renúncia fiscal; desenvolvimento sustentável e preservação do meio ambiente; eficiência energética e gerenciamento energético; restabelecimento da isonomia competitiva à indústria de transformação nacional; aumento da interação entre a indústria e as entidades acadêmicas, buscando maior desenvolvimento nas ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação; e desenvolvimento de parcerias entre vários elos da cadeia (fabricantes de máquinas/equipamentos, eletroeletrônicos, componentistas etc.) para que empreendam, conjuntamente, ações de política industrial (WEG, 2015).

Dentre temas mais concretos debatidos nessas instituições, constam: incentivos ao desenvolvimento da cadeia de energias renováveis (eólica, solar, biomassa), como a implementação de leilões por fonte de geração e de conteúdo local nos editais dos leilões, a disseminação da geração de energia distribuída, e investimentos em cogeração; formulação de políticas públicas de apoio à atividade da indústria nacional e para os segmentos de negócios em que a WEG atua, principalmente em veículos sobre trilhos, energia eólica, energia solar, petróleo, gás e naval; isonomia de condições tributárias dos fornecedores brasileiros em relação aos estrangeiros; e redução e desoneração dos custos de matérias-primas que impactam na competitividade da indústria nacional (Ibid.). Alguns exemplos precisos do que a empresa já tratou foi, junto das entidades de classe, o aperfeiçoamento de normas de credenciamento do Finame para planos de conteúdo local para outros setores, à guisa dos estabelecidos ao setor eólico e fotovoltaico (WEG, 2014). Ademais, o quadro da empresa teve atuação como conselheiro frente ao Plano Brasil Maior, um dos maiores programas de política industrial do Governo Dilma Rousseff (2011-2016), lançado em 2011 e encerrado em 2014, bem como em seu sucessor, o Plano Nacional de Exportações. No primeiro, a WEG participou de reuniões com o governo e atuou nos Conselhos de Competitividade Setorial dos seguintes ramos: bens de capital; petróleo, gás e naval; tecnologias de informação e comunicação/complexo eletrônico; e energias renováveis, com quatro subgrupos (eólica, solar, bioetanol e biodiesel) (WEG, 2012). Já no segundo caso, a empresa chegou a elaborar um documento interno que foi apresentado às autoridades governamentais, intitulado “Política Industrial para Produtos, Componentes e Serviços de Alto Valor Agregado”, com sugestões nesse sentido. Ele foi apresentado em comitês como o Comitê de Economia da FIESP (COSEC/FIESP), o Comitê de

Política Industrial e Desenvolvimento Tecnológico da CNI (COPIN/CNI), os Conselhos de Competitividade da ABIMAQ e ABINEE e o Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI) (WEG, 2015).

FIGURA 9 – RELAÇÕES INSTITUCIONAIS DA WEG



Fonte: extraído de WEG (2015, p. 71).

Dessa forma, considera-se que a empresa tem grande trânsito e influência nos órgãos federais que lidam com incentivos à indústria, ainda antes do acesso ao PNP. No entanto, quanto ao BNDES especificamente, por ser um banco público autônomo, a relação contém uma dinâmica mais burocrática: apresentação de projetos ao Banco, observação do cronograma de contrapartidas impostas, eventuais vistorias às unidades fabris por funcionários da instituição, etc.⁸⁴

3.1.2 Empresas e fornecedores

A WEG possui contato profícuo com um grande número de empresas, datado ao menos da época que começou a sua diversificação e internacionalização empresarial (1990 e 2000). Historicamente, a empresa se originou em um espaço geográfico predominantemente rural, marcado pela atividade agrícola. Sendo uma

⁸⁴ Informação obtida a partir da visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

das primeiras indústrias de Jaraguá do Sul (SC), a empresa apostou inicialmente em uma forte internalização dos componentes que eram necessários à produção de motores. O crescimento econômico da região levou à diversificação da mão de obra e à opção da empresa por maior especialização naquilo que é sua *core competence*, delegando componentes menores a terceiros:

Desde a sua fundação, a WEG buscou ser autossuficiente em seus processos e na fabricação dos insumos utilizados em seus produtos. Esta era uma característica de seus fundadores: produzir internamente tudo aquilo que não havia no mercado, a fim de ganhar em agilidade e produtividade, ao mesmo tempo em que reduzia custos. Este modelo de atuação, comumente chamado de “verticalização”, foi largamente empregado até o final dos anos 1990, quando, por orientação da direção da empresa, a companhia passou a centrar esforços naquilo que era sua essência: produzir lâminas estampadas para estatores e rotores, componentes fundidos, usinados, injetados, trefilados, com alto valor agregado ou que dependessem de alta tecnologia ou ferramentais complexos para a sua produção. Iniciou-se um processo de identificação de produtos e serviços que não seriam mais produzidos internamente, e sim terceirizados. Dentre as premissas definidas para a terceirização estava a de desenvolver fornecedores locais, localizados principalmente no estado referente à unidade de negócios [SC]. Foi um processo longo e que demandou esforços para a capacitação dos fornecedores, mas que trouxe, e ainda traz, excelentes resultados, tanto para a comunidade, quanto para os fornecedores inseridos. A WEG cria essas parcerias com as empresas fornecedoras e as mesmas recebem o apoio necessário para se estruturarem de forma sólida no mercado (WEG, 2013, p. 86).

Esse aumento de fornecedores locais para os mais variados segmentos da empresa permitiu que ela repensasse seu caráter verticalizado, passando a delegar maior quantidade de componentes a terceiros. Para além dessa maior especialização e otimização das condições comerciais, do prazo de entrega e do atendimento aos requisitos de qualidade do cliente final, há outros elementos de cunho social que a própria empresa destaca como resultantes de sua horizontalização: maior aproximação com os fornecedores; percepção da comunidade local da WEG como parceira das demais empresas existentes na região; e incentivo ao empreendedorismo para aparecimento e desenvolvimento de novas empresas (WEG, 2013). Dessa forma, vislumbra-se que, enquanto em 1993, a empresa contava com somente seis fornecedores regionais⁸⁵, realizou-se a formação de mais fornecedores nos anos seguintes: em 2011 esse número já era 55. Junto a isso, os gastos com eles cresceram exponencialmente também: de R\$ 1

⁸⁵ Em uma conceituação adstrita, considera-se regional aquele fornecedor que está em um raio de até 70 quilômetros de Jaraguá do Sul. Nesse sentido, veja-se Neto (2013, p. 262).

milhão em 1993, esse *quantum* era R\$ 78 milhões em 2011 (NETO, 2013, p. 262-263).

A regionalização *strictu sensu* ainda não parece ser a regra: pelos dados mais recentes expostos pela empresa, de 2011 a 2013, gastou-se entre 21,9% a 24,6% em volume de compra com fornecedores locais. Nesses mesmos anos, cerca de 70% das compras foi adquirido de empresas mundiais, sem haver estratégia para formação de fornecedores locais em razão desse volume não representar viabilidade econômica para tal (WEG, 2013, p. 87). No entanto, deve ser destacado o elevado grau de fornecedores nacionais com os quais a WEG atua: em 2015, a unidade WEG Motores teve transações comerciais com 5.469 fornecedores⁸⁶; 96,8% das compras foram feitas no Brasil e dessas, 81,5% nos estados em que a WEG possuía unidades – SC, AM, ES e SP. Por sua vez, a WEG Energia no mesmo ano efetuou transações com mais de 3.084 fornecedores⁸⁷, 95% nacionais e desses, 97% localizados no Sul e no Sudeste do país (WEG, 2015, p. 62-63). As demais unidades, Tintas, Automação e T&D, apresentaram os respectivos números: 1.963, 1.300 e 500 (Ibid., p. 64-66). Interessante reparar que esses números apresentam uma grande flutuação a cada ano: em 2017, a WEG Energia efetuou contratações com 1.300 fornecedores, menos da metade que em 2015, mas em segmentos idênticos aos demandados nesse ano (WEG, 2017a, p. 55).

Entre 2008 e 2015, a empresa teve grande expansão internacional, e as exportações a partir do Brasil praticamente acompanharam o ritmo de expansão geral da empresa. De acordo com relatório seu, nesse período, as receitas no exterior passaram de 35% da receita total para 57%, e a proporção de produtos fabricados e vendidos no exterior passou de 4% para 25%. Já a proporção do que é produzido no Brasil e exportado de 31% em 2008 passou para 32% em 2015 (RIBEIRO, 2016, p. 293-296). Esse fenômeno está relacionado a uma nova estratégia adotada pela empresa nessa época: priorizar aquisições de empresas menores mundo afora. Até então, o mais usual para a empresa era instalar unidades

⁸⁶ Principalmente nos segmentos de: chapa de aço, barra de aço, vergalhão de cobre, rolamento, lingote de alumínio, peças injetadas plásticas, usinados, caldeiraria, estampados, materiais isolantes, condutor elétrico, fixadores e freios.

⁸⁷ Segmentos de chapas metálicas, barras de aço, barras e anéis de cobre, materiais isolantes, peças metálicas caldeiradas, usinadas, fundidas ou forjadas, entre outras.

filiais no exterior⁸⁸ (NARDO, 2018, p. 194). Dessa forma, na década de 2010, quando a empresa passou a inserir-se em mercados novos, como os de aerogeradores e de painéis fotovoltaicos, vislumbra-se que ela realizou diversas *joint ventures* e aquisições de empresas do mundo todo. Com efeito, contabiliza-se 16 aquisições estrangeiras⁸⁹ até 2018 e duas *joint ventures*: em 2013, com a norte-americana Northern Power Systems (NPS), posteriormente adquirida em 2016; e, em 2014, com a também estadunidense Jelec Inc. A maioria dessas ações está destinado ao aprimoramento do setor de soluções energéticas da empresa. Por exemplo, a adquirida Electric Machinery é especializada em motores e geradores, o que permitiu com que a WEG se capacitasse nas áreas de turbogeradores de dois polos para aplicação de óleo e gás, segmento inédito até então para a empresa.

Assim, a empresa possui intensa interação com outras empresas. Desde a reconfiguração de suas estratégias de expansão a partir dos anos 1990, ela viabilizou uma vasta gama de relações com fornecedores especializados, especialmente nas Regiões Sul e Sudeste do país. Ademais, a empresa vem enfatizando sua internacionalização desde os anos 2000, o que resultou na realização de *joint ventures* e na aquisição de companhias estrangeiras em ramos de atuação chaves.

3.1.3 Instituições de pesquisa

Por fim, a empresa WEG possui relações institucionalizadas com diversas

⁸⁸ Em 1991, a empresa instalou sua primeira filial nos EUA, processo que propagou para uma grande gama de países durante os anos 1990 e 2000: Bélgica (1992); Japão e Argentina (1994); Alemanha e Austrália (1995); Inglaterra (1997); Espanha, França e Suécia (1998); México (1999); Itália e Venezuela (2001); Holanda (2002); Chile e Colômbia (2003); Índia (2004); Cingapura (2005); Emirados Árabes (2007); e Rússia (2008). Já nos anos 2010, a WEG instalou somente duas novas filiais: a WEG Industries Índia, na Índia (2001), e a WEG Transformers Africa, na África do Sul (2013). Nesse sentido, ver Nardo (2018).

⁸⁹ Respectivamente: 2011 – Watt Drive Antriebstechnik GmbH. (Austria), Electric Machinery Holding Company (EUA), Pulverlux S.A. (Argentina) e EPRIS Argentina S.R.L (Argentina); 2012 – Zest Electric Motors (Pty) Ltd. (África do Sul); 2014 – Württembergische Elektromotoren GmbH. (Alemanha), Antriebstechnik KATT hessen GmbH. (Alemanha), FTC Energy Group (Colômbia), Changzhou Sinya Electromotor Co. (China) e Changzhou Machine Master Co. (China); 2015 – TSS Transformers (Pty) Ltd (“TSS”) (África do Sul), Transformadores suntecs.A.s. (Colômbia), Autrial S.L (Espanha); 2016 - Northern Power Systems – NPS (EUA) e Bluffton Motor Works (EUA); 2017 – CG Power (EUA). Essa última em particular, denominada hoje WEG Transformers USA Inc., é uma empresa especializada em fabricação, serviços de montagem, supervisão e comissionamento de transformadores de Distribuição e de Força de até 60 MVA – 161 kV, com clientes destacados no setor de energias renováveis (sites eólicos e fazendas solares). Nesse sentido, veja-se Nardo (2018) e WEG (2017).

entidades da área de pesquisa e ensino, como universidades, centros de pesquisa e laboratórios. As parcerias firmadas com instituições acadêmicas são tanto nacionais quanto internacionais. No âmbito brasileiro, alguns destaques são: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Regional de Blumenau (FURB), Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), Centro Universitário – Católica de Santa Catarina (Católica SC), Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Universidade Estadual Paulista (UNESP) (WEG, 2017a). Quanto às parcerias internacionais, embora não discriminadas pela empresa, as instituições acadêmicas se localizam em: Hannover, Wuppertal, Braunschweig, Aachen e Freiburg (Alemanha); Wisconsin, Texas e Georgia (EUA); Berna e Zurique (Suíça); Manchester, Nottingham e Glasgow (Reino Unido); Laval e Hamilton (Canadá); Estocolmo (Suécia); Nova Dehli (Índia); Coimbra (Portugal); e Graz (Áustria) (WEG, 2017a).

Na área de energia eólica propriamente, existe no país uma base consolidada de organizações de tal natureza, desde universidades com laboratórios e especializações até centros de pesquisa. Os laços da WEG nesse âmbito datam de antes da sua entrada efetiva como fabricante de turbinas eólicas (2012), tendo buscado contatos ainda quando só se focava em soluções pontuais para esse ramo energético. Exemplo disso é o acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para a pesquisa de ímãs de terras raras. Tais ímãs são utilizados na construção de turbinas eólicas, bem como motores e equipamentos eletrônicos, tendo 90% da sua fabricação mundial concentrada na China. A WEG investe nessa pesquisa como uma forma de aprimorar sua posição no mercado diante do monopólio exercido pela nação asiática sobre esse insumo, tendo firmado parceria com o Grupo de Materiais Magnéticos da Faculdade de Engenharia Mecânica da UFSC. Mais precisamente, pretende-se criar uma tecnologia que garanta um alto nível de conservação e de durabilidade do ímã, visto que os minerais que o compõe sofrem de uma célere oxidação. Dessa forma, a WEG fornece apoio e financiamento ao ente acadêmico para essa pesquisa desde 1987, tendo sido criado referido grupo em 2008 (NARDO, 2018, p. 203-204; OLIVO, 2017). Ou seja, repara-se certa atenção que a empresa dedicava ao P&D nessa área bem antes do início de sua

fabricação de aerogeradores, tendo em vista a relevância de tais imãs para outras expertises suas (motores e equipamentos eletrônicos).

Outro caso é o do Projeto Ventus, coordenado pelos Laboratórios de Engenharia de Processos de Conversão e Tecnologia de Energia da UFSC e associado a WEG e mais três empresas catarinenses. Tal projeto foi criado em 2004, com o apoio fundamental da Assessoria para Projetos Especiais e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Seu objetivo foi gerar um protótipo de mini-aerogerador para fins domésticos (torre de sustentação de 25 metros de altura e capacidade de 12 kW) e a WEG atuou como fornecedora do gerador (COSTA; CASOTTI; AZEVEDO, 2009). Quanto a soluções para energia solar e outras inovações, a WEG demonstra uma abordagem similar: sua inserção nesse mercado se inicia em 2012 e, desde o início, a empresa cunhou parcerias com centros de pesquisa para a confecção da tecnologia de seus inversores solares, junto de engenheiros especialistas do ramo de universidades como a USP, UFSC e UNESP. Também, a iniciativa do Barco Solar Amazônia se deu com a UFSC, e a de ônibus elétrico híbridos, com a UFRJ e a Usina de Itaipu (WEG, 2012, 2014).

Além de instituições mais focadas em pesquisa de ponta (P&D), a WEG também tem outros contatos com o setor de ensino no que se refere à formação de mão de obra; por exemplo, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Embora a instituição chegue a estimular a inovação no setor industrial através de consultorias, seu maior enfoque é na capacitação profissional, por meio de cursos profissionalizantes que vão desde a iniciação até pós-graduação em tecnologia (AROEIRA et al., 2017). Especificamente com a WEG, o SENAI possui parceria com o Centro de Formação da empresa atuante em Jaraguá, escola técnica para jovens aprendizes. Ademais, a WEG busca manter um relacionamento próximo com a comunidade acadêmica de forma geral, realizando visitas guiadas semanais em sua unidade industrial para grupos de estudantes e docentes.⁹⁰

Um entrevistado do Departamento de Pesquisa e Inovação Tecnológica da WEG Motores⁹¹ aponta que sempre foi uma tendência da empresa buscar tecnologia

⁹⁰ No caso do estudo de campo realizado, foi feita a visita guiada junto às turmas dos cursos de graduação de engenharia mecânica, elétrica e de produção do Instituto Federal de Campus Luzena (SC).

⁹¹ Entrevista realizada durante a visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

nas mais diversas fontes, como universidades, fornecedores e centros de pesquisa. Nesse sentido, foi formado pela empresa o seu Comitê Científico e Tecnológico, constituído por professores de renomadas universidades do país, como a UFRGS, e do estrangeiro, como dos EUA e da Índia. Basicamente, o Comitê é composto por especialistas em certo tópico pertinente à WEG, que se reúnem anualmente para apresentar inovações na área, em um período de três dias. Essa prática existe desde 1998, mas não ocorreu nos últimos três anos. Todavia, o entrevistado frisa um dos problemas existentes em projetos de inovação aberta envolvendo várias organizações, como universidades públicas: há uma insegurança sobre a propriedade intelectual de bens tecnológicos; ou seja, a quem pertence a criação. Trata-se de um problema oriundo da estrutura legal brasileira.

Assim, os contatos da empresa com instituições de pesquisa são longevos, especialmente em razão de sua dedicação à inovação tecnológica. Já é habitual para a WEG formar convênios com as principais universidades do país (UFRGS, USP, UFSC, UFPR etc.), além de algumas estrangeiras, a fim de investir em projetos conjuntos.

3.2 Redes de interação da empresa WEG a partir do PNP

Desde as primeiras diversificações na década de 1980, quando foram criadas as divisões WEG Energia e WEG T&D (Transmissão & Distribuição), a empresa se definiu como uma fornecedora de soluções energéticas⁹² em fontes como a hidrelétrica, termelétrica, geração distribuída e, posteriormente, eólica (2011), solar (2012) e até biomassa⁹³ (WEG, 2017a; WEG, 2018). No que se refere ao seu histórico no mercado de energia eólica, o início se dá entre 1997-1998, quando a empresa começou a fornecer geradores para as nacelles da empresa GE e, posteriormente, em 2002, para a americana Clipper (NARDO, 2018, p. 296). Por meados de 2010, a companhia considerou as tendências mundiais vigentes no

⁹² Focadas em geração, transmissão e distribuição. Mais precisamente, isso engloba: módulos, inversores, transformadores, cubículos e subestações, além de toda a engenharia de integração e software aplicativo, seja para usinas, indústrias, comércios ou residências. Nesse sentido, veja-se WEG (2017a).

⁹³ Exemplo interessante oriundo dessa fonte de energia é o caso inédito do turbogerador desenvolvido pela empresa e instalado em uma usina de açúcar e álcool, do qual é possível gerar energia elétrica utilizando-se o bagaço da cana de açúcar. Nesse sentido, veja-se WEG (2017a).

mercado de energia eólica, o potencial brasileiro para sua produção e os estímulos governamentais existentes no setor para avaliar seu ingresso na fabricação de aerogeradores (Ibid., p. 308; WEG, 2013). Dessa forma, a empresa iniciou seu projeto de aerogeradores em 2011, através de um acordo tecnológico com o Grupo MTOI, que resultou em uma *joint venture* (WEG, 2011). A partir disso, formou-se uma sólida rede de interações da WEG com instituições dos mais diversos tipos, conforme se mostra a seguir.

3.2.1 Instituições públicas e associações

A interação da WEG com o BNDES ocorreu em duas modalidades, no que concerne especificamente ao PNP, que, de certo modo, se beneficia de acúmulos provenientes do longo histórico de relações entre as partes. Com efeito, na classificação da própria empresa, existe: a interação direta, que é a própria pessoa jurídica da empresa tratando com o departamento de credenciamento do Banco; e a interação indireta, a partir das entidades de classe, a fim de contribuir com informações para a revisão e atualização do Plano de Nacionalização Progressiva pelo Banco.⁹⁴ Conforme comenta um dos entrevistados:

A gente [BNDES] tem interação em duas frentes: a dos fabricantes e da cadeia de fornecimento, e dos clientes que são os investidores do parque, que tomam crédito aqui com a gente. Tem aqui, onde eu estou hoje, a área de energia, que se relaciona com as *utilities* de energia, os investidores que plantam os parques eólicos. Eles vão lá no leilão, ganham um contrato e aí eles vêm e são clientes dos fabricantes de aerogerador. Na verdade, o nosso cliente do financiamento. É uma frente de interação. A outra [frente] são os fabricantes que se relacionam com o departamento de credenciamento. Então eles têm que demonstrar o cumprimento da regra, têm que mostrar que conseguem fazer aquele aerogerador porque eles têm os fornecedores desenvolvidos, seus fornecedores todos têm código, e aí esse relacionamento é feito lá pelo departamento de credenciamento. E aí o departamento de credenciamento avalia todos os componentes da cadeia de aerogeradores, porque ele tem que credenciar todos eles para o fabricante do aerogerador poder dizer "ó, meu aerogerador atende à regra porque ele tem os componentes tais, tais, tais (...) credenciados aqui, está aqui o código deles, assim que eu atendo". Então, é um relacionamento...inclusive dos fabricantes, fica pública a lista de todos os códigos Finame, no site você encontra todos os fabricantes credenciados, tanto de aerogerador quanto seus fornecedores da cadeia (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019).

⁹⁴ Consoante informações obtidas a partir de entrevista com gestores da empresa WEG.

Dessa forma, os aerogeradores WEG encontram-se credenciados nas linhas Finame e Eficiência Energética do BNDES, conforme obrigatoriedade do PNP. Para acompanhamento do cumprimento de normas de conteúdo local a aerogeradores, além da apresentação da documentação nesse sentido (p. ex. notas fiscais), funcionários do Banco realizaram inspeções aleatórias *in loco* para verificar a operação completa e o equipamento da empresa, bem como das demais fabricantes, conforme destacado no capítulo anterior. Deve se ter em mente que o Banco sempre realiza avaliações horizontais do setor que está incentivando a fim de constatar deficiências, como gargalos estruturais, sem dar prerrogativas a empresas específicas, mesmo às de capital nacional competindo com estrangeiras, como é o caso da WEG no setor de aerogeradores. Por exemplo, um dos maiores desafios para a implementação bem-sucedida do plano foi habilitar novas empresas para aumentar a competitividade no fornecimento de determinadas peças que possuíam somente um fabricante; uma posição de monopólio prejudicial ao setor.⁹⁵ Ou seja, trata-se de atuações benéficas ao setor como um todo, não a fabricantes selecionados.

No sentido de interação indireta, por óbvio que, para o escopo da presente pesquisa, a associação mais meritória de destaque é a já mencionada ABEEólica.⁹⁶ Entidade criada em 2002 por empresários desse segmento, todas as fabricantes de aerogerador atuantes no país são suas associadas. Em particular, a WEG é associada há um longo tempo, tendo certas posições centrais na estrutura da entidade: junto de outras duas fabricantes, Siemens-Gamesa e Vestas (além de diversas empresas do setor), um representante da empresa ocupa o cargo de conselheiro administrativo. Existe, todavia, isonomia no tratamento de todas as empresas. Ademais, a WEG participa dos GTs de tributos, regulatório e O&M da associação.

A associação surgiu com o intuito de incentivar, apoiar e defender o crescimento da energia eólica no país, aprimorando o ambiente institucional a partir da regulamentação do setor elétrico e ambiental, da melhoria da logística e do

⁹⁵ Informações obtidas em entrevista realizada com o representante do BNDES (Rio de Janeiro, 07/08/2019).

⁹⁶ Exceto quando identificada uma fonte diversa, as informações subsequentes sobre a entidade foram obtidas em entrevista realizada com representante seu (São Paulo, 25/09/2019).

sistema tributário. Nesse sentido, segue um exemplo do leque de discussões travadas no âmbito da associação pelos empresários, conforme mencionado por um gestor do meio:

Questões de projetos socioambientais, como eles têm que ser conduzidos em parques eólicos; questões de transporte de pás e de componentes dos aerogeradores, pois o transporte é muito caro e normalmente é um transporte especial; questões de licenciamento ambiental; questões de segurança já foram tratadas; questões de comercialização de energia e de regras de energia e regulação do setor. Assim, são discussões bem amplas...questões tributárias, questões de financiamento de conteúdo nacional...todos esses pontos são tratados nessas conversas (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

Ressalta-se, porém, que a associação não atua em projetos específicos de parques, sendo esses aspectos do mercado tratados diretamente com empresas e investidores – a ABEEólica possui um enfoque em questões políticas, técnicas e regulatórias do mercado em si. Essa é a instituição que tem maior legitimidade para representar as empresas do setor eólico como um todo perante o governo e manter o diálogo com ele, participando de comissões de energia do Congresso.⁹⁷ Sua primeira conquista foi em 2003: a criação de um programa de incentivo pelo governo federal para a energia eólica.⁹⁸ Já em 2009, participou de uma missão com o MME na Espanha sobre as possibilidades dessa fonte de energia. Essa iniciativa mostrou-se significativa, uma vez que, em dezembro desse mesmo ano, o governo federal promulgou a criação do primeiro leilão dedicado exclusivamente à energia eólica, conforme já exposto no capítulo anterior. A partir disso, os associados passaram a crescer, aderindo à instituição potenciais fabricantes desse mercado. Nesse sentido, a ABEEólica teve um papel importante também em demonstrar ao governo a capacidade produtiva dos industriais interessados em fabricar aerogeradores nacionalmente.

Quanto a bancos de investimento, a entidade trava diálogos com o BNDES e o BNB. Além disso, ela realiza troca de informações e apoio técnico-regulatório a fundos de investimentos internacionais que possuem interesse em adentrar no

⁹⁷ Empresas podem ser ouvidas individualmente também, mas nem sempre é o caso, pois essa prática pode gerar conflito de interesses entre as intenções particulares da empresa e do setor como um todo.

⁹⁸ Provavelmente o entrevistado refere-se ao PROINFA, já analisado no capítulo anterior. Embora o programa tenha sido criado exatamente em 2002, mantém-se aqui o ano mencionado pelo entrevistado (2003).

mercado eólico brasileiro. Esse apoio informacional se relaciona a dados sobre potência instalada no país, parques em construção, histórico de contratações e de preço dos leilões, andamento de projetos, e dados de fator de capacidade dos parques eólicos. Com o BNDES especificamente, a instituição teve uma atuação como ponte entre o Banco e os fabricantes, articulando reuniões para discutir pontos positivos e negativos às empresas sobre a criação de um plano de conteúdo local para o setor, seu cronograma e suas contrapartidas. Agora se tendo cumprido a fase final do Plano, de exigências mais rigorosas, a entidade tem postulado pela flexibilização de certas metas, reivindicação essa oriunda dos fabricantes. Um exemplo é a eliminação dos requisitos de conteúdo local quanto aos insumos de aço para torres a fim de aumentar a competitividade das máquinas brasileiras, conforme já aludido no segundo capítulo.⁹⁹ Outro caso mais específico foi a demanda pela ampliação da isenção de imposto de importação de turbinas de três para cinco megawatts.¹⁰⁰

Para além da ABEEÓLICA, outra instituição destacada quanto aos diálogos mantidos perante o BNDES para aprimoramento do PNP foi a ABIMAQ. Isso é asseverado por entrevistados:

A ABIMAQ e a ABEEólica também têm bastante interação com clientes. Periodicamente, quando tem alguma necessidade, a gente faz reunião, troca informação. Sempre teve um grande fluxo de informação entre a área do credenciamento e os fabricantes, atendendo as dificuldades deles, e aqui, entre a área de energia e o investidor, com a ABEEólica, sempre foi total interação. Para se ter certeza de que as coisas estavam acontecendo a contento, que ninguém ia fazer nada errado e de que tudo ia dar certo para todo mundo. O Banco tentou ser bastante proativo em relação a isso, entendendo toda a dinâmica do mercado: ouvindo sempre todos os lados antes de se posicionar de qualquer forma, tentando extrair de todas as informações e fazer o julgamento do que era o melhor caminho a propor (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019).

Ademais, para o aprimoramento do setor como um todo, a ABEEólica, mantém vínculos próximos com organizações focadas em P&D. Um exemplo disso é a ponte que a associação faz entre instituições de fomento como a ANEEL e a Finep¹⁰¹, universidades e empresas. Isso ocorre diversas vezes por aproximações efetuadas por ela mesma: instituições como o SENAI e a UFRJ possuem acordos de

⁹⁹ Informação obtida a partir de entrevista a funcionários da WEG (Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

¹⁰⁰ Consoante entrevista com representante da Empresa W (Porto Alegre, 05/07/2019).

¹⁰¹ Em particular, o papel dessas instituições governamentais será mais bem explorado no próximo capítulo, na seção referente à P&D.

cooperação com a associação, no sentido de fomento à P&D, troca de informações, participação em eventos e palestras, auxílio na gestão de cursos etc. Neste sentido:

Então, a universidade quer estudar um tema, a gente ajuda em montar uma reunião com empresas para discutir potenciais oportunidades de pesquisa e inovação. Quando a universidade vai fazer um evento, a gente dá um apoio institucional e divulga o evento. Quando a universidade precisa de uma palestra, de dados sobre o setor eólico, a gente manda (...). Faz parte dos nossos acordos guarda-chuva. Muitas vezes é mais uma demanda da universidade do que a gente ficar oferecendo a ação A ou B, até porque na ABEEólica a gente tem uma escassez de tempo, de recursos, muito grande. Então as universidades dentro de seus estudos, suas pesquisas, nos demandam e a gente atende (...). Já teve universidade que a gente teve debate sobre financiamento, que não tem nada a ver com o aspecto técnico. Já teve universidade que a gente teve uma boa discussão sobre o aperfeiçoamento das pás. Já teve universidade que a gente teve discussão sobre conversores e qualidade de energia. Então vai do tema que a universidade está demandando no momento (Entrevista com representante da ABEEólica, São Paulo, 25/09/2019).

Além disso, a entidade está prestes a firmar outro acordo com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e outras instituições, como o Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), por conta da construção de um parque tecnológico próximo à capital Natal (RN), focado na área de energias renováveis, comunicação e indústria 4.0. Esse apoio institucional é relevante, uma vez que permite à Universidade pleitear por financiamento perante o Banco Mundial. A projeção que a ABEEólica possui no meio universitário destoa da atuação de outras entidades de classe menores, como a Sindieólica, que ainda é muito centralizada e restrita ao âmbito empresarial, não possuindo vínculos profundos fora de seu círculo.¹⁰²

Similar às conexões da WEG, as instituições do governo federal com as quais a ABEEólica trava maior diálogo são: Ministério de Minas e Energia (MME), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Empresa de Pesquisa Elétrica (EPE), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Um exemplo recente do teor de tais conversas refere-se à modernização do setor elétrico brasileiro: discutem-se aperfeiçoamentos na legislação do setor, mudanças nas regras de compra e venda de energia, o

¹⁰² Deve-se destacar que a instituição está ciente dessa limitação e almeja modificar tal perfil, buscando um maior diálogo externo e a criação de grupos de pesquisa. Uma iniciativa que está se formando é a de conversas com a UFRGS e a UFSC sobre o impacto ambiental existente na instalação de turbinas *off-shore*, algo inédito no país. Informações obtidas com representante da Sindieólica (Porto Alegre, 14/08/2019).

tratamento das fontes de geração etc. Dessa forma, a ABEEólica tem participado ativamente de audiências e consultas públicas vinculadas ao MME, como a comissão especial para elaboração do Código Brasileiro de Energia Elétrica, marco legal do setor tramitando na Câmara dos Deputados. Nesse sentido, o representante da associação destaca a importância de tais contatos para preservar a segurança jurídica do segmento e trazer previsibilidade ao investidor, não mitigando os financiamentos ao setor.

Essa dinâmica prossegue no âmbito estadual, havendo contato com as secretarias de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Minas e Energia, e Infraestrutura dos estados com maior potencial eólico. De maneira análoga à estrutura organizacional da própria WEG, a ABEEólica divide-se em GTs (regulação, meio ambiente, logística, tributação, financiamento, projetos híbridos e O&M) e a produção oriunda desses núcleos é utilizada nas relações com entes públicos e privados.

Em síntese, percebe-se que a interação desenvolvida pela WEG com o BNDES em razão do PNP não difere muito do que já era estabelecido entre ambas as entidades. Além de ser uma relação não exclusiva da empresa, envolvendo as demais fabricantes e até fornecedores de outros componentes credenciados pelo Banco, ela aparentemente segue o mesmo trâmite burocrático que o já aludido previamente para o cumprimento de contrapartidas do Banco de forma geral pela empresa. No caso da ABEEólica, obviamente a WEG aderiu a ela após sua entrada no ramo eólico, por se tratar de uma entidade dedicada exclusivamente a esse setor. No entanto, não se percebem grandes alterações entre a atuação da WEG dentro dessa associação em comparação às inúmeras outras as quais já era afiliada e participante dos debates pertinentes aos seus interesses de mercado.

3.2.2 Empresas

Em 2011, a WEG inseriu-se nos projetos de fabricação completa da máquina por meio de um acordo de transferência tecnológica com o grupo espanhol MTOI, algo crucial por se tratar de uma tecnologia que a WEG não dominava totalmente (LAGE; PROCESSI, 2013, p. 197). Não obstante, tal parceria foi desfeita já no ano seguinte, 2012, pois a WEG concluiu que a tecnologia utilizada pela companhia

espanhola não era competitiva o suficiente, o que a fez buscar novas alternativas no mercado.¹⁰³ Isso culminou na formação de uma *joint venture* com a NPS em 2013, empresa especializada no fornecimento de consultoria técnica, serviços de projeto e licenciamento de tecnologia para o mercado eólico de aerogeradores *gearless* (sem caixa geradora)¹⁰⁴ (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014, p. 90). Disso decorreu que certos fornecedores do projeto original da NPS tornaram-se da WEG também (WEG, 2014). Concomitante a isso, a empresa firmou acordo anunciando a nova tecnologia: a Geradora Eólica Bons Ventos da Serra I S.A. adquiriu 11 aerogeradores para instalação de um parque eólico em Ibiapina (CE), projeto esse efetivado em 2014 (WEG, 2013; WEG, 2015). No ano seguinte, foi a vez da Eletrosul instalar 12 aerogeradores WEG em seu Parque de Ibirapuitã, em Santana do Livramento (RS) (Ibid.).

Em 2016, a WEG acabou adquirindo a unidade de turbinas elétricas da NPS.¹⁰⁵ Essa aquisição viabilizou a absorção tecnológica de uma série de ativos difíceis de serem obtidos somente pela *joint venture*, como patentes, segredos industriais e até o conhecimento tácito do pessoal de P&D, do mercado e das demandas específicas de clientes (NARDO, 2018, p. 299-300), conforme será especificado no próximo capítulo. Mantendo sua política de aquisição de empresas menores, nesse mesmo ano, a unidade de energia da WEG adquiriu a TGM Indústria e Comercio de Turbinas e Transmissões Ltda., empresa brasileira líder no fornecimento de equipamentos e soluções para acionamentos de geradores em energia renovável¹⁰⁶ (WEG, 2018).

A partir de tais acordos e aquisições tecnológicas, a empresa iniciou a construção de máquinas próprias, de 2.1 e 2.3 MW¹⁰⁷, com boa parte dos

¹⁰³ Informação obtida a partir da visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹⁰⁴ Mais especificamente, a empresa americana é pioneira e líder em aerogeradores *permanent magnet direct drive* ("PM/DD" ou ímãs permanentes e sem caixa multiplicadora de velocidade). Essa tecnologia apresenta maior disponibilidade e menor custo de manutenção e reparo da máquina se comparada à dos aerogeradores tradicionais (caixa multiplicadora). Isso resulta em maior produção de energia ao longo da vida útil do equipamento e maximização de retornos econômicos. Nesse sentido, ver WEG (2013).

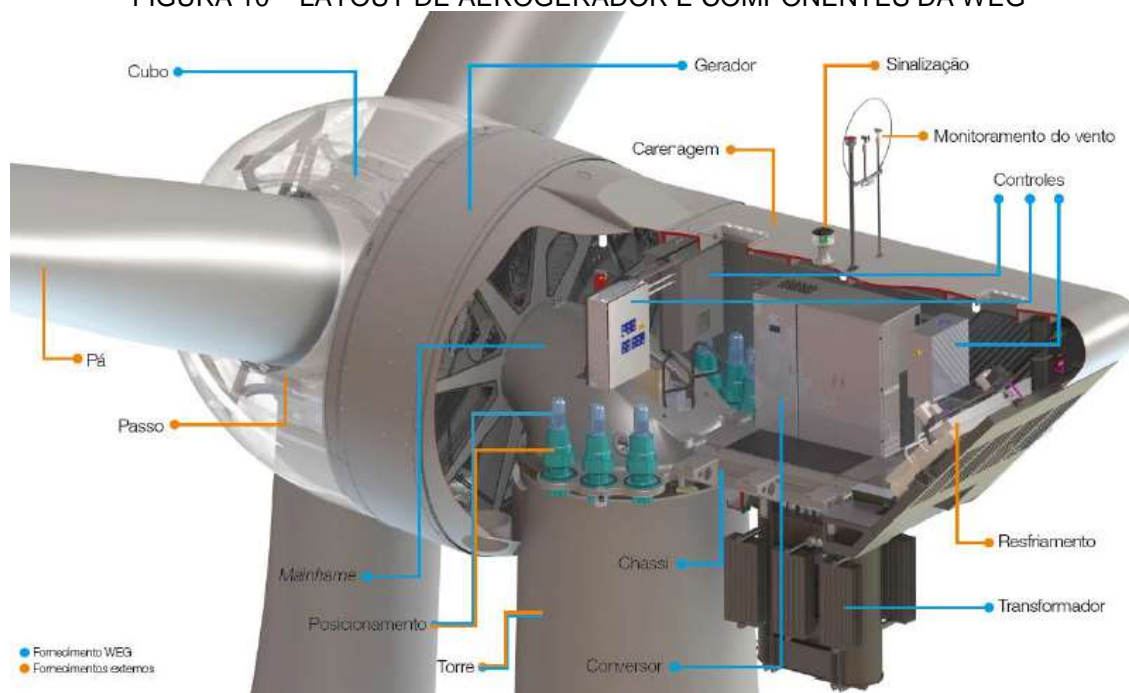
¹⁰⁵ Além disso, em 2019, a empresa também adquiriu a unidade de armazenamento de energia por baterias da NPS. Nesse sentido, ver WEG (2019c).

¹⁰⁶ Em 2018, a Superintendência-Geral do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) aprovou a aquisição do controle da empresa pela WEG. Nesse sentido, ver WEG (2019c).

¹⁰⁷ Na atualidade, a empresa já está desenvolvendo um projeto de aerogerador de 4.0 MW, prestes a ser concluído, conforme será abordado no próximo capítulo.

componentes feita internamente. De forma esquematizada, a produção de aerogeradores WEG é disposta assim, de acordo com a verticalização ou não do componente:

FIGURA 10 – LAYOUT DE AEROGERADOR E COMPONENTES DA WEG



Fonte: WEG (2019b, p. 11).

Conforme se percebe, a maior parte da nacele da máquina é feita pela própria empresa, até mesmo sua usinagem, pintura e acabamento (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014). Para além das informações da Figura 10, existem diversos subcomponentes WEG cadastrados no Finame do BNDES: plataforma da nacele, painel de controle do Yaw, bobinas, elemento estrutural do rotor/estator, resina de impregnação, conversor/inversor, transformador (Id., 2018). No caso particular da torre, ela possui uma origem mista: as de aço são terceirizadas e as de concreto, a WEG fabrica parte da estrutura e o restante é feito por terceiros.¹⁰⁸

A empresa também possui uma cadeia de suprimentos atuante em nível local e global: em termos quantitativos, havia 300 fornecedores com contratos ativos para

¹⁰⁸ A WEG chegou a ter uma unidade móvel de construção de torres instalada em Rio Grande (RS), em parceria com a Construtora Fernandes de Criciúma (SC). Consoante informação coletada em campo (Jaraguá do Sul, 22/10/2019), a produção de torres nunca ocorre em uma fábrica fixa, sempre se deslocando a equipe e alugando a unidade fabril em algum local próximo ao projeto da vez. Nesse sentido, ver Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2018).

o setor eólico em 2016 (WEG, 2016, p. 48). Em termos de formação de empresas, representantes da WEG estimam ter formado em torno de 33 empresas exclusivamente para atuar em sua produção de aerogeradores como fornecedores terceiros.¹⁰⁹ Nesse sentido, conforme já mencionado no capítulo anterior, a base consolidada da WEG em Jaraguá do Sul (SC) e seus entornos, onde há toda a cadeia para motores e equipamentos (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014, p. 122), foi essencial para possibilitar os fornecimentos necessários aos aerogeradores. Essa tendência à proximidade dos fornecedores, além de naturalmente se originar pelo potencial industrial da zona, ocorre em decorrência de certos incentivos institucionais do estado de Santa Catarina, como o Programa Pró-Emprego, de natureza tributária.¹¹⁰

A despeito de certas limitações¹¹¹, ainda é possível identificar alguns fornecedores externos da empresa, presentes ou passados, de acordo com o componente: pás (Aeris¹¹²); cubo, housing, *main frame* e rotor gerador (BR Metals Fundições LTDA.); sistema de refrigeração (Hydac Tecnologia LTDA.); e torre de concreto (Cassol) (Ibid.; Id., 2018). Provavelmente, no caso de três peças acima citadas (cubo, *main frame* e rotor gerador), seus modelos foram adquiridos para se iniciar a produção interna. Isso porque, em documento da sua apresentação institucional vigente¹¹³ (WEG, 2019b), a WEG classifica o cubo e o *main frame* como realizados dentro de casa, conforme Figura 10. Ademais, o próprio levantamento da ABDI (Ibid., p. 66-67) informa que, entre 2014 e 2018, a WEG surgiu como fabricante de peças como o rotor, o chassi, o bastidor, o *rear frame* (quadro traseiro) e o *main frame* (quadro principal) da nacelle. Sendo assim, pelo que os representantes da empresa expõem, é possível afirmar que, dos componentes

¹⁰⁹ Informações obtidas em entrevista com representantes da WEG (Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

¹¹⁰ Informação obtida em entrevista a funcionários da WEG (Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

¹¹¹ Trata-se de uma exposição limitada de fornecedores, verificada a partir dos levantamentos da ABDI sobre os credenciamentos do BNDES e de informações obtidas em campo. Uma das limitações encontradas na presente pesquisa foi a obtenção de dados primários sobre fornecedores de peças da WEG, uma vez que a empresa se resguarda sobre esse tipo de informação por razões de sigilo.

¹¹² Além dela, é cliente da Aeris a Acciona. A GE-Alston e a Siemens-Gamesa são atendidas pela Tecsis, e a Wobben produz suas próprias pás. Nesse sentido, ver Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2014).

¹¹³ Pelo menos, até a realização da visita à unidade industrial da empresa (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

acima citados, ainda se externaliza a fabricação das pás e do sistema de refrigeração.

Embora a empresa prime por uma filosofia de regionalização da produção, não descarta a hipótese de internacionalizar boa parte dos componentes de aerogeradores para se tornar mais competitiva. Isso porque os tradicionais financiadores do ramo (BNDES e BNB) estão escasseando seus recursos, não sendo mais tão vantajoso para a empresa se manter no cumprimento de normas de conteúdo local.¹¹⁴ A empresa já possui um *networking* forte no exterior: p. ex., o redutor de Yaw já vem de uma empresa estrangeira especializada nisso, já que não é componente obrigatório do PNP. Essa ótica pode ser relevante para que a empresa se mantenha competitiva no ramo de aerogeradores futuramente: conforme já mencionado, boa parte das relações de fornecimento estabelecidas no país pelas montadoras estrangeiras ocorreu exclusivamente em razão das normas de conteúdo local. Ou seja, mitigando-se os investimentos do BNDES para o setor, não há maiores vantagens em manter uma cadeia de fornecedores aqui caso as demais multinacionais adquiram suas peças de empresas estrangeiras mais competitivas. Nesse sentido, destaca um dos entrevistados:

O que as empresas fizeram, principalmente fabricante de aerogerador, foi se comprometer a vender um equipamento aqui, [por exemplo], um conversor de potência lá de frequência do aerogerador. Aí ele falava: "ó, eu tenho meus fornecedores internacionais, eu não tenho nenhum aqui, eu preciso desenvolver aqui". Então ele fazia acordo de volume, "ó, te garanto tantos...vou comprar tantas unidades nos próximos anos e aí você vem e faz aqui, e passa a fabricar aqui no Brasil". Então eles fizeram isso com vários fornecedores deles, trouxeram várias empresas de fora que não estavam aqui, vieram... algumas fizeram parceria com empresa que já existia aqui, aí transferiram tecnologia. Outros realmente fizeram unidades novas aqui, mas sempre nesse viés: o fabricante do aerogerador precisava do fornecedor para poder cumprir a própria regra, do próprio aerogerador, E aí ele foi negociado e foi trazendo, foi investindo nesses fornecedores, garantido volume para eles para que eles pudessem ter a segurança de fazer o investimento aqui (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019).

Outras relações da WEG com empresas se dão no leque mais amplo da cadeia de valor da energia eólica: tanto os consumidores de seu produto, as empresas geradoras de energia, quanto os desenvolvedores primários de projetos

¹¹⁴ Conforme informações obtidas na visitação da unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

para parques eólicos. Via de regra, as empresas geradoras adquirem os aerogeradores da fabricante para instalação nos parques eólicos e, junto disso, firmam um contrato de operação e manutenção (O&M). Tais contratos estabelecem que a empresa fabricante se responsabilize por operar a máquina em seu dia-a-dia e consertá-la na ocorrência de eventuais falhas.¹¹⁵ Normalmente, esse serviço também engloba a reposição de peças, embora existam variações contratuais neste sentido: a manutenção e a reposição podem ser integrais quando se trata de um contrato *full scope*, recaindo a responsabilidade sobre a fabricante exceto em episódios de força maior, como desastres naturais. Pode também não ser tão abrangente, sendo uma prestação parcial com peças previstas no contrato. Mesmo nesse caso, havendo problema em uma peça não prevista no contrato, a fabricante geralmente irá repô-la, mas com uma cobrança extraordinária, não coberta pelo acordo.¹¹⁶ Ou seja, trata-se de um “pacote fechado”, de no mínimo dois anos, podendo às vezes chegar a cinco, dez ou até mesmo vinte anos, e então ser renovado com o fabricante.¹¹⁷ Dentro dessa lógica, as empresas atuam estritamente em busca do negócio de melhor natureza comercial sem exclusividade a um fabricante: há possibilidade de se firmar convênios para se obter melhores preços, mas tudo sempre inserido em uma relação de mercado de custo-benefício. Nesse sentido, relata um entrevistado, representante de uma geradora de energia (Empresa Y):

Existem, acho que, três tipos de vínculo que a gente pode colocar aí com a WEG. Primeiro, a [Empresa Y] compra equipamentos da WEG: nós temos transformadores, turbinas, geradores, temos equipamentos da WEG (...). Então, a WEG, sendo um fabricante de material elétrico, é natural que a [Empresa Y], que opera um parque de geração e transmissão de energia

¹¹⁵ De forma mais detalhada, os serviços oferecidos no contrato de O&M são: total controle dos parâmetros de operação para melhor desempenho e disponibilidade dos aerogeradores; gerenciamento do estoque de peças; monitoramento via SCADA 24h a partir de Jaraguá do Sul; centro de operação dedicado; manutenção preditiva, preventiva e corretiva; serviços oferecidos com ou sem guindastes inclusos durante o fornecimento; índices de disponibilidade acima de 97%; fornecimento de ferramentas especiais; flexibilidade em prazos de O&M conforme necessidade do cliente; treinamento de operadores: procedimentos operacionais e segurança; equipe altamente qualificada e preparada para a função. Nesse sentido, ver WEG (2019b).

¹¹⁶ Informações obtidas em entrevista com representante de uma geradora de energia, Empresa X (Florianópolis, 17/07/2019).

¹¹⁷ Conforme será melhor explicitado no próximo capítulo, é possível também contratar empresas terceiras licenciadas para operar tal tecnologia ou a própria geradora de energia, caso obtenha licença da fabricante, pode realizar a O&M do seu parque. Tal processo é chamado de “primarização” e ainda é muito restrito no país. Informações obtidas em entrevista com representante da Empresa Y (Florianópolis, 29/10/2019).

elétrica, tenha equipamentos WEG. Assim como tem de concorrentes da WEG, e assim como a WEG vende para concorrentes da [Empresa Y]. Então existe essa relação de comprar produtos deles, mas não existe nenhuma exclusividade, nem de venda deles para a gente, nem de compra nossa em relação a eles. Então nós temos produtos de concorrentes da WEG, e a WEG vende produtos para concorrentes nossos. É uma relação de mercado. Existe também outra relação interessante, em que a WEG, sendo uma consumidora de energia elétrica, ela compra energia elétrica da [Empresa Y]; mas, de novo: não é exclusivo, a WEG não compra energia só da [Empresa Y], a [Empresa Y] também não vende energia elétrica só para a WEG. Então, é uma relação comercial de mercado. E o terceiro tipo de relação que existe é essa de P&D¹¹⁸, onde havia interesse mútuo em fazer um projeto de P&D, e as empresas se associaram, tem um convênio assinado, para fazer o P&D segundo a regulamentação da ANEEL (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

Via de regra, tais empresas geradoras são financiadas pelo BNDES para implantação do parque e, a partir disso, obtém suas turbinas com fornecedores cadastrados no Finame. Nada impede também que, eventualmente, tais empresas utilizem recursos próprios ou de outras fontes para tal.¹¹⁹ Apesar das já citadas análises sobre o encarecimento das máquinas causado pelo PNP no capítulo anterior (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014; FERREIRA, 2017; AROEIRA et al., 2017), um representante do setor entrevistado não parece se sentir prejudicado por regras de conteúdo local em particular:

Bom, existe a obrigatoriedade da nacionalização por conta do financiamento. Isso é certo, é padrão nesse tipo de negócio. Você tem que analisar. Tanto que dos aerogeradores, a gente não teve problema nenhum com a WEG porque praticamente 99% dos aerogeradores WEG são produto nacional. Com a Gamesa também não, porque grande parte também era fabricado aqui, atendia às exigências do...acredito que é nos 70% ou 72% de índice de nacionalização. E com os que a gente tinha da IMPSA, também não, porque a única coisa que se importava de lá eram estruturas, imãs, coisa que hoje eu acho que até a WEG inclusive faz. Ela deve importar muito pouco: deve importar imã praticamente, e um ou outro componente, mas o resto é praticamente nacional. Então não tivemos problemas com a questão de índice de nacionalização. Até porque hoje você já tem uma série...a maior parte das fábricas grandes já estão começando a se instalar no Brasil, muitas já instaladas. A própria Gamesa já está instalada. A Goldwind está vindo para o Brasil. A Vestas está aumentando a fábrica dela aqui. Então você já tem uma série de...a própria Wobben também. Então hoje dificilmente se teria problemas com índice de

¹¹⁸ O projeto de P&D em questão será melhor explorado no quarto capítulo.

¹¹⁹ Válido ressaltar que, para além da instituição financeira, relações com organizações públicas são uma constante para empresas geradoras, visto que elas necessitam cumprir diversas obrigações de cunho socioambiental para obter seu licenciamento, quais sejam, projetos ambientais, educacionais e comunitários. No entanto, tais obrigações podem ser cumpridas via empresa terceirizada. Informações obtidas em campo na visita ao parque eólico (Santana do Livramento, 22/08/2019) e em entrevista com representante da Empresa X (Florianópolis, 17/07/2019).

nacionalização, é muito pouco (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

Por sua vez, o representante de uma companhia desenvolvedora de projetos eólicos se mostrou um tanto mais crítico, embora sua empresa não seja a efetiva compradora de aerogeradores:

A gente tem vantagens comparativas, usando um termo de economia, em alguns componentes do aerogerador. Acho que isso tem que ser aproveitado, tem questões de logística, por exemplo: o transporte da pá é um transporte muito caro, a gente tem fábrica aqui, tem bons produtores de pás aqui, empresas de excelência. Então, acho que a gente deveria focar em estar presente na cadeia de aerogeradores, mas sem o Banco [BNDES] definir onde e quanto. Acho que isso o mercado vai definir. E só um último ponto: às vezes, uma política de nacionalização excessiva aumenta o custo do aerogerador; aumentando seu custo, isso representa um custo maior de energia elétrica, e o custo maior de energia elétrica reduz a competitividade de toda cadeia industrial do Brasil. Então, acho que o impacto disso é muito mais amplo do que se pensa. Então, ele soma para o “custo Brasil”. (...) [Por exemplo] um transformador de, acho que em 13.4, que gera energia e transforma para 34.5. Pô, esse transformador aí eu tenho certeza que a WEG e outras empresas têm condições de fazer de uma maneira extremamente competitiva. Já uma caixa de engrenagem, um *gear box*, eles têm que ser importados. Não sei se são componentes do Finame ou não, mas assim: acho que a gente precisa olhar e deixar o Brasil produzir aquilo que é diferenciado. Nós temos uma cadeia metal-mecânica muito boa, mas será que ela é a mais eficiente para tudo? Rolamento de aerogerador: será que nós somos os melhores produtores de rolamento de aerogerador? Talvez não. Talvez sejam os rolamentos feitos na Alemanha. Então acho que a gente tem que olhar talvez de uma maneira mais estratégica para essa cadeia (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

Quanto às suas relações com a WEG, o entrevistado da Empresa W ressalta que nunca viabilizou algum projeto de parque utilizando suas máquinas; isso só foi efetivado com a GE e Gamesa. No entanto, mantém contratos de confidencialidade e conversas avançadas com a empresa catarinense sobre o desempenho de seu aerogerador, bem como com todos os fabricantes atuantes no país e alguns estrangeiros:

São vínculos formais [com a WEG]. Nós temos inclusive contrato de confidencialidade assinado com eles. A gente teve muita interação, teve um projeto de geração distribuída que nós discutimos bastante com eles. Tínhamos uma interação muito grande não só com time de vendas deles, mas com o time técnico de engenharia, de implantação de projeto, de operação e manutenção. Então é um corpo muito qualificado que a WEG tem (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

Vislumbra-se que a entrada da WEG na produção de aerogeradores seguiu o padrão típico da empresa para sua inserção em novos mercados: realizou uma *joint*

venture com uma empresa pequena do setor, especializada nisso (Northern Power Systems) para assimilar a tecnologia pertinente e, posteriormente, adquiri-la.¹²⁰ Quanto à formação de fornecedores, esse processo teve suas dificuldades mitigadas em razão do *networking* que a WEG já possuía no meio industrial, utilizando-se de contatos previamente estabelecidos, localizados nas regiões que se concentram seus fornecedores: Sul e Sudeste. Desse fato decorre que a organização produtiva da WEG em aerogeradores é similar à de seus demais produtos: um relativo grau de verticalização, mas contando com fornecedores especializados. Laços diferenciados, formados com empresas específicas do ramo de energia eólica, como geradoras de energia e desenvolvedores de projeto, também foram formados. Nesse caso, eles são pertinentes para demonstrar algumas características próprias das relações entre companhias do setor.

* * *

O presente capítulo visou a responder um questionamento: quais são as redes de interação formadas pela empresa WEG S.A. em atenção aos benefícios e regras do PNP? Os dados apresentados, baseados em entrevistas e relatórios, mostram que a WEG mantém uma intensa rede de interações em diversas frentes: órgãos públicos, associações, empresas parceiras e instituições acadêmicas. Todavia, as parcerias da WEG para o setor de aerogeradores não podem ser entendidas como consequência direta do Plano, quando se compara sua atuação pregressa com aquela efetuada para sua inserção nesse mercado. Dessa forma, discriminaram-se dois momentos nesse capítulo: primeiro, os laços da WEG criados em outros mercados, alheios a política do BNDES; e segundo, aqueles propriamente relacionados a sua efetiva entrada no mercado de aerogeradores, concomitante à instauração do PNP (meados de 2012).

Nesse diapasão, conclui-se que a WEG é uma empresa caracterizada por um intenso trânsito em diversas esferas de atividade econômica. Seus laços com o BNDES datam dos anos 1970, sendo uma das maiores receptoras de financiamento do Banco no país. Ademais, possui articulação política dentro de

¹²⁰ Essa estratégia da empresa será examinada em seus pormenores no próximo capítulo.

Ministérios, do Poder Legislativo e órgãos do Governo Federal, como foi o caso da posição que teve no Conselho para criação do Plano Brasil Maior, uma das principais políticas industriais concebidas no Governo Dilma Rousseff (2011-2016). Quanto às associações de classe, a empresa também é filiada a um vasto número delas, possuindo postos relevantes em algumas e sempre participando em discussões pertinentes a seus interesses empresariais. Isso remete à sinergia dialética existente entre redes de interação e arranjos institucionais (COMIN; FREIRE, 2009): a WEG tece redes a partir do contexto institucional maior no qual se encontra inserida como também o molda a partir de suas articulações com instituições públicas e associações.

Em relação a outras empresas, percebe-se que a WEG possui uma estrutura bastante verticalizada. No entanto, isso não a faz ser monolítica: desde que a companhia foi reconfigurando suas estratégias de expansão a partir dos anos 1990, ela foi formando uma crescente teia de relações com fornecedores especializados, concentrados nas Regiões Sul e Sudeste do país, além da realização de *joint ventures* e a aquisição de companhias estrangeiras menores em seus ramos de atuação. Já os contatos da empresa com instituições de pesquisa são de longa data também, tendo em vista que uma de suas prioridades é a inovação tecnológica. Dessa forma, a WEG tem convênios com algumas das principais universidades do país (UFRGS, USP, UFSC, UFPR), investindo em projetos conjuntos, além de promover iniciativas com especialistas acadêmicos, como é o caso do seu Comitê Científico e Tecnológico. Assim, utilizando-se a conceituação de Julien (2010), a WEG forma um conjunto de redes tanto estratégicas, com seus fornecedores-chave localizados em suas proximidades, quanto redes de dinâmica de inovação e formação para aprimorar seus processos de desenvolvimento tecnológico, como foi com a NPS. Em certa medida, isso se aproxima do que Castells (1996) concebe como alianças corporativas estratégicas: a formação estratégica de redes inter e intraempresariais. Ademais, é possível se fazer um paralelo com a noção de Estado Desenvolvimentista em Rede: um modelo de governança institucional marcado por colaborações em rede entre governo, indústria privada e universidades parceiras (KELLER; BLOCK; NEGOITA, 2017).

QUADRO 4 – REDES FORMADAS PELA WEG ANTES E APÓS O PNP

Momento	Instituições públicas e associações	Empresas	Universidades e instituições de pesquisa
Redes pré-PNP	BNDES; Ministérios; Congresso Nacional; Governo Federal (Plano Brasil Maior); diversas associações	Fornecedores especializados das Regiões Sul e Sudeste; <i>Joint ventures</i> e aquisições de empresas estrangeiras	UFRGS; UFRJ; UNICAMP; USP; UFMG; FURB; UNIVALI; UFPR; UNESP
Redes pós-PNP	BNDES; ABEEólica; Abimaq	Fornecedores especializados para componentes de aerogeradores (aproveitamento da cadeia já consolidada); <i>Joint venture</i> com o grupo espanhol MTOI e a companhia americana NPS; Aquisição da NPS;	UFPR; Insper ¹²¹

Fonte: elaboração própria.

De modo geral, a consolidação de redes da WEG no setor de aerogeradores não diferiu muito de seu *modus operandi* típico: manteve relações próximas com o BNDES para aprimoramento e cumprimento do PNP, ao mesmo tempo em que realizou reivindicações formais ao setor pelos canais existentes para tal, como a participação na ABEEólica, principal entidade de classe do ramo. Em termos internacionais, para se adaptar ao mercado de aerogeradores, a WEG manteve sua estratégia corriqueira nas relações empresariais: *joint ventures* e aquisição de empresas proprietárias de tecnologias essenciais. A formação de fornecedores, embora desafiadora, aproveitou muito da base industrial já consolidada dos contatos da WEG, localizados nas regiões retro mencionadas. Tanto é assim que a configuração da produção da WEG nesse âmbito específico é similar àquelas nos demais: certa verticalização de componentes, mas ainda com uma rede de fornecedores especializados. Um destaque que pode ser feito é para as empresas

¹²¹ Tais interações não foram objetos de uma subseção exclusiva, pois se trataram de contatos pontuais da empresa, sendo os dados obtidos exíguos. Ambas serão apresentadas no capítulo seguinte.

consumidoras dos aerogeradores WEG, que relatam idiosincrasias próprias do setor em questão. No entanto, discrepâncias relevantes como um todo não foram documentadas. Por fim, quanto às relações da WEG com entidades acadêmicas formadas a partir de sua produção de aerogeradores, nada de relevante foi verificado nesse sentido, exceto contatos pontuais com a UFPR e com o Insper, melhor explicitados no capítulo seguinte, na seção referente à P&D.

Assim, em um apanhado geral, conclui-se que a política do PNP não afetou de maneira significativa as redes de interação da empresa WEG, embora tenha estabelecido um espaço de atuação econômica que ensejou a formação de vínculos pela empresa com outras organizações para atender as metas estabelecidas. Há um conjunto de interações da empresa na área de aerogeradores que, de certo modo, tende a acionar relações acumuladas pela empresa, mantendo-se um modelo de atuação nesse mercado similar ao já praticado em suas diferentes divisões.

4 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS NO MERCADO DE ENERGIA EÓLICA

Na conjuntura brasileira, a recente estruturação de uma cadeia local no setor de energia eólica, exposta no Capítulo 2, tem efeitos relativamente desconhecidos sobre o desenvolvimento tecnológico nacional. Por um lado, observou-se uma evolução do modelo industrial do setor no país, através da montagem e fabricação local de turbinas eólicas e componentes diversos, além da importação de um número menor de itens. Dessa forma, empresas locais obtiveram conhecimento sobre os processos de montagem dos aerogeradores e de fabricação de torres, pás, elementos estruturais da nacela, carcaça do cubo, do rotor, entre outros. Por outro lado, em levantamento de 2014, constatou-se que a obtenção de conhecimentos específicos para o desenvolvimento tecnológico da maior parte desses componentes foi limitada (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014, p. 93). Esse fenômeno pode ser entendido como prejudicial ao desenvolvimento mais aprofundado da indústria de aerogeradores brasileira. Isso porque, como antes indicado (Capítulo 2), o domínio sobre as tecnologias que definem os componentes de conversão eletromecânica, localizados na nacela, constitui importante diferencial estratégico nesse segmento. Os fabricantes globais de aerogeradores especializam-se, via de regra, na parte de engenharia de projeto e de desenvolvimento desse pacote por serem os aspectos mais relevantes do aerogerador, considerando sua sofisticação e evolução tecnológicas. Os sistemas de geração, controle e conversão de energia que o compõem são intensivos em engenharia mecânica, eletrônica, controle e automação.

Em outro levantamento passado sobre o quadro nacional, vislumbrou-se que as empresas estrangeiras, tendo suas sedes no exterior, optaram por implantar aqui suas turbinas eólicas padronizadas com meras adaptações incrementais. As principais identificadas foram: tinta especial contra a salinização; refrigeração interna; adaptação nas torres para instalação em dunas; e iluminação nas extremidades para se adequar à legislação brasileira. Embora tenham em mente especificidades locais, tais tecnologias foram desenvolvidas nos centros de pesquisa dessas empresas, localizados na Europa e nos EUA. Até mesmo um projeto específico da Alstom, concebido para as condições climáticas da Bahia, seria

desenvolvido plenamente na matriz da empresa, com os modelos de ventos baianos sendo enviados para lá (PODCAMENI, 2014, p. 197-199). Ou seja, são geralmente modificações mínimas, feitas para viabilizar a implementação da máquina no país e realizadas de maneira restrita e distante. Dessa forma, os laços formados em razão do PNP entre fornecedores locais e fabricantes estrangeiras jamais se mostraram uma fonte de inovação, sempre concentrada no núcleo de P&D estrangeiro (Ibid., p. 243). Esse quadro não foi afetado pela existência de políticas de incentivos à P&D, como o Fundo Setorial.¹²² Com efeito, as empresas de fora demonstraram um conhecimento limitado e interesse inexistente em tais programas à época (Ibid., p. 200-201).

Os pareceres posteriores das instituições especializadas (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2018; AROEIRA et al., 2017) demonstraram que esse cenário não havia mudado muito: a capacidade tecnológica da indústria nacional ainda é considerada baixa, especialmente no que se refere aos itens de maior valor agregado. Assim, embora o cenário nacional conte com uma presença relativamente considerável de grupos de pesquisa sobre energia eólica¹²³, seu envolvimento com as empresas que efetivamente atuam no setor não é muito frutífero. A maior parte do P&D feito no âmbito nacional é oriunda de transmissoras, distribuidoras e geradoras de energia. Isso ocorre em razão da obrigatoriedade imposta pela ANEEL de tais empresas investirem 1% de suas receitas em pesquisa

¹²² Criado em 2000, pela Lei nº 9.991, com a finalidade de disponibilizar recursos para atividades de desenvolvimento tecnológico em fontes renováveis. Em 2006, o segmento eólico chegou a ser considerado tema prioritário da chamada pública do Fundo. No entanto, dos 15 projetos selecionados, dez foram destinados a turbinas eólicas de pequeno porte e somente um para de grande porte, sendo o restante voltado a outras tecnologias. Esse descompasso com as necessidades industriais do país, junto do baixo nível de recursos efetivamente investidos pelo Fundo, faz com que ele tenha tido um papel pífio no desenvolvimento nacional desse setor. Nesse sentido, ver Brasil (2000), Ferreira (2017, p. 122-123), e Hallack e Losekann (2018, p. 640).

¹²³ Alguns exemplos: na Universidade Federal do Ceará (UFC), há a graduação em engenharia de energias renováveis e um programa de pós-graduação em engenharia mecânica com linha de pesquisa em energia eólica, além do Laboratório de Aerodinâmica e Mecânica dos Fluidos, com pesquisa na área de tecnologia para aerogeradores e o Laboratório de Energia Eólica do departamento de engenharia elétrica. Na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), há o Núcleo Tecnológico de Energia e Meio Ambiente e o Centro de Energia Eólica. Na USP: o Instituto de Energia e Ambiente, a Pós-Graduação em Energia e a Pós-Graduação em Ciência Ambiental, além do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade. Além desses vinculados a universidades, há também: o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito, o Centro Brasileiro de Energia e Mudanças Climáticas e o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica.

para inovação.¹²⁴ Dessa forma, as empresas com a maior receita no setor, como a Eletrobras, AES, a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e a Companhia Paranaense de Energia (Copel), acabam sendo as maiores investidoras em P&D no setor de energia eólica e no setor elétrico de modo geral (AROREIRA et al., 2017, p. 93). Em suma, vislumbra-se que o PNP, por si só, não foi um mecanismo eficiente no fomento tecnológico ao setor quando se analisa as multinacionais que aderiram a ele. Não obstante, poderia a WEG, empresa enraizada em nosso contexto com diversificadas redes de interação, ter realizado um percurso mais abrangente, para além dos ditames do BNDES?

Considerando esse contexto, o objetivo do presente capítulo é analisar os resultados em transferência de tecnologias e conhecimentos que foram obtidos pela empresa WEG S.A. em razão de sua entrada no mercado de aerogeradores, sob os auspícios do PNP. Para tal averiguação, o capítulo é dividido em quatro seções. Primeiramente, considera-se o curso de ação da empresa para obter o credenciamento pelo BNDES e consolidar sua produção nesse sentido, além dos procedimentos realizados para aquisição, montagem e distribuição de componentes e equipamentos do setor. Em segundo lugar, analisa-se o investimento e as ações focados em P&D. Em seguida, situa-se a formação de recursos humanos realizada pela WEG, indispensável para efetivar seu curso de ação e procedimentos de atuação no novo mercado. Por último, averigua-se o ganho em termos de tecnologias e conhecimentos que as demais empresas da rede de interação da WEG obtiveram a partir desse percurso da empresa.

4.1 Curso de ação da empresa WEG

À primeira luz, a WEG desenvolveu uma tática padrão para as empresas nacionais que visaram a se estabelecer no mercado de energia eólica. Com efeito, as empresas locais atuantes nesse segmento são, via de regra, dependentes da

¹²⁴ O Programa de P&D da ANEEL determina que empresas de geração das fontes térmica e hídrica, de transmissão e distribuição do setor elétrico brasileiro devem destinar, no mínimo, 1% de sua receita operacional líquida para P&D em energia, conforme dispõe art. 2º, *caput*, da Lei nº 9.991/00 (BRASIL, 2000). Interessante reparar que essa mesma lei isenta de tal obrigatoriedade as empresas que gerem energia exclusivamente da fonte eólica, solar, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e cogeração qualificada. Todavia, no caso de grandes geradoras que exploram tanto a energia eólica quanto a hídrica ou térmica, a obrigação permanece. Segundo estimativas da ANEEL, esse investimento representa um volume anual de cerca de R\$400 milhões em P&D.

aquisição externa de conhecimento, seja via importação de máquinas e equipamentos, seja através de contratos de licenciamento, de uso de patentes e de transferência tecnológica. Em graus variados, também se recorre ao *learning by doing*, ao investimento interno em P&D e à obtenção de conhecimento junto a centros de pesquisa nacionais (FERREIRA, 2017, p. 196-197). O caso particular da empresa para inserção nesse segmento será discutido nesta seção.

Os modelos de aerogerador WEG são, conforme o sistema de credenciamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2020): AGW 110/2.0, AGW 110/2.1 e AGW110/2.2, de acordo com a potência em MW. Além desses, está em fase final de desenvolvimento o mais recente AGW 147/4.0 (WEG, 2019b). As máquinas utilizam a tecnologia *direct-drive*, de acionamento direto (*gearless*), considerada mais avançada em relação às configurações com caixa de engrenagem (multiplicadora).¹²⁵ As primeiras máquinas possuem um rotor com diâmetro de 110 metros, para torres de 80 (aço) ou 120 metros (concreto). O novo protótipo, por sua vez, possui um diâmetro de 147 metros para torres de 100 (aço) ou 130 metros (concreto) (Ibid.). O monitoramento de seu funcionamento se dá pelo software SCADA, desenvolvido pela própria empresa, com o qual analisa, em tempo real, todos os dados brutos e tendências (geração, ventos, paradas etc.) que as turbinas eólicas em operação apresentam. Esse serviço é realizado 24h, diretamente do centro de operação da matriz em Jaraguá¹²⁶ (Ibid.). Atualmente, a empresa é responsável pela instalação de 79.456 MW¹²⁷, sendo 646,8 MW desses oriundos da eólica, com 308 aerogeradores em operação no total (WEG, 2018). Os aerogeradores operam em sete parques ao todo, a maioria no Ceará e em Rio Grande do Norte, e um localizado no Rio Grande do Sul. Além disso, a WEG possui uma operação para testes localizada em Tubarão (SC), onde está instalada uma de suas máquinas antigas e está se finalizando a instalação de uma máquina nova de 4 MW (WEG, 2019b).

¹²⁵ O menor número de componentes desse modelo impede que haja tantas falhas no funcionamento da máquina.

¹²⁶ Embora haja operadores da WEG *in loco* nos parques com suas turbinas, a atuação da empresa ainda é muito centralizada no sentido de que tais funcionários estão vinculados às diretrizes que a matriz estabelece. No entanto, tal dinâmica não impede que ocorra certo feedback de sua parte, como relatos de problemas ou de encomenda de peças para redução de custos (*benchmark*). Informações obtidas em campo na visitação de um parque eólico (Santana do Livramento, 22/08/2019).

¹²⁷ Dados atualizados até 31/12/2018.

Ao longo dos anos, a fabricação de aerogeradores tem se mostrado uma prioridade para a unidade WEG Energia: embora a empresa informe uma queda nas vendas desde 2016 devido à desaceleração do mercado de energia eólica, os aerogeradores representaram 39% da receita operacional líquida da unidade nesse mesmo ano; por sua vez, em 2017, 47% e, em 2018, 37% (WEG, 2015; WEG, 2016, p. 18; WEG, 2017a, p. 16; WEG, 2018, p. 28). No entanto, a participação da WEG nessa indústria ainda é minoritária: em 2015¹²⁸, suas máquinas representaram somente 3,3% da potência instalada no país em MW (MARTINS, 2016). Conforme já demonstrado, esse fato é correlacionado ao da empresa possuir a menor capacidade produtiva entre os fabricantes atuantes no país: de uma capacidade de produção total de 1.428 unidades em 2017, a WEG representou menos de 200, enquanto a GE se aproximou de 400 e a Siemens-Gamesa, de 300.¹²⁹ No mercado brasileiro atual, além de ser a única empresa de capital nacional, somente a WEG não possuía histórico de produção da máquina entre todas as fabricantes de aerogeradores à época que aderiram ao PNP (ARAÚJO; WILLCOX, 2018).

¹²⁸ Não foi possível localizar dados mais atualizados do *market share* nacional das fabricantes.

¹²⁹ Vide Gráfico 4.

FIGURA 11 – FÁBRICA ORIGINAL DA WEG MOTORES



Fonte: elaboração própria (visita à unidade industrial da WEG, Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

A empresa passou a atuar no mercado primeiramente como fornecedora de geradores para as empresas Zond (atual GE Wind) e Clipper em 1997 e 2002, respectivamente.¹³⁰ Ela tornou-se também a principal fornecedora de subestações a parques eólicos no país (WEG, 2015). Posteriormente, na década de 2010, a empresa abandonou sua estratégia típica, qual seja, de fornecer exclusivamente componentes específicos, como os motores ou geradores de uma máquina, e passou a oferecer o sistema integral no caso dos aerogeradores. Parte disso é

¹³⁰ Um exemplo da expertise da empresa em tais subcomponentes é o fato de ela ser uma das poucas fabricantes nacionais de geradores para aerogeradores com caixa multiplicadora, embora seu modelo de aerogerador desenvolvido posteriormente é sem esse componente. Nesse sentido, ver Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2014).

explicado pelo fato de a empresa entender que não compensava os custos que tinham no setor eólico ao fornecer somente determinados componentes.¹³¹ Outros incentivos para tal foram as tendências mundiais no mercado eólico, o potencial do Brasil para geração eólica e os estímulos governamentais da última década (mudanças nas condições competitivas e na regulamentação dos leilões de energia) (WEG, 2013). Sobre esse último particular, a própria empresa reconhece a importância do PNP para permitir tal desenvolvimento, ainda mais em um mercado extremamente oligopolizado como o de aerogeradores.¹³² Desde o início das operações da WEG para se consolidar como fabricante de aerogeradores, uma de suas prioridades foi o cumprimento das metas de conteúdo local do BNDES para que pudesse ser credenciada:

(...) a metodologia [do PNP] foi fundamental para que ela [WEG] entrasse no jogo também, porque justamente esse escalonamento de exigências foi o que fez possível com que as empresas entrassem no jogo e fossem aos poucos se adequando até todas atingirem o mesmo patamar. Mas nunca houve nada específico para a WEG nem para qualquer outra empresa, tudo foi sempre feito pensando na maior isonomia entre todos os players no mercado. (...) A decisão deles [WEG] foi uma decisão puramente comercial, de negócio, viram que era um segmento que era promissor, e que eles tiveram a oportunidade de adquirir uma tecnologia lá de fora. Assim, acho que é aquilo que te falei, a metodologia ajudou a todas as empresas que estavam interessadas em entrar nesse mercado, desde que elas tivessem a disposição de fazer aqui, de fabricar aqui, de desenvolver a cadeia e os fornecedores aqui. E a WEG se encaixa totalmente nesse perfil. Uma empresa altamente verticalizada, ela fabrica tudo dentro de casa, tem um know-how gigantesco com máquinas elétricas e ela enxergou esse mercado como promissor para ela e entrou. Mas a regra ajudou, da mesma forma que ajudou a todos os fabricantes que estavam dispostos a fazer aqui o aerogerador, sem nenhum direcionamento. Não se diferencia o capital da empresa por ser nacional, não faz nenhuma diferença (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019).

Podcameni (2014, p. 193) informa, a partir de entrevistas, que a empresa garantiria seu cadastramento antes do início das vendas em 2014¹³³, tendo até intenções futuras de nacionalizar o *design* de aerogeradores e o desenvolvimento de componentes como o sistema de controle, considerados de alta complexidade.

¹³¹ Informação coletada em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹³² Conforme informado na entrevista a funcionários da WEG (Jaraguá do Sul, 15/08/2019), nos últimos cinco (talvez até dez) anos, excetuando a WEG, toda a empresa a ingressar nesse ramo é oriunda da China, país que conta com fortes políticas de incentivo setorial, já aludidas no segundo capítulo.

¹³³ Essa foi a trajetória da maior parte das empresas fabricantes, conforme já demonstrado no cronograma elaborado pelo PNP.

Essas considerações que a WEG tinha em mente passavam pela promoção e capacitação de diversas tecnologias, como a torre de concreto modular, o design de pás e a tecnologia do imã permanente.¹³⁴ Outro fator levado em conta para a oferta de aerogeradores é que a WEG iria integrar vários produtos já existentes em sua linha de negócios (geradores, transformadores, inversores de frequência, motores e tinta):

A WEG tem muita relação, obviamente é muito verticalizado, então várias coisas foram feitas dentro da WEG, mas foram pequenas adequações, digamos assim. A gente tem caldeiraria, a gente tem fundição, tem parque de conversores, que é a WEG automação, transformador, tintas e motor. Então muita coisa foi desenvolvida, foi...é que "desenvolvimento" às vezes é uma palavra que parece do zero, mas foi feita uma evolução incremental dessa capacidade da cadeia interna da WEG. Até uma curiosidade: o aerogerador, não sei se é o único, mas arrisco dizer que é o único ou um dos únicos produtos da WEG, soluções da WEG, que abrangem produtos das cinco unidades de negócio da WEG: motores, T&D, automação, energia e tintas. E com relação à cadeia externa, a WEG buscou, obviamente, fornecedores já qualificados, quando ela começou. E a WEG, por ser uma nova entrante no mercado à época (2011, 2013, quando a gente começou), ela acabou trazendo novos entrantes juntos (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Dessa forma, em 2011, a empresa firmou o já referido acordo de *joint venture* para transferência de tecnologia com a espanhola MTOI, que dominava a tecnologia para acoplamento direto do gerador ao eixo da turbina, reduzindo o número de componentes (como o multiplicador de velocidade) e os custos de manutenção da máquina (WEG, 2011). Isso resultou no lançamento de um aerogerador de potência de 1,65 MW em 2012. Ocorre que a potência para esse tipo de máquina, embora fosse adequada à época do acordo, já era um tanto obsoleta quando da estreia da turbina. Dessa forma, a WEG optou por desfazer tal parceria e buscou um novo acordo para uma tecnologia mais adequada às demandas do mercado brasileiro.¹³⁵ Em 2013, a WEG fechou um acordo com a companhia norte-americana Northern Power Systems (NPS), obtendo licenciamento de tecnologia para as máquinas AGW de 2.1 MW. Mais especificamente, tais máquinas representavam o estado da arte do período, demonstrado em elementos como “o acionamento direto”, sem a necessidade de caixa de engrenagem, e “o gerador síncrono” utilizado com

¹³⁴ Conforme foi demonstrado no terceiro capítulo, até o presente momento, a torre de concreto da WEG tem sua produção parcialmente internalizada. Quanto ao design de pás e aos imãs permanentes, não foi possível constatar se sua produção foi internalizada.

¹³⁵ Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

tecnologia de ímãs permanentes, empregado com conversores de potência plena (NARDO, 2018). Em 2016, a WEG acabou adquirindo essa empresa – muito provavelmente isso se deu pelo fato de a tecnologia dominada pela empresa norte-americana ser então a fronteira tecnológica no setor eólico. Dessa forma, ela tornou-se a única proprietária da carteira de:

(...) patentes, ativos, know-how e materiais afins, incluindo todos os desenhos, projetos, especificações e software utilizados em conexão com o projeto e manutenção de aerogeradores com mais de 1,5 megawatts de capacidade nominal (conhecidos como “utility-scale”). A WEG também manteve a equipe de engenharia que realiza o P&D em energia eólica em Barre [Vermont, EUA] e assumiu os contratos de operação e manutenção de algumas turbinas eólicas existentes (WEG, 2016, p. 104).

Deve-se ressaltar que todo esse avanço a partir de parcerias estratégicas não se deu no vácuo: como já ressaltado, embora a WEG haja terceirizado parte de sua produção, prevalece ainda a fabricação interna. Isso porque diversos componentes da máquina demandam uma estrutura fabril similar para serem produzidos (FERREIRA, 2017). Conforme já aludido, esse aproveitamento é intenso no caso da WEG, dada sua estrutura organizacional: a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2018) resalta que a WEG fabrica internamente diversos componentes, aproveitando seu parque fabril e a expertise da unidade de Automação (inversores e sistemas de controle) e T&D (transformadores e subestações); além, obviamente, da expertise da unidade de Energia na área elétrica e até mesmo eólica, visto que a empresa já fornecia certos componentes para turbinas eólicas de concorrentes. Dessa forma, o conhecimento de casa em matéria de gerador, transformador, painéis, conversor, elementos estruturais da nacela e do eixo, além dos processos de usinagem e caldeiraria, fez com que a empresa fosse plenamente apta a ingressar nesse ramo:

Analisando a relevância que o acúmulo de capacidades em geradores excitados tiveram (sic) para a entrada da empresa no mercado eólico, a pesquisa de campo mostrou alta relevância, de forma que a capacidade de inovar em geradores elétricos foi decisiva à decisão de entrar no mercado de aerogeradores. A existência de pessoal treinado e a engenharia já estruturada tornou relativamente simples o processo para compreender a engenharia do aerogerador.

Na pesquisa de campo, ao questionar os entrevistados sobre a importância do acúmulo de capacidade tecnológica em geradores na WEG Energia para o processo de produção do gerador utilizado na nacela, estes descreveram que, caso a WEG não tivesse a capacidade de inovar em geradores que tinha na década de 2010, o aprendizado do processo de produção da tecnologia adquirida de geradores de ímãs permanentes da NPS teria

durado quatro ou cinco anos, enquanto que a WEG em cerca de um ano e meio estava fabricando este tipo de gerador. Não somente, pois simultaneamente ao processo de aprendizagem (ou seja, do desenvolvimento da capacidade de produção), realizou uma série de inovações de nível de capacidade tecnológica incremental intermediária, ao reduzir os custos do processo produtivo do projeto original adquirido. Todo o conhecimento acumulado na fabricação do núcleo magnético, o processo de fabricação de bobinas, de isolamento, de montagem etc. desenvolvido nos trinta anos de existência da base produtiva de geradores foram fundamentais para a empresa incorporar e inovar rapidamente o projeto de fabricação do gerador eólico. Caso estas economias de escopo, tanto em termos de engenharia do processo como em termos de engenharia industrial não existissem, além do tempo de aprendizagem, haveria inúmeras tentativas e erros (além daquelas que tiveram mesmo com um corpo de engenheiros experientes), o que em termos de investimento é elevadíssimo (NARDO, 2018, p. 302-303).

Esses dados são tabelados por Nardo (Ibid., p. 304) quanto à relevância da capacidade tecnológica acumulada da WEG em geradores para uma entrada bem-sucedida no mercado de energia eólica.¹³⁶ Outras questões, como a logística, também foram dirimidas pelo fato de a empresa já ter sua base de fornecimento de matéria-prima praticamente consolidada ao início da produção. Sua experiência originada na fabricação de máquinas de grande porte (unidade Weg Máquinas) também otimizou o aprendizado sobre o transporte de equipamentos de dimensões consideráveis¹³⁷ – um dos gargalos do mercado de aerogeradores nacional (Ibid., p. 296). Por outro lado, a empresa possuía um conhecimento limitado sobre a controlabilidade de aerogeradores (controle sobre o ângulo das pás a partir da eletrônica de potência), deficiência essa que tornou crucial a parceria firmada com a NPS¹³⁸ (Ibid., p. 306-307). Não obstante, esse conhecimento já acumulado dentro de casa não equivaleu a uma inserção sem exigências específicas. Nesse sentido, segue depoimento de um entrevistado sobre os desafios e investimentos que

¹³⁶ Dos quatro funcionários entrevistados pelo autor, todos foram unânimes em classificar como “alta” a relevância do conhecimento adquirido pela WEG em geradores, tanto para evitar possíveis custos de transação ao ter de relegar essas operações a terceiros (oportunistas, quebra de contrato etc.) quanto para evitar possíveis perdas de potencial inovador da empresa decorrentes de tal terceirização.

¹³⁷ Nesse sentido, um dos planos que a WEG vem considerando é o uso de cabotagem para o transporte de insumos dos aerogeradores, visto que ela já o faz para outras operações. Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹³⁸ Um exemplo de como esse ganho de experiência é relevante se demonstra na própria ótica dos relatórios anuais integrados da empresa. Para o ano de 2015, a empresa informou aos investidores uma redução de 3,4 pontos percentuais de sua margem bruta (índice de quanto a empresa ganha sobre a venda de seus produtos) em comparação ao ano anterior. Entre as justificativas para tal, constatava-se que não teriam ocorrido plenamente os ganhos de eficiência no processo produtivo de sistemas de geração eólica. Nesse sentido ver WEG (2015, p. 113).

envolveram esse projeto da WEG:

Alguns desafios relacionados ao desenvolvimento de tecnologia, adequação fabril e também desenvolvimento da cadeia de fornecedores. Por exemplo: nós tivemos que investir em torno de cinquenta milhões para fazer a adequação fabril. Esse investimento a WEG teve que fazer porque nós não éramos fabricantes de aerogerador, nós entramos nesse mercado [na época]. Então a gente teve que fazer essa adequação. (...) em relação ao desenvolvimento de fornecedores nacionais, nós desenvolvemos em torno de 30 ou 33 empresas exclusivas para o setor; só que o total de fornecedores exclusivos e não exclusivos, eles chegam em torno aí de 260, quase 300 fornecedores para a cadeia de aerogerador. E daquelas trinta empresas que foram desenvolvidas exclusivamente para o setor, nove fizeram investimentos exclusivos para eólica, então teve todo esse trabalho aí de desenvolvimento da cadeia. Em relação ao desenvolvimento de produto, o que eu teria para destacar é que a gente também fez um investimento bastante considerável. Eu diria que, em um dos modelos de aerogerador que a gente desenvolveu, também foram investidos em torno de cem milhões de reais. Isso incluindo atividades de pesquisa, desenvolvimento, projeto, fabricação de ferramentais, fabricação de protótipos, instalação, certificação de produto. Então, todos esses investimentos somados chegam a cem milhões para um modelo de aerogerador. Então são desafios grandes (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Sobre os componentes terceirizados, a empresa mantém um rigoroso processo de seleção e controle de seus fornecedores, tanto no que se refere aos aerogeradores quanto aos demais produtos.¹³⁹

Nós temos uma área de suprimentos e temos uma área de DQF, Desenvolvimento e Qualificação de Fornecedores, então é um processo razoavelmente padrão (...). Claro que, vamos dizer, tem todas as idiosincrasias do negócio [de aerogeradores] em si, mas existe a [área de] engenharia; ela especifica o que deve ser comprado. Os fornecedores são primeiramente qualificados pela DQF, depois suprimentos e a [área de] negociação comercial, mas as partes de negociações técnicas e comerciais são quebradas, são divididas, no caso (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Esse procedimento é trilhado pelos seguintes critérios: valorização do fornecedor local; desenvolvimento de fornecedores; certificação pelo Programa

¹³⁹ A empresa também está submetida a relações assim. Como exemplo, ela é fornecedora de materiais para as pás fabricadas pela Aeris, bem como de geradores aos aerogeradores Vestas (por óbvio, um diferente daquele que ela utiliza em máquinas próprias). Para firmar esse contrato, a WEG teve de participar de uma chamada e um processo de seleção. Depois disso, teve de adaptar seu componente às exigências da empresa dinamarquesa, passar por um treinamento de 15 dias com severo controle de qualidade, e ao fim, submeter sua máquina à inspeção e homologação. Isso é comum em outras unidades também: a de Motores sofre inspeção regular de clientes relevantes, como a Petrobrás. Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019) e a parque eólico (Santana do Livramento, 22/08/2019).

WEG de qualidade assegurada¹⁴⁰; intercâmbio tecnológico entre empresas¹⁴¹; desenvolvimento de materiais e componentes em conjunto com os fornecedores para futura aplicação em produtos WEG; desenvolvimento, seleção e avaliação de fornecedores com base em critérios de sustentabilidade; e auditorias periódicas¹⁴² (WEG, 2015, p. 60).

FIGURA 12 – UNIDADE INDUSTRIAL DA WEG



Fonte: elaboração própria (visita à unidade industrial da WEG, Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹⁴⁰ Os objetivos de tal programa são: desenvolver fornecedores confiáveis que garantam um padrão de qualidade uniforme; fortalecer as relações de confiança e de assistência mútua entre os fornecedores e a empresa; promover o desenvolvimento contínuo e sustentado da cadeia de suprimentos; aumentar os níveis de competitividade, reduzindo os custos dos nossos produtos e serviços; e melhorar os níveis de atendimento aos nossos clientes. Como benefícios aos certificados, traz: garantia de continuidade e maior participação nos fornecimentos; suporte técnico e compartilhamento de recursos e desenvolvimento; preferência no desenvolvimento de novos materiais e produtos; e oportunidade de fazer uso do Certificado da Qualidade Assegurada WEG como ferramenta de marketing. Ademais, a WEG incentiva seus atuais fornecedores a se desenvolverem, muitas vezes disponibilizando laboratórios, calibradores, dispositivos, ferramentas, apresentando processos de fabricação e negociando para estes fornecedores nas mesmas condições comerciais quando relacionadas a fornecedores comuns para ambos. Nesse sentido, ver WEG (2013).

¹⁴¹ Tanto de componentes quanto de processos.

¹⁴² Visam avaliar periodicamente: se o sistema da qualidade dos fornecedores está evoluindo de acordo com as necessidades da WEG; se os fornecedores estão cumprindo as especificações estabelecidas nos planos de qualidade; se estão respeitando os acordos de fornecimento.

Atualmente, o fato de a WEG agir prioritariamente com foco no mercado brasileiro não significa que a empresa limite suas articulações ao segmento nacional, protegido por normas de conteúdo local: devido a menor demanda no país, a empresa tem demonstrado interesse em realizar a exportação de aerogeradores desde 2016, almejando-se mercados emergentes como os das nações latino-americanas ou africanas nas quais a empresa já possui unidades fabris¹⁴³ (GOUVEA; SILVA, 2018). Até o momento da visita à unidade industrial, tais pretensões não se concretizaram: excetuando-se um negócio fechado com uma empresa parceira nos EUA, nenhuma máquina WEG foi para o exterior até agora. A empresa iniciou operações de fabricação na Índia, onde já possui indústria desde 2010, estando agora adequando essa fábrica e formando cadeias de fornecedores para o cumprimento das normas de conteúdo local daquele país. A pretensão é de comercializar suas máquinas no país asiático já em 2020 (FUCUCHIMA, 2020). Lá também desenvolvem sua parte de TI, como cursores e softwares para a máquina. Via de regra, a WEG exporta para suas filiais tanto a parte de TI quanto de gestão.¹⁴⁴

A estratégia optada pela WEG, de maior verticalização de componentes, não pode ser compreendida como uma regra inerente ao setor de aerogeradores. A mercadoria de aerogeradores em si é tendente à padronização; no entanto, as estratégias corporativas das montadoras não o são, conforme já exposto no segundo capítulo. A WEG, mesmo sendo uma empresa classificada como de quarta geração, surpreendentemente trilhou uma trajetória de grau médio-elevado de verticalização.¹⁴⁵ Os prós e contras disso se refletem em maior flexibilidade sobre os projetos desempenhados, mas menor competitividade em alguns pontos.¹⁴⁶ Por

¹⁴³ Isso é algo já bem presente em suas operações de comércio, tendo a WEG um perfil global, conforme demonstra levantamento de 2015 (GOUVEA; SILVA, 2018, p. 99): nesse ano, 25% da sua produção de equipamentos foi localizada no exterior, sendo que 32% da sua produção no Brasil foi comercializada no mercado externo.

¹⁴⁴ Conforme informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹⁴⁵ Ver Capítulo 2 (p. 92-93) para a definição das gerações das fabricantes, consoante Camillo (2013). Sobre essa peculiaridade da WEG, pode-se especular que ela tenha optado pelo alto grau de verticalização por uma razão similar à da indiana Suzlon: escassez de fornecedores especializados nesse mercado em termos nacionais. Essa também foi uma das razões pelas quais a própria WEG Motores desenvolveu essa trajetória em seu início, conforme será exposto mais adiante.

¹⁴⁶ Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

exemplo, a empresa não fabrica fundidos para aerogeradores, visto que é muito caro para o pequeno volume que produz (não há escala). Sua situação difere de empresas já consolidadas e que se instalaram no país em razão das normas de conteúdo local. Tais companhias geralmente mantêm vínculos robustos com seus fornecedores originais de componentes chaves, o que faz com que eles também migrem suas atividades para o país em questão, não sendo necessária uma recondução da sua cadeia de fornecedores (FERREIRA, 2017). Comparando ao caso da Vestas, a empresa possui uma estratégia mais segura, mas que dá menos versatilidade para novos projetos, sendo mais intrincada nesse sentido. Por sua vez, a empresa dinamarquesa consegue adaptar facilmente seus fornecedores a alterações em seus projetos, em razão da vasta equipe que tem a sua disposição. Disso resulta que a empresa possui um elevado número de modelos de aerogeradores, enquanto a WEG só possui dois.¹⁴⁷

A empresa fabrica seus aerogeradores somente sob demanda, ou seja, a partir de pedidos concretos, procedimento utilizado na WEG Energia como um todo e usual também na unidade principal, WEG Motores.¹⁴⁸ A adoção do modelo *just-in-time* de fabricação tem sido o padrão na indústria de aerogeradores em termos globais, visto a grande flutuação de demanda que sofreu nos últimos anos (FERREIRA, 2017). Outros aspectos mais pontuais são que a unidade WEG Energia realiza a confecção manual de boa parte de seus componentes (usinagem, amarração de bobinas, moldagem de máquinas), não utilizando esteiras de produção como na WEG Motores ou a automação/robótica como na WEG Automação.¹⁴⁹ Parte disso explica-se pelo tamanho considerável que possuem os componentes montados na WEG Energia. Excetuando-se as torres, a montagem da máquina é realizada na própria unidade fabril da WEG Energia em Jaraguá do Sul.¹⁵⁰ Até 2015, tal unidade, bem como as outras, funcionava em um regime de três turnos, ficando o dia todo em atividade.¹⁵¹ No momento da visita à unidade industrial

¹⁴⁷ Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹⁴⁸ Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹⁴⁹ Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹⁵⁰ Até a visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019), a empresa não estava fabricando, pois está adaptando o espaço para as máquinas 4.0 MW.

¹⁵¹ Faziam o terceiro turno das 21h00 até 5h00. Há somente dois turnos hoje: das 7h00 até 14h00 e das 14h00 até 21h00.

(outubro de 2019), havia se reduzido para dois turnos, após a queda da demanda oriunda da recessão econômica.

FIGURA 13 – UNIDADE INDUSTRIAL DA WEG



Fonte: elaboração própria (visita à unidade industrial da WEG, Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

O primeiro momento de desenvolvimento do parque eólico é o seu projeto:

De modo geral, é feito uma delimitação da área, a partir da conversa com os proprietários, e vai haver uma medição de torre anemométrica. Uma vez já com os dados medidos, a gente tem sistemas de software que nos permitem simular a geração futura dos parques eólicos com informações que os fornecedores [de aerogeradores] nos passam. Então, a partir disso, a gente vai saber: “oh, no projeto ‘x’, o melhor é um aerogerador a 80 metros, a 100 metros ou a 120 metros? Um rotor de 125, de 130 ou 250? Uma máquina da Vestas, da Acciona, da WEG, da GE, da Siemens Gamesa?”. Então a gente começa a simular. Nesse caso de geração distribuída que eu te comentei, a gente simulou com a ajuda de uma certificadora que é uma empresa terceira independente que valida dados de geração. A gente simulou mais de 20 máquinas diferentes, então aí colocando mais de 20, a mesma máquina em duas alturas contaria como duas máquinas nessa simulação, mas a gente fez mais de 20 simulações para poder escolher quais são as ótimas e aí entrar numa discussão de custo de implantação, custo de O&M, aí tem que cotar a obra civil, a obra elétrica, com fornecedores específicos, trazer um investidor, buscar um PPA para poder viabilizar o projeto, e aí entra uma discussão de contrato, de

fornecimento dessas máquinas (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

Para os investidores de parques eólicos, a WEG oferece, além da turbina, serviços de construção da infraestrutura elétrica e civil (*Engineering Project and Construction e Balance of Plant*). Trata-se de um pacote interligado: primeiro, o empreiteiro civil faz os acessos internos ao parque, a terraplanagem do local de instalação e a fundação do aerogerador; segundo, o fornecedor dos aerogeradores monta suas torres e faz o comissionamento; por fim, a parte de instalação elétrica realiza a conexão dos aerogeradores com a subestação do parque e com a concessionária da linha de transmissão, se for o caso. Tanto o primeiro quanto o terceiro serviços são feitos pela WEG; o segundo é realizado por uma empresa terceirizada, mas a responsabilidade é da WEG em razão do pacote que oferece a seus clientes, ainda pouco usual no Brasil.¹⁵²

Conforme já aludido no capítulo anterior, observa-se aqui que, para uma inserção exitosa no ramo dos aerogeradores, a WEG manteve sua estratégia usual em outros ramos de atuação: a aquisição de tecnologias a partir de *joint ventures* para, posteriormente, internalizar esse conhecimento e manter sua característica de verticalização. A ênfase da empresa na internalização dos conhecimentos pertinentes aos aerogeradores foi tanta que chegou a comprar, alguns anos depois, todos os ativos desse departamento da Northern Power Systems, companhia americana com quem havia firmado o acordo de *joint venture*. Sem embargo, sua entrada nesse mercado requereu preparações e adaptações um tanto discrepantes de sua estratégia habitual. Isso porque a WEG entende-se, via de regra, como uma fornecedora de subcomponentes, não de uma máquina integrada, como é o aerogerador. Ademais, foi necessário repensar sua cadeia de fornecedores para que estivesse adequada aos critérios do PNP, política essencial para definir sua entrada no ramo. Dessa maneira, houve o enfrentamento de desafios próprios do setor.

A despeito disso, a expertise que a WEG já possuía “dentro de casa”, junto de uma cadeia consolidada de fornecedores, submetida a rigorosos procedimentos de controle pela empresa, facilitou até certo ponto essa transição. Disso é possível extrair que, relevando algumas condições específicas encontradas nesse novo

¹⁵² Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

mercado, como a obtenção de know-how quanto a processos produtivos e tecnológicos, além da necessidade de atender a certas demandas institucionais, a estratégia da WEG nesse caso não diferiu drasticamente do já consolidado *modus operandi* da empresa.

4.2 Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

Os principais vetores de P&D que definem o aprimoramento tecnológico dos aerogeradores variam de acordo com seus componentes. O avanço técnico no pacote de conversão (nacele) dá-se no aumento da capacidade de geração e na maior eficiência da conversão de energia através do desenvolvimento de componentes novos. Outro vetor relevante é a redução do tamanho e do peso dos componentes para se contrapor à necessidade de se gerar mais energia usando equipamentos com estruturas maiores e mais pesadas, de potência elétrica superior (ARAÚJO; WILLCOX, 2018; AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014). Quanto à parte aerodinâmica da máquina (rotor), os maiores desafios tecnológicos são aumentar o comprimento das pás para que se faça uso de um maior volume de força mecânica dos ventos e, concomitantemente, reduzir o peso e incrementar a sofisticação de seu design a partir de materiais mais leves e resistentes.¹⁵³ As torres, por sua vez, seguem demandas tecnológicas similares. A relevância no progresso desses componentes não deve ser subestimada, uma vez que boa parte da recente redução nos custos da energia eólica pode ser explicada em razão da maior eficiência em geração propiciada por torres mais altas, junto de um rotor com diâmetro mais elevado¹⁵⁴ (ARAÚJO; WILLCOX, 2018, p. 174-176; INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2019a; LAGE; PROCESSI, 2013).

¹⁵³ Junto a isso, ressalta-se o aprimoramento na logística para que seja possível o transporte de pás de maiores dimensões, uma vez que seu tamanho pode variar de 30 a 70 metros.

¹⁵⁴ Como noção dos avanços que já foram possíveis nesse sentido, é interessante analisar que, enquanto os primeiros aerogeradores de 1980 possuíam rotores com diâmetro de 17 metros para máquinas de potência nominal de 75 kW, hoje em dia temos rotores com diâmetro de até 125 metros, em máquinas cuja potência é de 5 mil kW. Ademais, determinados modelos em desenvolvimento, como da Siemens-Gamesa, já chegam a 175 metros de diâmetro do rotor. Nesse sentido, ver Ferreira (2018, p. 60) e International Renewable Energy Agency (2019).

Especialistas estimam que a tecnologia para a produção de energia eólica já se encontra madura¹⁵⁵, ocorrendo nos últimos anos meras inovações incrementais referentes aos sistemas de software e de controle das turbinas (HELM; TANNOCK; ILIEV, 2014). De fato, as maiores oportunidades para avanços no futuro próximo estão no desenvolvimento de turbinas “*smart*”: o uso de *big data* e de inteligência artificial pode aprimorar os mecanismos de meteorologia e de regulação automática dos sistemas de Yaw e de passo da máquina. Isso permitiria reduzir os custos não planejados decorrentes de falhas na máquina, que hoje representam mais de 50% de sua manutenção (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2019a). Outros avanços que possibilitarão maior rendimento dessa fonte de energia são seu armazenamento em baterias de íon de lítio, já que a fonte eólica é caracterizada por sua intermitência, bem como a criação de sistemas híbridos, onde se utiliza mais de uma fonte na mesma usina. Esse é o caso de parques eólicos que aproveitam seu espaço ocioso para a instalação de placas fotovoltaicas (AROEIRA et al., 2017). Além disso, busca-se avançar na redução dos impactos ambientais existentes na produção de energia eólica: a criação de componentes mais silenciosos, inovações para a reciclagem dos componentes e o surgimento de tecnologias para regular o fluxo aviário são algumas novidades (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2019a; ZAPAROLLI, 2019).

Historicamente, a WEG é bastante focada em ter um compromisso estratégico com pesquisa, desenvolvimento e inovação, na busca de melhorias contínuas de seus produtos e processos produtivos (RIBEIRO, 2016). Um indício pertinente desse perfil inovador é o fato de que, desde 2006 ao menos, aproximadamente 50% do faturamento anual da WEG é oriundo de produtos lançados nos últimos cinco anos de cada levantamento, chegando a representar até 69,15% e 65,1% em anos como 2012 e 2013 (WEG, 2018; NARDO, 2018, p. 202).

¹⁵⁵ Segundo estudos (HELM; ILIEV; TANNOCK, 2014), um método para aferir o grau de inovação de determinado setor é pelo registro de patentes. De 2006 a 2011, vislumbra-se que a energia fotovoltaica foi a mais inovadora das renováveis, tendo respondido por 40% das patentes nesse período, enquanto a eólica teve uma participação de 23%. Outro indicativo do grau de maturidade tecnológica é a alta concentração dos detentores dessas patentes. O setor de energia eólica possui a concentração mais alta e mais consistente de propriedade intelectual entre as energias alternativas: historicamente, os grandes produtores mundiais de turbinas eólicas e seus componentes estão no topo da lista de depositários. Esta alta concentração pode ser um indicativo do estabelecimento no mercado de uma solução tecnológica particular, que, através do desenvolvimento de economias de escala, reduziu ou desincentivou o investimento em inovação tecnológica.

Em 2013, a empresa foi finalista do Prêmio Finep de Inovação, ficando seu processo de gestão em inovação em segundo lugar na categoria “Grande Empresa” (WEG, 2013). Hoje em dia, a empresa é considerada uma das oito mais inovadoras do país e está entre as mil em termos mundiais (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2017, p. 293). Ademais, em 2016, a WEG obteve o título de empresa mais sustentável no setor de bens de capital, conforme o Guia Exame de Sustentabilidade (WEG, 2016). De capital aberto, a companhia também foi selecionada para compor a carteira do Índice de Sustentabilidade Empresarial da BM&FBovespa, bem como do Índice Dow Jones de Sustentabilidade¹⁵⁶ (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2017, p. 293).

Historicamente, a WEG se desenvolveu seguindo um modelo tradicional de negócios: compra de tecnologia e execução de sua “receita”. Um dos motivos disso foi a já mencionada ausência de mão de obra qualificada que se tinha na região de Jaraguá do Sul para o desenvolvimento de tecnologias. Posteriormente, a empresa passou a trazer profissionais de outros estados e criou departamentos de P&D (hoje denominado Pesquisa e Inovação) para tratar da pesquisa básica e, atualmente, aplicada. A parte básica da pesquisa hoje é realizada por parceiros, como universidades. Outros avanços foram as redes de sistemas técnicos que soube construir no país e o tratamento personalizado que implementou a clientes, recebendo especialistas do setor para tratarem do assunto. Atualmente, a verticalização obtida pela WEG permite com que ela utilize seu know-how para se adaptar a novos projetos. Existem também Círculos de Controle da Qualidade, em que os funcionários da fábrica, mesmo os com menos escolaridade, trabalham com grupos especializados para melhorar o ambiente e os processos produtivos da empresa, mediante apresentação de sugestões em seminário. Eles adquiriram conhecimento para tal pela experiência, não pelo treinamento científico propriamente. Uma administração competente também foi importante: o atual presidente (CEO) se “criou” dentro da empresa.¹⁵⁷

¹⁵⁶ Ambos os índices são compostos a partir de uma análise de critérios nos mais variados âmbitos, como práticas sociais e ambientais das empresas.

¹⁵⁷ As informações desse parágrafo foram obtidas a partir da visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

A WEG tem crescido cada vez mais como empresa dedicada à produção de soluções inovadoras nos mercados em que atua. Como indicadores para tal, pode ser observado tanto a evolução do número de patentes registradas sob o nome da empresa nos últimos anos, bem como o dispêndio de sua receita destinado à P&D.¹⁵⁸ No primeiro caso, observa-se que, em termos do grupo nacional WEG, a empresa contava com 31 patentes registradas em 2006; número esse que aproximadamente dobrou (71) até 2011 e mais que quadruplicou (144) até 2016. Concomitante a isso, o grupo global WEG demonstrou movimentos mais expoentes: enquanto até 2013, o número de patentes (85) do grupo como um todo era idêntico ao do grupo nacional – ou seja, a WEG no Brasil correspondia por todas as patentes da corporação – no ano seguinte, as patentes globais tiveram um salto impressionante: 361; chegando até 481 em 2016 (WEG, 2017b, p. 30-31). Para explicar parte dessa mudança drástica do último dado, Nardo (2018, p. 201) dá como motivo a já relatada diversificação na estratégia da empresa a partir dos anos 2010, que apostou em uma intensa internacionalização através da aquisição de ativos e patentes de empresas consolidadas em determinados setores. A empresa manteve uma política de patentes que visa não só a inibir ou impedir a cópia pelos concorrentes, mas também a realizar *marketing* tecnológico (gerar boa imagem perante investidores, clientes e governo). Outro adendo é que, apesar de um notável crescimento de patentes durante sua inserção no mercado de aerogeradores, tais fatos não parecem ser relacionados um ao outro.¹⁵⁹

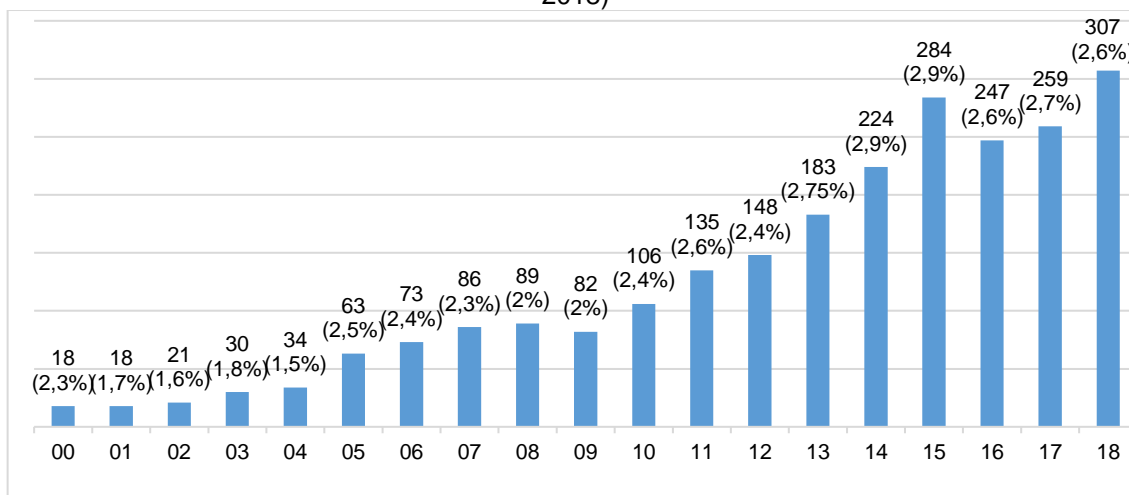
Já os investimentos em P&D da empresa demonstram que, enquanto em 2000, a empresa investiu R\$ 18 milhões em P&D, essa verba foi mostrando progressivo aumento, tendo seu pico em 2018, no montante de R\$ 307 milhões. Embora seja um crescimento expressivo, deve ser levado em conta o quanto esses números representam em termos proporcionais à receita líquida da empresa: via de regra, a empresa sempre investe acima de 2% da receita em P&D. Em 2000, esse investimento já era de 2,3%, tendo sido os anos de 2014 e 2015 os mais elevados: 2,9%. Os únicos anos excepcionais nesse sentido são os de 2001 a 2004, que

¹⁵⁸ No entanto, tais variáveis não são isentas de crítica. Nesse sentido, ver: MAZZUCATO, 2014.

¹⁵⁹ De uma busca efetivada no banco de dados de registro de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), constata-se que a maioria dos registros da WEG é aprimoramentos e inovações bem específicas e técnicas em suas máquinas, não tendo sido verificada nenhuma patente para suas turbinas eólicas. Nesse sentido, ver Instituto Nacional da Propriedade Industrial (2020).

ficaram abaixo de 2%. A média do período todo levantado (2000 a 2018) fecha em 2,22%. Esses investimentos vultosos, especialmente nos últimos anos, podem ser relacionados ao projeto de um novo modelo de aerogerador iniciado em 2013, conforme será demonstrado mais adiante.

GRÁFICO 5 – INVESTIMENTOS DA EMPRESA WEG EM P&D EM NÚMEROS ABSOLUTOS (MILHÕES DE R\$) E PROPORCIONAL A RECEITA LÍQUIDA ANUAL DA EMPRESA (%) (2000 A 2018)



Fonte: adaptado de WEG (2017b, p. 34, 2019b, p. 7).

Deve-se frisar que, via de regra, a empresa internaliza tais investimentos.¹⁶⁰ Ou seja, embora haja interações com universidades e outras instituições de pesquisa, conforme já exposto no capítulo anterior, a maior parte do P&D da WEG é desenvolvida pelos próprios quadros da empresa nos estabelecimentos destinados a tal. A partir disso, compreende-se o grande número de laboratórios da empresa, que conta com 21 no país, além de mais 12 no exterior.¹⁶¹ Algumas obras recentes de tais laboratórios, por área de negócio, foram: Motor Scan, Motor Drive W22, motores W23 e tração elétrica (equipamentos eletrônicos industriais); aerogeradores de 4.0 MW¹⁶², centrais de energia solar, inversor solar, subestações móveis (geração, transmissão e distribuição); motor eletronicamente comutado (motores para uso doméstico); tintas antimicrobianas, tintas anti-incrustantes e tintas anti-chamas (tintas e vernizes) (WEG, 2019a, p. 23). Identificaram-se, ademais, interações

¹⁶⁰ Informação obtida em entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

¹⁶¹ Em 2012, o setor de automação da empresa contava com o único laboratório privado da América do Sul com capacidade para realizar ensaios de curto circuito de alta corrente até 65 kW. Nesse sentido, ver WEG (2012).

¹⁶² Esse empreendimento em particular, digno de destaque, será aprofundado mais adiante na seção.

específicas com laboratórios terceiros; por exemplo, o da norueguesa DNV GL, certificadora de qualidade de diversas máquinas, como aerogeradores¹⁶³ (WEG, 2019b).

Outra iniciativa recente da WEG foi a criação de um centro de inovação em Jaraguá do Sul, Centro de Inovação Aberta IoT WEG, inaugurado em 2019 e destinado a servir de *hub* da empresa com startups que ela convoca para trabalharem juntas. A WEG serve então de empresa âncora desse centro, onde atuam mais seis startups que já desenvolveram um projeto específico: o Motor Scan, aplicativo para monitoramento de motores elétricos. Tal aplicativo recebeu o Prêmio Nacional de Inovação da CNI, em que a empresa foi finalista em duas categorias: “grande empresa” e “gestão de inovação de produto”. Para se inteirar do âmbito de startups, a empresa passou a participar da Associação Catarinense de Tecnologia (ACATE), que fomenta um “ecossistema” de inovação em que participam grandes empresas, aceleradoras, startups, órgãos de fomento e investidores. Essa experiência com startups se mostrou tão proveitosa que a empresa chegou a cunhar uma cartilha interna de lições.¹⁶⁴

Em termos mais práticos, um dos aprendizados adquiridos de tal experiência foi como ser mais assertiva sobre qual startup é adequada para o que a WEG busca, tornando-se um processo mais célere para futuras iniciativas em comparação a esse.¹⁶⁵ Um contraste reparado é que a WEG tem uma estrutura tradicional, mais verticalizada, que resulta em baixa tolerância a erros, ao contrário da dinâmica de inovação das startups. Disso também resulta o fato de a WEG não se arriscar: ela é

¹⁶³ Conforme já mencionado no segundo capítulo, esse procedimento de certificação é necessário tendo em vista que, para a turbina eólica poder operar, ela deve ser certificada por algum laboratório que realize o estresse de seus competentes e classifique sua qualidade. Ou seja, trata-se de um processo comum há toda fabricante. Ocorre que, nesse caso, há uma deficiência da cadeia produtiva do país, uma vez que as empresas atuantes aqui necessitam enviar as máquinas para laboratórios no exterior porque não contam no Brasil com a estrutura necessária para os procedimentos padrões de teste. Embora o BNDES tenha tentado desenvolver uma iniciativa assim no país, ela não foi bem-sucedida. Informações obtidas em entrevista com funcionário do BNDES (Rio de Janeiro, 07/08/2019).

¹⁶⁴ As informações desse parágrafo foram obtidas a partir da visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹⁶⁵ Nesse caso, representantes da WEG buscaram primeiro quem poderia ajudar na busca de startups, tendo sido a melhor ferramenta para tal o Linklab da ACATE. Esse site serve como um *hub* de conexão entre grandes empresas e startups que se inscrevem nele. Disso, faz-se o mapeamento de startups que melhor atendem a busca da WEG e vão se passando por mais filtros de seleção até se chegar às que melhor se aproximam da demanda. Com a experiência adquirida, a WEG acredita que não vai ter que passar por uma sondagem tão grande de startups nas próximas vezes. Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

muito observadora e cautelosa, demorando para entrar em algum negócio que fuja do seu *core*. Práticas diversas, relacionadas à inovação aberta, estão sendo cogitadas agora. Essa é uma das lições aprendidas. No entanto, ainda existem incertezas que impedem a empresa de embarcar nisso: é o caso da insegurança existente sobre propriedade intelectual quando se trabalha com inovação aberta com outras empresas e instituições de ensino.

No tocante ao setor de aerogeradores, uma discrepância marcante da WEG em comparação às demais empresas fabricantes no país é, conforme já constatado, o investimento doméstico que faz em P&D, além do conhecimento e uso do arcabouço institucional existente no país para tal. De fato, o desenvolvimento incipiente desse ramo aqui, após o PNP, caracterizou-se pela já aludida concentração dos investimentos em inovação dessas empresas estrangeiras em suas matrizes. Mais recentemente, de acordo com o levantamento feito com entrevistados no setor, não houve modificações consideráveis das empresas para essa situação do P&D no Brasil. Nesse sentido, informa um entrevistado do BNDES:

As outras empresas fabricam aqui, elas fabricam as máquinas mais modernas que elas têm aqui, só que toda a engenharia, toda a inovação dela é feita, o investimento de P&D, é feito lá fora, pouca coisa é feita aqui. Uma coisa ou outra que tem, que você não tem a mesma especificação de material aqui que tem lá fora, então ela tem que fazer alguma adaptação de desenho, mas ela manda essa adaptação lá para ser aprovado na matriz também, então tem uma grande dependência da engenharia lá fora. E a WEG tem engenharia toda dentro de casa, engenharia nacional, ela adquire projetos fora, mas ela internaliza totalmente esse conhecimento novo aqui. Então para o país em si, isso é bastante relevante (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019).

Os próprios representantes da empresa têm noção de sua excepcionalidade neste sentido:

Dos seis fabricantes que existem hoje no Brasil de aerogeradores, que estão credenciados no BNDES, a única empresa que tem tecnologia nacional é a WEG. Todas as demais são multinacionais que possuem operações aqui, e a WEG é a única brasileira entre todas (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Da mesma forma, conforme estudos prévios, as mencionadas modificações pontuais que as empresas fazem para as máquinas funcionarem aqui em razão das especificidades do vento brasileiro são destacadas pelos gerentes da WEG. O quadro anteriormente constatado, da realização de P&D na matriz para até esse tipo de projeto, mantém-se:

Adaptação, digamos, as condições de aplicação (...), isso eles [fabricantes estrangeiros] têm que fazer para o projeto ser eficiente, né. Agora essa adaptação ocorre lá fora, na equipe de engenharia lá fora. Então, no projeto que fica, que é desenvolvido lá fora (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Ademais, a WEG também é uma das únicas fabricantes a utilizar recursos de programas de incentivos para o desenvolvimento local de tecnologia (FERREIRA, 2017, p. 165). Um exemplo é a relação da WEG com a Finep. A companhia mantém laços com a empresa pública desde 1978 e já participou do seu Programa de Subvenção Econômica à Inovação Nacional, no qual o ramo energético consta em todos seus editais. Em 2007, a Financiadora escolheu um projeto da empresa WEG, referente a “projeto, fabricação e ensaios de geradores eólicos permanentes”, aprovando um valor de R\$ 998.499,00. Em 2009, o Programa priorizou o ramo de equipamentos da energia eólica. Dessa forma, foi escolhido um projeto da WEG ligado ao “desenvolvimento de equipamentos eletroeletrônicos aplicados à produção de energia eólica”, tendo sido liberada uma quantia de R\$ 1.674.152,40 (Ibid., p. 116-117). Além disso, a WEG participa da Associação Nacional de Pesquisa (ANPE), onde são associadas grandes empresas brasileiras como a Petrobrás e a Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (Embraer). A empresa aproveita também outros mecanismos do governo, como o programa Inova Talentos do Instituto Evaldo Lotte, relacionado ao CNPq, onde se traz profissionais pós-graduados para participar em projetos de pesquisa da empresa com duração de um ano.¹⁶⁶

Não obstante, o caso mais relevante da aproximação da WEG com as instituições de incentivo à tecnologia para aerogeradores deve ser o da Chamada nº 17 da ANEEL, de 2013, que se focou em energia eólica. As chamadas temáticas da ANEEL são vinculadas à mencionada obrigatoriedade legal das empresas geradoras de energia de investirem parte de sua receita em P&D.¹⁶⁷ Trata-se de uma iniciativa para orientar melhor as empresas, conforme destaca representante de uma geradora de energia participante das chamadas:

¹⁶⁶ Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹⁶⁷ A tematização por chamadas não vincula as empresas geradoras ao tópico abordado propriamente, tendo a liberdade de direcionarem sua receita obrigatória de P&D conforme acharem melhor. Nesse sentido, veja-se Aroeira et al (2017).

A ANEEL criou a obrigatoriedade de investir uma certa parte da receita em projetos de P&D, mas acabou que as concessionárias de serviço público no setor elétrico estavam desenvolvendo projetos para todos os lados. Diferentes tipos, objetivos [etc.]. E a ANEEL buscou, com essas chamadas públicas, orientar um pouco mais o desenvolvimento dos projetos de P&D. Ela analisa o que é de maior interesse no âmbito nacional e tenta estimular que as concessionárias de geração, transmissão e distribuição foquem em algumas ocasiões as suas pesquisas nesses temas. Então foi o caso dessa Chamada Pública (...): é mais uma dessas chamadas que a ANEEL faz onde ela atrai investimento em um tema específico. Então a gente já foi atraído pela ANEEL em diferentes temas. Esse projeto de geração eólica é um, teve de geração solar também, teve outro de modelos; enfim, teve vários...outro de impacto de mudanças climáticas. Muitas vezes, inclusive, têm projetos desses de chamada pública que são tão grandes que são feitos por dezenas de empresas consorciadas. Não é uma empresa ou duas só que vão executar, são várias (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

Em 2013, o governo criou o Plano Inova Energia, assinado conjuntamente pelo BNDES, pela Finep e pela ANEEL, que foi uma chamada única para financiamento de projetos de empresas no desenvolvimento e no domínio tecnológico de renováveis, sejam estrangeiras ou nacionais (GOUVÊA; SILVA, 2018, p. 98-99). Tal programa não chegou a contar com um orçamento exclusivo: ele foi oriundo das finanças que tais instituições já possuíam para fomentar inovação, como empréstimos a juros generosos.¹⁶⁸ Sua relevância foi no sentido de fazer uma chamada temática e estruturada para direcionar os projetos apresentados aos órgãos que pudessem apoiá-los de forma mais eficiente.¹⁶⁹

Relacionado a esse programa, no mesmo ano, a ANEEL formulou a referida chamada pública (nº 17) para um projeto de P&D estratégico, intitulado “Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Geração Eólica” (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016). Dessa forma, a geradora de energia Empresa Y, em parceria com a WEG, se inscreveu nesse programa para que a verba destinada à P&D fosse focada no desenvolvimento de um aerogerador de tecnologia 100% nacional, algo inédito no país. Sua potência seria inicialmente 3,3 MW e, com a reconfiguração do projeto, tornou-se 4.0 MW, com previsão para inaugurar no mercado em 2020 (WEG, 2018). Esse projeto está localizado em um

¹⁶⁸ O BNDES contribuiria através de seus programas de crédito e a FINEP, pelos mecanismos do Programa Inova Brasil, da Subvenção econômica, do apoio financeiro aos projetos executados em cooperação por instituições científicas e tecnológicas e empresas, e dos instrumentos de renda variável. Já a ANEEL, por sua vez, através dos recursos obrigatórios de P&D. Nesse sentido, ver Ferreira (2017, p. 120).

¹⁶⁹ Informações obtidas a partir da entrevista com funcionário do BNDES (Rio de Janeiro, 07/08/2019).

complexo termelétrico, tendo sido inicialmente investidos R\$ 160 milhões: R\$ 72 milhões correspondentes à verba obrigatória de P&D da Empresa Y e R\$ 88 milhões oriundos da WEG (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2014). Essa iniciativa foi exclusiva das duas empresas. Ou seja, trata-se de um projeto limitado ao âmbito empresarial, não tendo havido uma participação intensiva de outras instituições como universidades, por exemplo.¹⁷⁰ Ademais, ele é uma prioridade especialmente à WEG, para se aprimorar mais ainda no ramo eólico:

Inicialmente a WEG queria entrar no segmento de geração de energia eólica. Não sei se tu tens conhecimento da história da WEG, que começou com motores elétricos e aí começou a fazer fundição dos próprios motores; comprou empresa de tinta para poder usar tinta nos seus produtos, e por aí vai. O que é interessante para eles, eles não reinventam a roda: eles vão atrás e compram e agregam e aumentam a empresa, comprando empresas que já existem, que já tem mercado, já tem expertise. E a WEG queria entrar no segmento de turbinas eólicas; ela já fabrica componentes elétricos, motores elétricos, geradores elétricos e tal, mas aerogerador ela não fabricava, e ela quis entrar nisso. (...) eu acho que ela não conseguiu ou não tentou, mas não tinha nenhum fabricante para ela comprar igual ela fez em outros segmentos¹⁷¹, então ela foi atrás de realmente desenvolver com pesquisa. E inicialmente inclusive ela foi bater na porta da Copel, do Paraná. Ficaram muitos meses, acho que quase um ano, tentando fazer esse projeto sair com a Copel, não conseguiram e acabaram vindo buscar a [Empresa Y]. Eles procuraram a Copel e a [Empresa Y] por uma questão até geográfica, eles queriam alguém que fosse próximo a Jaraguá do Sul, para eles poderem ter mais facilidade de mobilização, de contato, de logística e tal. Eles queriam implantar um aerogerador que não fosse longe de Jaraguá do Sul, para a equipe deles ter mais fácil acesso, mais logística. Era uma ideia original deles (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

Outras parcerias de pesquisa recentes, específicas para o aprimoramento de suas turbinas eólicas, foram feitas com instituições acadêmicas como a UFPR e o Instituto de Ensino e Pesquisa (INSPER):

Nós temos aqui alguma relação com o INSPER para desenvolvimento de controle de aerogeradores; desde 2018, ano passado, que a gente tem essa iniciativa com o INSPER. Tem com a Universidade Federal do Paraná um estudo de aplicação de novas tecnologias em aerogeradores também desde o ano passado¹⁷² (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul,

¹⁷⁰ Excepcionalmente, realizou-se uma consultoria com um especialista da Universidade de Stuttgart (Alemanha) para uma questão pontual, bem delimitada. Informação obtida a partir da entrevista com representante da Empresa Y (Florianópolis, 29/10/2019). Ademais, verificar Nota 172.

¹⁷¹ Deve-se considerar tal colocação para o aerogerador de 4.0 MW, mais avançando, tendo em vista que para sua máquina primeira, de 2 MW, a WEG adquiriu a tecnologia da norte-americana Northern Power Systems.

¹⁷² Essa experiência com a UFPR trata-se de um projeto aerodinâmico para pás eólicas. Todavia, até o momento do breve contato efetuado com um dos pesquisadores envolvidos (Curitiba, 05/11/2019), a execução desse projeto não havia iniciado efetivamente. Além da WEG, algumas instituições

15/08/2019).

Tais projetos vão além do momento inicial de domínio de tecnologia dos aerogeradores, sendo essa fase marcada por uma maior aquisição direta de tecnologia e verticalização da produção. Trata-se de medidas focadas em manter a WEG competitiva no mercado, ainda mais considerando seu desejo de exportar as turbinas:

Eu diria que essa etapa nós já superamos, de dominar a tecnologia. Essas iniciativas em andamento aqui, elas são no sentido de se manter...elas são voltadas às novas tecnologias, sim, mas no sentido de se manter competitivo no mercado, não necessariamente para cumprir uma meta do Banco [BNDES].

(...)

Eu diria que, para conhecer o produto, porque não era um produto que fazia parte do escopo de produtos da WEG, então a gente teve que dominar a tecnologia, até básica do produto, e gerar conhecimento, treinar as pessoas. Então esse foi o desafio voltado a tecnologia do produto lá no início, quando nós entramos no mercado. Agora a gente já superou completamente essa fase, temos o domínio da tecnologia, e essas iniciativas se dão no sentido de buscar atualização e estar sempre no estado da arte mundial; não apenas dominar o que a gente faz, mas buscar atualização contínua e estar sempre alinhado com os níveis mundiais de tecnologias (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Em suma, a WEG vem tomando diversos passos para desenvolver uma tecnologia nacional para aerogeradores, passando de uma mera empresa tomadora para uma efetiva criadora desse tipo de tecnologia:

A WEG, no início, a primeira tecnologia que ela usava...primeiro ela licenciou uma tecnologia de uma empresa Americana, que é a Northern Power Systems, e, posteriormente, a WEG acabou comprando essa empresa, isso foi em 2015, salvo engano. E, ato contínuo, ou logo, na realidade, que a WEG entrou no mercado de [turbina] eólica, ela firmou um acordo de pesquisa e desenvolvimento. Na realidade, quem foi a signatária foi a [Empresa Y] (...). Eles, dentro da Chamada Estratégica da ANEEL, de P&D, foi estabelecido, junto com a WEG, um plano para o desenvolvimento de um aerogerador com tecnologia 100% nacional. Nasceu como uma ideia de um aerogerador de 3 MW, e hoje esse aerogerador, que está sendo desenvolvido, está, por uma readequação de mercado, digamos assim...ele mudou para 4 MW. Então hoje a WEG tem desenvolvido isso. Então foram, digamos, dois momentos: o primeiro em que a WEG era basicamente uma recipiente de uma tecnologia estrangeira de uma empresa americana. Depois essa empresa americana, claro, passou a fazer parte do grupo WEG, e mantém-se um grupo de engenharia ainda nos EUA. Mas, em todos esses oito anos de história de eólica, a WEG montou um time de engenharia aqui interna que é o time que lidera esse desenvolvimento. Então o que isso quer dizer? A gente não tem somente a nacionalização da

identificadas, vinculadas ao projeto, foram a FINEP e a Empresa Y, provavelmente sendo relacionado ao aerogerador 4.0 MW.

fabricação em si, mas também uma nacionalização da tecnologia, certo? Isso a gente julga de extrema relevância, porque o aerogerador é, talvez assim, guardada um pouquinho a devida proporção, mas para mim, é a mesma coisa que indústria aeronáutica, né? É uma indústria assim que todo país gostaria de ter, de tecnologia (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Dessa forma, mesmo que a WEG tenha iniciado a produção de máquinas através da aquisição de licenças de modelos desenhados no exterior, a perspectiva de internalizar o aprendizado tecnológico adquirido das transferências estrangeiras é uma constante. A empresa continua sendo a única¹⁷³ no mercado nacional que possui um modelo de máquina projetado e desenvolvido nacionalmente, com pessoal e organizações do país, conforme demonstra o modelo mais atual que vem desenvolvendo de aerogerador, de 4.0 MW. Ou seja, são inovações desenvolvidas pelo corpo de engenharia brasileiro da empresa, a partir de parcerias estratégicas com empresas locais no país e de incentivos de programas governamentais de P&D. Nesse sentido, difere das meras “tropicalizações” efetuadas pelas fabricantes estrangeiras, que concentram todo o projeto e o desenvolvimento de máquinas no exterior, com a mera internalização da fabricação de componentes para cumprimento de normas do PNP. Assim, a WEG vem buscando se aprimorar nesse ramo de maneira qualitativa, para além do mero cumprimento das diretrizes institucionais concebidas.

4.3 Formação de recursos humanos

Outra perspectiva a ser analisada sobre os avanços tecnológicos da WEG no setor de aerogeradores é quanto aos recursos humanos que formou para consolidar sua cadeia produtiva. Esse serve como outro indício positivo de difusão de tecnologia; se não entre empresas, ao menos entre empregados/pessoal do segmento.

¹⁷³ A argentina IMPSA também tinha intenções dessa natureza em 2014. Todavia, com os problemas financeiros da empresa e seu pedido de recuperação judicial, suas atividades cessaram no país. Outra empresa que chegou a cogitar fazê-lo foi a francesa Alstom: a empresa expressou interesse em conceber um aerogerador específico para os ventos baianos, a partir de um acordo firmado com a empresa Renova Energia para o fornecimento de máquinas ao Complexo Alto Sertão II. Todavia, não foi possível averiguar se esse projeto se concretizou depois que a empresa foi adquirida pela GE. Nesse sentido, ver Podcameni (2014).

Em uma visão geral, vem ocorrendo uma forte expansão de cursos destinados à qualificação de mão de obra no segmento brasileiro de energia eólica. Boa parte de tais iniciativas é articulada pela própria associação de classe das empresas, a ABEEólica. Essas oportunidades abrangem desde a mais tradicional engenharia elétrica, além de outras engenharias (eletrônica, ambiental, mecânica), até demandas mais específicas como cursos de softwares (análise de recursos eólicos) ou de arqueologia.¹⁷⁴ Outros aprendizados foram decorrentes da própria dinâmica de mercado, em um processo entre empresas. Em certos casos, isso ocorreu devido à prioridade em atender as normas de conteúdo local do BNDES, tendo havido uma forte interação entre funcionários de empresas locais e estrangeiras:

O que eu falei do pessoal que foi lá para fora, treinar e tal, é, de certa forma, até olhando a cadeia de fornecedores como um todo. Então o fabricante vinha, trazia o seu fornecedor de um determinado equipamento aqui para o Brasil e aí o cara instalava aqui uma unidade industrial e aí contratava pessoas e mandava periodicamente grupos de pessoas lá para fora para aprender na matriz como que era o processo, como fazia. E aí o pessoal fazia aqui. Então assim, tem um componente específico, que eu acho que é um exemplo legal: carenagens, tanto da nacele quanto do cubo. A carenagem é feita de fibra de vidro, então assim, você tinha vários fabricantes aqui que sabiam, que faziam, tanto indústria naval quanto várias coisas que precisam de fibra de vidro. Aí eles pegaram essas peças especificamente de aerogerador, que são peças com bastantes especificidades, e aprenderam a fazer processos mais rápidos, mais produtivos, por conta do aerogerador, e puderam aproveitar esse conhecimento nos outros seguimentos onde eles atuavam também. Então, foi nesse sentido que eu quis dizer de você adquirir conhecimento lá fora, de processo; você acaba podendo aplicar em outras áreas aqui que não só eólica (Entrevista com funcionário do BNDES, Rio de Janeiro, 07/08/2019).

Especificamente sobre a WEG, já faz parte do seu histórico conferir suporte aos seus funcionários para que haja um aprimoramento de suas capacidades técnicas: iniciativas como programas de educação e treinamento, que vão desde o ensino fundamental até pós-graduações e treinamentos internos e externos. Essa oferta se amplia até a comunidade local a partir das vagas que a empresa disponibiliza ao jovem aprendiz e ao estagiário (WEG, 2015). Um exemplo disso é o Centro de Treinamento WEG, de formação a aprendizes em Jaraguá do Sul. Tal

¹⁷⁴ Essa era uma formação de baixa demanda no passado e que está se expandindo nos últimos anos. Em especial, no setor eólico, ela é procurada para que se façam levantamentos arqueológicos nos locais onde se pretende instalar um parque. Há casos de descobrimento de artefatos arqueológicos em tais terrenos, como ocorreu na Bahia, onde opera um museu dentro de um parque eólico. Informações obtidas em entrevista com representante da ABEEólica (São Paulo, 25/09/2019).

centro existe desde 1968, tendo sido criado para suprir a carência de profissionais da área mecânica. Outro é o programa de Qualificação Profissional para Engenheiros e Tecnólogos, que possibilita a capacitação técnica desses profissionais. Além de programas internos, a empresa disponibiliza bolsas de estudos a seus funcionários, desde o nível técnico até o de pós-graduação (Ibid.). Em termos quantitativos, essas informações podem ser expostas da seguinte forma: em 2015, a empresa investiu em média 115,78 horas no treinamento de cada funcionário. Em termos monetários, isso equivaleu a R\$ 19.858,00 na média. Discriminando-se as categorias de profissionais, quais sejam, administrativo, operacional e liderança, a primeira foi a prioridade em treinamento, seguindo as outras em ordem decrescente (Ibid., p. 44).

O investimento em funcionários para que continuem seus estudos no meio universitário é visto como um diferencial da WEG em relação à visão da maioria das empresas brasileiras, que não considera atrativa uma formação em pós-graduação. Ademais, esse é a principal relação que a empresa mantém com universidades, a partir de investimento em pessoal do que propriamente em links abertos de P&D.¹⁷⁵ Analisando esse departamento em particular, constata-se que a WEG empregava, em 2017, 2.319 funcionários dedicados a P&D. Desses, 732 eram engenheiros graduados; 295, engenheiros especialistas; e 167, mestres e doutores.¹⁷⁶ Percebe-se, dessa forma, que, do total de engenheiros empregados pela empresa (2.734¹⁷⁷), 43% (1.194) se dedica à P&D (WEG, 2017b, p. 16).

No âmbito propriamente da energia eólica, a empresa tem uma alta estimativa quanto ao número de empregos gerados devido a sua inserção nesse mercado, contabilizando em torno de 300 empregos diretos e mais 1.500 indiretos, no auge da sua produção. Conforme já concluído em outro estudo retro citado (NARDO, 2018), foi crucial para determinar a entrada da WEG nesse meio o conhecimento aprofundado entre seus funcionários sobre o funcionamento de geradores elétricos. Teve papel relevante também o conhecimento de seu pessoal em outros setores, como o de fabricação de bobinas, de isolamento e montagem (Ibid.). Assim, os

¹⁷⁵ Informação obtida em campo na visita à unidade industrial da WEG (Jaraguá do Sul, 22/10/2019).

¹⁷⁶ Tais números consideram tanto empregados em tempo integral ou parcial.

¹⁷⁷ 1.520 no Brasil e 1.214 no exterior. Nesse sentido, ver WEG (2017b).

representantes da WEG avaliam que não houve uma formação específica para alcançar tal resultado:

Teve essa busca de conhecimento específico do setor eólico, né, principalmente voltada à engenharia. Mas, assim, não foi gerado nenhum curso, nenhuma parceria aqui com algum instituto local, isso não foi feito. Eu acho que o que teve de formação de recurso humano talvez foi buscado fora, no que já existe no mercado. Não foi feito nada específico para a WEG no caso (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Todavia, nem todas as tentativas nesse sentido foram bem-sucedidas. Um exemplo foi o caso da já referida interação da WEG com a Empresa Y, em que essa concluiu que seu aproveitamento no quesito de formação de recursos humanos foi muito superficial nessa experiência:

Eu tentei sim [realizar formação de mão de obra], então, quanto a alguns assuntos específicos. Por exemplo, vibração. Daí eu pegava nossos especialistas em vibração, que atuam na parte hidrelétrica e termelétrica, eu chamava eles: "ó, vamos lá, vamos discutir vibração em aerogeradores". Outras coisas também, que a gente ia ter reunião na WEG, visita técnica e tal, pegava o nosso pessoal de O&M dos parques lá no Nordeste, chamava, "ó, venham aqui"; aí teve engenheiro que veio, acompanhou. Então teve sim [formação de mão de obra], muito pouco, mas teve. Muito menos do que eu gostaria.

(...) por exemplo, a análise de vibração. A gente trouxe uma empresa, (...), que é especialista em sistemas de monitoramento de vibração para...por exemplo, a gente comprou um equipamento deles, aí você compra o equipamento e vem um curso junto. Daí o curso foi dado na WEG para engenheiros técnicos da WEG. Mas a gente também abriu vaga para engenheiro da [Empresa Y], então foram dois engenheiros da [Empresa Y] acompanhar também. Teve outra parte que a gente fez, de dar uma visão geral dos sistemas, trouxe o professor lá de Stuttgart, trouxe alguns especialistas para discutir o projeto. Então, teve um engenheiro nosso de O&M, que fica lotado lá no Ceará, no Nordeste, que veio e acompanhou tudo. Então, temos eu e um total de três engenheiros que estão acompanhando o projeto [com a WEG]; tecnicamente, alguns assuntos específicos (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

O representante de outra geradora de energia atesta a baixa tendência que se tem em formar mão de obra nesse setor, em parte pela própria estrutura diminuta de sua empresa. No entanto, também é relativamente desnecessário, tendo em vista a concentração de operação tecnológica que fica na mão do prestador de O&M; nesse caso, a WEG. Dessa forma, o aprendizado de funcionários da empresa se limita a obtenção de maior conhecimento sobre questões de inovação e administração no ramo, sem necessariamente passarem por uma formação técnica para tal:

Não houve uma formação específica inicialmente. O que foi, na verdade, no caminhar do desenvolvimento, que foi se vendo as necessidades de formação e foi se treinando pessoal. Basicamente, o grupo que faz gerenciamento técnico e financeiro do empreendimento é muito restrito no nosso caso: na engenharia, sou eu, um diretor técnico e mais dois engenheiros. Dois outros, que ficam no campo o tempo todo, seriam os supervisores. Ou seja: na engenharia, basicamente nós temos cinco, seis pessoas, só. E na parte administrativa também muito pouco, se terceirizou a parte de contabilidade. E deve ter mais umas quatro pessoas só que fazem a parte administrativa, financeira. Então é um grupo muito restrito, pequeno, que faz esse gerenciamento hoje. Na medida do possível, a gente vai tentando desenvolver e buscando treinamentos para manter isso. Mas é com uma grande dificuldade que se faz isso porque, queira ou não queira, nós estamos gerenciando praticamente 500, quase 500 MW de potência instalada. Se você for comparar isso com o CPFL [Energia], só o grupo da CPFL Engenharia, só engenharia, tem 68 funcionários. Então, mostrar o quanto é enxuta a nossa estrutura aqui. Mas tem funcionado, apesar do trabalho, tem funcionado bem. Pessoal de bastante capacidade e vontade, que é o que move bastante esse setor (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

Na outra ponta da cadeia de valor, a empresa desenvolvedora de projetos eólicos teve de investir em certa formação para que seus empregados pudessem adquirir o conhecimento sobre as máquinas mais adequadas para determinada situação:

Do ponto de vista da geração, isso é feito com simulação com softwares específicos, e aí tem treinamento de operação, de simulação, existem treinamentos formais para isso. Em particular, em nossa empresa, nós temos um diretor técnico que era certificador de projetos, então ele foi treinado para isso, ele inclusive trabalhou em uma empresa na Alemanha, se não me engano. Então, tem muito conhecimento. Nosso time interno faz o treinamento dessas pessoas, porque ele tem o conhecimento e ele as ensina a fazer isso. Da mesma forma, por exemplo, se a gente faz uma simulação e a gente acha um resultado diferente do que o time da WEG acha, o nosso time senta e conversa com o time da WEG para trocar informações sobre como eles rodaram a simulação e como nós rodamos a simulação. E aí nessa troca, tem troca de conhecimento, e a formação também acontece nesses momentos. Então, a gente tem certificadores independentes que trabalham conosco, sempre tem discussão dos resultados, sempre gera um conhecimento para dentro de casa e formação dos profissionais. Então, é um processo que é muito interativo e iterativo (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

Ademais, conta-se com canais alternativos para que haja um aprimoramento constante de recursos humanos:

Tem cursos, palestras, assinatura de mídia específica, consultoria, associação tem muita troca de conhecimento. Então é um conjunto de tudo isso. Toma-se um tempo para poder formar a base de conhecimento, para poder tomar as decisões e ter conhecimento do setor, mas é um conjunto, e cada negócio que a gente avança, cada conversa que a gente avança com o investidor, com o cliente, a gente aprende um pouco mais a partir do ponto de vista específico. Então quando o investidor traz a sua percepção, o

que ele olha, o que é importante, a gente sempre aprende com isso. Porque [por exemplo] tu tens percepções de risco diferentes das que eu tenho. Então, quando a gente faz essa troca, a gente sempre tem algum aprendizado. Então, tudo isso ajuda a formar o profissional do setor. E tem hoje...a PUCRS tem o curso de especialização de [energias] renováveis; (...) a engenheira que tu conheceste, ela está terminando esse curso de especialização. Então, tem formas de treinamento específico, a própria formação técnica ajuda (faculdade, mestrado etc); são tudo formas de adquirir conhecimento, mas, assim, tem que se adquirir conhecimento por diferentes caminhos (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

Dessa forma, as empresas locais do setor, de forma geral, vêm priorizando o aprimoramento de recursos humanos, com as entidades de classes representativas se articulando para que a disponibilidade de cursos universitários nesse sentido se expanda. Quanto à WEG especificamente, não se observa um grande enfoque nesse particular. Parte disso pode ser explicado tanto pelo fato de a empresa já ter uma intensiva política de formação de mão de obra em termos gerais, tornando-se redundante um foco específico para os aerogeradores. Outro fator, correlacionado a esse, é a empresa não ter sofrido de grandes deficiências de recursos humanos, quando de sua entrada nesse ramo, devido à expertise acumulada de sua atuação em outros setores (FERREIRA, 2017), conforme já exposto na seção anterior.

4.4 Resultados obtidos pelas demais empresas nas redes de interação

Via de regra, as transferências tecnológicas no setor de aerogeradores são dependentes da atuação dos fabricantes. Isso ocorre porque a dinâmica do mercado é tal que os montadores da nacelle escolhem quais componentes serão terceirizados e quais serão seus fornecedores de pás e torres, de acordo com a estratégia de cada um (LAGE; PROCESSI, 2013). Geralmente, conforme já exposto no segundo capítulo, acaba-se optando por terceirizar a fabricação dos demais componentes da máquina: o pacote de sustentação (torre), de menor complexidade técnica, e o pacote aerodinâmico, em particular as pás, de elevada complexidade, com requisitos técnicos semelhantes aos da aeronáutica (ARAÚJO; WILLCOX, 2018). No entanto, não existe um padrão nesse segmento quanto à internalização ou terceirização desses componentes. Por exemplo, há casos de verticalização somente do projeto ou de fabricação interna de pás. Também há os de delegação integral da produção de tais peças a fornecedores especializados, que adaptam seus projetos aos

aerogeradores dos fabricantes. Portanto, há uma importante dinâmica de cooperação entre os fabricantes e os produtores especializados de pás, torres e subcomponentes. Exemplos dessa variedade organizacional na indústria brasileira são: Acciona-Nordex (projeto interno e fabricação por terceiros); Wobben (verticalização); GE (híbrido); e LM-Wind (fornecedora especializada) (Ibid.)

A gestão dessa cadeia de fornecimento torna-se um aspecto crítico da atividade das empresas nessa indústria e é a maior responsável pela transferência de tecnologias entre empresas (Ibid.). Até certo ponto, cogita-se que o PNP do BNDES tenha incentivado o aumento do conhecimento local, mesmo que limitado, especialmente pelas transferências realizadas entre montadoras estrangeiras e fornecedores locais por meio de treinamento e alguns projetos conjuntos de P&D (FERREIRA, 2017). No tocante à WEG, em razão do sigilo existente nas questões envolvendo montadoras e fornecedores de peças, não foi possível obter dados primários nesse sentido, uma das limitações encontradas na pesquisa. Assim, a exposição a seguir irá se focar em dados extraídos sobre a transferência de tecnologias no setor de modo geral e sobre as relações particulares da WEG com empresas fornecedoras de serviços (geradoras de energia e desenvolvedora de projetos), não manufaturas.

Em uma visão panorâmica desse segmento no Brasil, deve-se reconhecer, em determinados serviços e bens dessa cadeia de valor, um aprimoramento das empresas locais a partir de maior transferência de conhecimentos, como é o caso de algumas terceirizadas do serviço de O&M:

O que a gente tem percebido é que os primeiros parques eólicos, quando eles vieram ser instalados, a parte de O&M, todo seu conhecimento, era detido por um grupo de empresas que estavam chegando no Brasil. E ao longo do tempo, as empresas brasileiras, donas de parques eólicos, empresas terceirizadas de O&M, foram se especializando, criando conhecimento. Então principalmente em O&M tem ocorrido nos últimos anos uma boa transferência de conhecimento e que as empresas estão cada vez entendendo melhor, conhecendo melhor, aumentando o leque de atividade para O&M.

(...) eu acho que o melhor exemplo é a inspeção, manutenção e reparo de pás eólicas. Hoje já existem empresas brasileiras que não são fabricantes de pás e que já fazem inspeção em pá (Entrevista com representante da ABEEólica, São Paulo, 25/09/2019).

Não obstante, tais práticas ainda são limitadas no contexto nacional, sendo pouco usual o serviço de O&M ser delegado à outra empresa que não seja o fabricante da máquina em questão. No caso da WEG, conforme já relatado, a

empresa realiza a O&M de todas suas turbinas em funcionamento. Esse monitoramento constante possibilita que haja evoluções técnicas por parte da empresa: por exemplo, em 2017, seus transformadores para geração eólica tiveram ganhos nesse sentido em razão do monitoramento de tais equipamentos, instalados em condições de aplicação similares, mas em parques localizados em regiões bastante diversas.¹⁷⁸ Isso possibilitou projetos finais altamente customizados, com máxima capacidade na transferência de potência (WEG relatório anual, 2017, p. 19). No entanto, o mesmo fenômeno de transferência de conhecimento não é tão facilmente observado entre outras empresas do setor. Justamente, os próprios representantes da WEG frisam que uma das vantagens de mercado que a empresa vê no seu investimento em P&D e na nacionalização da tecnologia para aerogeradores é uma maior confiança em suas relações de negócio, pois seus clientes ficam mais seguros sobre a manutenção que se terá dessa máquina ao longo de sua vida útil, de cerca de vinte anos:

O aerogerador (...) é um equipamento que é feito para durar vinte anos. Quer dizer: se tu fizeres um investimento de alguém que importa tecnologia, de alguém que traz a coisa de fora, tu corres o risco de não ter essa tecnologia daqui a cinco anos, dez anos etc. E a WEG, por essa questão de ser uma empresa brasileira e também de querer ter isso daí, que é um conhecimento crucial, acabou trazendo isso para o Brasil (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Isso demonstra não ser uma das prioridades da empresa a terceirização de seu serviço de O&M. A dinâmica das relações mantidas diretamente com as empresas de geração transmissão e distribuição de energia também não facilita tal fenômeno, uma vez que, para empresas desse segmento, geralmente não é interessante investir em inovação. Pelo contrário: elas adquirem um pacote “fechado” das fabricantes. Ou seja, suas máquinas são comercializadas como sistemas fechados, cujos componentes não se trocam nem por outros mais eficientes.¹⁷⁹ Dessa forma, a empresa montadora é que acaba fazendo toda a execução desse sistema. No caso da geradora de energia Empresa Y, participante do programa da ANEEL com a WEG para a concepção de um aerogerador de 4.0

¹⁷⁸ Mais especificamente, tratam-se todas de regiões com um intenso fluxo eólico, mas com alternâncias de regimes e características locais nos ventos que as tornam distintas.

¹⁷⁹ Informações obtidas em campo na visitação de um parque eólico (Santana do Livramento, 22/08/2019).

MW, isso se explica mais pela necessidade de cumprir a obrigatoriedade legal existente (investimento em P&D) do que uma lógica decorrente do mercado. Neste sentido:

[As empresas de geração de energia, de transmissão e distribuição] operam um parque tecnológico, mas não quer dizer que desenvolvam a tecnologia desse parque. Então existe a atividade de inovação, mas é muito pequena. As empresas do setor elétrico de forma geral, as concessionárias que atuam em geração, transmissão e distribuição, não são empresas referência em inovação nem em desenvolvimento de tecnologia. Elas operam um parque tecnológico, cuja tecnologia é desenvolvida por fabricantes de equipamentos e produtos. Primordialmente, é isso. Existe sim um programa de inovação na [Empresa Y], existe programa de pesquisa e desenvolvimento, mas é bem restrito, é muito pequeno, não é o foco da empresa. Inclusive, a pesquisa e desenvolvimento surgiu porque é uma obrigação legal, as empresas concessionárias são obrigadas a investir uma parte de sua receita operacional líquida em P&D.

(...) [isso] não é algo inerente a [Empresa Y]. Se você for a outras empresas de geração, empresa de transmissão e distribuição, elas têm um perfil muito semelhante ao da [Empresa Y]. Não são empresas focadas em desenvolvimento, elas são concessionárias de serviço público, elas prestam serviço de geração. Em termos empresariais, o foco não é desenvolver tecnologia, é operar um parque tecnológico. De novo, assim, é o caso da aviação: uma Gol, LATAM e Azul. O objetivo delas, qual que é? É transporte de passageiro. Consegue-se comprar essa tecnologia, operar essa tecnologia, oferecer o serviço, ela vai comprar a tecnologia, ela não vai desenvolver, não é o foco dela. Então não só [Empresa Y], mas todas as empresas concessionárias de serviço, o foco dela é o cliente delas, e não o desenvolvimento de tecnologia nova para atender esse cliente necessariamente. O nosso cliente compra energia, ele não está preocupado se a energia dele vem da tecnologia "a", "b" ou "c". Às vezes, até está interessado: tem muita questão de consciência ambiental, renováveis e tal, mas dentro do pacote de renováveis, também não está muito preocupado se é uma turbina "a", "b" ou "c", do tipo específico, com desempenho isso ou aquilo. O cara compra energia e pronto. Não existe...seguinte, talvez a palavra com que a gente possa resumir essa história toda é "*commodity*": energia elétrica é um *commodity*. Para quem consome, não interessa como é que ela foi gerada, como é que ela foi transmitida, como é que ela foi distribuída. Chega igual o produto para o consumidor no final das contas (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

FIGURA 14 – AEROGERADOR WEG EM OPERAÇÃO EM PARQUE EÓLICO



Fonte: elaboração própria (visitação a parque eólico, Santana do Livramento, 22/08/2019).

Outro fator que influencia essa situação é uma característica própria da energia eólica: sua baixa complexidade de geração em comparação a outras fontes. Isso dispensa um aprofundado envolvimento em questões de tecnologia e inovação para as empresas geradoras:

Isso que eu vou te falar não é só da [Empresa Y] especificamente, mas do mercado de energia eólica de forma geral: ele é muito diferente do mercado de energia térmica e hidrelétrica, que é o que predomina no Brasil. Eu gosto muito de colocar em números: a [Empresa Y] tem mais de uma centena de profissionais que atuam na área de manutenção de usinas termelétricas, somando-se aí engenheiros e técnicos. Tem algumas dezenas, sessenta, setenta pessoas que atuam na área de manutenção de usinas hidrelétricas. Na área de manutenção de energia eólica, aerogeradores, não temos nenhuma pessoa, zero. Na verdade, existem dois engenheiros que são de operação e manutenção, mas eles são muito mais gestores de contrato do

que propriamente especialistas em manutenção de aerogeradores. Por que isso? Isso não é uma coisa específica da [Empresa Y], nem do Brasil, isso é uma coisa meio que mundial. Uma usina termelétrica é extremamente complexa em termos eletromecânicos: ela tem muitos equipamentos, muitos sistemas de controle, muita coisa em termos de engenharia. Uma usina hidrelétrica até tem uma complexidade do ponto de vista civil-geológico, mas em termos eletromecânicos, ela é muito mais simples do que uma termelétrica. Você vai para uma eólica, ela parece quase uma piada em termos eletromecânicos comparado com térmica ou hidro. Ela é MUITO mais simples, absurdamente mais simples.

(...) Então ela sendo muito simples, na verdade, ela acabou atraindo muitos investidores que não eram especialistas no assunto. (...) Em geral, quem investe em energia eólica, não compra só um produto; na verdade, compra o projeto, a fabricação, o transporte, a instalação, o comissionamento, e a operação e manutenção desse produto durante a vida útil dele. Então muitos contratos iniciais de fornecimento de aerogeradores incluíam a operação e manutenção por vinte anos, que é a vida útil dos aerogeradores. Aí quem já era da área de geração, começou a rever: "não, eu não quero contratar por vinte anos"; às vezes, contratava por dez, por cinco, tem casos até que contratam só por dois anos. Por quê? "ah, eu vou contratar por um período menor e depois analiso se eu vou usar a minha equipe ou desenvolver uma equipe própria de operação e manutenção disso aí. Talvez seja mais barato eu ter a minha equipe de manutenção para operar e manter isso aí". Mas, eu te adianto que a grande maioria das empresas, inclusive a própria [Empresa Y], ainda não fez isso; ainda não tem equipe própria de manutenção dos seus aerogeradores. Então essa atuação no mercado é semelhante a, como eu falei, alguém que compra um carro. Você compra sem entender e vai usar sem entender e lá na frente vai vender sem entender... não precisa entender.

(...)

Então a [Empresa Y] não compra componente, não se mete diretamente na cadeia (...). A [Empresa Y], a grande maioria das empresas que são concessionárias do serviço de geração, é dona de parques eólicos, ela não entra na cadeia produtiva diretamente. Elas costumam contratar o serviço, seja do fabricante ou de uma empresa especializada em manutenção de aerogeradores. A WEG inclusive fornece esse serviço para a gente (...). O aerogerador lá de 2.1 [MW] não tem nenhum engenheiro da [Empresa Y] fazendo O&M dele, é o pessoal da WEG que a gente contratou para o serviço. Então vieram os engenheiros, os técnicos da WEG, eles que fazem operação e vão lá e fazem periodicamente manutenção também (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

Sem embargo, estratégias particulares de cada empresa também ditam se a administração de seus parques eólicos será mais descentralizada ou não:

A simplicidade [da energia eólica] é um aspecto, facilita você terceirizar isso. Se fosse algo muito complexo ou muito caro..., mas também é pela questão do foco: se a empresa começa a focar muito em manter os parques dela, ela perde o foco às vezes de expandir, de ir para outros parques. Então é uma questão muito de foco. Quando você está em uma fase de expansão, aumentar, que é o caso do Brasil: o Brasil tem crescimento populacional; além disso, nossa população, o consumo *per capita* está aumentando. Então o mercado de energia está crescendo. Por mais que tenha crise, a demanda por energia elétrica tende a aumentar. Então, as empresas de geração estão muito mais focadas em atender essa expansão do que simplesmente manter o parque que elas já têm. Se a gente estive na Europa, por exemplo, a [Empresa Y] na Europa faz manutenção de parques

próprios; mas por quê? Porque você tem uma expansão muito menor, consumo de energia elétrica, população muito mais estável ao longo do tempo. Eles não tinham esse desafio de grandes expansões, começaram a ir atrás de melhorar o desempenho, a manutenção e primarizar, fazer a própria manutenção. Então depende muito do momento da situação, tá? Eu não vou dizer que a [Empresa Y] ou outras geradoras nunca farão isso, mas, no momento atual, a gente vê que não é o foco das empresas de geração (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

Dessa forma, decorre que a maior parte dos procedimentos de instalação e execução das máquinas fica sob a seara do fabricante, seja WEG ou outro, havendo baixa participação de terceiros na administração de parques eólicos:

A gente tem alguns engenheiros que trabalharam em operação e manutenção de parques na [Empresa Y]. Eles acabam muito mais gerenciando o contrato de manutenção, mas, marginalmente, eles participam, vão lá, acompanham um serviço ou outro, sobem às vezes no aerogerador, na nacelle, veem. Mas é muito pouco. Ainda é muito pouco. A gente estava até cogitando se valeria a pena ter um especialista em aerogerador igual a gente tem um especialista em hidrogerador, termogerador. Tem especialistas na área de hidrelétrica e termelétrica, então a gente discute se valeria a pena ter pelo menos um especialista...a discussão até assim: de repente pegar alguém do mercado, alguém que trabalhou muito tempo com o fabricante e que venha para cá. Seria uma coisa que estava sendo cogitada, mas ainda não foi feito (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

Quanto a exemplos concretos de transferência de tecnologias/conhecimentos, destaca-se a experiência com o protótipo de testes WEG de 2.1 MW, focado em pesquisa e monitoramento para o desenvolvimento do aerogerador de 4.0 MW. Houve alguma obtenção de know-how a partir desse projeto, mesmo que limitada:

A gente não tinha esse conhecimento aprofundado de ter uma máquina, poder mexer nela. A gente até já tinha aerogeradores operando, mas, tipo assim, o carro já estava andando, não tinha condições de parar, desmontar, mexer aqui, mudar coisa ali, entendeu? Os nossos aerogeradores, que já estavam em operação naquela época, o foco deles era gerar energia. Não tinha como "ah não, agora eu vou comprometer minha geração de energia porque eu quero testar um sistema, eu quero parar aqui, quero medir um desgaste ali". Não era para isso. Então esse aerogerador [da WEG] de 2.1 [MW] foi realmente uma bancada de estudos, de testes e alguns desenvolvimentos. Um exemplo bem simples: a gente queria testar qual o sistema de monitoramento de operação que a gente iria usar no nosso aerogerador desenvolvido, de 3.3, depois 4.0 [MW]. A gente foi lá e implantou na máquina de 2.1, mas a gente a parou, a instrumentou toda, botou para operar, viu o que acontece em uma condição, viu o que acontece na outra. Para, mede, muda o sensor...uma coisa que você não vai fazer em uma usina cujo foco é geração de energia. Você testando sensores de vibração...a máquina já vem pronta com sensores de vibração dela (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

Além desse projeto, a empresa teve outro P&D para a energia eólica: o desenvolvimento de modelos de previsão de geração eólica. Esse se tratou especificamente de uma ferramenta para prever o comportamento de aerogeradores, a direção do vento e a geração de energia em parques eólicos. Tais projetos de P&D sempre contam com uma entidade executora externa, seja uma empresa, uma universidade ou um instituto de pesquisa. Isso porque a empresa não tem uma equipe de pesquisa própria, sendo os pesquisadores sempre externos.

Em suma, o gerente entrevistado considera sua empresa uma utilizadora de tecnologias alheias, não produzindo dentro de casa nenhuma inovação relevante para suas operações de geração de energia – seus parques contam com aerogeradores das mais diversas companhias, como Vestas e Siemens. A tendência é que o atual projeto com a WEG seja o último de P&D da empresa focado em eólica, migrando sua atenção para outros assuntos. Parte disso é devido aos resultados abaixo do almejado obtidos na parceria de inovação com a WEG:

(...) [O ganho de know-how foi] muito pouco, infelizmente muito pouco. Foi basicamente feito pela WEG. A gente ficou muito mais lendo relatórios e ouvindo coisas em reunião do que realmente acompanhando tecnicamente em campo o que acontecia (Entrevista com representante da Empresa Y, Florianópolis, 29/10/2019).

Outro dos gestores entrevistados é também de uma empresa geradora de energia (Empresa X) com aerogeradores WEG em operação para comercialização de energia elétrica. No caso específico da aquisição de turbinas WEG, ele constata que houve certa transferência de conhecimento por parte da Empresa X em razão da montagem do equipamento. Sua empresa acabou adquirindo de última hora aerogeradores da WEG em razão de problemas financeiros que a fornecedora original, IMPSA, passou. Essa já tinha disponibilizado ao parque as fundações e torres de suas máquinas, mas não procedeu ao fornecimento do aerogerador (nacele) em si, o que levou à rescisão desse contrato. A WEG, por sua vez, possuía aerogeradores sobrando em sua fábrica, oriundos de uma contratação que não havia se concretizado por problemas de aporte financeiro. Dessa forma, as empresas acabaram firmando um contrato para que a WEG ajustasse seus aerogeradores às torres da IMPSA. Devido a isso, ambas as empresas tiveram de realizar um novo estudo de vibração de torre e de diminuição do seu tamanho, além

de um reforço à fundação original, em razão das diferentes características das máquinas:

No próprio exemplo que eu dei da WEG, nós tivemos que adequar um tipo, um aerogerador, um modelo de aerogerador, a uma condição de infraestrutura distinta daquela em que o gerador foi projetado. Isso gera bastante condições de estudos e transferências tecnológicas. Nós tivemos com a WEG, inclusive um convênio, um triplice convênio, acho que com o SENAI. Tivemos um contrato triplice entre nós, WEG e uma entidade que eu não me recordo agora o nome. Para quê? Para avaliação de desempenho dos aerogeradores. Então foi instalada uma série de equipamentos, de medição, para acompanhamento. Ficou-se fazendo um longo período de acompanhamento de máquinas desse parque (...), com o intuito de basicamente se buscar dados para a melhoria de performance e de transferência tecnológica, para desenvolvimento tecnológico. Então, vira e mexe, tem [transferência de tecnologia]. Por exemplo, nos casos com Gamesa, é um pouco mais fechado, porque é uma empresa espanhola, mas mesmo assim se aproveita bastante de experiências que se tem em campo, de formas de desenvolvimento para acelerar processo (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

FIGURA 15 – AEROGERADORES WEG EM OPERAÇÃO EM PARQUE EÓLICO



Fonte: elaboração própria (visitação a parque eólico, Santana do Livramento, 22/08/2019).

Note-se, no entanto, que se tratou de uma situação excepcional que destoa da dinâmica de “pacote fechado” dos aerogeradores. Mesmo que o entrevistado ressalte que haja certa transferência de tecnologia no setor de modo geral, ele

passa uma impressão similar ao do entrevistado anterior sobre obstáculos existentes, passados e presentes, especialmente no que se refere ao serviço de O&M:

Em termos de evolução tecnológica, a gente fica sempre na dependência, logicamente, [dos fabricantes]. A gente está sempre buscando entender como é que está o mercado, como é que o mercado funciona, como é que o mercado de O&M está progredindo. Então, teve várias alterações em determinados anos. De uns anos para trás, pensava-se em que um terceiro pudesse atuar no lugar dos fabricantes. Este ano, nos simpósios que a gente participou lá na *Brazil Windpower*¹⁸⁰, no mês passado, essa ideia já mudou um pouquinho, sabe? Continua-se muito ainda no Brasil na dependência dos fabricantes para executar a O&M das Máquinas. De maneira geral, nós estamos nivelados praticamente com grande parte dos outros países. Os próprios Estados Unidos também utilizam pouco de terceiros para fazer operação e manutenção porque principalmente eles [fabricantes] detêm todo conhecimento que caracteriza a máquina e, evidentemente, que dificilmente eles vão “soltar o osso” para terceiros atuarem nisso (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

Não obstante, ele ressalta razões diversas do que meramente o desinteresse das consumidoras (empresas geradoras) para a fraca transferência de tecnologia, ao contrário do entrevistado da Empresa Y. O entrevistado relata interesses particulares das próprias fabricantes, no sentido de manter uma posição fortalecida no mercado através de mecanismos monopolizadores:

Se você for pegar exemplos maiores, como é o caso, por exemplo, lá de São Paulo né...aquela que foi comprada pela State Grid...esqueci o nome¹⁸¹, não importa, vamos lá: eles, por exemplo, têm uma equipe grande de engenharia e tal, que tentou fazer toda parte de operação. Eles têm o centro de operações e têm o centro de manutenção, mas com o objetivo de abrir mão da necessidade de contratar o próprio fabricante para fazer essa operação e manutenção. Só que até hoje eles não fizeram isso. Por quê? Por esse motivo que eu te falei...o que acontece? É difícil “largarem o osso” (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

Além disso, tal terceirização nem sempre é vantajosa em razão dos componentes necessários para a manutenção da máquina. Nesse sentido, surge de novo a questão do aerogerador como um “sistema fechado”:

Segundo, você conseguir componentes no mercado para seus equipamentos também não é fácil. Você fica na dependência geralmente do

¹⁸⁰ Principal evento na América Latina sobre o setor de energia eólica.

¹⁸¹ Provavelmente o entrevistado se refere à empresa Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Energia), cuja sede é em Campinas (SP). Tal empresa foi adquirida em meados de 2017 pela estatal chinesa State Grid Corporation of China, a maior empresa do setor elétrico no mundo. Nesse sentido, ver Chinesa... (2017).

fabricante, de grande parte deles. Então, eu acho que vai ter uma mudança nisso, mas não tão cedo no Brasil, não tão cedo. Da mesma forma que aconteceu com a energia hidráulica, também no começo da implantação da energia hidráulica (eu já sou velho de carreira nisso, acompanhei bastante energia hidráulica), você percebe que a manutenção também no início era feita pelos fabricantes, mas depois de muito tempo é que passou a ser de terceiros. Hoje existe uma gama de empresas já no Brasil interessadas e no mundo todo também interessadas em fazer operação e manutenção. Algumas delas tem condições de fazer, mas barra sempre na dificuldade de você conseguir que os fabricantes se disponibilizem a fornecer peças e equipamentos porque esse é o grande problema: a questão técnica eles têm, a questão de conhecimento da máquina e tal, eles desenvolvem, fazem até engenharia reversa, mas a coisa barra mais no fornecimento de equipamentos principais. Os secundários até que você consegue no mercado. O caminho vai ser esse, acredito que vai ser o mesmo caminho que vai se trilhar da hidráulica. Hoje é muito cedo porque nós temos um parque eólico bastante jovem, mas existem movimentos já para se terceirizar essa parte de operação e manutenção, que não seja com os fabricantes (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

Assim, ambos os motivos asseverados, tanto os interesses de fabricantes quanto a escassa disponibilidade de componentes, estão atrelados ao fato desse mercado no Brasil ser jovem e sofrer de certas deficiências tecnológicas e institucionais:

Muitas empresas disseram que, na tentativa de buscar terceiros para tentar minimizar os custos operacionais, começaram a se deparar com problemas e por conta, entendem que não tem como abandonar a condição do operação e manutenção ainda com o fornecedor. E a gente percebe que realmente não é fácil você pegar e fazer uma alteração desse tipo, principalmente, justamente, porque nosso parque eólico ainda é novo, então não tem ainda grandes condições de fazer alterações contratuais. Ainda mais porque os próprios fornecedores vão dificultar bastante essa condição, lógico. Você vai estar tirando uma fatia de mercado deles, que é fazer O&M das suas próprias máquinas.

(...)

Se você for atuar em cima de um equipamento de uma empresa que está na ativa...vamos pegar qualquer exemplo aí: uma Wobben ou qualquer uma delas. Evidente que para qualquer terceiro atuar em cima disso daí, ele tem que ter uma autorização do fabricante. Independentemente de ser o dono do equipamento, ele tem que ter. Primeiro porque ele tem que ter não só essa autorização, mas também acesso a projetos. Isso aí geralmente é negociado, é negociável, eles negociam com terceiros. No Brasil, não está acontecendo isso ainda, mas vai acabar acontecendo, no futuro vai acabar acontecendo de você ter os terceirizados fazendo O&M, como acontece em outros parques do mundo. Principalmente parques antigos. Os próprios fornecedores mesmo já não têm mais interesse em fazer O&M das máquinas antigas deles sabe? É igual a concessionária de carro aqui com aquele mecânico de bairro que a gente tem ali. Chega um determinado momento, o concessionário já não tem mais interesse em fazer manutenção dos modelos antigos dos carros dele, acaba sobrando para os mecânicos de bairro. É o que vai acabar acontecendo, mas hoje, como eu te disse, como é um mercado que ainda está jovem, eles [os fabricantes] têm interesse em continuar mantendo aí [os serviços de O&M]. E esses contratos geralmente de O&M, principalmente de *full scope*, são de longo

prazo: de 20 ou 25 anos. Mas a condição de se entrar e de se mexer nessas máquinas passa obrigatoriamente por direitos autorais, lógico (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

A despeito de tais empecilhos no mercado brasileiro, o entrevistado constata grandes avanços tecnológicos que têm sido possíveis na cadeia de valor da energia eólica como um todo, para além do serviço de O&M:

Poucos anos atrás, nem se pensava em se fazer inspeção com drone, por exemplo. Então, nós fomos os primeiros a fazer inspeções de pá com drones. Hoje já se faz essa troca de experiências de empresas, já se faz inspeção de pá com o aerogerador funcionando, não precisa nem parar o aerogerador para fazer inspeção. Então, tudo isso é um crescente desse mercado onde vai havendo desenvolvimentos. Hoje um dos grandes desenvolvimentos, por exemplo, que tem pauta, que para mim é muito importante: o uso de guindastes. Uma das grandes dificuldades em operação e manutenção, para você ter ideia, chama-se guindaste, porque você precisa de grandes guindastes de grandes capacidades e com grandes alturas. Então hoje qualquer problema que você tenha com pá, por exemplo, ou com qualquer componente pesado, você perde muito tempo de geração por conta dos guindastes. Você precisa do guindaste, não é uma coisa que você tem assim a granel, de você ter rapidamente, às vezes demoram dias para você conseguir ter a condição de locar um guindaste e se deslocar, de se montar no pé da torre e tal. Isso tudo é prejuízo porque você está com a máquina parada. Então, as coisas já estão evoluindo para uma série de condições onde o pessoal monta plataformas; auto-montáveis, na verdade. As plataformas vão se auto-montando e você consegue hoje, para alguns componentes, não necessitar mais de guindaste. Outra coisa que melhorou muito, por exemplo: inicialmente, quando você tinha problema numa pá do aerogerador, perdia uma pá para o raio, por exemplo, você era obrigado a trocar o conjunto inteiro. Tinha um set de três pás que teria que ser trocado porque ele todo já vinha previamente balanceado de fábrica, na montagem, então quando você trocava um, você tinha que trocar os três por causa de balanceamento. Hoje já nem se fala mais nisso, já houve uma evolução bastante grande: aí você troca só a pá que foi afetada, isso se não tiver possibilidade de você reparar ela mesma em altura. É o que mais se faz. Mas se o estrago for tamanho que não existe a possibilidade de reparar tudo e tem que fazer a troca, hoje você troca uma única pá sem problema, você faz o balanceamento dela com base no projeto das outras e pronto. Então, são evoluções que foram ocorrendo, que estão ocorrendo, justamente por essa troca de tecnologia. Então tem bastante no setor. E vai ter mais ainda, porque hoje já não se fala mais em máquina de 2 MW; se fala em máquinas acima de 3.5 MW para onshore. Ninguém mais fabrica máquina de 2 MW hoje, acredito. Está todo mundo já fabricando máquinas de 3.5, 4, 5, até 6 MW para onshore, coisa que só se pensava antigamente em offshore. Então a evolução é grande, a evolução tem sido grande. Você vê a cada ano novas tecnologias sendo utilizadas para detecção, principalmente de tecnologias de vibração, de detecção de vibração, problemas com o *gear box* da máquina, com rolamentos. Hoje você tem desenvolvido uma série de equipamentos que já te dá uma previsão de quando é que aquela sua *gear box* vai te apresentar um problema. Então, com bastante antecedência, por essa predição, você já consegue contornar problemas futuros que você vai ter com máquinas. Então, isso tudo, evidente que mantidas as proporções daqueles que consideram algumas dessas descobertas como um patrimônio de descoberta tecnológica deles, mas com o tempo isso aí é partilhado, não tem como não partilhar essas

evoluções (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

FIGURA 16 – ACESSO À AEROGERADOR WEG



Fonte: elaboração própria (visitação a parque eólico, Santana do Livramento, 22/08/2019).

Interessante reparar que muitos dos ganhos acima citados ainda são relacionados às redes de atuação dos grandes fabricantes de aerogeradores. Embora nem todas essas tecnologias sejam necessariamente desenvolvidas por uma dessas empresas, normalmente elas envolvem o pessoal que trabalha ou já trabalhou para as principais montadoras:

Muito deles [do pessoal] são das próprias empresas fabricantes e também logicamente é do mercado que não seja dos fabricantes. Os profissionais que se formaram nessas empresas, a maioria dos profissionais que você tem hoje no mercado mundial são oriundos de empresas fabricantes de aerogerador (Siemens, Wobben, Vestas). Hoje dificilmente uma empresa que presta serviço terceirizado de manutenção específica não foi montada,

criada, através de um ex-funcionário desses grandes fornecedores. Então eles adquirem conhecimento e vão criando desenvolvimentos tecnológicos para melhorar o dia a dia da operação (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

Como um todo, essa difusão de especialidades permite que haja um progresso gradual no compartilhamento de tecnologias entre empresas, pois isso se torna uma necessidade de mercado. Autorizar empresas a desempenhar certos serviços nas turbinas eólicas acaba sendo essencial para que o fabricante possa executar sua função de forma mais eficaz:

Questão de anos atrás, quando eu tive problemas com as máquinas da IMPSA, qual era o grande problema que eu tinha? Ninguém queria assumir a O&M dessas máquinas. Primeiro porque desconhecia o projeto, não tínhamos absolutamente nada sobre essas máquinas. As máquinas foram instaladas, mas a gente, com a recuperação judicial, parou tudo. Não tivemos projeto, não tínhamos acesso a nada, o pessoal foi todo demitido. O maior problema que se tinha era o software da máquina, era uma caixinha preta que só eles sabiam, só eles tinham, e ninguém tinha acesso a essa informação. Hoje, por exemplo, isso já mudou bastante: eu encontrei várias empresas que desenvolvem software. Eles chegam lá na máquina, fazem uma engenharia reversa; em cima dessa engenharia reversa, eles adaptam um determinado software e vão trabalhando em cima desse novo software da máquina e criam um novo software da máquina. Então isso aí evoluiu em três anos, evoluiu muito, de um período que não se tinha...em 2015, eu não tinha empresa nenhuma que se dispusesse a mexer com máquinas que não fosse dela, porque desconheciam o software. Hoje já tem uma série de empresas [que dizem] "não, tudo bem, sem problema nenhum, eu tenho um contato lá com não sei quem lá no Himalaia", sei lá onde, e o cara desenvolve tal coisa. E, por exemplo, software já não é mais problema, coisa que era uma barreira grande para a gente desenvolver. Tanto que essas máquinas que estão paradas hoje¹⁸², a gente está buscando terceiros que tenham interesse em fazer um retrofit delas.¹⁸³ E o retrofit vai envolver a criação de um novo software para a máquina, mudanças nos conversores, uma série de coisas que vieram dessa evolução, desse período, e que entendo que seja até uma evolução rápida, que em três anos, do nada você já tem uma série de coisas (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019).

Em síntese, a empresa se identifica como uma utilizadora de tecnologias alheias, sendo sua produção muito baixa nesse sentido. Essa empresa, como a anterior, tem que cumprir a imposição da ANEEL de investimento em P&D. Todavia, tais aportes não chegam a ser direcionados para seus parques eólicos, destinando-

¹⁸² Refere-se às demais máquinas IMPSA nos parques eólicos, que não chegaram a ser reajustadas pela WEG.

¹⁸³ O retrofit, especificamente, é uma técnica de engenharia reversa que permite ver como determinado equipamento foi projetado para obter o aproveitamento máximo de seus componentes e sua substituição por mais eficientes. Essa prática depende da autorização dos fabricantes do equipamento em questão, podendo ainda ser mitigada no país devido aos motivos já expostos pelo entrevistado.

se a outros segmentos. Para além dessa obrigatoriedade, ela se relaciona com diversas instituições de ensino para a resolução de questões práticas dos parques: estudo sobre harmônicos na rede elétrica, calibração de torres anemométricas etc.

Do outro lado da cadeia de valor, o representante da desenvolvedora de projetos Empresa W parece deter uma interação maior com os fabricantes sobre determinados aspectos da máquina em comparação aos entrevistados das geradoras de energia. Essa troca é necessária para que empresas dessa natureza possuam dados precisos sobre os aerogeradores atuantes no mercado, a fim de informar qual é a máquina mais adequada em determinado local para um investidor em potencial:

Tem alguma transferência de tecnologia principalmente nos sistemas embarcados de controle das máquinas, mas isso aí sempre tem acordo de confidencialidade, de propriedade intelectual, de não poder fazer a comercialização disso; mas, assim, sempre tem uma troca de como melhor gerir um parque eólico, de como melhor otimizar a produção. Essa troca de conhecimento no setor é constante.

(...)

A gente coloca todos os dados de ventos e todos os dados técnicos da máquina que o fornecedor nos dá [em um software]. E aí, a gente coloca a posição dos aerogeradores, ele simula com os aerogeradores, naquele terreno, com aquela disposição, com aquele vento (...).

(...)

A gente precisa das informações técnicas e, da mesma forma, eles [fabricantes] precisam dos dados de ventos, porque tem uma análise, uma análise que é [chamada] *Mechanical Model Analysis*. Ela faz uma análise das cargas mecânicas em cima do aerogerador e eles [fabricantes] precisam fazer essa análise para poder dar a garantia da máquina. Então eles precisam dos dados de vento e a gente precisa dos dados da máquina para poder simular. Então, tem sempre uma troca de informação que acontece (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

Dessa forma, ainda que se trate de aspectos sigilosos sobre a tecnologia de cada máquina, é interessante ao fabricante repassar suas informações para viabilizar melhores negócios. Ou seja, trata-se de uma transferência benéfica também ao fabricante da máquina. Ao contrário dos provedores de serviços mencionados pelos entrevistados de geradoras, voltados à O&M, essa maior abertura das fabricantes com desenvolvedoras de projetos se explica pelo fato de atuarem em ramos diversos, não havendo concorrência entre uma e outra. Ou seja, essa transferência de conhecimento em questão limita-se a dados digitais da máquina, sem haver alguma possibilidade dessa empresa receptora utilizá-los na

produção ou manutenção de componentes. Nesse caso, o receio que as fabricantes têm, conforme informado pelo entrevistado da Empresa X, não se concretiza:

Cada fabricante tem sistemas de controle de aerogeradores, que são sistemas proprietários e que ajudam na operação e na manutenção do parque. E aí a gente passa a ter acesso a esse sistema, tem licença dele, mas é como ter um acesso ao sistema do Windows. Você não pode sair vendendo Windows porque tu compraste aquele sistema. A gente passa a usar aquela tecnologia, a gente passa a ter aquele compartilhamento de conhecimento, mas não chega a ser uma transferência como, por exemplo, o Brasil fez com o Gripen [caça da empresa sueca Saab], que passou tecnologia para a Embraer para ela poder começar a produzir novos aviões. Esse tipo de tecnologia não tem transferência, até porque assim: a gente não vai passar a competir com o nosso fornecedor. Então é muito mais troca de tecnologia e conhecimento de operação do parque, para tornar aquele ativo mais rentável.

(...)

No setor, a gente diz que acordo de confidencialidade é “bom dia” quase. Tem acordo de confidencialidade com todas as empresas [fabricantes] e tem algumas informações que todo mundo sabe que são básicas para ter a chance de sair um negócio de verdade. Então, para poder avançar, tem que ter uma troca mínima de informações e as empresas têm confiança de que esses dados serão utilizados da maneira correta (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

A empresa se identifica como uma utilizadora de tecnologias. O papel mais ativo que tem nesse aspecto é do feedback que dá a produtores sobre como otimizar seus produtos no âmbito de gestão de projetos. Um exemplo disso seria as informações sobre uma tecnologia diversa para pás, utilizada na simulação de desempenho das máquinas; essas informações são repassadas aos fabricantes. Assim, a criação de tecnologias por parte da empresa é inexistente, nem mesmo contando com um departamento de P&D. De resto, a empresa ressalta a existente concentração da inovação tecnológica nas mãos dos fabricantes. O que é realizado fora dessa seara é principalmente serviços secundários, na linha daquilo que já foi mencionado pelo entrevistado da Empresa X:

No [setor de] aerogerador, vai ser muito difícil tu achares um P&D que não seja do fabricante. O que vai ter, talvez, é um P&D, por exemplo, em utilização de drones para limpeza de pás, que já é uma tecnologia que existe. Ou utilização de *big data* para análise preditiva de falha de aerogeradores, que também é um serviço que já existe. São coisas desse tipo que existem fora dos fabricantes (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

Por fim, vale mencionar que, para além de tecnologias *strictu sensu* (conhecimento materializado), o mercado de energia eólica possui uma difusão intensa de conhecimentos documentados e imaterializados, tanto de disponibilidade

imediatamente quanto mediata.¹⁸⁴ Essa troca de informações entre empresas geralmente envolve algum tipo de conhecimento não facilmente assimilável pela mera busca de conteúdo público sobre tal. É o caso da desenvolvedora de projetos para parques eólicos, cujo entrevistado assevera a relevância de “relações B2B¹⁸⁵” entre empresas para se manter a par nesse mercado:

Constantemente, [a gente] está buscando [informação] das mais diversas formas, e muito na relação empresa-empresa. Então, [exemplo] baterias: a gente aprende de baterias falando com quem está fornecendo sistema de baterias. Então, a gente busca todas as empresas que fornecem os sistemas para conversar com elas e aprender sobre inovação. Tem muita inovação que a gente não consegue aprender simplesmente com uma pesquisa ativa na internet ou até mesmo em um congresso. Se tu não vais à conversa direto com quem detém aquela informação, tu não consegues obter (Entrevista com representante da Empresa W, Porto Alegre, 05/07/2019).

Todavia, canais alternativos, como seminários e publicações também são vistos como importantes. É a opinião do entrevistado da Empresa X:

Nós participamos ativamente dentro de todos os simpósios que ocorrem, feiras, eventos, todos aqueles promovidos pela ABEEólica também. Nós somos associados a ela. Então, você tem sempre painéis bastante interessantes, onde você consegue obter essa troca de informações e novidades no setor, tanto na questão de implantação quanto na questão da própria transmissão; a gente acaba atuando também muito na transmissão de energia por causa dos parques. E no desenvolvimento também de técnicas operacionais, apesar de a gente não atuar diretamente com a mão na massa, quem faz isso na verdade é o nosso contratado de O&M; mas a gente está sempre atento e participando de todas as decisões de operação e, principalmente, de manutenção nos parques. (Entrevista com representante da Empresa X, Florianópolis, 17/07/2019)

Perspectiva análoga é mantida pelos gestores da WEG também:

A gente participa de fóruns ou de discussão até de nível internacional. Tem feiras na Europa, que a WEG participa, mas âmbito nacional, como você comentou, a *Brazil Windpower* é um evento de referência. É um evento bastante tradicional e que a WEG participa paulatinamente, sistematicamente, e acho que, assim, seriam os mais relevantes. Obviamente a WEG acaba sendo convidada para participar em outros fóruns de discussão, às vezes não necessariamente específico do mercado de eólicos, certo. Porque, até vamos dizer, alguma coisa de materiais, ou alguma coisa de elétrica, a WEG acompanha via grupos de trabalho da ABEEólica. Tem vários eventos da Empresa de Pesquisa Energética, do Ministério de Minas e Energia, mas também é um pouco do setor (...). Mas,

¹⁸⁴ Vide Quadro 2.

¹⁸⁵ Sigla para *Business-to-Business*, termo da área de negócios. Refere-se às relações efetuadas entre empresas como cliente e fornecedora, ao oposto de relações B2C (*Business-to-Customer*) em que é entre empresa e cliente pessoa física.

falar assim, de evento grande de [energia] eólica, a WEG participa de todas edições da *Brazil Windpower*, e também tem uns de referência, não só na Europa, como também nos Estados Unidos, que são as duas feiras de renome mundial, que é: *Wind Europe*, salvo engano, que era da EWEA (Europe Wind Energy Association), e depois participamos do evento da AWEA, que é a American Wind Energy Association (Entrevista a funcionários da WEG, Jaraguá do Sul, 15/08/2019).

Além disso, a importância das associações de classe na troca de conhecimentos também é mencionada pelo presidente de uma dessas entidades:

Circula informações (...) de ampliações, das marcas que estão atuando, de problemas de manutenção. O pessoal discute muito porque, no fim das contas, como é todo mundo desenvolvedor ou gerador, não existe desconforto de falar [por exemplo] neste sentido: "não, eu tenho problema com a GE"; alguns ainda têm a máquina Alstom dentro do processo. [Outro exemplo:] "tá dando problema com a máquina Acciona", [ou] a própria Gamesa (Entrevista com representante da Sindieólica, Porto Alegre, 14/08/2019).

Em uma análise geral, o setor de energia eólica do país vive um forte desenvolvimento, com práticas de transferência de tecnologias e conhecimentos que vão se intensificando continuamente, sejam exclusivamente entre empresas ou em canais de diálogo mais amplo, como simpósios e congressos. Por se tratar de um setor relativamente jovem no país, que só se desenvolveu realmente a partir dos anos 2000-2010, ainda existem certas deficiências estruturais no mercado quanto à oferta de serviços e peças. No entanto, o progresso observado tem sido constante, conforme reparam certos entrevistados sobre as condições desse ramo em relação há dez anos.

No tocante à WEG em particular, constata-se que a empresa não tem uma atuação particularmente voltada a um maior acesso a suas tecnologias e conhecimentos por parte de parceiros. Parte disso é devido a certos fatores inerentes ao próprio aerogerador: seu fornecimento como um pacote fechado torna dispensável e até oneroso às empresas geradoras adentrarem nas minúcias da máquina, sendo mais razoável delegar seu serviço de O&M à fabricante em questão. Por outro lado, algumas tendências demonstradas pela empresa WEG, considerada sua relativa verticalização, também obstaculizam esse fenômeno: foi o caso da parceria de P&D firmada com a Empresa Y para o desenvolvimento de um novo aerogerador. Esse projeto acabou ficando extremamente concentrado na equipe da WEG, não tendo sido muito frutíferos à outra empresa os ganhos tecnológicos decorrentes dele.

Um caso peculiar constatado foi a instalação que a WEG fez de aerogeradores sobre torres já construídas por outra empresa para o funcionamento do parque eólico da Empresa X. O entrevistado dessa empresa relatou uma transferência de conhecimento intensa que ocorreu entre ambas as empresas, mas muito deveu-se às peculiaridades dessa situação, qual seja, a adaptação de uma turbina não 100% montada pela WEG. Assim, tratou-se de algo excepcional, que frisa mais ainda as limitações ocasionadas nesse quesito devido à comercialização “fechada” dos aerogeradores. Dessa forma, dos entrevistados, aquele que demonstrou maiores articulações com a WEG no que se refere a tecnologias foi o representante da Empresa W, desenvolvedora de projetos. Aqui cabe ressaltar que, por ser justamente uma empresa que atua no lado oposto dessa cadeia de valor, suas chances de competir com a WEG no fornecimento de máquinas são nulas. Não somente isso, mas essa transação de informações, como dados sobre os ventos e sobre as máquinas da WEG, é crucial para que a própria fabricante se consolide no mercado. Isso ocorre porque aumenta suas chances de investidores se manterem informados sobre as características de suas turbinas a partir dos serviços disponibilizados pela Empresa W e, conseqüentemente, adquirirem o produto WEG.

* * *

O questionamento central do presente capítulo é: quais resultados em transferência de tecnologia são obtidos a partir das redes de interação formadas pela WEG a partir do PNP? Para avançar sobre tal indagação, foram considerados indicadores como o curso de ação da empresa para credenciamento; os procedimentos para aquisição, montagem e distribuição de componentes e equipamentos do setor (como, aerogeradores); a formação de recursos humanos para tais procedimentos; e ganhos em termos de tecnologias e conhecimentos que as demais empresas da rede de interação da WEG obtiveram a partir desse percurso da empresa.

Frisou-se que a estratégia empresarial seguida pela empresa não mostrou grandes inovações em comparação à sua atuação pregressa, conforme já aludido no capítulo anterior. Dessa forma, ela buscou se qualificar nesse setor, a partir da aquisição de tecnologias já desenvolvidas por empresas menores, como a NPS. Isso

se manifestou a partir de um acordo de *joint venture* firmado em 2013 com a empresa estadunidense para a obtenção dos conhecimentos referentes a um modelo de aerogerador de 2.1 MW; isso foi após a rescisão do contrato com o grupo espanhol MTOI. Concomitantemente, a WEG formou sua cadeia de fornecedores nacionais a fim de cumprir as metas estabelecidas pelo PNP; mecanismo essencial para condicionar sua agência nesse sentido. Não obstante, a empresa foi buscando novas estratégias que fogem das meras determinações institucionais do Programa. Isso é demonstrado pelo fato de, ao longo do seu processo de consolidação, a empresa ter priorizado a internalização de saber a ponto de, em 2016, adquirir a NPS a fim de incorporar os seus conhecimentos (materializados, documentados e imaterializados) sobre aerogeradores com capacidade superior a 1.5 MW (LARANJA; FONTES; SIMÕES, 1997 apud OLIVEIRA, 2008, p. 50).

Outro exemplo da sua dedicação é o investimento direcionado à criação de um modelo de aerogerador de 4.0 MW, utilizando-se tecnologia 100% nacional. Esse projeto contou com outra empresa do setor, a geradora de energia Empresa Y, e com mecanismos de incentivos governamentais, como as chamadas de P&D da ANEEL. Não obstante, trata-se aqui de uma iniciativa articulada por conta das próprias prioridades da WEG, o que é demonstrado pelo fato de nenhuma outra fabricante no país fazer algo similar; isso se explica, parcialmente, por serem filiais estrangeiras, embora estejam todas credenciadas pelo BNDES. Dessa forma, aqui ficam representados certos aspectos dos levantamentos teóricos da pesquisa, sobre a necessidade de ir além de análises macroscópicas institucionais para se adentrar em um nível mesoscópico (MAILLOCHON, 2015), em que se considera a agência dos atores inseridos em determinado arranjo institucional, qual seja, os grupos empresariais no âmbito das políticas industriais brasileiras.

Destaca-se na estratégia concebida pela WEG, a partir de sua agência, a formação de uma cadeia de fornecedores coesa, crucial para se manter competitiva, bem como relações com empresas estrangeiras dedicadas à inovação tecnológica, assegurando uma posição estável nesse mercado (FLIGSTEIN, 2001a, 2001b). Nesse sentido, são também pertinentes os vultosos investimentos feitos pela empresa em P&D, tanto em termos gerais quanto em aerogeradores. Por sua vez, a formação específica de recursos humanos para a sua atuação no setor de aerogeradores não foi uma prioridade para empresa. Isso pode ser considerado

desnecessário, tendo em vista o qualificado corpo de engenharia que a WEG já possui em seus quadros, ao contrário das empresas de outros representantes entrevistados, menores e mais jovens.

QUADRO 5 – ESTRATEGIA DA WEG PARA INSERÇÃO NO SETOR DE AEROGERADORES

Transferência de tecnologias de parceiras para a WEG	Geração de tecnologias pela WEG	Transferência de tecnologias da WEG para parceiras
<p>2011: acordo inicial de transferência tecnológica para aerogeradores com o Grupo MTOI (acabou sendo rescindido)</p> <p>2013: <i>joint venture</i> com a NPS para obter conhecimento tecnológico referente a aerogerador de 2.1 MW;</p> <p>2016: aquisição da NPS com a obtenção de ativos como patentes, know-how e materiais afins de aerogeradores com capacidade acima de 1.5 MW</p>	<p>Registro de patentes e investimento em P&D consideráveis desde os anos 2000;</p> <p>2013: parceria com a Empresa Y para a confecção de um aerogerador de, inicialmente, 3.3 MW e, agora, 4.0 MW, de tecnologia 100% nacional. Projeto vinculado ao programa de incentivos da ANEEL para inovação no setor elétrico;</p>	<p>Transferência para geradoras de energia relativamente limitada em razão da dinâmica do setor e da própria estrutura da WEG;</p> <p>Transferência para desenvolvedora de projetos aprofundada por necessidade do próprio mercado. Não é um diferencial da WEG, ocorrendo a mesma transferência com todas as outras fabricantes atuantes no país;</p>

Fonte: elaboração própria.

Quanto à transferência de tecnologia da WEG para seus parceiros, não houve muita ênfase da empresa nesse sentido. Isso é parcialmente explicado por uma dinâmica própria desse mercado: o fornecimento do aerogerador como um pacote “fechado” e integral, bem como a relativa simplicidade existente na administração de parques eólicos, não justifica às geradoras um investimento forte no domínio das tecnologias com que trabalham. Dessa forma, geralmente se delega o serviço de O&M à fabricante da máquina. Posto isso, o grau de verticalização própria da WEG também afeta esse fator, conforme se interpreta da parceria de P&D com a Empresa Y para o desenvolvimento de um novo aerogerador: de acordo com o entrevistado, a execução desse projeto acabou ficando concentrada na equipe da WEG, não tendo sido muito frutíferos a sua empresa os ganhos tecnológicos decorrentes dele.

Em uma percepção contrária a essa, o representante da Empresa W, desenvolvedora de projetos, ressalta uma intensa transferência de conhecimentos entre sua equipe e a da WEG, além dos outros fabricantes locais no país. Isso decorre por ser justamente uma empresa que atua no lado oposto dessa cadeia de

valor, não havendo competição no fornecimento de máquinas e peças, ou de serviço de O&M, com as fabricantes. Por outro lado, o representante da geradora de energia Empresa X admitiu que, em caso de uma maior disputa, os fabricantes normalmente estão dispostos a dificultar essa transação, como no caso de passar informações para uma empresa que visa se especializar em O&M. Dessa forma, nesse quesito, avalia-se que a WEG, por ainda possuir um perfil muito hierárquico e não desejar perder sua fatia nesse mercado, minoritária em relação a outras fabricantes, não está disposta a transferir tão abertamente os ganhos tecnológicos obtidos a partir de seus aerogeradores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão central do estudo foi: *que tipos de efeitos as instituições de fomento, como os bancos de desenvolvimento, provocam na formação de redes de interação entre empresas e na transferência de tecnologia na área de energia eólica?* Conforme exposto no capítulo 1, a análise fundamentou-se na literatura desenvolvida pela Nova Sociologia Econômica no que se refere às instituições e redes empresariais-tecnológicas. Essa abordagem sociológica se mostra mais abrangente em comparação a outras vertentes institucionalistas, vigentes especialmente nas ciências econômicas, como a da Nova Economia Institucional e do *Developmental State*. Os autores dessas escolas são demasiadamente focados nos estímulos e nas penalidades necessários para o arranjo institucional adequado, menosprezando o papel efetivamente exercido pelos agentes submetidos a tal arranjo. De tal sorte, a literatura sociológica citada possui uma maior alavancagem analítica para se compreender tal fenômeno a partir da ótica dos agentes sociais afetados.

Assim, a hipótese da investigação, com base nessa literatura, foi a de que o processo de transferência de tecnologia das empresas é condicionado por uma complexa combinação de fatores não apenas institucionais, mas também sociais. Por um lado, há uma relação entre a morfologia das instituições de fomento e a capacidade de transferência de tecnologia entre as empresas. Quando a concessão de financiamento dos bancos de desenvolvimento obedece a regras de contrapartida e reciprocidade pelas empresas no que tange a transferência de tecnologias, tende a haver maiores chance de ocorrência desse fenômeno. Quando a concessão é omissa sobre contrapartidas nesse particular, tende a haver menor probabilidade de transferência de tecnologias. Por outro lado, contemplando-se uma agência que se distingue do arranjo institucional, formulou-se: quanto maiores as interações e colaborações prévias das empresas com diferentes organizações, tanto maiores as suas chances em tecer redes de cooperação e, por conseguinte, de transferir tecnologias a partir dos estímulos de bancos de desenvolvimento, mesmo quando omissos nesse particular. Quanto menor o volume de interações prévias das empresas, tanto menor a probabilidade de tecer redes de cooperação e de transferir tecnologias a partir dos estímulos desses bancos. Ou seja, para além dos

condicionamentos institucionais, esses sempre influentes de forma mais direta ou mais indireta, o próprio histórico da empresa, em termos de redes e estratégias empresariais, também dita a sua dinâmica para transferir tecnologias. Isso tudo, por óbvio, considerando-se a conjuntura espacial e temporal em que atuam os agentes.¹⁸⁶

Em termos mais concretos, o suposto é que, para o cumprimento de metas do programa em estudo (PNP), as fabricantes credenciadas tiveram de estabelecer relações com fornecedores e consumidores localizados no âmbito nacional. Isso, por si só, viabiliza a transferência de tecnologias entre eles até certa medida. No entanto, quando ausentes laços mais aprofundados, anteriores ao incentivo em si, as chances de enraizamento no tecido em que atuam essas empresas são mais escassas. Ou seja, o cumprimento de metas em si de uma política de conteúdo local permite que se expandam interações em termos quantitativos. Sem embargo, esse instituto por si só não faz com que haja um aprimoramento qualitativo desses laços na forma de redes de cooperação. Apesar disso, dentro das possibilidades trabalhadas, é possível que haja certa transferência de tecnologias pelas fabricantes, mesmo que inexistente os incentivos institucionais diretos para tal. Aqui outras variáveis pesam, além do formato de incentivos no processo de desenvolvimento tecnológico, como o histórico das empresas ou o grau de maturidade tecnológica do setor. Isso remete a dimensão da agência das empresas contempladas: mesmo que o PNP tenha ignorado a questão tecnológica em si, isso não exclui plenamente a possibilidade de ela ter sido incorporada por alguma companhia a partir de desígnios autônomos seus.

Esse debate foi ilustrado a partir da experiência da empresa WEG S.A. na formação de sua estratégia empresarial e de suas redes de interação, a fim de cumprir as metas estabelecidas pelo PNP do BNDES. Assim, buscou-se investigar o curso de ação da empresa WEG S.A. em resposta aos incentivos e regras de contrapartida estabelecidos no Plano de Nacionalização Progressiva – PNP, do

¹⁸⁶ A GE, por exemplo, pode ter um forte perfil interativo em sua matriz norte-americana. Não obstante, a GE Brasil, em sua operação de aerogeradores, não demonstrou isso. Justamente porque aqui ela se limitou a cumprir as normas de conteúdo local do país, não possui uma estratégia desvinculada disso no âmbito brasileiro. Em casos assim, a potencialidade da agência é mitigada: se o formato institucional ignora determinado aspecto (transferência de tecnologias), tendo a empresa formado seus fornecedores aqui só com a finalidade de atendê-lo, dificilmente acabará ocorrendo uma transferência de conhecimentos apesar do arranjo institucional deficiente.

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, tendo em vista analisar e discutir as recentes estratégias de bancos de desenvolvimento para indução à transferência de tecnologias entre empresas do setor de energia eólica no Brasil.

Especificamente, a pesquisa objetivou: 1) verificar quais são as características do PNP do BNDES, em termos de benefícios e regras sobre projetos e empreendimentos da indústria de energia eólica no período de 2012 a 2019, em especial no que concerne ao caso da WEG S.A, considerando o volume de capital disponibilizado pelo Banco ao respectivo setor; as vantagens do financiamento em relação ao setor financeiro privado; e as condições para concessão do credenciamento (requisito de conteúdo nacional, investimento em P&D, entre outras); 2) averiguar quais são as redes de interação formadas pela empresa WEG S.A. a partir do financiamento concedido pelo BNDES, considerando os núcleos nacionais de P&D; as interações entre a empresa e agentes públicos/políticos; e a relação com as demais empresas para cumprimento das metas estipuladas; 3) constatar que resultados em transferência de tecnologia foram obtidos pela empresa WEG S.A, considerando o curso de ação da empresa para credenciamento; os procedimentos para aquisição, montagem e distribuição de componentes e equipamentos do setor (como, aerogeradores); e a formação de recursos humanos para tais procedimentos.

Quanto ao primeiro objetivo específico da pesquisa, desenvolvido no Capítulo 2, chegou-se à conclusão de que o PNP para aerogeradores se delimitou a promover uma indústria nacional de aerogeradores, com a fabricação interna dos componentes mais complexos, e o fez de forma exitosa. Ou seja, dentro do escopo de seus articuladores, o programa apresentou os resultados almejados. Quanto às suas características, o programa teve um formato apropriado a tais pretensões, concebendo uma gama de metas e contrapartidas que deveriam ser cumpridas pelas empresas. Esse modelo foi desenhado após uma minuciosa análise pela burocracia do Banco e dos demais órgãos pertinentes, que estabeleceram metas consideradas “viáveis” aos fabricantes. Esses, por sua vez, foram submetidos a constantes métodos de monitoramento para se assegurar o cumprimento de contrapartidas de conteúdo local: a inspeção da produção nas fábricas e a requisição de documentos sobre componentes adquiridos localmente foram alguns

dos mecanismos utilizados. Houve também certo nível de flexibilidade nas metas e de diálogo com as montadoras, evitando “metas irrealistas” que não compensaria a nenhum fabricante cumprir. Esse entendimento foi essencial para providenciar uma adesão generalizada ao programa e evitar desistências em grande número, conforme foi o caso de algumas montadoras no país (Siemens e Suzlon).

Tal programa não deve ser dissociado de um arranjo institucional mais amplo, que evoca uma larga gama de organizações (MME, EPE, ANEEL) e instituições (PROINFA e os leilões de energia). Esses tiveram considerável relevância para consolidar o mercado de energia eólica como um todo. Evidentemente, esse fenômeno envolve também fatores econômicos alheios à conjuntura nacional, como o próprio ritmo de crescimento global que vinha ocorrendo na energia eólica a partir dos anos 2000 e a desaceleração da demanda por essa fonte nos países centrais a partir da crise de 2008. Tudo isso resultou em uma maior convergência dos investimentos das empresas para o Brasil. Apesar disso, é unívoca a conclusão, tanto por levantamentos quanto por entrevistados, de que o PNP é o principal vetor no que se refere à cadeia produtiva de aerogeradores consolidada no país. Em sua vigência, foi possível verificar o notável crescimento que essa indústria teve no país, ocorrendo a instalação de unidades nacionais por parte das grandes fabricantes multinacionais.

Não obstante tais considerações, o programa apresentou limitações também, em parte devido à própria ótica restritiva de seus articuladores. Com efeito, em certos aspectos, o BNDES, junto do restante do aparato institucional focado na indústria brasileira, demonstra uma concepção obsoleta sobre os objetivos que uma política industrial deve ter para o século XXI. O envelhecimento dessas instituições, na sua maior parte, criadas no pós-guerra, foi arguido (FURTADO; SUZIGAN, 2010). De tal sorte que, além do quesito de geração de empregos, o escopo do PNP foi limitado à internalização da produção de bens mais sofisticados do aerogerador (como a nacela e as pás), mas ausentes considerações quanto à nacionalização dessas tecnologias. Ou seja: almejou-se nacionalizar a produção bruta desses componentes, independentemente dos conhecimentos referentes à inovação tecnológica que os envolvem. Assim, sinteticamente, tratou-se, tanto em seu formato quanto em seu conteúdo, de uma política industrial tradicional, similar àquelas praticadas na mencionada fase da “substituição de importações” dos países latino-

americanos (AMSDEN, 2009; ARBIX, 2016). Embora haja alguns pontos “positivos” nesse formato, como metas e monitoramento, análogo aos *cases* de sucesso dos Tigres Asiáticos (AMSDEN, 2009; WADE, 1990; CHANG, 2004a), predominam aspectos “negativos”, como a baixa atenção dedicada a um maior aprimoramento tecnológico para além da produção de manufatura em solo nacional.

Conforme levantado na hipótese inicial da pesquisa, esse modelo de políticas acaba mitigando as chances de transferências de tecnologias no setor, já que uma de suas variáveis não se encontra presente, qual seja, um arranjo institucional apropriado para tal fenômeno. Não obstante, isso não anula, de plano, transferências efetivas entre agentes contemplados, pois se deve considerar sua agência no meio empresarial, a fim de não se prender a uma visão mecanicista quanto às influências institucionais sobre os atores sociais (LOCKE, 2001). Assim, traz-se à luz a hipótese do estudo, referente às interações e colaborações prévias das empresas e outras organizações como outra variável para condicionar a transferência de tecnologias e conhecimentos entre elas. Em outras palavras: conjectura-se que uma empresa com um histórico aprofundado de redes de interação é mais tendente a transferir tecnologia com outras instituições a partir de redes formadas em razão de um incentivo institucional específico (como é o PNP), mesmo que ele não tenha sido minucioso quanto a contrapartidas nesse particular (transferência de tecnologias).

Dessa forma, conforme o segundo objetivo específico da pesquisa, examinou-se no Capítulo 3 as redes formadas pela empresa WEG S.A, discriminadas entre aquelas alheias à existência do PNP e aquelas oriundas dele. Demonstrou-se que a multinacional é caracterizada por uma pujante influência de longa data em diversas esferas de atividade econômica. Seus laços com o BNDES, em particular, existem desde os anos 1970, sendo uma das maiores receptoras de financiamentos do Banco no país. Ademais, possui articulação política dentro de Ministérios, do Poder Legislativo e órgãos do Governo Federal, como foi o caso da posição que obteve no Conselho para criação do Plano Brasil Maior, uma das principais políticas industriais concebidas no Governo Dilma Rousseff (2011-2016). Quanto às associações de classe, a empresa também é filiada a um vasto número delas, possuindo postos relevantes em algumas e sempre participando em discussões pertinentes a seus interesses empresariais.

Comparada a outras empresas, é uma característica da WEG uma estrutura bastante verticalizada. No entanto, isso não a faz ser monolítica: desde que a companhia foi reconfigurando suas estratégias de expansão a partir dos anos 1990, ela foi formando uma crescente teia de relações com fornecedores especializados, concentrados nas Regiões Sul e Sudeste do país, além da realização de *joint ventures* e da aquisição de companhias estrangeiras menores em seus ramos de atuação. Já os contatos da empresa com instituições de pesquisa são também de longa data, tendo em vista que uma de suas prioridades é a inovação tecnológica. Dessa forma, a WEG tem convênios com as principais universidades do país (UFRGS, USP, UFSC, UFPR etc.), investindo em projetos conjuntos, além de promover iniciativas com especialistas acadêmicos, como ilustra seu Comitê Científico e Tecnológico. Assim, utilizando-se a terminologia de Julien (2010), entende-se que a WEG forma um conjunto de redes tanto estratégicas, com seus fornecedores-chave localizados em suas proximidades, bem como redes de dinâmica de inovação e formação para aprimorar seus processos de desenvolvimento tecnológico, como foi com a Northern Power Systems.

De modo geral, a consolidação de redes da WEG no setor de aerogeradores não diferiu muito desse *modus operandi*: a empresa manteve relações próximas com o BNDES para aprimoramento e cumprimento do PNP, ao mesmo tempo em que realizou reivindicações formais ao setor pelos canais existentes para tal, como a participação na ABEEólica, principal entidade de classe do ramo. Em termos internacionais, para se adaptar ao mercado de aerogeradores, a WEG manteve sua estratégia corriqueira nas relações empresariais: *joint ventures* e aquisição de empresas proprietárias de tecnologias essenciais. A formação da cadeia de fornecedores foi desafiadora, conforme relatado, tendo a empresa até colaborado com um grande número de companhias específicas para o fornecimento de componentes com os quais até então não trabalhava, em razão das particularidades do aerogerador. Não obstante, esse processo aproveitou muito da base industrial já consolidada dos contatos da WEG, localizados nas regiões de atuação da empresa. Tanto é assim que a configuração da produção da WEG nesse âmbito específico é similar àquelas nos demais: certa verticalização de componentes, mas com uma rede de fornecedores especializados. Quanto às relações da WEG com entidades acadêmicas formadas a partir de sua produção de aerogeradores, até a presente

data se realizaram somente contatos pontuais com a UFPR e com o Insper.

Em um apanhado geral, concluiu-se que a WEG possui um perfil extremamente interativo com outras organizações, algo já presente há tempo em seu histórico; de tal sorte que, para cumprimento de metas do PNP, não houve modificações drásticas nesse sentido. Mais precisamente, a WEG passou a atuar com alguns fornecedores específicos e com a entidade de classe desse setor propriamente (ABEEólica), aproveitando-se também de sua gama de parcerias e contatos já enraizados a partir de sua vivência empresarial. Dessa forma, em que pese a omissão do PNP nesse aspecto, as chances de formar redes de cooperação para a transferência de tecnologias entre a WEG e outras empresas do setor ainda são consideráveis quando tomado em conta o histórico de interações da empresa, intenso e enraizado no setor industrial brasileiro.

De forma sintética, as conclusões extraídas dos capítulos segundo e terceiro são de que há duas dimensões pertinentes para que ocorra transferência de tecnologias entre a empresa WEG e seus parceiros no setor de aerogeradores. Elas são: o PNP (arranjo institucional) e as interações da empresa (redes). Disso, extrai-se:

- a) O PNP, mecanismo principal do arranjo institucional vigente nesse setor, embora tenha previsto um formato razoável para contrapartidas, foi omissivo no que tange à transferência de tecnologia *per se*. Isso faz com que as respostas diretas das empresas aos incentivos institucionais não sejam o suficiente para concretizar esse fenômeno;
- b) Por sua vez, as redes formadas pela empresa WEG em decorrência de sua entrada nesse setor, apesar de terem sido condicionadas pelas metas do PNP (cujo formato é deficiente), foram concebidas também a partir do longo histórico de interações que a empresa possui com diversas instituições, datado de muito antes de sua adesão a um programa governamental nesses moldes. Assim, incrementam-se as possibilidades de redes de cooperação mais duradouras, concebidas para um intento mais complexo: a transferência de tecnologias e conhecimentos.

Assim, traz-se o argumento apresentado no Capítulo 4, que pretende constatar quais resultados em transferência de tecnologias foram concretamente obtidos pela empresa WEG S.A, considerando seu curso de ação para credenciamento no BNDES, os procedimentos para aquisição, montagem e distribuição de componentes e equipamentos do setor, o investimento em P&D e na formação de recursos humanos para tais procedimentos, e os ganhos em termos de tecnologias e conhecimentos que as demais empresas da rede de interação da WEG obtiveram a partir desse percurso da empresa. Nesse capítulo, constatou-se que a companhia buscou se qualificar nesse setor a partir da aquisição de tecnologias já desenvolvidas por empresas menores, como a estadunidense Northern Power Systems. Ao longo desse processo de consolidação, além de formar uma cadeia de fornecedores nacionais a fim de cumprir as metas estabelecidas pelo PNP, a WEG priorizou a internalização do saber tecnológico adquirido através da *joint venture*. Entrevistados da empresa frisaram que a política de conteúdo local foi considerada essencial para determinar a decisão da empresa de efetivamente passar a produzir aerogeradores. Não obstante, a partir de deliberações internas suas, diferenciadas em relação às das demais empresas atuantes nesse setor no Brasil, a WEG almejou uma estratégia que vai além das meras imposições institucionais do Plano.

Dessa forma, a empresa assimilou o conhecimento tácito das operações da NPS para a fabricação do aerogerador de 2.1 MW. Posteriormente, esse conhecimento foi utilizado na criação de um modelo de aerogerador de 4.0 MW, de tecnologia 100% nacional. Esse projeto envolveu uma geradora de energia e certos mecanismos de incentivos governamentais, como as chamadas de P&D da ANEEL. Foi uma iniciativa articulada por conta própria das prioridades da WEG, o que é demonstrado pelo fato de nenhuma outra fabricante no país fazer algo similar, parcialmente devido ao fato de serem filiais estrangeiras, embora estejam todas credenciadas pelo BNDES. Nesse sentido, também pertinente os vultosos investimentos feitos pela empresa em P&D, tanto em termos gerais quanto específicos para aerogeradores. Por sua vez, a formação de recursos humanos especificamente para a sua atuação no setor de aerogeradores não foi uma prioridade para empresa. Isso pode ser considerado para ela desnecessário, tendo em vista o qualificado corpo de engenharia que já possui em seus quadros, ao

contrário das empresas de outros representantes entrevistados, menores e mais jovens.

Quanto à transferência de tecnologias da WEG para seus parceiros, não houve muita ênfase da empresa nesse sentido. Isso é parcialmente explicado por uma própria dinâmica desse mercado: o fornecimento do aerogerador como um pacote “fechado”, integral, bem como a relativa simplicidade existente na administração de parques eólicos, não justifica às empresas geradoras um investimento forte no domínio da tecnologia com que trabalham. Dessa forma, acaba-se delegando o serviço de O&M à fabricante da máquina via de regra. Posto isso, o grau de verticalização próprio da WEG também afeta essa condição, conforme se interpreta da sua parceria de P&D com a geradora Empresa Y para o desenvolvimento de um novo aerogerador: de acordo com o entrevistado dessa empresa, não foram muito frutíferos os ganhos tecnológicos decorrentes do projeto em razão de sua concentração na equipe da WEG.

Em uma percepção contrária a essa, o representante da Empresa W, desenvolvedora de projetos, ressalta uma intensa transferência de conhecimentos entre sua equipe e a da WEG (e de outros fabricantes). Isso ocorre por ser justamente uma empresa que atua no lado totalmente oposto dessa cadeia de valor, não havendo competição no fornecimento ou de máquinas e peças ou do serviço de O&M com as fabricantes. Por outro lado, o representante da geradora Empresa X admitiu que, em caso de uma maior competição, os fabricantes normalmente estão dispostos a dificultar essa transação de tecnologia, como no caso de passar informações para uma empresa que visa se especializar em O&M. Dessa forma, nesse quesito, avalia-se que a WEG, por ainda possuir um perfil muito hierárquico e não desejar perder sua fatia nesse mercado, minoritária em relação a outras fabricantes, não está disposta a transferir tão abertamente os ganhos tecnológicos obtidos a partir de seus aerogeradores.

Assim, levando-se em conta o conjunto dos dados levantados nos capítulos à luz das hipóteses da presente pesquisa, é possível observar que, de modo geral, o setor brasileiro de aerogeradores demonstra, atualmente, uma baixa propensão à transferência de tecnologias em território nacional. Isso pode ser parcialmente atribuído a uma lacuna presente em nossos mecanismos institucionais em vigor. De fato, o arranjo produzido aqui no Brasil para incentivar o surgimento de uma nova

indústria não está em sintonia com as práticas de países que tiveram êxito na promoção de um mercado de aerogeradores competitivo em termos internacionais (Dinamarca, Alemanha, China). Nesses casos citados, a atenção dedicada por diversos meios à inovação tecnológica foi uma constante. O cenário brasileiro é ainda um tanto desolador nesse sentido, tendo o PNP se focado acima de tudo na internalização da produção manufatureira dessas máquinas, independentemente de onde são concebidas suas tecnologias. Relacionado indiretamente a isso, não foi concebida ainda ao setor uma competitividade em termos de preços, não sendo essa uma demanda atual das fabricantes instaladas no país. Ou seja, a produção da cadeia fica estritamente limitada à demanda nacional, pois não é competitiva no exterior.

Esse encarecimento dos aerogeradores, resultando de certas práticas protecionistas, como o PNP, seria mais bem justificado se houvesse uma perspectiva para a modificação de tal quadro. O clássico argumento da “indústria nascente” deriva da noção de que produtos mais caros a curto prazo são compensados a longo prazo pelos fabricantes nacionais possuírem o domínio tecnológico de um setor estratégico e de evidente complexidade, como é o caso dos aerogeradores, estando aptos a competirem no mercado mundial. Todavia, a maior parte dos fabricantes que atuam no país é de multinacionais que alocaram sua produção aqui visando a atender às metas do PNP; ou seja, não consideram o mercado brasileiro prioritário e não pretendem, até o levantamento de dados realizado, formar redes locais de cooperação para o desenvolvimento tecnológico nacional de turbinas eólicas. Tendo em vista isso, a proteção concedida pelo PNP se mostra problemática, uma vez que seu maior mérito acaba se limitando à geração de empregos em um curto prazo. Obviamente, para além das montadoras de aerogeradores propriamente, houve o surgimento da cadeia produtiva do setor como um todo, como serviços (desenvolvimento de projetos, O&M) e bens (torres, pás, cubos). Nesse caso, verificou-se um amplo leque de empresas que se consolidaram no país, muitas delas de origem nacional e, conseqüentemente, tendentes ao enraizamento local. No entanto, é incerto se essas empresas, mesmo as nacionais, chegaram a desenvolver algum tipo de tecnologia aqui para seu enfoque particular. Assim, as limitações do PNP teriam mais chances de ser contornadas caso fossem criados incentivos adicionais focados em P&D e inovação, à guisa de países bem-

sucedidos nesse sentido.

Considerado tudo isso, pesa também nas limitações tecnológicas desse ramo a natureza das relações das principais empresas atuantes aqui, conforme retro explanado. No tocante à WEG em particular, ao contrário, foi demonstrado que há uma profícua tendência da empresa a formar redes de articulação, algumas longevas e enraizadas no tecido industrial brasileiro, seja com outras empresas, associações ou universidades. Essa dinâmica foi igualmente aproveitada na consolidação da WEG no setor de aerogeradores. Desse modo, a empresa não possui um perfil monolítico, fechado quanto a outras organizações sociais. Isso, atrelado à constatada influência que o PNP teve para determinar a entrada da companhia nesse mercado, consoante demonstrado nos dados analisados, permite que haja uma correlação indireta entre o arranjo institucional (PNP) e a transferência de tecnologias agenciada pela empresa WEG. No entanto, maiores conexões se limitam a isso: conforme discorrido, das fabricantes credenciadas pelo programa, somente a WEG busca uma internalização da tecnologia nacional para aerogeradores. Enquanto que a WEG tem um perfil de longa data voltado à inovação tecnológica e à priorização do mercado nacional, as filiais de multinacionais não se interessam em aprofundar suas estratégias nesse sentido, limitando-se àquilo convencionado pelos ditames institucionais.

Nesse tocante, deve ser notado que a atuação da WEG ainda é ambígua. Por limitações sofridas na própria pesquisa, não foi possível fazer uma identificação aprofundada de fornecedores de componentes para aerogeradores WEG, mantendo a empresa sigilo sobre isso. Entre aqueles identificados e, conseqüentemente, contatados, não se teve retorno sobre a possibilidade de uma entrevista. Assim, ficou-se sem verificar como é que ocorrem transferências de tecnologias geradas pela WEG para seus fornecedores propriamente; esses, por estarem na cadeia de produção da máquina, teriam uma tendência maior a transferir tecnologias com a empresa. Os efetivamente entrevistados são de lados diversos da cadeia de valor: geradoras de energia, consumidores finais do aerogerador WEG e uma desenvolvedora de projetos de parques eólicos

Tais relações não são uma exclusividade da WEG, possuindo essas empresas laços com os principais fabricantes do país. Conseqüentemente, não há uma relação propriamente entre o enraizamento da empresa WEG através de redes

nacionais de interação e as transferências que acaba realizando com essas empresas consultadas – algo padrão no setor, até para as multinacionais locais aqui. Dessa sorte, apesar da pertinência em seus relatos, acaba sendo um tanto inconclusivo o quanto a WEG realmente transfere de tecnologias para outras empresas no setor de aerogerador. A maior tendência parece ser, considerando sua verticalização, que a empresa tenha uma atuação mais restritiva nesse ponto. Em síntese: demonstra-se uma empresa aberta à transferência de tecnologia alheia, com assimilação em sua produção e, então, inovação a partir da geração de nova tecnologia. Quanto ao inverso disso, ou seja, a WEG, como produtora dessa tecnologia (não mais recebedora), transferi-la a seus contatos locais, não foi possível constatar a mesma dinâmica.

Resumidamente, os principais pontos conclusivos da pesquisa foram:

- a) O PNP foi uma ferramenta importante, junto dos demais mecanismos presentes no arranjo institucional brasileiro, para conceber o desenvolvimento de uma indústria de aerogeradores nacional. No entanto, devido a um enfoque limitado, o Plano desconsiderou variáveis relevantes para o desenvolvimento mais aprimorado desse setor no país, quais sejam, incentivos à inovação tecnológica. De qualquer forma, as empresas credenciadas pelo programa tiveram de formar sua cadeia de fornecedores no país para cumprimento das metas. Essas cadeias formadas aqui, de modo geral, foram estritamente ditadas pelas necessidades momentâneas advindas do PNP. Vislumbra-se isso a partir do perfil das próprias empresas: majoritariamente, são multinacionais já bem estabelecidas no ramo, que veem o mercado nacional como secundário e que, antes do Plano, se limitavam a fornecer máquinas no país através da importação da maior parte dos componentes (Capítulo 2);
- b) A WEG, por sua vez, empresa brasileira, teve sua entrada nesse ramo fortemente influenciada pelo PNP também. Sem embargo, denotam-se discrepâncias entre as estratégias adotadas pelas multinacionais e pela WEG, uma vez que o mercado nacional é prioritário para essa empresa

e ela já conta com um extenso histórico de interações e colaborações com agentes significativos do setor industrial brasileiro. Ou seja, observa-se distinções qualitativas entre os laços formados pela WEG em comparação às demais empresas atuantes no país. Percebe-se um enraizamento de tais práticas no primeiro caso, com maiores chances de resultar em redes de cooperação focadas em transferência de tecnologias, no que pese as limitações do PNP nesse sentido (Capítulo 3);

- c) Na prática, observou-se uma tendência da WEG, como receptora de tecnologias nesse novo mercado, a criar redes que possibilitassem a assimilação da tecnologia pertinente ao aerogerador, a fim de se consolidar nesse setor e, a partir disso, tomar passos mais aprofundados. Como geradora de tecnologia, a empresa já está concluindo um projeto voltado a um aerogerador cuja tecnologia foi concebida plenamente por seu time de engenheiros, junto de certas parcerias locais. Não obstante, no sentido inverso, qual seja, transferência de tecnologia da WEG para outras empresas, não foi possível um parecer conclusivo. A percepção que se teve é de que a empresa, considerando seu elevado grau de verticalização, é um tanto fechada para esse tipo de prática. De modo geral, a caracterização dos laços formados pela WEG com outras empresas é distinta das outras fabricantes no país – trata-se do componente social no debate sobre desenvolvimento (Capítulo 4);
- d) Como que as instituições influenciariam tal dinâmica? Na medida em que elas determinam, moldam e estruturam o mercado em que a empresa se envolve, para sempre um fator de influência sobre tal. No entanto, as instituições não determinam a qualidade das redes de interação: a inexistência de interações prévias das multinacionais demonstra que o componente de enraizamento aqui é baixo, não havendo formação de redes de colaboração para um escopo mais complexo, como é o de transferência de tecnologias. A WEG, por outro

lado, distingue-se das demais empresas nesse ponto. Não obstante, todas elas respondem à mesma política de incentivos e estão credenciadas no PNP. Traz-se a pertinência, mais uma vez, da noção de “agência” nas próprias estratégias das empresas, para melhor ilustrar como certas companhias, contempladas pelo mesmo arranjo institucional, ainda têm espaço para articular atuações diversas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEMOGLU, Daron; ROBINSON, James A. **Why nations fail: the origins of power, prosperity, and poverty**. Nova Iorque: Crown Publishing Group, 2012.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Atualização do Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil**. Brasília: ABDI, 2018.

———. **Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil**. Brasília: ABDI, 2014.

AGÊNCIA CANALENERGIA. **Suzlon decide encerrar atividades no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://canalenergia.com.br/noticias/53026463/suzlon-decide-encerrar-atividades-no-brasil>. Acesso em: 05 maio 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 017/2013**. 2016. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PD%20Estrat%c3%a9gico%20017-2013.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.

———. **Energia Eólica**. [20-]. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_eolica/6_6_1.htm. Acesso em: 05 maio 2020.

———. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA)**. [2020]. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzd_kNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9. Acesso em: 13 de março 2020.

ALMEIDA, Mansueto. **Desafios da real política industrial brasileiro do século XXI. Texto para discussão 1452**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, dez. 2009. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/Tds/td_1452.pdf. Acesso em: 02 dez. 2018.

ALMEIDA, Mansueto; LIMA-DE-OLIVEIRA, Renato; SCHNEIDER, Ben Ross. **Política industrial e empresas estatais no Brasil: BNDES e Petrobras**. In: GOLMILDE, Alexandre de Ávila; PIRES, Roberto Rocha C. **Capacidades estatais e democracia: arranjos institucionais de políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2014. cap. 13, p. 323-247.

AMSDEN, Alice. **A ascensão do “resto”**: os desafios ao Ocidente de economias com industrialização tardia. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

ANÁLISE mostra trajetória do crédito. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, 16 dez. 2016. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29186. Acesso em 03 dez. 2018.

ANKARLOO, D.; PALERMO, G. Anti-Williamson: a marxian critique of new institutional economics. **Cambridge Journal of Economics**, [s.l.], v. 28, n. 3, p. 413-429, 1 maio 2004. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/cje/28.3.413>.

ARAÚJO, Bruno Platteck de; WILLCOX, Luiz Daniel. Reflexões críticas sobre a experiência brasileira de política industrial no setor eólico. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.47, p. 163-220, mar. 2018.

ARBIX, Glauco. 2002-2014: Trajetória da inovação no Brasil – Avanços, indefinições e instabilidade nas políticas públicas de fomento à inovação e tecnologia. **Análise**, n. 17, nov. 2016. Disponível em: <<http://brasildebate.com.br/wp-content/uploads/Traj%C3%B3ria-da-Inova%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

ARBIX, Glauco; MIRANDA, Zil. Políticas de inovação em nova chave. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, maio 2017.

AROEIRA, Isabela; BITTENCOURT, Felipe; BOTELHO, José Arthur; BRITO, Matheus; CAREPA, Julio; MORAIS, Pedro; RATES, Breno; SILVA, Pamela Fernanda. **Cadeia de valor da energia eólica no Brasil**. Brasília: SEBRAE, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Números ABEEólica**: fevereiro de 2019. São Paulo: ABEEólica, 2019. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/02/N%C3%BAmeros-ABEE%C3%B3lica-02.2019.pdf>. Acesso em: 05 maio 2020.

———. **Eólica**: energia para um futuro inovador. 2020. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/energia-eolica-o-setor/>. Acesso em: 05 maio 2020.

AUGER, Guy. **How Wind Turbines are Becoming Photocopiers – and the Cost to Investors**. 2015. Disponível em: <https://www.renewableenergyworld.com/2015/07/30/how-wind-turbines-are-becoming-photocopiers-and-the-cost-to-investors/#gref>. Acesso em: 05 maio 2020.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Anexo 1 – Etapas físicas e conteúdo local que deverão ser cumpridos pelo fabricante**. Rio de Janeiro: BNDES, 2012. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/10f19d81-33df-4c4c-95e0-d7909975c911/credenciamento_aerogeradores_anexo1.pdf?MOD=AJPERES&CVID=lmylw0v. Acesso em: 06 maio 2020.

———. **Consulta a fornecedores e produtos credenciados**. 2020. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Credenciamento_de_Equipamento/conteudo.html. Acesso em: 05 maio 2020.

———. **Critérios e requisitos específicos para o credenciamento de aerogeradores no âmbito do Credenciamento Finame - CFI do Sistema BNDES**. Rio de Janeiro: BNDES, 2019. Disponível em:

https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/5172afb2-8a0f-43b5-91f2-e70027969e0b/Normativo+Aerogeradores+_SITE.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mTkY6pn. Acesso em: 06 maio 2020.

———. **Livro verde**: nossa história tal como ela é. Rio de Janeiro: BNDES, 2017.

BANDEIRA-DE-MELLO, Rodrigo; LAZZARINI, Sergio G.; MARCON, Rosilene; MUSACCHIO, Aldo. What Do Development Banks Do? Evidence from Brazil, 2002-2009. **Working Paper 12-047**, 08 Dec. 2011. Disponível em: <<https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/12-047.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

BIELCHOWSKY, Ricardo. Pensamento Econômico Brasileiro: O Ciclo Ideológico do Desenvolvimentismo. **Série PNPE**, n. 19. Rio de Janeiro: Ipea/Inpes, 1988.

BLOCK, Fred. Swimming Against the Current: the rise of a hidden developmental state in the United States. **Politics & Society**, [s.l.], v. 36, n. 2, p. 169-206, jun. 2008. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0032329208318731>.

BLOCK, Fred; EVANS, Peter. The State and the Economy. In: SMELSER, Neil J.; SWEDBERG, Richard (ed.). **The handbook of economic sociology**. 2. ed. New Jersey: Princeton University Press, 2005. cap. 22, p. 505-526.

BRASIL. **Lei nº 9.991**, de 24 de julho de 2000. Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9991.htm. Acesso em: 06 maio 2020.

———. **Lei nº 10.438**, de 26 de abril de 2002. Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10438.htm. Acesso em: 14 maio 2020.

———. **Lei nº 10.848**, de 15 de março de 2004. Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2004/Lei/L10.848.htm. Acesso em: 14 maio 2020.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos; GALA, Paulo. Macroeconomia estruturalista do desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, [s.l.], v. 30, n. 4, p. 663-686, dez. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31572010000400007>.

CAMILLO, Edilaine Venancio. **As políticas de inovação da indústria de energia eólica**: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais. 2013. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CARVALHO, Laura; KUPFER, David. Diversificação ou especialização: uma análise do processo de mudança estrutural da indústria brasileira. **Revista de Economia Política**, [s.l.], v. 31, n. 4, p. 618-637, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31572011000400007>.

CASTELLS. Manuel. **Fim do milênio** (A era da Informação: economia, sociedade e cultura; v. 3). São Paulo: Paz e Terra, 1999.

———. O novo paradigma do desenvolvimento e suas instituições: conhecimento, tecnologia da informação e recursos humanos. Perspectiva comparada com referência à América Latina. In: CASTRO, Ana Célia (Org.). **Desenvolvimento em debate**. v. 1. Rio de Janeiro: Mauad, 2002. p. 397-416.

———. **The rise of the network society**. Cornwall: T. J International Limited, 1996.

CHANG, Ha-Joon. **Chutando a escada**: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica. São Paulo: Editora UNESP, 2004a.

———. **Globalisation, Economic Development and the Role of the State**. Londres: Zed Books, 2004b.

———. Um estudo sobre a relação entre Instituições e Desenvolvimento Econômico – algumas questões teóricas fundamentais. **OIKOS – Revista de Economia Heterodoxa**, Rio de Janeiro, n. 10, ano VII, p. 13-31, 2008.

CHANG, Ha-Joon; EVANS, Peter. The Role of Institutions in Economic Change. In: DE PAULA, Silvana; DYMSKI, Gary A. **Reimagining growth**: towards a renewal of Development Theory. London: Zed Books, 2005. cap. 5, p. 99-129.

CHINESA State Grid adquire controle acionário da CPFL Energia. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/chinesa-state-grid-adquire-controle-acionario-da-cpfl-energia.ghtml>. Acesso em: 08 maio 2020.

COASE, Ronald H. The Nature of the Firm. **Economica**, [s.l.], v. 4, n. 16, p. 386-405, nov. 1937. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x>.

———. The Institutional Structure of Production. **Handbook of New Institutional Economics**, [s.l.], p. 31-39, 2008. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-69305-5_3.

COMIN, Alvaro A.; FREIRE, Carlos Torres. Sobre a qualidade do crescimento: atores, instituições e desenvolvimento local. **Novos Estudos - Cebrap**, [s.l.], n. 84, p. 101-125, 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-3302009000200007>.

COMISSÃO de Minas e Energia - Audiência Pública - Tema: Incentivos à geração de energias renováveis, em atendimento ao Requerimento nº 149/2017, de autoria do Deputado Sérgio Vidigal. Brasília: Câmara dos Deputados, 2017. (139 min.), son., color. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=wO-wGWwO_0c. Acesso em: 06 maio 2020.

COSTA, Luciano. **Fabricante chinesa de turbinas eólicas Goldwind obtém 1º contrato no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Empresa/noticia/2018/03/fabricante-chinesa-de-turbinas-eolicas-goldwind-obtem-1-contrato-no-brasil.html>. Acesso em: 05 maio 2020.

———. **Indústria de energia eólica prevê atingir meta de conteúdo local do BNDES em 2016**. O Globo, Rio de Janeiro, 20 fev. 2014. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/industria-de-energia-eolica-preve-atingir-meta-de-conteudo-local-do-bndes-em-2016-11663339>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

COUTINHO, Luciano G.; KUPFER, David. As múltiplas oportunidades de desenvolvimento e o futuro da indústria brasileira. In: DE TONI, Jackson (org.). **Dez anos de política industrial: balanço e perspectivas (2004-2014)**. Brasília: ABDI, 2015. p. 167-183.

COUTO, Ana Cristina Lima; TRINTIM, Jaime Graciano. **O papel do BNDES no financiamento da economia brasileira**. Maringá: Departamento de Economia da UEM, 2012.

DELGADO, Ignacio Godinho; CONDÉ, Eduardo Salomão; ÉSTHER, Angelo Brigato; SALLES, Helena da Motta. Cenários da diversidade: variedades de capitalismo e política industrial nos EUA, Alemanha, Espanha, Coreia, Argentina, México e Brasil (1998-2008). **Dados**, [s.l.], v. 53, n. 4, p. 959-1008, 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0011-52582010000400006>.

DURKHEIM, Emilé. **Da Divisão do Trabalho Social** 2ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

———. **Lições de Sociologia**. 2ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2013.

DUTRA, Ricardo Marques. **Energia eólica: princípios e tecnologias**. Rio de Janeiro: Cresesb - Centro de Referência Para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito, 2008. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/downloads/energia-eolica-principios-tecnologias.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Fontes de Energia**. [20-]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 10 maio 2020.

ENGELS, Friedrich; MARX, Karl. **A ideologia alemã**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

EUROMONITOR RESEARCH. **Brazil Plans to Increase Renewable Energy Capacity to Benefit Local Electronics and Wind Turbine Manufacturers**. 2013. Disponível em: <https://blog.euromonitor.com/brazil-plans-to-increase-renewable-energy-capacity-to-benefit-local-electronics-and-wind-turbine-man/>. Acesso em: 05 maio 2020.

EVANS, Peter. **Autonomia e Parceria: Estados e Transformação Industrial**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2004.

———. O Estado como problema e solução. **Lua Nova: Revista de Cultura e Política**, [s.l.], n. 28-29, p. 107-157, abr. 1993. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-64451993000100006>.

FERREIRA, Pedro Cavalcanti; PESSÔA, Samuel de Abreu; PINHEIRO, Maurício Canêdo; OLIVEIRA, Luiz Guilherme Schymura. Por que o Brasil não precisa de política industrial. **FGV EPGE – Ensaios Econômicos**, Rio de Janeiro, n. 644, p. 1-39, mar. 2007.

FERREIRA, Welinton Conte. **Política de conteúdo local e energia eólica: a experiência brasileira**. 2017. Tese (Doutorado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

FIANI, Ronaldo. **Cooperação e conflito: Instituições e desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

FLIGSTEIN, Neil. Mercado como política: uma abordagem político-cultural das instituições de mercado. **Contemporaneidade e Educação**, ano VI, n.9, 1º sem/2001a.

———. **The Architecture of Markets: An Economic Sociology of Twenty-First-Century Capitalist Societies**. Princeton: Princeton University Press, 2001b.

FORD, Kirsten. **Three Essays on Institutionalism and Economic Development**. 2014. Tese (Doutorado em Economia) – Department of Economics, The University of Utah, Salt Lake City.

FUCUCHIMA, Letícia. **WEG fecha contrato para fornecer nova turbina eólica**. 2020. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2020/01/15/weg-fecha-contrato-para-fornecer-nova-turbina-eolica.ghtml>. Acesso em: 10 maio 2020.

FUNDAÇÃO PERSEU ABRAMO. **Percepção e valores políticos na periferia de São Paulo**, São Paulo, mar. 2017. Disponível em: <<https://fpabramo.org.br/wp-content/uploads/2017/03/Pesquisa-Periferia-FPA-040420172.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

FURTADO, J. Quatro eixos para a política industrial. In: FLEURY, Afonso Carlos Corrêa; FLEURY, Maria Tereza Leme (Eds.). **Política industrial** v. 1. São Paulo: Publifolha, 2004. p. 47-78.

GERSCHENKRON, Alexander. **Economic Backwardness in Historical Perspective**. Cambridge: Harvard University Press, 1962.

GIAMBIAGI, Fabio; PINHEIRO Armando Castelar. **Além da euforia: riscos e lacunas do modelo brasileiro de desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2012.

GIDDENS, Anthony. **A Política da Mudança Climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Analysis of the regulatory framework for wind power generation in Brazil**. Brussels: GWEC, 2011.

GODECHOT, Olivier. Interpretar as redes sociais. In: PAUGAN, Serge (Coord.). **A pesquisa sociológica**. Petrópolis: Vozes, 2015. cap. 16, p. 270-289.

GOUVÊA, Renato Luiz Proença de; SILVA, Paulo Azzi da. Desenvolvimento do setor eólico no Brasil. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v.25, n.49, p. 81-118, jun. 2018.

GRANOVETTER, Mark. Ação econômica e estrutura social: o problema da imersão. **RAE Eletrônica**, [s.l.], v. 6, n. 1, jun. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1676-56482007000100006>.

GUIMARÃES, Sônia Karam. Desenvolvimento econômico-social e instituições no Brasil. **Civitas - Revista de Ciências Sociais**, [s.l.], v. 16, n. 2, p. 259-284, 13 set. 2016. EDIPUCRS. <http://dx.doi.org/10.15448/1984-7289.2016.2.23112>.

HALLACK, Michelle; LOSEKANN, Luciano. Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades. In: ARAÚJO, Bruno César; BACELETTE, Ricardo; DE NEGRI, João Alberto. **Desafios da Nação**: artigos de apoio, v. 2. Brasília: IPEA, 2018. cap. 34, p. 631-655.

HELM, Sarah; TANNOCK, Quentin; ILIEV, Ilian. **Renewable Energy Technology**: evolution and policy implications - evidence from patent literature. Genebra: World Intellectual Property Organization, 2014. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=3891&plang=EN>. Acesso em: 07 maio 2020.

HOOK, Leslie. **China tira prioridade de energia renovável**. 2019. Disponível em: <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2019/11/27/china-tira-prioridade-de-energia-renovavel.ghtml>. Acesso em: 05 maio 2020.

IBELLI, Renato Carbonari. **Cancelamento de leilões quebra setor de energia renovável**. 2017. Disponível em: <https://dcomercio.com.br/categoria/inovacao/cancelamento-de-leiloes-quebra-setor-de-energia-renovavel>. Acesso em: 06 maio 2020.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Consulta à Base de Dados do INPI**. 2020. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/LoginController?action=login>. Acesso em: 08 maio 2020.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Future of wind**: Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects (A Global Energy Transformation paper). Abu Dhabi: IRENA, 2019a.

———. **Renewable Energy and Jobs**. Annual Review. Abu Dhabi: IRENA, 2019b.

JOHNSON, Chalmers A. **MITI and the Japanese Miracle**: The Growth of Industrial Policy, 1925-1975. Redwood City: Stanford University Press, 1982.

JULIEN, Pierre-André. **Empreendedorismo regional e economia do conhecimento**. São Paulo: Saraiva, 2010.

KAHIL, Gustavo. Brasil tem 6ª maior taxa de juros do mundo. **Money Times**, 21 mar. 2018. Disponível em: <https://moneytimes.com.br/fast/brasil-tem-6a-maior-taxa-de-juro-do-mundo/>. Acesso em: 03 dez. 2018.

KELLER, Matthew R.; BLOCK, Fred; NEGOITA, Marian. How does innovation work within the developmental network state? New data on public-private agreements in a U.S. Department of Energy laboratory. **Sociologias**, [s.l.], v. 19, n. 46, p. 102-164, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/15174522-019004604>.

LAGE, Elisa Salomão; PROCESSI, Lucas Duarte. Panorama do setor de energia eólica. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 39, p. 183-205, jun. 2013.

LARANJA, Manuel Duarte; FONTES, Margarida; SIMÕES, Vítor Corado. **Inovação tecnológica: experiência das empresas portuguesas**. Lisboa: Texto Editora, 1997.

LAZZARINI, Sérgio G. **Capitalismo de laços: os donos do Brasil e suas conexões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

LEWIS, Joanna I.; WISER, Ryan H. Fostering a renewable energy technology industry: an international comparison of wind industry policy support mechanisms. **Energy Policy**, [s.l.], v. 35, n. 3, p. 1844-1857, mar. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2006.06.005>.

LOCKE, Richard M. Construindo confiança. **Revista Econômica**, Niterói, v. 3, n. 2, p. 253-281, dez. 2001.

MAILLOCHON, F. Por que a análise das redes? In: PAUGAN, Serge (Coord.). **A pesquisa sociológica**. Petrópolis: Vozes, 2015. cap. 9, p. 156-170.

MARQUES, Rafael. Os trilhos da Nova Sociologia Econômica. In: MARQUES, R.; PEIXOTO, J. (Orgs.). **A Nova Sociologia Econômica: uma antologia**. Oeiras: Celta, 2003. p.1-67.

MARTES, Ana Cristina Braga. Weber e Schumpeter: a ação econômica do empreendedor. **Revista de Economia Política**, [s.l.], v. 30, n. 2, p. 254-270, jun. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31572010000200005>.

MARTINS, Bruno. **Datavento**: ferramenta interativa da brasil energia reúne dados de geração do setor eólico brasileiro e permite que leitor visualize e combine diversas informações. 2016. Disponível em: <https://energiahoje.editorabrasilenergia.com.br/datavento/>. Acesso em: 06 maio 2020.

MARX, Karl. **O capital**: crítica da economia política (livro I: o processo de produção do capital). São Paulo: Boitempo, 2017.

———. **Manuscritos econômicos-filosóficos**. São Paulo: Boitempo, 2004.

MATHEWS, John A.; TAN, Hao. **China's Green-Energy Revolution**. 2015. Disponível em: <https://www.project-syndicate.org/commentary/china-green-energy-revolution-by-john-a--mathews-and-hao-tan-2015-05?barrier=accesspaylog>. Acesso em: 05 maio 2020.

MAZZUCATO, Mariana. **O Estado Empreendedor**. São Paulo: Portfólio-Pinguim, 2014.

MAZZUCATO, Mariana; PENNA, Caetano. The rise of mission-oriented state investment banks: the cases of Germany's KfW and Brazil's BNDES. **SWPS 2015-26**, [s.l.], set. 2015.

MEIRELLES, Monika. El lulismo y el modelo de desarrollo brasileño: ¿neodesarrollismo o renovación neoliberal?. In: CORREA, E. et al. (Coords.). **Estrategias para un desarrollo sustentable frente a las tres crisis: finanzas, economía y medio ambiente**. Ciudad de México: UAM-Iztapalapa y Miguel Ángel Porrúa, 2013. cap. 9, p. 227-247.

MELO, Germana Tavares de. A reconfiguração dos recursos ao longo do processo de internacionalização de empresas: um estudo de caso na WEG S.A. **XXXV Encontro do ANPAD**, Rio de Janeiro, 4 a 7 set. 2011. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/ESO1440.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

MIZRUCHI, Mark S. Análise de redes sociais: avanços recentes e controvérsias atuais. **Revista de Administração de Empresas**, [s.l.], v. 46, n. 3, p. 72-86, set. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-75902006000300013>.

NARDO, Aulo Pércio Vicente. **A construção das capacidades tecnológicas como fundamento da diversificação: o caso da WEG S.A.** 2018. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NEGOITA, Marian; BLOCK, Fred. Networks and Public Policies in the Global South: The Chilean Case and the Future of the Developmental Network State. **Studies in Comparative International Development**, [s.l.], v. 47, n. 1, p. 1-22, mar. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12116-012-9097-4>.

NETO, Siqueira de Moraes. **Criação de valor compartilhado: um estudo de caso da empresa WEG S.A.** Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NORTH, Douglass C. Institutions. **Journal of Economic Perspectives**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 97-112, fev. 1991. American Economic Association. <http://dx.doi.org/10.1257/jep.5.1.97>.

———. **Understanding the Process of Economic Change**. Washington D.C: George Mason University, 2003.

NORTH, Douglass C.; WALLIS, John Joseph; WEBB, Steven B.; WEINGAST, Barry R. Limited Access Orders In The Developing World: a new approach to the problems of development. **Policy Research Working Papers**, [s.l.], p. 1-48, 9 nov. 2007. The World Bank. <http://dx.doi.org/10.1596/1813-9450-4359>.

NORTH, Douglass C.; WALLIS, John Joseph; WEINGAST, Barry R. **Violence and social orders**: a conceptual framework for interpreting recorded human history 1st ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

OCAMPO, José Antonio; RADA, Codrina; TAYLOR, Lance. **Growth and policy in developing countries**: a structuralist approach. New York: Columbia University Press, 2009.

OLIVEIRA, Luísa. **Sociologia da Inovação**. Lisboa: Celta, 2008.

OLIVO, Giovanna. **UFSC é referência em pesquisa na área de super ímãs de terras raras**. 2017. Disponível em: <https://noticias.ufsc.br/2017/08/ufsc-e-referencia-em-pesquisa-na-area-de-super-imas-de-terras-raras/>. Acesso em: 06 maio 2020.

PACCA, Sergio; SIMAS, Moana. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 99-115, 2013.

PACHECO, Paula. **Os ventos sopram, mas a economia não ajuda**: setor eólico tropeça no país. 2019. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2019/05/29/internas_economia,758295/energia-eolica-no-brasil.shtml. Acesso em: 05 maio 2020.

PERES, Wilson; PRIMI, Annalisa. Theory and practice of industrial policy. Evidence from the Latin American experience. **CEPAL – Serie Desarrollo Productivo**, Santiago de Chile, nº 187, p. 1-51, Feb. 2009.

PODCAMENI, Maria Gabriela. **Sistemas de inovação e energia eólica**: a experiência brasileira. 2014. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

POLANYI, Karl. **A grande transformação**: as origens de nossa época. Rio de Janeiro: Editora Compus, 2000.

RAMELLA, Francesco. **Sociologia dell'innovazione economica**. Bologna: Ed. Mulino, 2013.

RIBEIRO, Patrícia Dias. Relação entre internacionalização e inovação nas empresas: um estudo de caso. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 263-309, dez. 2016.

ROBINSON, James A. Industrial Policy and Development: A Political Economy Perspective. **World Bank ABCDE – Annual Bank Conference on Development Economics**, Seoul, Jun. 2009.

RODRIK, Dani. Normalizing Industrial Policy. **Working Paper nº 3. Commission on Growth and Development**, Washington D.C., 2008.

———. Políticas de diversificação econômica. **Revista Cepal – número especial em português**, Santiago de Chile, p. 27-43, 2010.

SALAMA, Pierre. China-Brasil: industrialização e “desindustrialização precoce”. **Cadernos do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 10, p. 229-251, jan./jun. 2012.

SAXENIAN, AnnaLee. **Regional advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128**. Cambridge: Harvard University Press, 1994.

SCHNEIDER, Ben. Elusive Synergy: Business-Government Relations and Development. **Comparative Politics**, New York City, v. 31, n. 1, p. 101-122, oct., 1998.

———. O Estado desenvolvimentista no Brasil: perspectivas históricas e comparadas. **Texto para discussão 1871**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, set. 2013.

SCHUMPETER Joseph A. **Capitalism, Socialism and Democracy** 3rd ed. New York: Harper, 2008.

SCHUTTE, Giorgio Romano. **Governo Dilma aposta em novas energias renováveis**. 2014. Disponível em: <https://jornalggn.com.br/energia/governo-dilma-aposta-em-novas-energias-renovaveis-por-giorgio-romano-schutte/>. Acesso em: 10 maio 2020.

SUZIGAN, Wilson; FURTADO, João. Instituições e políticas industriais e tecnológicas: reflexões a partir da experiência brasileira. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, [s.l.], v. 40, n. 1, p. 7-41, mar. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-41612010000100001>.

SWEDBERG, Richard. **Max Weber e a ideia de sociologia econômica**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2005.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **The Role of Development Banks in Promoting Growth and Sustainable Development in the South**. New York: United Nations Publications, 2016.

VESTAS BRASIL (São Paulo). **Sobre a Vestas**. 2020. Disponível em: <http://www.br.vestas.com/#!>. Acesso em: 10 maio 2020.

WADE, Robert. **Governing the market: economic theory and the role of government in east asian industrialization.** Princeton: Princeton University Press, 1990.

WALKER, Tamsin. **Wind-energy pioneers could be blown away by multinationals.** 2010. Disponível em: <https://www.dw.com/en/wind-energy-pioneers-could-be-blown-away-by-multinationals/a-6187340>. Acesso em: 05 maio 2020.

WEBER, Max. **A Ética Protestante e o Espírito do Capitalismo.** São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

———. **A Gênese do Capitalismo Moderno.** São Paulo: Ática, 2006.

———. **Conceitos sociológicos fundamentais.** Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2010.

———. **Economia e Sociedade** v. 1. Brasília: Editora UnB, 1999.

WEG é a 1ª fabricante de aerogeradores a cumprir todas as regras para financiamento do BNDES. **WEG**, Jaguará do Sul, 20 jul. 2015. Disponível em: <<https://www.weg.net/institucional/BR/pt/news/produtos-e-solucoes/weg-e-1a-fabricante-de-aerogeradores-a-cumprir-todas-as-regras-para-financiamento-do-bndes>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

WEG. **Apresentação Institucional.** Jaraguá do Sul: WEG, 2019a. 35 slides, color.

———. **A solução global com máquinas elétricas e automação para a indústria de sistemas de energia.** Jaraguá do Sul: WEG, 2019b. 19 slides, color.

———. **Demonstrações Financeiras:** 31 de dezembro de 2018 e 2017. Jaraguá do Sul: Weg, 2019c.

———. **Relatório Anual Integrado 2013.** Jaraguá do Sul: WEG, 2013.

———. **Relatório Anual Integrado 2014** Jaraguá do Sul: WEG, 2014.

———. **Relatório Anual Integrado 2015.** Jaraguá do Sul: WEG, 2015.

———. **Relatório Anual Integrado 2016.** Jaraguá do Sul: WEG, 2016.

———. **Relatório Anual Integrado 2017.** Jaraguá do Sul: WEG, 2017a.

———. **Relatório Anual Integrado 2018.** Jaraguá do Sul: WEG, 2018.

———. **Relatório de Sustentabilidade 2011.** Jaraguá do Sul: WEG, 2011.

———. **Relatório de Sustentabilidade 2012.** Jaraguá do Sul: WEG, 2012.

———. **WEG Day 2017: Inovação & Tendências Tecnológicas.** Jaraguá do Sul: WEG, 2017b.

WILLIAMSON, Oliver E. Hierarchies, Markets and Power in the Economy: An Economic Perspective. **Industrial And Corporate Change**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 21-49, 1995. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/icc/4.1.21>.

———. Transaction Cost Economics and Organization Theory. **Industrial and Corporate Change**, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 107-156, 1993. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/icc/2.2.107>.

ZAPAROLLI, Domingos. Ventos promissores a caminho. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 275, p. 78-83, jan. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/01/10/ventos-promissores-a-caminho/>. Acesso em: 07 maio 2020.