



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

MANUEL RANGEL BORGES NETO

**AVALIAÇÃO DO PRIMEIRO CURSO TÉCNICO EM SISTEMAS DE ENERGIA
RENOVÁVEL DO BRASIL**

FORTALEZA

2019

MANUEL RANGEL BORGES NETO

AVALIAÇÃO DO PRIMEIRO CURSO TÉCNICO EM SISTEMAS DE ENERGIA
RENOVÁVEL DO BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica. Área de concentração: Sistemas de Energia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Federal do Ceará

Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B733a Borges Neto, Manuel Rangel.

Avaliação do primeiro curso técnico em sistemas de energia renovável do Brasil / Manuel Rangel Borges Neto. – 2019.

132 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho.

1. Curso Técnico. 2. Educação Profissional. 3. Energias Renováveis. I. Título.

CDD 621.3

MANUEL RANGEL BORGES NETO

AVALIAÇÃO DO PRIMEIRO CURSO TÉCNICO EM SISTEMAS DE ENERGIA
RENOVÁVEL DO BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica. Área de concentração: Sistemas de Energia Elétrica.

Aprovada em 29/03/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Giovanni Cordeiro Barroso
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Peixoto Praça
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Adeon Cecílio Pinto
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Prof. Dr. Elissandro Monteiro do Sacramento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Ceará (IFCE)

Aos meus pais Herivelto e Neila (*in
memorian*);
A minha esposa Thatyany;
Aos meus filhos Thales, Larissa, Raul
e Edgar.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao DAAD pelo apoio financeiro em estágio na Universidade de Colônia- Alemanha sob supervisão do Prof. Dr. Ingo Stadler do Departamento de Engenharia Elétrica, e parceria com o Instituto de Tecnologia dos Trópicos Profa. Dra. Sabine Schlüter.

Ao Prof. Dr. Paulo Carvalho pela orientação, apoio incondicional, persistência e amizade.

Aos professores participantes da banca examinadora pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao professor Dr. Antônio Gomes Pró-reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UFC, pela sensibilidade e apoio.

Aos professores e servidores do Departamento de Engenharia Elétrica da UFC em nome do coordenador do PPGEE Professor Dr. Demercil de Souza.

Ao IFSertão-PE em nome da Magnífica Reitora Prof. Dra. Maria Leopoldina Veras Camelo.

Ao Campus Petrolina em nome do Diretor Geral Prof. Me. Fabiano de Almeida Marinho.

Aos colegas professores da Coordenação de Eletrotécnica: Ricardo Maia, Francisco Jonatas, Hommel Almeida, Poliana Silva, Luiz Carlos, Jorge Fotius, Raniere Fernando, José Américo e Rita de Cássia.

Aos colegas professores e técnicos que trabalharam no PRONATEC, em nome da então Coordenadora Geral Profa. Me. Eliene Silva.

Aos colegas do departamento de Indústria do IFCE, representado pelo Prof. Me. George Cajazeiras.

Ao Professor Dr. Marcos Esmervaldo do NEPAU-CCA-UFC.

Ao Professor Dr. João Hilluy DEQ-CT-UFC.

A professora Dra. Diva Nojosa do NUROF-CC-UFC.

A todos os amigos que generosamente dedicaram uma palavra, ou ação, de apoio ao longo dessa jornada.

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar” (Paulo Freire)

RESUMO

Esta tese descreve a experiência com a formação profissional de técnicos no setor de energias renováveis (ER). Apresenta-se uma visão geral da formação profissional pública, seguida da descrição e a avaliação da experiência de implantação do primeiro curso presencial de técnico em sistemas de ER do Brasil. O curso foi oferecido na região semiárida do nordeste do Brasil, que se destaca por apresentar a maior capacidade instalada do país em geração de energia solar fotovoltaica e eólica. A região é caracterizada por desafios sociais, como o Índice de Desenvolvimento Humano mais baixo entre as regiões brasileiras. O experimento teve como resultado, a implementação de duas turmas presenciais do curso Técnico em Sistemas de ER, na forma concomitante, e uma turma na modalidade subsequente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, em Petrolina-PE. Em seguida, verificou-se o desempenho do curso, sob a ótica da supervisão técnica, docentes, egressos e empregadores. As principais dificuldades foram levantadas e, por conseguinte, apresentadas possíveis justificativas e soluções. São apresentados ainda, uma proposta de uma matriz curricular de referência e, a colaboração do experimento junto às políticas de educação profissional e tecnológicas do Ministério da Educação.

Palavras-chave: Curso técnico, Educação Profissional, Energias Renováveis.

ABSTRACT

This thesis describes the experience with the professional training of technicians in the renewable energies (RE) sector. An overview of the public vocational training is presented, followed by a description and evaluation of the experience of implementing the first face-to-face course of technician in ER systems in Brazil. The course was offered in the center of the semi-arid region of northeastern Brazil, which stands out for presenting the country's largest installed capacity in photovoltaic and wind energy generation. The region is characterized by social challenges, such as the lowest Human Development Index among the Brazilian regions. The experiment resulted in the implementation of two face-to-face classes of the Technical Course on ER Systems, concurrently, and a subsequent class at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Sertão Pernambucano, in Petrolina - PE. Next, the course performance was verified, from the point of view of technical supervision, teachers, graduates and employers. The main difficulties were raised and, therefore, possible justifications and solutions were presented. Also presented a proposal for a curricular reference matrix and the collaboration of the experiment with the professional and technological education policies of the Ministry of Education.

Keywords: Technical Course. Vocational Education. Renewable Energies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos indicadores de Oferta Interna de Energia no Brasil e no mundo	18
Figura 2 - Evolução dos indicadores de Consumo de Eletricidade no Brasil e no mundo	19
Figura 3 - Distribuição dos postos de trabalho a nível mundial por fonte- 2017	21
Figura 4 - Cursos de graduação ofertados em Energia e ER por região do Brasil (ano 2018)	24
Figura 5 - Geração de energia elétrica por fonte em 2017- BRASIL	29
Figura 6 - Sistemas Isolados - 2018	31
Figura 7 - Distribuição de usinas de biomassa – Brasil 2018	34
Figura 8 - Perfil das principais fontes alternativas biomassa no Brasil	35
Figura 9 - Contribuição das Usinas PROINFA ao SIN BRASIL-2017	39
Figura 10 - O ciclo do CBIOS na RenovaBio	44
Figura 11 - Conteúdo programático da disciplina do curso Engenharia de Sistemas Elétricos de Potência- Universidade Técnica da Eslováquia	47
Figura 12 - Conteúdo programático proposto para cursos de ER na ASEAN ..	49
Figura 13 - Conteúdo programático de tecnologias em ER sugerido para Universidades em Botsuana	51
Figura 14 - Ocupações para técnicos em empreendimentos de ER	54
Figura 15 - Evolução da Rede Federal de Educação Profissional	57
Figura 16 - Itinerários para a formação de técnico de nível médio no Brasil	58
Figura 17 - Mapa da nova delimitação do semiárido brasileiro	65
Figura 18 - Mapa de localização da RIDE Petrolina-Juazeiro	67
Figura 19 - Aulas práticas disciplinas de Energia Solar - Térmica e Biomassa	76
Figura 20 - Aula com Prof. Dr. Erlon Cordeiro na UNIVASF- Campus Juazeiro	77
Figura 21 - Aulas de georreferenciamento - Campus Petrolina	77
Figura 22 - Visita técnica ao parque eólico da empresa IMPSA Casa Nova-BA	78

Figura 23 - Visita técnica aos coletores solares do hotel IBIS Petrolina-PE.....	79
Figura 24 - Sistema de bombeamento FV e horta urbana - PIPBEX-2014	80
Figura 25 - Germinação sob estresse salino (experimento de campo) - PIBIC Jr 2016	81
Figura 26 - Germinação sob estresse salino (análise laboratorial) - PIBIC Jr- 2016	82
Figura 27 - Fluxo de matrículas e diplomados no prazo regular por gênero no curso técnico SER.....	86
Figura 28 – Motivação e interesse pelo curso técnico em SER	87
Figura 29 - Ocupação dos Egresso (situação em 11/2018)	88
Figura 30 - Grau de interesse em permanecer na área de ER.....	90
Figura 31 - Avaliação discente sobre as disciplinas do curso técnico em SER	91
Figura 32 - Distribuição de respostas sobre motivações pessoais e externalidades	94
Figura 33 - Distribuição de respostas sobre causas internas	95
Figura 34 - Distribuição de respostas sobre resiliência	95
Figura 35 - Distribuição docente em função dos respectivos títulos acadêmicos	98
Figura 36 - Distribuição docente em função da experiência em sala de aula ..	98
Figura 37 - Avaliação docente sobre as disciplinas do curso técnico em SER	99
Figura 38 - Distribuição do olhar docente sobre os alunos	101
Figura 39 - Classificação das empresas em função do número de empregados	103
Figura 40 - Setores de atuação em empresas em ER	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil 2017	27
Tabela 2 - Oferta Interna de Energia no Brasil 2026.....	28
Tabela 3 - Valores da capacidade instalada da geração distribuída (MW) *	40
Tabela 4 - Valores da capacidade instalada da mini e micro geração (MW)....	42
Tabela 5 - Empreendimentos em ER no entorno da RIDE Petrolina-Juazeiro- 2018	68
Tabela 6 - Matriz curricular do curso Técnico em SER- 2013 do IF Sertão-PE	74
Tabela 7 – Afirmativas aplicadas para pesquisa Likert	93
Tabela 8 - Cursos presenciais de técnico em SER- 2018	112
Tabela 9 - Sugestão de matriz curricular do curso Técnico em SER	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEOLICA	Associação Brasileira de Energia Eólica
ABESCO	Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agencia Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agencia Nacional de Petróleo
ASEAN	Associação de Países do Sudeste Asiático
BEN	Balanço Energético Nacional
BIG	Banco de Informação de Geração
CBIOS	Crédito de Descarbonização
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CCEE	Câmara de comercialização de energia elétrica
CEFET	Centros Federais de Educação Tecnológica
CFT	Conselho Federal dos Técnicos Industriais
CGH	Centrais geradoras hidrelétricas
CNCT	Catálogo Nacional dos Cursos Técnicos
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
COP21	21ª Conferência das Partes
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CRESP	Centro de Referência em Energia Solar de Petrolina
DE	Dedicação Exclusiva
EA	Entrevista Aluno
EaD	Ensino a Distância
EE	Eficiência energética
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EP	Entrevista Professor
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPI	Equipamentos de proteção individuais
EPT	Educação Profissional e Tecnológica

ER	Energias Renováveis
EUA	Estados Unidos da América
FG	Formulário Google
FIC	formação inicial e continuada
FV	Solar fotovoltaica
GEE	Gases causadores do Efeito Estufa
GIZ	Agência Alemã para Cooperação Internacional
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IF PE	Instituto Federal de Pernambuco
IFSertão-PE	Instituto Federal do Sertão Pernambucano
iNDC	Contribuições Nacionalmente Determinadas
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LEA	Laboratório de Energia Alternativas
MEC	Ministério da Educação
MME	Ministério das Minas e Energia
NEPAU	Núcleo de Ensino e Pesquisa de Agricultura Urbana
OCDE	Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PCH	Pequenas centrais hidrelétricas
PDEE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PIPBEX	Programa Institucional de Projetos e Bolsas de Extensão
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
PROALCOOL	Programa Nacional do Álcool
PROBODIESEL	Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROEJA	programa de educação profissional para jovens e adultos
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PRONATEC	Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego
PROOLEO	Programa Nacional do Biodiesel
RFEPCT	Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica
RH	Região Hidrográfica
RIDE	Região Integrada de Desenvolvimento
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SER	Sistemas de Energia Renovável
SER	Sistemas de Energia Renovável
SETEC	Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
SIN	Sistema Interligado Nacional
TCC	Trabalho de conclusão de curso
TIC	Tecnologia informação e comunicação
UERGS	Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UHE	Usinas hidrelétricas
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UNIVASF	Universidade do Vale do São Francisco
UPE	Universidade Estadual de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.2	Objetivos da tese.....	25
1.2.1	<i>Objetivo principal</i>	25
1.2.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	25
1.3	Estrutura da tese	26
2	ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL	27
2.1	A Matriz energética renovável brasileira	27
2.2	O setor elétrico brasileiro	29
2.3	Tecnologias de ER em destaque na matriz brasileira	32
2.3.1	<i>Hidroeletricidade</i>	32
2.3.2	<i>Bioenergia.....</i>	33
2.4	Programas e ações governamentais de destaque e outras fontes renováveis.....	38
2.4.1	<i>Geração distribuída.....</i>	38
2.4.2	<i>PROINFA</i>	39
2.4.3	<i>Mini e microgeração.....</i>	40
2.4.4	<i>Eficiência Energética</i>	42
2.4.5	<i>RenovaBio.....</i>	43
2.5	Considerações do capítulo.....	45
3	ENSINO PROFISSIONAL EM ER.....	47
3.2	A experiência internacional.....	47
3.3	Ensino técnico no Brasil.....	55
3.3.1	<i>Legislação básica para o técnico de nível médio.....</i>	58
3.3.2	<i>O estágio supervisionado.....</i>	60
3.3.3	<i>A permanência e o êxito</i>	61
3.3.4	<i>O registro em conselho de classe profissional</i>	61
3.4	Considerações do capítulo.....	62
4	O CURSO TÉCNICO EM SISTEMAS DE ENERGIA RENOVÁVEL	64
4.2	Contextualização	64
4.2.1	<i>Nordeste brasileiro e o semiárido.....</i>	64
4.2.2	<i>O Instituto Federal do Sertão Pernambucano.....</i>	70
4.3	Implementação do curso técnico em SER	72

4.3.1	<i>Atividades de Extensão</i>	79
4.3.2	<i>Atividades de Pesquisa</i>	81
4.4	Considerações do capítulo	82
5	AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	83
5.1	Metodologia	83
5.2	Avaliação do curso técnico SER implementado no IFSertão ...	85
5.2.1	<i>Perspectiva dos discentes diplomados</i>	87
5.2.2	<i>Perspectiva dos discentes evadidos</i>	92
5.3	A perspectiva docente	97
5.4	Perspectiva de empregadores e empresas em ER	102
5.5	Perspectiva da supervisão técnica	104
5.5.1	<i>Comparação entre as modalidades concomitante e subsequente</i>	104
5.5.2	<i>Sobre a região do experimento</i>	105
5.5.3	<i>Recursos financeiros</i>	105
5.5.4	<i>Processo ensino aprendizagem</i>	107
5.5.5	<i>Aulas fora da sala</i>	107
5.5.6	<i>O estágio supervisionado</i>	108
5.5.7	<i>Atividades de extensão</i>	109
5.5.8	<i>Atividades de pesquisa</i>	110
5.6	Outros resultados do projeto	110
5.6.1	<i>O programa EnergIF</i>	111
5.6.2	<i>Outros cursos técnicos em SER no país</i>	112
5.6.3	<i>Graduação e pós-graduação no Campus Petrolina</i>	113
5.7	Uma nova matriz curricular	113
5.8	Considerações do capítulo	115
6	CONCLUSÃO	117
	REFERÊNCIAS	121
	APENDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS DO IFSERTÃO-PE	130
	APENDICE B- ROTEIRO DE ENTREVISTA COM DICENTES E DOCENTES	132

1 INTRODUÇÃO

Desde suas origens, o ser humano, ao adquirir habilidades de manipular a energia em seu favor, na produção ou processamento de alimentos, na captação da água, na adaptação de ambientes em locais com climas mais adversos, estabeleceu uma relação de dependência extrema com este insumo. A ação antropogênica, juntamente com a expansão demográfica intensificada no século XX, vem causando um aumento na pressão sobre os recursos naturais. Um efeito colateral imediato deste fenômeno são os resíduos dos processos de manipulação de energias que não afetam somente seu entorno, mas colaboram para efeitos mais extensos como a interferência na temperatura média no planeta.

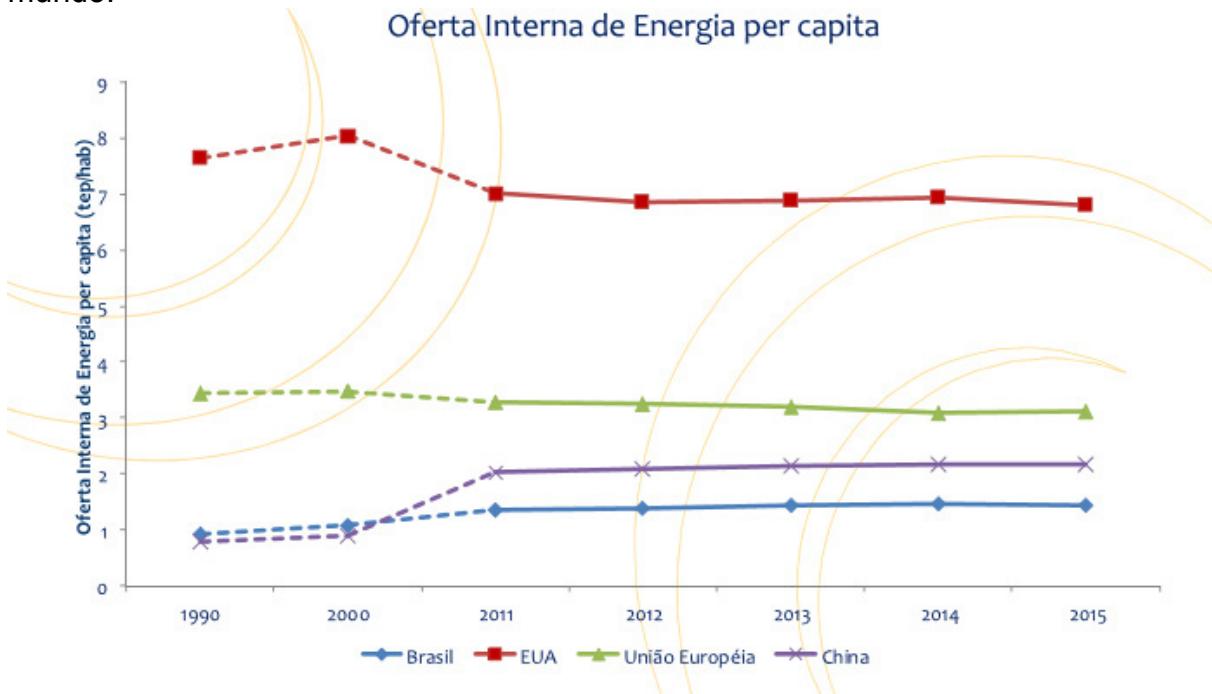
O aumento de temperatura global é atribuído ao efeito estufa que determinados gases, em excesso na atmosfera, podem proporcionar. Os chamados Gases causadores do Efeito Estufa (GEE) cujo principal representante é o dióxido de carbono (CO₂), fortemente associado à utilização de combustíveis fósseis que, por sua vez, é a principal fonte de energia do ser humano moderno.

A oferta interna de energia e o consumo de energia per capita são indicadores sócio econômicos relevantes. Os mesmos associam o grau de dependência dos países a este insumo. Taxas elevadas destes indicadores, normalmente, estão associadas às economias mais fortes, maiores níveis de industrialização e acessibilidade aos bens de consumo. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), desde 2005, assumiu a responsabilidade por coletar, tratar e analisar os dados referentes à energia no Brasil, bem como, compará-los aos de outros países, ou blocos econômicos. Anualmente, é publicado pela EPE, o Balanço Energético Nacional (BEN) com detalhamento dos dados, contudo, preliminarmente é publicado um relatório síntese do BEN. As figuras 1 e 2 foram extraídas do relatório síntese de 2018, com base nos dados de 2017, ambas merecem destaque a primeira década do século XXI (EPE, 2018a).

Na Figura 1, encontram-se informações em forma de gráfico da evolução da oferta interna de energia. Houve um declínio da oferta nos Estados Unidos da América (EUA), acompanhado da União Europeia, movimento

contrário ao do Brasil e mais forte ainda a China. Nos anos subsequentes, as curvas mantêm a tendência ainda que de forma moderada.

Figura 1 Evolução dos indicadores de Oferta Interna de Energia no Brasil e no mundo.



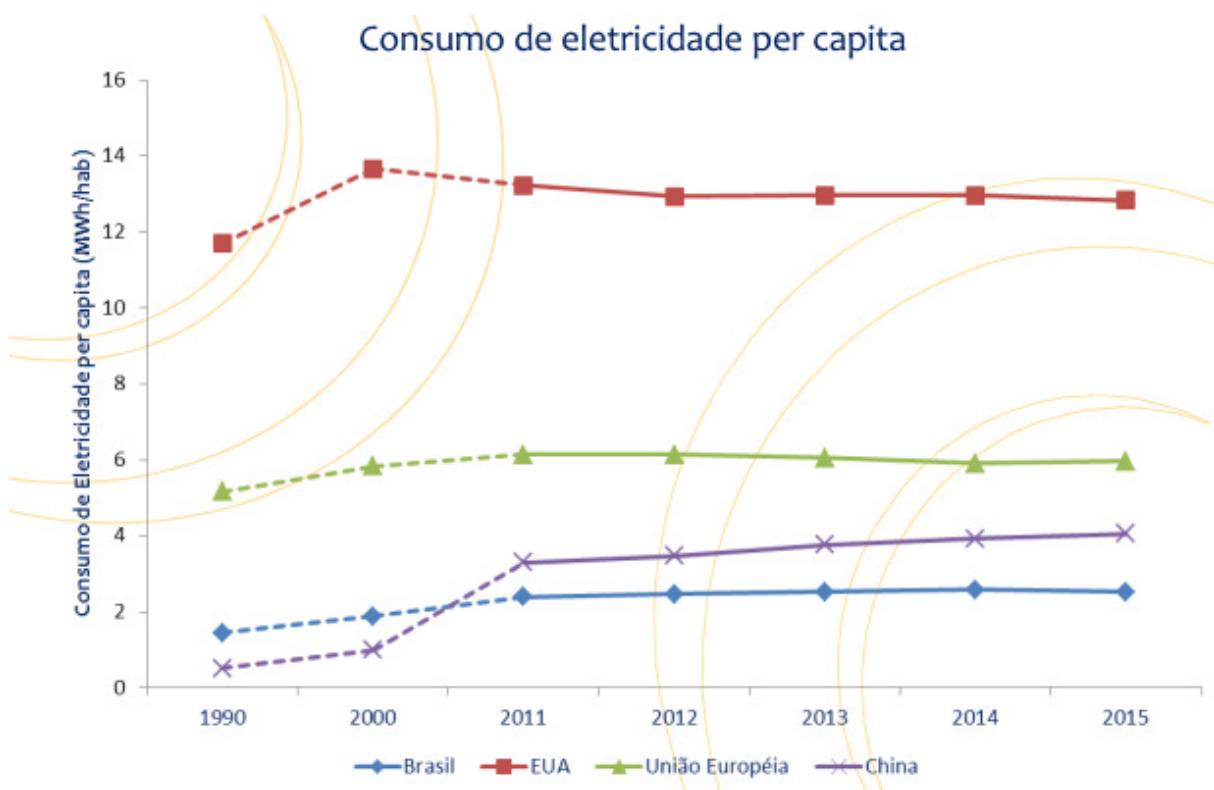
Fonte: (EPE, 2018a, p.49).

Por sua vez, o consumo de eletricidade per capita (Figura 2), os EUA reduziram esse percentual ao longo da primeira década. Novamente, destaque para a China que ultrapassou o Brasil e, continua em crescimento, contra uma estabilidade de todos os demais. Tendo em conta, tratar-se do país mais populoso do planeta e com sua economia em franco crescimento, é pertinente a preocupação quanto à sustentabilidade dessa tendência. A redução do consumo de energia elétrica per capita também pode ser associada ao uso mais eficiente da energia, como redução de perdas nos processos de geração, transmissão e uso final da energia.

O aumento do consumo de energia, não necessariamente, garante que a economia esteja crescendo de forma sustentável. A Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1987, definiu o desenvolvimento sustentável como: "desenvolvimento que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades" (ONU, 2017).

O desenvolvimento sustentável emergiu como o princípio orientador do desenvolvimento global a longo prazo e é composto por três pilares. Procura alcançar, de forma equilibrada, desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental. Desde então, há expectativa de uma aderência cada vez maior dos países, sobretudo, os que ainda se encontram em desenvolvimento.

Figura 2 Evolução dos indicadores de Consumo de Eletricidade no Brasil e no mundo



Fonte: (EPE, 2018a. p.51)

Em 2015, os países membros tiveram a oportunidade de adotar uma nova agenda de desenvolvimento sustentável. Entre os desafios para o futuro estão as ações para acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar para todos, proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas. Trata-se dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecendo 17 objetivos e 169 metas a serem alcançadas até 2030, apoiados em documento anterior: os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), firmado no ano 2000 (ONU, 2015).

Especificamente o objetivo 7- Energias Renováveis (ER) e Acessíveis busca assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e acessível para todos. Dentre as metas para 2030 estão: dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética e aumentar substancialmente a participação de ER na matriz energética global.

Fontes de ER vão de encontro aos princípios do desenvolvimento sustentável através da disponibilidade da energia a partir de fontes primárias disponíveis localmente, em geral, de menor impacto no aproveitamento dos recursos naturais e menor emissão de resíduos

Utilizar fontes modernas de ER para a diversificação da matriz energética não é, nem de longe, uma tarefa simples. Em geral, tais formas exigem um aporte de recursos relativamente elevado e, nem sempre, disponíveis e com preço final competitivo no mercado. Cabe ao Governo de Estado um papel fundamental neste cenário. Além das barreiras econômicas, e influência política, impostas por produtores tradicionais que agem de forma a manter seus interesses comerciais preservados, há o desconhecimento da população, em geral das necessidades e implicações desta solução.

Duas estratégias destacam-se por países no mundo: a primeira, chamada de gestão da demanda de energia que significa, promover medidas de conservação e uso eficiente de energia; a segunda, trata-se de uma abordagem, em larga escala, do uso de tecnologias renováveis. Diversos países tiveram como ponto de partida a crise do petróleo dos anos 70, no entanto, poucos atingiram os objetivos. A resposta foi demorada para a maioria dos planejadores (ACIKGOZ, 2011).

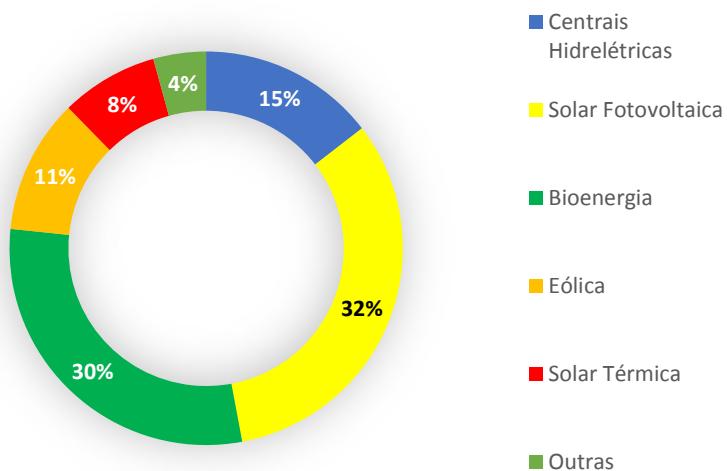
Desenvolver e dominar tecnologias de ER, além de atender as demandas próprias dos países, também é uma oportunidade de negócios no exterior tanto no comércio da energia excedente como na exportação de tecnologias e serviços em um mercado em crescimento sobretudo nos países em desenvolvimento.

Segundo a Agencia Internacional para Energias Renováveis (IRENA, 2018), o setor de energia renovável no mundo empregou 10,3 milhões de pessoas, em 2017, com aumento de 5,3%, em relação a 2016. Os empregos em ER, excluindo as grandes hidrelétricas, aumentaram 6,0% para chegar a 8,8 milhões, em 2017. A China, o Brasil, os Estados Unidos, a Índia, o Japão e a

Alemanha concentram a maior parte dos empregos em ER, embora, somente a Ásia, represente 62% do total de postos de trabalho. Na Figura 3 são apresentados o percentual de participação de cada fonte de energia renovável no total de empregos alcançados pelo setor a nível mundial, no ano de 2017.

Figura 3 Distribuição dos postos de trabalho a nível mundial por fonte- 2017

Empregos em energias renováveis



Fonte: elaborada pelo autor adaptado de IRENA (2018)

A participação das ER na matriz energética dos países depende de uma série de variáveis, como o interesse político, a disponibilidade de recursos naturais, os recursos financeiros e a mão de obra qualificada. Diferentes fatores podem ser atribuídos à pouca disseminação das tecnologias de ER modernas, porém, destaca-se a falta de estrutura educacional em energia, especialmente, as renováveis.

No final dos anos 90, Kandpal e Garg (1998) observam que, a falta de mão de obra qualificada em nível de técnico, e mesmo básico como mecânicos, prejudicou a aceitação de várias tecnologias de ER em diferentes regiões no mundo. Ou que, os consumidores finais não conseguiram obter o serviço pós-venda apropriado, para reparo e manutenção do equipamento de energia renovável. Benchikh (2001), por sua vez, destaca que o desenvolvimento e a implementação de cursos, em institutos de treinamento industrial e politécnicos, são cruciais para o crescimento sustentável da indústria de energia renovável.

O ensino profissional de nível técnico, em especial, o voltado para ER é pouco comentado na literatura, sendo a formação em nível superior mais frequente, embora não menos importante na formação de gestores e tomadores de decisão. Contudo, em uma distribuição natural de postos de trabalho, a demanda por artífices, técnicos e supervisores acaba sendo maior. A disponibilidade e qualificação profissional é parte fundamental para o apoio de ações com ER, não somente pela necessidade de instalação e manutenção, mas pelo desenvolvimento de novas tecnologias e, da popularização deste conhecimento.

No Brasil, as limitadas iniciativas em educação profissional em ER tiveram como ponto de partida as universidades. Os pesquisadores, em sua maioria na década de 90, conseguiram realizar seus estudos de pós-graduação em outros países, que já detinham um grau maior de desenvolvimento no tema. Linhas de pesquisa foram estabelecidas em grandes universidades brasileiras, porém, associadas aos seus programas de pós-graduação. Como referência, em 1999, a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) fundou o primeiro curso de Mestrado em Engenharia de Energia (UNIFEI, 2018).

O primeiro curso de graduação em Engenharia de Energia criado no Brasil foi o da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), em março de 2003, localizada em Novo Hamburgo. A primeira turma formou-se em março de 2008, com o título de Engenharia de Energias e Desenvolvimento Sustentável. A partir de então, outros cursos similares foram, gradativamente, ofertados em diferentes instituições pelo país. Em geral, os cursos de Engenharia de Energia, ou de Energias Renováveis, tiveram suas origens no aproveitamento de infraestrutura e pessoal de departamentos, ou outros cursos tradicionais tais como a Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Engenharia Civil.

De acordo com o Ministério da Educação (MEC), em 2018, estão reconhecidos e ofertados no Brasil, 27 cursos de Engenharia de Energia, ou de Engenharia de Energias Renováveis, com duração média de 5 anos, e 2 cursos superiores de Tecnologia em Sistemas de Energias Renováveis com duração de 3 anos. Entre as instituições que ofertam os cursos de graduação 31% são privadas e, 63% da oferta concentrada nas regiões Sudeste e Sul do país. Foram ainda identificados 3 cursos de Bacharelado em Engenharia Ambiental e

Energias Renováveis, entre os quais duas instituições públicas na região Norte e, o terceiro na região Sudeste em instituição privada (MEC, 2018a).

Tendo em conta que os engenheiros e tecnólogos formados no Brasil acabam por serem aproveitados em atividades de planejamento e gestão de empreendimentos, falta ainda uma parcela de profissionais para atividades intermediárias. Em princípio, a operação e manutenção das instalações são atividades que podem ser executadas por técnicos de nível médio que, por sua vez, supervisionam e orientam equipes de profissionais de nível básico como eletricistas, mecânicos e pedreiros. Logo, há uma demanda maior por profissionais na área de ER, a oferta de formação para essa especificidade é relativamente baixa.

A geração de energia elétrica no Brasil pode ser considerada, predominantemente, renovável, uma vez que é baseada em hidroeletricidade, no entanto, por meio de grandes centrais hidrelétricas. A diversificação da matriz energética, a partir do aproveitamento de outras fontes primárias de natureza renovável como a solar e eólica, tem sido incrementada nas últimas décadas.

No Brasil, a capacidade total instalada de geração eólio-elétrica é de 10.124 MW e 24 MW de energia solar, em 2017. A região Nordeste destaca-se por elevada atratividade dos projetos desta natureza. Especificamente, esses projetos contribuindo com 8.208 MW (81,1%) de energia eólica e 15 MW (61,7%) de energia solar (EPE, 2018b).

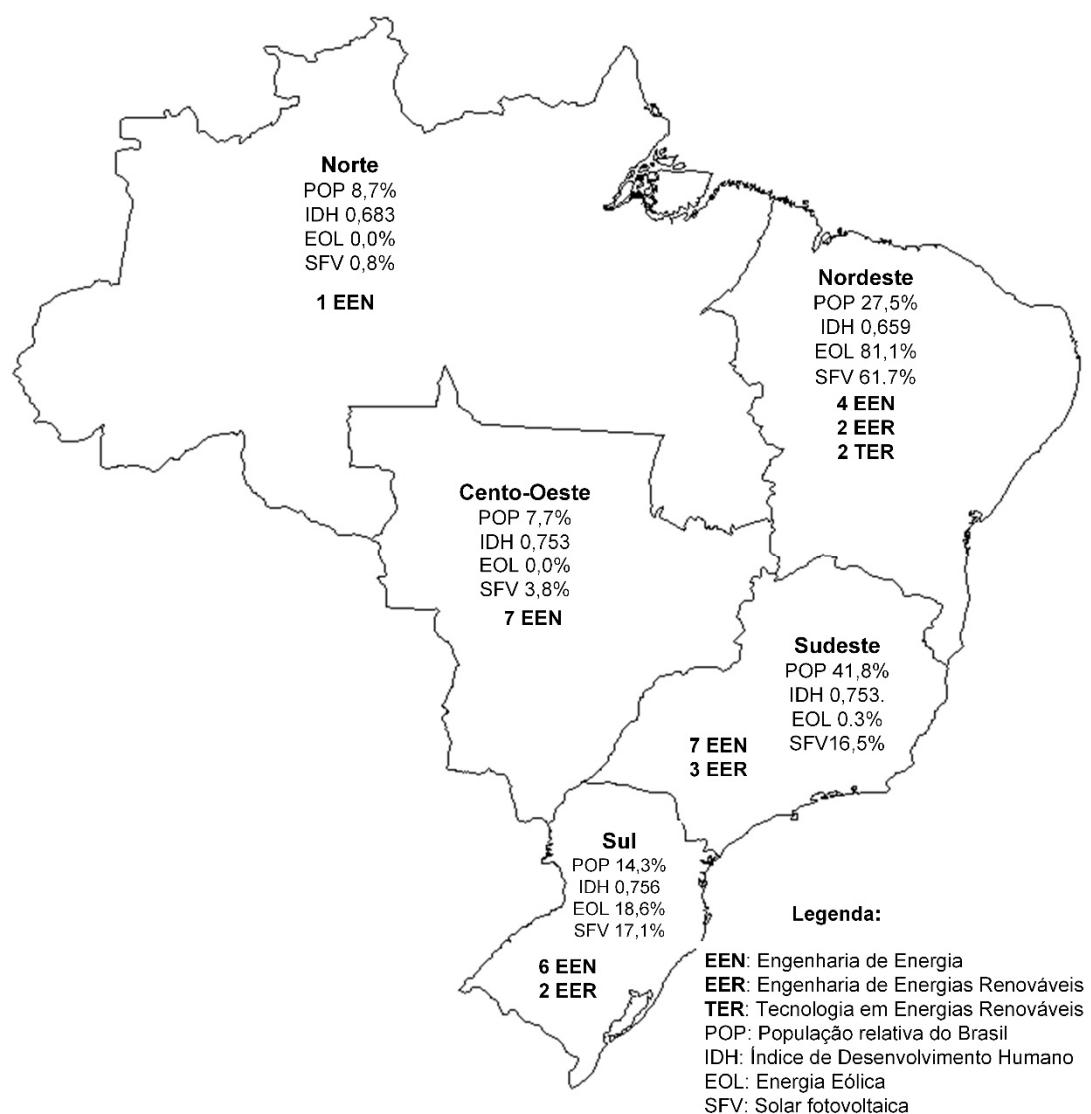
Considerando os aspectos sociais, enquanto o Brasil apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,755, a região Nordeste apresenta o menor IDH entre as regiões brasileiras: 0,659. A região destaca-se ainda pelo clima predominantemente semiárido e abriga a segunda maior população regional do país (PNUD; IPEA; FJP, 2018).

A distribuição regional destas disponibilidades, juntamente com outros indicadores relevantes para o tema são apresentados na Figura 4.

Considerando esses aspectos, em 2009, foi ofertado pela primeira vez no Brasil, o curso técnico em Sistemas de Energia Renovável (SER) pelo Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), na modalidade Ensino a Distância (EAD), destinado aos alunos que já haviam concluído o Ensino Médio. As atividades didático-pedagógicas do curso foram desenvolvidas de forma semipresencial, sendo destinadas 20% da carga horária total de cada

componente curricular às atividades presenciais, incluída a avaliação presencial. O curso técnico em SER, cuja primeira entrada foi para a segunda metade daquele ano, ofereceu 90 (noventa) vagas distribuídas em três Polos: Garanhuns, Serra Talhada e Recife, todos no estado de Pernambuco. Nesta primeira seleção, inscreveram-se 1.313 (um mil trezentos e treze) candidatos sendo 83% no Polo Recife, obtendo-se uma concorrência de 36 (trinta e seis) candidatos por vaga (IFPE, 2013).

Figura 4 Cursos de graduação ofertados em Energia e ER por região do Brasil (ano 2018)



Fonte: elaborada pelo autor adaptado de (EPE, 2018; PNUD; IPEA; FJP, 2018; MEC, 2018a)

A concorrência por uma vaga no curso SER pode ser considerada elevada comparada aos outros cursos tradicionais ofertados pela instituição. Em especial para uma profissão que, somente no ano de 2012, foi incluída no Catálogo Nacional dos Cursos Técnicos (CNCT), no eixo Controle e Processos Industriais e, portanto, reconhecida oficialmente (MEC, 2012).

Na ocasião da publicação do CNCT, em 2012, não havia registro de nenhum curso técnico em Sistemas de Energia Renovável, na modalidade presencial, no Brasil. Neste mesmo ano, o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertão-PE), com sede em Petrolina-PE, por intermédio da sua Coordenação Geral do Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC), convidou seus servidores a apresentarem propostas de cursos técnicos a serem apoiados com recursos do programa. A oportunidade então permitiu o projeto e execução do primeiro curso Técnico em Sistemas de Energia Renovável, na modalidade presencial, do país, com destaque por localizar-se no semiárido da região nordeste brasileira.

A matriz curricular, contida no Projeto Pedagógico do curso técnico em SER, foi desenvolvida a partir da experiência em docência e acadêmica do autor da presente tese, servidor pertencente ao quadro permanente do IFSertão-PE desde 2004.

1.2 Objetivos da tese

1.2.1 *Objetivo principal*

Desenvolvimento e implantação de um curso técnico em Sistemas de Energia Renovável, modalidade ensino presencial.

1.2.2 *Objetivos específicos*

Ampliação da oferta de ensino técnico em ER, em especial na Região Nordeste;

Identificação e proposição de formas de superar possíveis barreiras para implantação do ensino técnico em ER;

Proposição de uma matriz curricular de referência para oferta de novos cursos técnicos em ER no Brasil;

Incremento da oferta de profissionais qualificados em ER;

Coleta de informações que contribuam para as políticas públicas de educação e incentivo às ER.

1.3 Estrutura da tese

Capítulo 1: são apresentadas a contextualização, justificativas e objetivos da Tese;

Capítulo 2: é apresentado um panorama sobre o setor elétrico brasileiro, e descritos os principais programas e ações com foco em ER no país;

Capítulo 3: é apresentada uma revisão bibliográfica da literatura científica sobre a formação profissional em ER no mundo, bem como, o modelo brasileiro para formação de técnicos de nível médio, em especial, na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica;

Capítulo 4: é descrito a implantação do primeiro curso técnico em ER, modalidade ensino presencial

Capítulo 5: é aplicada uma avaliação do desempenho do curso, bem como, discutidos os resultados da pesquisa;

Capítulo 6: conclusões e desenvolvimentos futuros.

2 ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL

O presente capítulo busca contextualizar o Brasil no cenário mundial de ER, bem como, o detalhamento da oferta interna de energia e das principais ações de programas e políticas públicas que contribuíram, ou ainda contribuem, para o desenvolvimento das ER na matriz energética brasileira. É dado um enfoque especial à matriz elétrica cuja predominância na geração é de base renovável.

2.1 A Matriz energética renovável brasileira

A ampliação da participação das ER nas matrizes energéticas dos países é um desafio, para a maioria destes. A parcela desta forma de energia no mundo é de 13,7%, sendo que entre os 34 países membros da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE), a participação está em 10,1%. No Brasil, a participação de fontes renováveis corresponde a 43,2%, uma das mais elevadas do mundo (EPE, 2018b).

A oferta interna de energia brasileira, por fonte de energia primária, é estratificada na Tabela 1.

Tabela 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil 2017

Fonte de Energia Primária	Participação (%)
Renováveis	
Biomassa da cana de açúcar	17,4
Hidráulica	11,9
Lenha e carvão vegetal	8,0
Lixívia e outras renováveis	5,8
Subtotal	43,2
Não renováveis	
Petróleo e derivados	36,2
Gás natural	12,9
Carvão mineral	5,6
Urânio	1,4
Outras não renováveis	0,6
Subtotal	56,8
Total	100,0

Fonte: EPE (2018b)

A partir da Tabela 1, é possível destacar que duas formas de energia predominam na parcela renovável do Brasil, a bioenergia e a hidráulica. A primeira é a forma de energia proveniente da matéria orgânica, portanto equivale à soma da biomassa de cana de açúcar, lenha, carvão vegetal e lixivia ainda que seja um resíduo no processo de extração da celulose.

Em 2017, o Ministério das Minas e Energia (MME) disponibilizou o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDEE), trata-se de uma indicação das perspectivas de expansão futura do setor de energia sob a ótica do Governo no horizonte até 2026. A estimativa governamental para a oferta interna de energia, em 2026, está detalhada na Tabela 2 (MME, 2017a):

Tabela 2 - Oferta Interna de Energia no Brasil 2026.

Fonte de energia primária	Participação (%)
Renováveis	
Biomassa da cana de açúcar	19,0
Hidráulica	14,0
Lenha e carvão vegetal	7,0
Lixívia e outras renováveis	8,0
Subtotal	48,0
Não renováveis	
Petróleo e derivados	32,0
Gás natural	12,0
Carvão mineral	5,0
Urânio	2,0
Outras não renováveis	1,0
Subtotal	52,0
Total	100,0

Fonte: MME (2017)

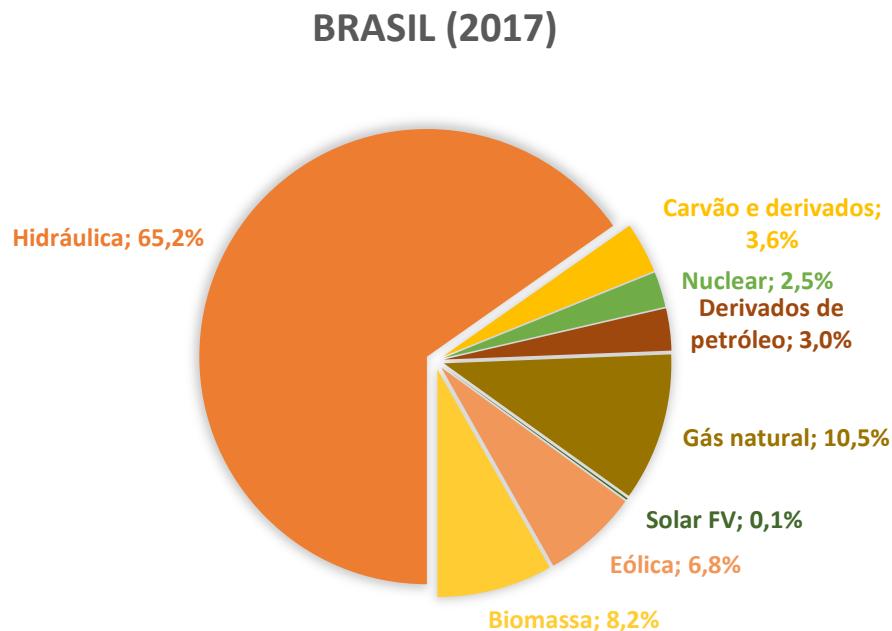
Conforme indicado na Tabela 2, os resultados do PDE 2026 estimam que a parcela de energia renovável da matriz energética atingirá 48% ao final do horizonte decenal. O único grupo de fontes renováveis que perde espaço até 2026 é o de lenha e carvão vegetal, que tem baixo rendimento energético e que deve ser substituído gradativamente por fontes mais eficientes (MME, 2017a).

O PDE 2026 traz a estimativa de expansão para a fonte eólica de 122%, e a solar fotovoltaica (FV), centralizada, de 906% (MME, 2017a).

Na figura 5, é demonstrada a matriz de geração de energia elétrica do Brasil para o ano de 2017. A principal fonte geradora é a hidroeletricidade, provida essencialmente por grandes centrais hidrelétricas, seguida pela queima

de biomassa nas usinas de açúcar e etanol por meio da tecnologia de ciclo combinado. O restante atendido por termoelétricas a combustível fóssil, nuclear e com uma participação modesta de outras formas a partir de fontes renováveis como eólica e solar FV. O que revela uma geração de energia elétrica com base em fontes renováveis de 80,4% da matriz.

Figura 5 Geração de energia elétrica por fonte em 2017- BRASIL



Fonte: EPE (2018b)

2.2 O setor elétrico brasileiro

A produção de energia elétrica é realizada, prioritariamente, por concessionário de serviço público, sobretudo no caso as destinadas aos consumidores cativos. São considerados concessionários os geradores, distribuidores e transmissores.

As mudanças no setor, a partir dos anos 90, favoreceram uma participação maior da iniciativa privada enquanto concessionários, fortalecendo então a figura do produtor independente de energia elétrica, que constrói, opera e mantém usinas de energia elétrica, bem como, comercializam a produção.

Uma crise hídrica em 2000 deu destaque ao setor, com incentivos à produção de energia elétrica a partir de outras fontes, bem como a própria modificação do setor energético, com a privatização de concessionárias e a

restrição para geração e comércio de energia através da câmara de comercialização de energia elétrica (CCEE). Neste cenário surgem os leilões de compra/venda de energia elétrica, realizados no âmbito do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) (BRADSHAW, 2017).

Os leilões de energia elétrica utilizam um processo licitatório promovido pelo poder público com vistas a se obter energia elétrica em um prazo futuro, seja pela construção de novas usinas de geração elétrica, linhas de transmissão até os centros consumidores, ou mesmo, a energia que é gerada em usinas em funcionamento e com seus investimentos já pagos, conhecida no setor como “energia velha”.

Os leilões auxiliam o setor elétrico na tentativa de equilibrar oferta e consumo de energia e, consequentemente, na redução dos riscos de falta de energia e de racionamento. Os leilões de energia elétrica, ao definirem os preços dos contratos, definem, também, a participação das fontes de energia utilizadas na geração.

Os leilões são divididos de acordo com o tipo de empreendimento: se novo ou existente. Os chamados leilões de energia existente são aqueles destinados a atender às distribuidoras no ano subsequente ao da contratação (denominado A-1) a partir de energia proveniente de empreendimentos em operação. Já os leilões de energia nova destinam-se à contratação de energia proveniente de usinas em projeto ou em construção, que poderão fornecer energia em 3 (denominado A-3) ou 5 (A-5) anos a partir da contratação. Esta segmentação é necessária porque os custos de capital dos empreendimentos existentes não são comparáveis aos de empreendimentos novos, ainda a ser amortizados (ABRADEE, 2018).

Também faz parte dos leilões de energia, a construção de usinas de geração de eletricidade e de linhas de transmissão de energia, tanto para a maior parte do Brasil que é integrada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), que permite, não só, o transporte de energia elétrica aos centros consumidores, mas o equilíbrio e continuidade do serviço, de forma que diferentes regiões do país possam colaborar para oferta de energia mitigando os efeitos sazonais (ONS, 2017).

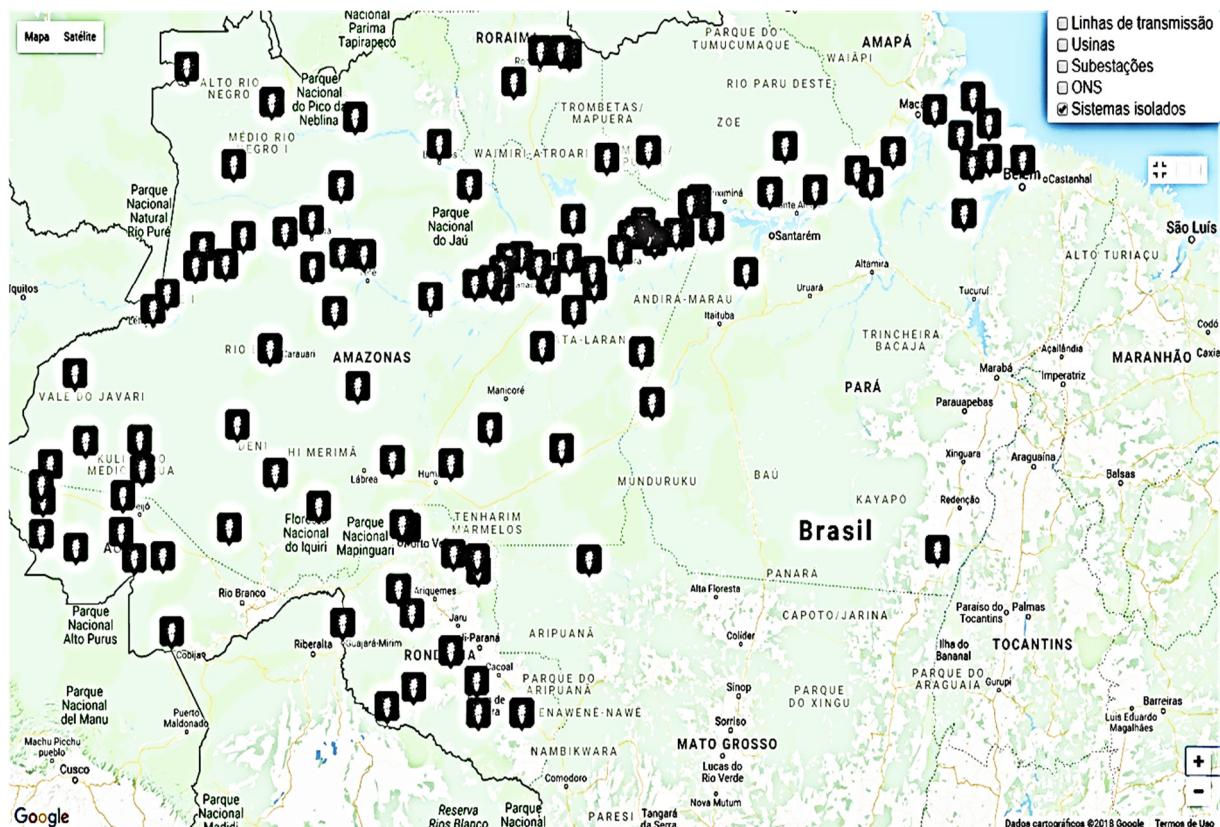
Essa mesma característica permite a integração de unidades de geração de energia elétrica a partir de diferentes tecnologias que, para um país

de reconhecida dimensão continental e diferentes características edafoclimáticas, é um motivador na geração distribuída e na possibilidade da diversificação por fontes de ER.

Em 2018, ainda existem 246 localidades onde vivem cerca de 760 mil consumidores não conectadas ao SIN, os chamados Sistemas Isolados, representados na Figura 6.

A maior parte está na região Norte, nos estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Amapá e Pará. A ilha de Fernando de Noronha, em Pernambuco, e algumas localidades de Mato Grosso completam a lista. Entre as capitais, Boa Vista (RR) é a única que ainda é atendida por um sistema isolado. O consumo nessas localidades é baixo e representa menos de 1% da carga total do país. A demanda por energia elétrica dessas regiões é suprida, principalmente, por usinas térmicas a óleo diesel (ONS, 2018).

Figura 6 Sistemas Isolados - 2018



Fonte: ONS (2018.)

Visto que os Sistemas Isolados apresentam uma forte dependência dos combustíveis de origem fóssil, da mesma forma, se eleva o potencial para

complementaridade, ou substituição, da geração de energia elétrica por outras tecnologias cuja fonte primária seja renovável.

2.3 **Tecnologias de ER em destaque na matriz brasileira**

No Brasil, alguns programas governamentais que merecem destaque, classificados por modalidade da fonte primária que interferem direta ou indiretamente na geração e uso final energia elétrica, a saber:

2.3.1 **Hidroeletricidade**

A hidroeletricidade é considerada uma forma renovável de energia, no entanto, o modelo de grandes usinas hidrelétricas (UHE), adotado no Brasil, exigiu a formação de grandes reservatórios e tem encontrado resistência por questões dos impactos ambientais. Com melhor apelo ambiental e, considerada uma fonte renovável “moderna”, o aproveitamento do potencial hidráulico brasileiro tem sido desenvolvido pelas pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e as centrais geradoras hidrelétricas (CGH), que segundo a Associação Brasileira de Pequenas Centrais e Centrais Geradoras Hidrelétricas (ABRAPCH, 2018). As PCH são usinas hidrelétricas de tamanho e potência relativamente reduzidos, conforme classificação feita pela Agência Nacional de Energia Elétrica. Esses empreendimentos têm, obrigatoriamente, entre 1 e 30 MW de potência e devem ter menos de 3 km² de área de reservatório (ANEEL, 2003).

No entanto, o aproveitamento hidrelétrico que não atender a condição para a área do reservatório de que trata o artigo anterior, respeitados os limites de potência e modalidade de exploração, será considerado com características de PCH, caso se verifique pelo menos uma das seguintes condições:

I - Atendimento à inequação:

$$A \leq \frac{14,3 \times P}{H_b}$$

Sendo:

P = potência elétrica instalada em (MW);

A = área do reservatório em (km²);

H_b = queda bruta em (m), definida pela diferença entre os níveis d'água máximo normal de montante e normal de jusante;

II - Reservatório cujo dimensionamento, comprovadamente, foi baseado em outros objetivos que não o de geração de energia elétrica.

Para o atendimento à inequação a que alude o inciso I, ficou estabelecido, adicionalmente, que a área do reservatório não poderá ser superior a 13,0 km².

Em 2016, havia o registro de 436 PCH operando no Brasil. Esse número coloca a fonte à frente das UHE, que até então somavam 219 em todo o território nacional (ABRAPCH, 2018).

As CGH são ainda menores, tanto em termos de tamanho quanto de potência. De acordo com a classificação da ANEEL, esses empreendimentos podem ter o potencial de gerar de 0 até 1 MW de potência. Em 2016, o Brasil contava com 554 unidades de CGHs em operação instaladas em todo seu território, que representa 425,5 MW de potência instalada. Com essa abrangência, essas centrais geram, aproximadamente, 0,2% do total da matriz energética do país (ABRAPCH, 2018).

Ainda assim no PDEE, há uma previsão da expansão de 4.553 MW (16 UHE), em todas as regiões do Brasil com exceção do Nordeste. A saber: Região Hidrográfica (RH) Amazônica: 6 UHE e 57% da potência; RH Paraná: 7 UHE e 20% da potência, RH Uruguai: 2 UHE e 19% da UHE potência e RH Atlântico Sudeste: 1 UHE e 3% da potência (MME, 2017a).

Por sua vez, 76 PCHs já contratadas deverão ampliar em 840 MW a capacidade instalada em todas as regiões do Brasil. Há ainda uma previsão de 1500 MW a serem contratados ao longo do período, em unidades localizadas nas regiões Sudeste e Centro-Oeste totalizando, portanto, 2.340 MW no horizonte do plano (MME, 2017a).

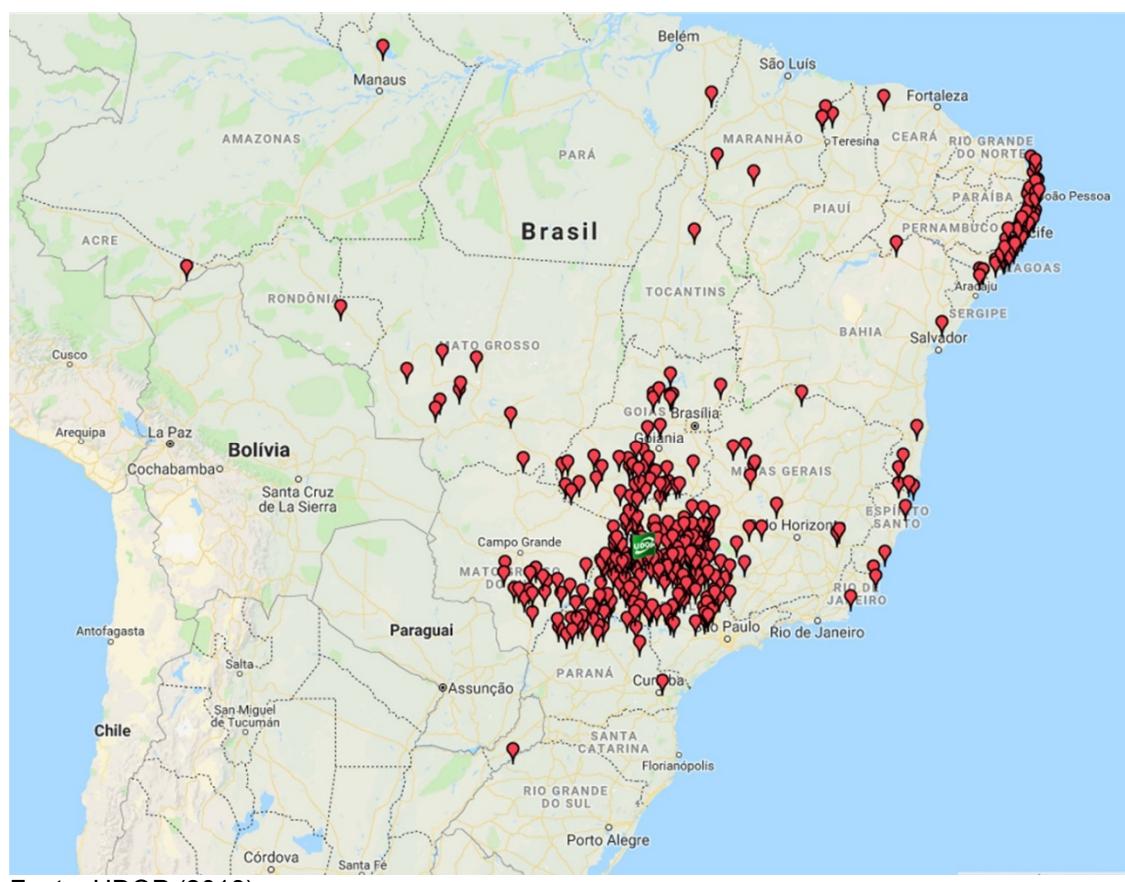
2.3.2 **Bioenergia**

A bioenergia é a designação para a energia obtida através da biomassa e, pode ser utilizada para se gerar calor, eletricidade ou combustível para motores de combustão em geral. As fontes principais de bioenergia são

materiais provenientes de matérias primas renováveis, como madeira, produtos agrícolas e dejetos orgânicos (estrume, serragem, lixo orgânico, resíduos urbanos).

Em comparação com o combustível fóssil convencional, a bioenergia tem vantagens devido à sua renovabilidade e grande quantidade, e, portanto, desempenha um papel crucial para ajudar a defender a segurança energética. Porém, a produção de bioenergia pode exercer efeitos negativos sobre o meio ambiente em termos de quantidade e qualidade da água, emissões de biodiversidade, carbono orgânico do solo e erosão do solo. Os impactos adversos variam dependendo dos tipos de biomassa, localizações de terra e práticas de gestão (WU *et al.*, 2018). Na Figura 7, é apresentada a distribuição das usinas de processamento de biomassa no país, no ano de 2018.

Figura 7 Distribuição de usinas de biomassa – Brasil 2018



Chama a atenção, a elevada concentração de usinas na interseção entre as regiões Sudeste, Centro Oeste e Sul do Brasil. Restando às regiões

Norte e Nordeste, um potencial a ser explorado. Na Figura 8 está a distribuição das principais fontes primárias de acordo com a vocação edafoclimática.

Figura 8 Perfil das principais fontes alternativas biomassa no Brasil



Fonte: Stradiotto (2017)

Vale salientar que na região Nordeste, a concentração de usinas ocorre no litoral, sobretudo as culturas sucro-alcooleiras. No semiárido, em função da disponibilidade de outras culturas, apresenta melhor potencial na utilização de resíduos. Da mesma forma, a região Norte, que apesar da disponibilidade de água e biomassa elevada há os custos operacionais e de implantação que se elevam com as questões ambientais, sobretudo na Amazônia.

A seguir são descritas as principais fontes brasileiras de biomassa para fins energéticos, assim como, as políticas públicas que favoreceram o seu desenvolvimento.

Bagaço de Cana de Açúcar

O Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), criado em 1975, impulsionou o desenvolvimento do mercado de bioetanol a partir da cana de açúcar. Permaneceu ativo até a metade dos anos 80 quando a remoção dos

subsídios governamentais e, a concorrência do mercado pela produção de açúcar, contribuíram para enfraquecimento do setor. Uma retomada moderada no início deste século com a inserção dos motores tipo bicombustível, o apelo da pegada de carbono e a demanda para outros mercados de exportação.

O Brasil é segundo maior produtor de bioetanol do mundo e o maior a partir da cana de açúcar, além da produção de combustível, utiliza o resíduo do processo em plantas de cogeração para produção de eletricidade. A possibilidade do aproveitamento de parte do bagaço para obtenção do chamado bioetanol de segunda geração inclui uma expectativa positiva para a expansão do setor (CAVALETT *et al.*, 2017; MANOCHIOA *et al.*, 2017).

A principal diferença entre as plantas de 1^a e 2^a geração é que as de segunda geração incluem etapas de pré-tratamento e hidrólise da celulose antes de iniciada a fermentação. O bagaço de cana de açúcar apresenta quantidade significativa de celulose em sua composição, o que favorece o uso dessa matéria-prima lignocelulósica no processo. Em ambos os processos, pode-se obter etanol hidratado, o qual é consumido puro em motores desenvolvidos para este fim, e etanol anidro, obtido após um processo de desidratação ou retirada de água. Este último, é misturado à gasolina, sem prejuízo para os motores, em proporções variáveis (ANP, 2018). Outra aplicação promissora é o aproveitamento do resíduo como a vinhaça e a torta de filtro, para a produção de biogás.

Biodiesel

O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis que pode ser produzido a partir de gorduras animais e espécies vegetais como soja, palma, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso. No Brasil, a soja é a principal matéria-prima utilizada. A transesterificação alcalina é o processo químico, geralmente, utilizado para produção do biodiesel, mas outros processos também podem ser empregados como craqueamento, esterificação, entre outros (ANP, 2018).

O governo brasileiro criou, em 1980, o Programa Nacional do Biodiesel (PROOLEO), que foi rapidamente esquecido em virtude do crescimento do PROACOOL e a redução do preço do petróleo. Uma nova

iniciativa se deu com o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel (PROBIO DIESEL), em 2002, e através do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) apresentado pelo ministério da Ciência e Tecnologia. Este último, responsável pela introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, teve como uma das expectativas inclusão social, através do aproveitamento da produção de pequenos produtores de oleaginosas como a mamona e a palma. No entanto, os custos de produção dessa modalidade não foram suficientes para competir com grandes produtores de óleo de soja (NAYLORA, HIGGINS, 2017).

A partir de 2008, a mistura de biodiesel puro (B100) ao óleo diesel passou a ser obrigatória. Entre janeiro e junho de 2008, a mistura de biodiesel puro (B100) ao óleo diesel foi de 2%, entre julho de 2008 e junho de 2009 foi de 3%, entre julho e dezembro de 2009 foi de 4% e entre janeiro de 2010 e junho de 2014 foi de 5%. Em 2017, o Brasil despontou como o segundo maior produtor e consumidor de biodiesel do mundo (RICO e SAUER, 2015; OLIVEIRA e COELHO, 2017; LIMA, 2018)

Biogás e Biometano

Biogás é o resultado da decomposição da matéria orgânica (substrato) por microrganismos em reatores com condições de temperatura e umidade controlada, também chamado de digestor. É um processo encontrado em muitos ambientes anaeróbios que ocorrem naturalmente, incluindo cursos d'água, sedimentos, solos encharcados e intestino de mamíferos. Também pode ser obtido a partir de uma ampla gama de matérias-primas, incluindo águas residuais industriais e municipais, resíduos agrícolas, sólidos urbanos, da indústria alimentícia e resíduos vegetais. A composição do biogás depende da natureza do substrato. Uma vez produzido, o biogás é geralmente composto por cerca de 48 a 65% de Metano, 36 a 41% de Dióxido de Carbono, até 17% de Nitrogênio, 1% de Oxigênio, 32 a 169 ppm de Gás Sulfídrico e outros gases. Um resíduo do processo de obtenção do biogás, é o biofertilizante, de alto valor agregado à agricultura (BORGES NETO, *et al.* 2010).

O biogás pode ser utilizado para obtenção de calor, bem como, no acionamento de motores de combustão interna que, por sua vez, acionam

geradores de energia elétrica. O biogás pode ainda ser purificado para obtenção do biometano, que constituído essencialmente por metano, possui componentes que o caracteriza como intercambiável ao gás natural.

O biometano proveniente de aterros sanitários e estações de tratamento de esgoto foi regulamentado pela Agencia Nacional de Petróleo (ANP) pela Resolução nº 685, de 30/06/17. Além de incrementar a matriz brasileira de biocombustíveis, a iniciativa estimula investimentos nesses tipos de instalação (ANP, 2018).

Uma nova perspectiva com base nos dados da Usina Bonfim, em Guariba-SP, vencedora do leilão de energia A-5, de 2016, estimou-se o potencial técnico de exportação de energia elétrica a partir do biogás obtido de vinhaça e torta de filtro, para cerca de 3 GW, até 2026. Dessa forma, a contribuição da biomassa de cana de açúcar para o cenário energético nacional poderá se tornar ainda mais relevante, caso seu potencial técnico seja plenamente aproveitado (MME, 2017a).

2.4 Programas e ações governamentais de destaque e outras fontes renováveis.

2.4.1 *Geração distribuída*

A definição de geração distribuída é dada pela ANEEL como:

A geração distribuída é caracterizada pela instalação de geradores de pequeno porte, normalmente a partir de fontes renováveis ou mesmo utilizando combustíveis fósseis, localizados próximos aos centros de consumo de energia elétrica. De forma geral, a presença de pequenos geradores próximos às cargas pode proporcionar diversos benefícios para o sistema elétrico, dentre os quais se destacam a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de distribuição e transmissão; o baixo impacto ambiental; a melhoria do nível de tensão da rede no período de carga pesada e a diversificação da matriz energética. Por outro lado, há algumas desvantagens associadas ao aumento da quantidade de pequenos geradores espalhados na rede de distribuição, tais como: o aumento da complexidade de operação da rede, a dificuldade na cobrança pelo uso do sistema elétrico, a eventual incidência de tributos e a necessidade de alteração dos procedimentos das distribuidoras para operar, controlar e proteger suas redes (ANEEL, 2016 p. 07)

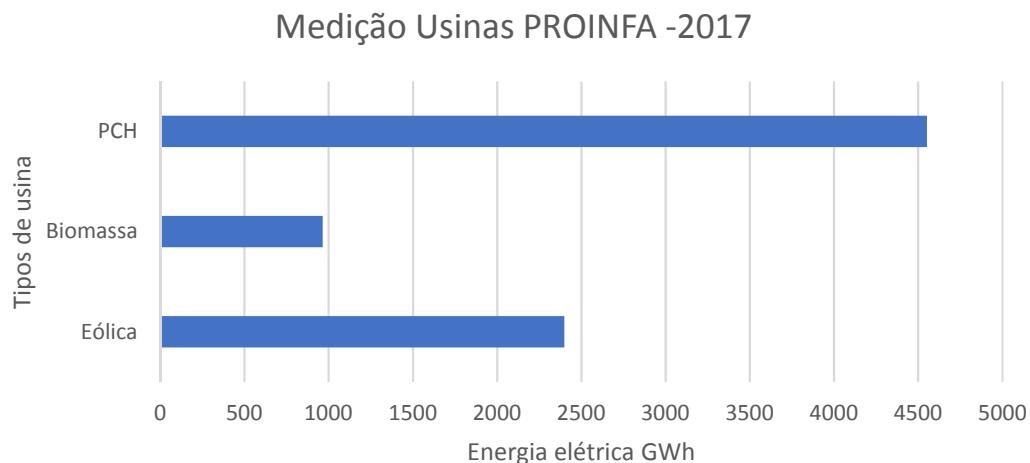
2.4.2 PROINFA

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado em 2002, pelo Governo Federal, teve como objetivo aumentar a participação de fontes renováveis privilegiando empreendedores que não tivessem vínculos societários com concessionárias de geração, transmissão ou distribuição. A expectativa do programa foi a contratação de 3,3 GW instalados divididos igualmente entre empreendimentos como usinas eólicas, pequenas centrais hidrelétrica e termoelétricas à biomassa, com o mínimo de 60% de nacionalização das tecnologias e a garantia de compra da energia gerada por um período de 20 anos (DUTRA e SZKLO, 2006).

O Programa mereceu destaque por estar inserido no então novo modelo do setor elétrico, além de impulsionar o segmento de ER no Brasil, com efeito imediato na implantação de parques eólicos, seguidos de PCH e, por fim, as usinas térmicas com base em biomassa. Em sua segunda fase, os empreendimentos de ER passaram a ser contratados através dos leilões de energia, ainda que indiretamente, estimulou outras formas de energias e ampliou o segmento de geração distribuída.

No ano de 2017, foram consideradas em operação 60 pequenas centrais hidrelétricas, 53 parques eólicos e 19 usinas termoelétricas à biomassa, cuja contribuição para o Sistema Elétrico Nacional, no ano de 2017, é demonstrado na figura 9 (ANEEL, 2017).

Figura 9 Contribuição das Usinas PROINFA ao SIN BRASIL-2017



Fonte: ANEEL (2017)

Por sua vez, na Tabela 3 são listados os valores da capacidade instalada da geração distribuída, em 2017, por tipo de geração e relação de crescimento em relação a 2016.

Tabela 3 - Valores da capacidade instalada da geração distribuída (MW) *

Fonte	2016	2017	$\Delta 17/16$
Hidrelétrica	96.925	100.275	3,5%
Térmica	41.275	41.628	0,9%
Eólica	10.124	12.283	21,3%
Solar	24	935	3.836%
Nuclear	1990	1990	0,0%
Capacidade disponível	150.338	157.112	4,5%

Fonte: (EPE, 2018a). * *não inclui mini e microgeração*

Destacam-se a energia eólica com o crescimento de 23,1%, e a energia solar fotovoltaica (FV), em franco crescimento, aumentando quase 40 vezes sua potência instalada. Importante observar que destes valores estão excluídos a mini e microgeração.

2.4.3 **Mini e microgeração**

Embora não seja exatamente um programa, um marco importante para o setor elétrico e para as ER no País, a resolução normativa REN 482/2012 da ANEEL e sua atualização, pela resolução REN 687/2015, estabeleceram uma nova possibilidade de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, bem como, um novo segmento no mercado de energia.

Conforme disposto nesses regulamentos, a micro e a minigeração distribuída consistem na produção de energia elétrica a partir de pequenas centrais geradoras que utilizam fontes renováveis de energia elétrica, ou cogeração qualificada, conectadas à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2016).

Para efeitos de diferenciação, a microgeração distribuída refere-se a uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW, enquanto que, a minigeração distribuída diz respeito às centrais

geradoras com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW, para a fonte hídrica, ou 5 MW para as demais fontes (ANEEL, 2016).

Uma importante inovação trazida pela Resolução Normativa nº 482/2012 é o sistema de compensação de energia elétrica. Esse sistema permite que a energia elétrica excedente, gerada pela unidade consumidora, seja injetada na rede da distribuidora, a qual funcionará como uma bateria, armazenando esse excedente. Quando a energia injetada na rede for maior que a consumida, o consumidor receberá um crédito em energia (kWh) a ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário, ou na fatura dos meses subsequentes. Os créditos de energia gerados continuam válidos por 60 meses (prazo estipulado pela REN 687/2015). Há ainda a possibilidade de o consumidor utilizar esses créditos em outras unidades previamente cadastradas, dentro da mesma área de concessão, e caracterizada como autoconsumo remoto, geração compartilhada ou integrante de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras (condomínios), em local diferente do ponto de consumo, definidas da seguinte forma (ANEEL, 2016):

- a) Geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída, em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;
- b) Autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada;
- c) Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras (condomínios): caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado, constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum, constituam uma unidade

consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas.

Para unidades consumidoras conectadas em baixa tensão (grupo B), ainda que a energia injetada na rede seja superior ao consumo, será cobrado uma taxa mínima referente ao custo de disponibilidade. De forma análoga, para os consumidores conectados em alta tensão será devida apenas a parcela da fatura correspondente à demanda contratada.

A micro e minigeração distribuída, incentivada por recentes ações regulatórias que viabilizaram a compensação da energia excedente produzida por sistemas de menor porte (*net metering*), com uma potência instalada de 246,1 MW, no ano de 2017, representando um crescimento de 239,4% ao ano. Na Tabela 4 é apresentada a distribuição da participação por fonte, sendo a solar FV uma das mais promissoras, em função da popularização, linhas de financiamento e, consequente redução dos preços no mercado (EPE, 2018b).

Até 2026, estimam-se cerca de 770 mil usuários de sistemas FV sob o regime da REN 482, totalizando 3,3 GWp, suficiente para atender 0,6% do consumo total nacional. A evolução das plantas a biogás é a menor, com a perspectiva de aproximadamente 300 MW, ao final do horizonte do PDE (MME, 2017).

Tabela 4- Valores da capacidade instalada da mini e micro geração (MW)

Fonte	2016	2017	Crescimento (%)
Hidrelétrica	4,4	37,3	747,7
Térmica	11,0	24,0	118,2
Eólica	0,2	10,3	4.915,0
Solar FV	56,9	174,5	205,8
Capacidade disponível	72,5	246,1	239,4

Fonte: EPE (2018b)

2.4.4 ***Eficiência Energética***

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), criado em 1985 promove o uso eficiente de energia elétrica combatendo o desperdício e reduzindo os custos. Uma das ações marcantes do programa foi

a criação, em 1993, do Selo Procel de Economia de Energia que indica no ato da compra os equipamentos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria (ANDRADE e PONTES, 2017; MME, 2017b).

O PROCEL tem subprogramas como a promoção do uso eficiente de energia no setor da construção civil; apoio às prefeituras no planejamento e implantação de projetos de substituição de equipamentos e melhorias na iluminação pública e sinalização semafórica; apoio a ações que visem o menor consumo em prédios públicos; treinamento, manuais e ferramentas voltados para a redução de desperdício em indústrias e comércios; ações educacionais no ensino formal ou na divulgação de dicas, livros, softwares e manuais técnicos (FOSSATI *et al.*, 2016; LOPES *et al.*, 2016).

No final da década de 90, no âmbito do estabelecimento das agências reguladoras de energia como a ANEEL e ANP foi lançada uma importante legislação para promover eficiência energética: a Lei Federal 9.991/2000, conhecida como Programa de Eficiência Energética da ANEEL e Lei Federal 10.295/2001, conhecida como Lei de Eficiência Energética. A primeira é o principal mecanismo de captação de recursos de eficiência energética hoje em dia no Brasil, pois determina o investimento obrigatório de 0,5% da receita operacional líquida de utilitários elétricos em programas de eficiência de uso final sob o controle e acompanhamento da ANEEL. A Lei de Eficiência Energética complementa programas existentes estabelecendo a eficiência energética mínima, ou máxima, dos padrões de consumo para equipamentos fabricados e comercializados no Brasil (SOUSA e SILVA *et al.*, 2017).

2.4.5 ***RenovaBio***

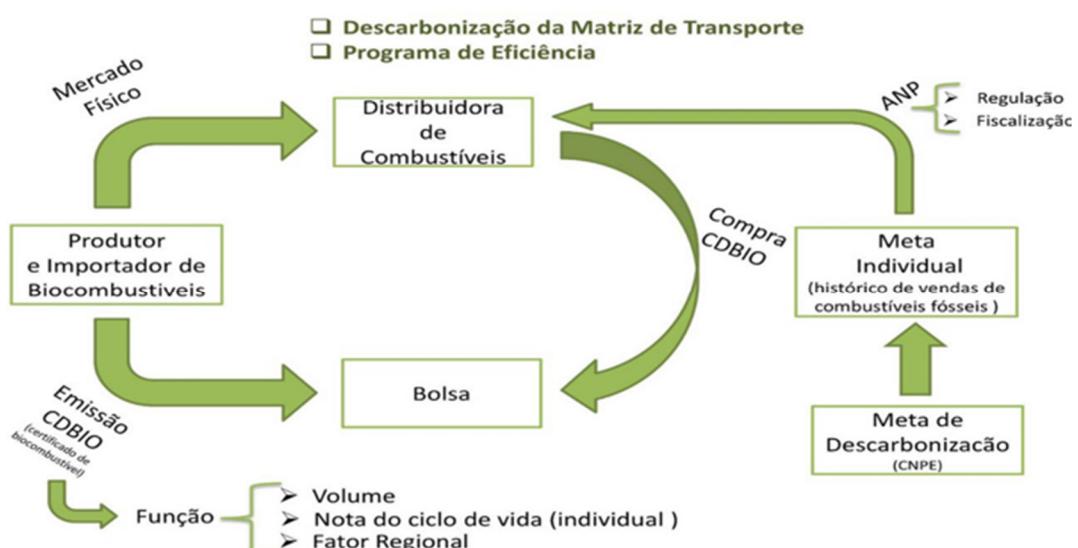
O Brasil foi um dos 195 países signatários de um novo acordo, para fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima, durante a 21^a Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudanças no Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change*-UNFCCC) realizada em Paris, no ano de 2015. No documento, também chamado Acordo de Paris, os governos se envolveram na construção de seus próprios compromissos, cada nação apresentou sua contribuição de redução de

emissões dos gases de efeito estufa, seguindo o que cada governo considera viável a partir do cenário social e econômico local.

No documento das Contribuições Nacionalmente Determinadas (*intended Nationally Determined Contribution–iNDC*) do Brasil, o governo brasileiro compromete-se a reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, com uma contribuição indicativa subsequente de reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Para isso, o país se comprometeu a aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, bem como alcançar uma participação estimada de 45% de ER na composição da matriz energética em 2030 (MMA, 2018).

O RenovaBio é uma política de Estado a partir da Lei nº 13.576, de dezembro de 2017, que objetiva promover a adequada expansão dos biocombustíveis na matriz energética, com ênfase na regularidade do abastecimento de combustíveis; e assegurar “previsibilidade” para o mercado de combustíveis, induzindo ganhos de eficiência energética e de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na produção, comercialização e uso de biocombustíveis. A RenovaBio cria a unidade de Crédito de Descarbonização (CBIOS) a ser comercializada livremente no mercado financeiro. Na Figura 10 é apresentado um fluxograma da dinâmica do programa.

Figura 10 O ciclo do CBIOS na RenovaBio



Fonte: MME (2018)

O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) determina quais as metas de redução de carbono para o período, assim como, as metas individuais de cada distribuidora de combustíveis do país baseado na participação no mercado e no histórico de venda de combustíveis fósseis das mesmas.

A distribuidora de combustíveis, conhecendo suas metas, terá uma cota de combustíveis fósseis que pode vender. Ultrapassar essa cota significa ter que comprar CBIOS, sob pena de multa.

Cada produtor, ou importador de biocombustível terá uma quantidade de CBIOS, que será determinada pela eficiência de seu processo. A quantidade CBIOS, é determinada por um terceiro (Certificador Independente) e após a análise do ciclo de vida do produto, fatores regionais e volume produzido.

O CBIOS é um ativo financeiro negociado em bolsa de valores, assim, seu valor deverá ser determinado pelo mercado.

O Decreto 9.308/2018 determina que sejam estipuladas as metas de redução de emissões de carbono para um prazo não inferior a 10 anos, já as metas compulsórias individuais, aplicáveis a todos os distribuidores de combustíveis, deverão ser definidas e tornadas públicas até 1º de julho de 2019, para vigorar a partir de 24 de dezembro de 2019.

Como resultado dessa política, o governo prevê ampliar a produção de etanol dos atuais 30 bilhões de litros para cerca de 50 bilhões de litros em 2030 e elevar a de biodiesel de 4 bilhões para 13 bilhões de litros no mesmo período. Ao mesmo tempo, calcula uma economia de 300 bilhões de litros de gasolina e diesel importados nos próximos anos. Projeta-se também um aumento de 10 milhões de hectares na área plantada dedicada à bioenergia (MARQUES, 2018).

2.5 Considerações do capítulo

A implantação e manutenção de programas como os descritos oferecem de fato a possibilidade de desenvolvimento das tecnologias em ER, ao fomentar toda a cadeia produtiva gerando postos de trabalho que exigem, cada vez mais, profissionais qualificados para essas vagas. Ocorre, porém, que devido aos prazos envolvidos, em geral de médio e longo, acabam por

transpassar diferentes governos que, por influências econômicas e ou políticas, por vezes, descontinuam os processos.

As oportunidades de expansão dos empreendimentos em ER, são elevadas, sobretudo no Brasil, em função de sua área e recursos diversificados. Entre as variáveis envolvidas nesse contexto, a mão de obra qualificada e disponível, pode fazer a diferença para o sucesso das ações.

3 ENSINO PROFISSIONAL EM ER

Neste capítulo é abordada a formação profissional de nível técnico em ER. Buscou-se referências na literatura científica de forma a conhecer as experiências internacionais, bem como, elementos que permitam a construção do perfil profissional do futuro técnico em ER. Também é feito uma revisão sobre o histórico da formação técnica no Brasil, em especial da Rede Federal, quais as modalidades, formas de oferta com base na legislação brasileira em vigor.

3.2 A experiência internacional

A experiência mais antiga, entre os artigos selecionados, é a relatada por Ruzinsky *et al.* (1996). No texto é descrito um breve relato sobre pesquisa, desenvolvimento e ensino de ER em cursos regulares de graduação da Universidade Técnica da Eslováquia.

A partir de 1978 foram introduzidas disciplinas de graduação Exploração da Energia Solar e Fontes Não Convencionais de Energia, com duração de 12 semanas, na faculdade de Engenharia Elétrica. Na pós-graduação, foi oferecida a disciplina Energia Renovável Fotovoltaica. Após 17 anos de oferta das disciplinas, 700 alunos tiveram a oportunidade de cursá-las e, como consequência, a energia solar foi o tema de 92 trabalhos de conclusão de curso (TCC) e 8 teses de doutorado. Na Figura 11, está o conteúdo programático oferecido pela disciplina Fontes Não Convencionais de Energia:

Figura 11 Conteúdo programático da disciplina do curso Engenharia de Sistemas Elétricos de Potência- Universidade Técnica da Eslováquia

Fontes Não Convencionais de Energia	
Conteúdos	
✓ Energia solar - introdução, exploração;	✓ Energia geotérmica;
✓ Conversão fotovoltaica e fototérmica;	✓ Exploração de energia geotérmica.
✓ Energia eólica;	✓ Energia mini e micro hidroelétricas;
✓ Tecnologias e instalações eólicas;	✓ Energia do mar e do oceano;
✓ Energia de biomassa;	✓ Sistemas de energia espacial;
✓ Fermentação e pirólise;	✓ Projetos de energia renovável para o futuro.

Fonte: Ruzinsky *et al.* (1996)

Os tópicos, abordados na disciplina, podem ser utilizados como orientadores na composição do rol das disciplinas específicas na matriz curricular de um curso técnico em ER.

Por sua vez, Kandpal e Garg (1998) comenta a necessidade da introdução ao tema das ER em todos os níveis da educação, desde ensino fundamental à pós-graduação. Embora, o local de interesse seja a Índia, o trabalho aborda questões a serem consideradas universalmente. Destaca que é necessário que todo programa de educação sobre ER seja adequadamente estruturado para fornecer oportunidades, além de tornar o aluno capaz de trabalhar por conta própria. O trabalho considera como objetivos específicos desejáveis para qualquer programa de educação energética:

- a) desenvolver uma consciência, entre os estudantes, sobre a natureza e causa da atual crise energética;
- b) conscientizar os alunos sobre vários tipos de recursos renováveis e não renováveis, tipos de fontes de energia, seu potencial de recursos e as tecnologias existentes para aproveitá-las;
- c) desenvolver valores e atitudes funcionais nos alunos para a utilização de fontes de energia e também permitir que eles apreciem as dimensões sociais associadas a elas;
- d) fazer com que os alunos compreendam as consequências de diferentes medidas políticas relacionadas à energia;
- e) permitir que os alunos sugiram estratégias alternativas para resolver a crise energética no futuro.

Já com respeito à formação de técnicos, Kandpal e Karg (1998) sugere as principais competências desejáveis na formação de técnicos preparados para atuar com ER:

- a) coletar, analisar e organizar informações;
- b) comunicar ideias e informações;
- c) planejar e organizar atividades;
- d) trabalhar em equipes;
- e) utilizar ideias e técnicas matemáticas;
- f) resolver problemas;

- g) possuir habilidades práticas na instalação, operação, reparo e manutenção em diferentes tecnologias e sistemas de ER.

Othman e Sopian (1999) faz uma análise da formação ER em cursos de graduação no bloco econômico da Associação de Países do Sudeste Asiático (*Association of Southeast Asian Nations - ASEAN*). Considera que falta maturidade e educação para tecnologias de ER ainda que, na ocasião, a contribuição destas tecnologias nas matrizes energéticas no bloco fosse muito pequena. Reitera a necessidade de mais recursos e financiamentos, tanto no bloco quanto para países em desenvolvimento, para o aprendizado e especialização em ER. Apresenta uma sugestão de um plano de disciplinas, acompanhadas de práticas em laboratório, com adaptações para a ASEAN, apresentada no Figura 12.

Figura 12 Conteúdo programático proposto para cursos de ER na ASEAN
Curso em Energias Renováveis

Conteúdos	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fundamentos da energia; ✓ Cenários da energia global e da ASEAN; ✓ Fontes de energias convencionais; ✓ Energia Solar fotovoltaica; ✓ Energia Solar térmica; ✓ Energia eólica; ✓ Energia geotérmica; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Biocombustíveis; ✓ Energia mini e micro hidroelétricas; ✓ Energia do mar e do oceano; ✓ Conservação de Energia; ✓ Auditoria energética; ✓ Ética na Energia.

Fonte: elaborado pelo autor adaptado de Othman e Sopian (1999).

Por sua vez, Benchikh (2001) faz uma avaliação global e alerta que, a formação profissional em ER exige um conhecimento geral de tecnologias diversificadas e, suas adaptações em diferentes contextos, em diferentes campos de aplicação. Observa a carência de programas específicos de formação universitária, ou mesmo, para as escolas secundárias, capaz de captar o interesse dos jovens, a fim de orientá-los para uma opção de carreira realista. Poucas informações são dirigidas aos alunos do ensino secundário sobre as

perspectivas e oportunidades de emprego que seriam obtidas no caso de dedicarem-se ao estudo das ER. As necessidades de treinamento no campo das ER raramente são bem conhecidas, pois poucas informações estão disponíveis em relação aos programas requeridos: cursos técnicos práticos, cursos intensivos, educação continuada, cursos específicos e escolas de verão. Os centros de pesquisa e treinamento relacionados às fontes renováveis são mal distribuídos, a ponto de, em regiões favorecidas por um alto potencial de energia solar acabam por terem o menor número de centros de treinamento. Reforça que o requisito mais importante é a disponibilidade de técnicos competentes para garantir a instalação, manutenção de sistemas de ER.

Em Bhattacharya (2001) é abordada a presença de disciplinas em cursos superiores, em particular nos Estados Unidos da América (EUA), caracterizado pela falta de uniformidade em termos de duração, cursos e ênfase em pesquisa. No entanto, chama a atenção para o elevado custo das instalações de laboratórios, mesmo para aos países desenvolvidos. Acredita ser necessário estabelecer diretrizes, e padrões relativos à inserção de conteúdos de ER em programas acadêmicos, ou mesmo, estabelecer um sistema de credenciamento, preferencialmente global, em diferentes disciplinas e departamentos acadêmicos. Acredita que a Internet desempenhará um papel significativo na educação universitária em geral, em especial, no ensino de ER.

Jain, Lungu e Mogotis (2002) descreve os resultados de uma pesquisa demandada pelo Ministério de Assuntos de Minerais, Energia e Águas do governo de Botsuana. O trabalho relata uma pesquisa a partir de entrevistas e questionários pelo país, direcionados a três grupos específicos: comercial, consumidor e institutos de treinamento. Os resultados apontaram que os maiores potenciais nacionais são para energia solar e biomassa, contudo, identificaram a falta de educação dos consumidores, bem como, a ausência de mão de obra especializada em ER. Sugere um programa de educação em ER para todos os segmentos da sociedade, através de treinamentos de curta duração, especializações nos níveis técnicos e superiores. Dentre os programas sugeridos, o mais generalista é dedicado ao ensino superior, demonstrado no Figura 13.

Figura 13 Conteúdo programático de tecnologias em ER sugerido para Universidades em Botsuana

Curso Novas Tecnologias em Energias Renováveis	
Conteúdos	
✓ Recursos energéticos renováveis e convencionais;	✓ Tecnologias e aplicações de energia solar;
✓ Tecnologia e aplicações de energia eólica;	✓ Princípios avançados de dimensionamento e design;
✓ Tecnologia e aplicações de biogás;	✓ Aspectos ambientais e legais;
✓ Instalação e manutenção;	✓ Custos e análise econômica;

Fonte: elaborado pelo autor adaptado de Jain, Lungu e Mogotis (2002)

Por sua vez, Bojic (2004) descreve uma pesquisa conduzida através de levantamentos e questionários aplicados aos professores de 88 faculdades e 13 centros de pesquisas na Sérvia e Montenegro. Identifica que não existe nenhum curso voltado inteiramente para ER, poucos professores dedicados às tecnologias específicas, ficando os temas sobre ER como subitens inseridos em disciplinas tradicionais. Identificou ainda que, a energia solar FV e a biomassa são as tecnologias mais abordadas nos cursos além de concluir que, tais disciplinas em cursos de graduação na Sérvia e Montenegro, acabam por serem muito acadêmicas. Sugere que sejam feitos investimentos na formação de pesquisadores e que haja uma intensificação e diversificação do ensino de ER de forma a acompanhar a evolução dessas tecnologias na Europa.

Zografakis, Menegaki e Tsagarakis (2008) apresenta o resultado da educação sobre eficiência energética e energia sustentável em turmas de ensino regular fundamental e médio na Ilha de Creta. Avaliou a percepção dos alunos sobre o tema e o efeito multiplicador desse aprendizado com os pais dos alunos. Concluiu, estatisticamente, que houve uma evolução no interesse e comportamento energético dos envolvidos e, recomenda fortemente que o assunto seja incluído, oficialmente, como disciplina em todas as etapas do ensino fundamental e secundário na Grécia.

Jennings, Thomas e Lloyd (2008) afirma que a indústria de ER está crescendo rapidamente e, por consequência, isto levou a um rápido aumento na demanda por especialistas em ER que sejam capazes de projetar, instalar e

manter tais sistemas. O estudo teve como alvo as Universidades na Austrália e Nova Zelândia, que até então não ofereciam o curso de Engenharia de Energias Renováveis, limitando-se a disciplinas isoladas ou, como temas transversais. Observa que educação em ER é um campo relativamente novo possuindo uma identidade própria, com técnicas, padrões e requisitos especiais que, normalmente, não são encontrados em outras disciplinas. Acredita ser improvável que as tentativas de adicionar uma, ou duas, unidades de estudo sobre ER em cursos tradicionais de ciência e engenharia produzam graduados com conhecimento, ou compreensão suficientes para usar efetivamente as ER. Observa ainda a possibilidade de atualização fazendo uso de ferramenta de Ensino a Distância (EAD), além de sugerir que o incentivo à educação profissional em ER faça parte das políticas públicas de Governo.

Com um olhar sobre a Turquia, Acikgoz (2011) defende a criação de disciplinas que envolvam o máximo de renováveis possíveis e, em todos os níveis da educação. Os programas devem ser prioritários para especificidades locais, sem esquecer o plano nacional, tem de ser flexível e dinâmico. Uma análise cuidadosa do conteúdo do curso em programas de ensino/ treinamento sobre fontes de ER revelou que, na maioria das vezes, o currículo é fortemente impulsionado pela experiência dos professores disponíveis, em vez de pelos conteúdos necessários a serem transmitidos aos alunos. Observa que um bom currículo deve trazer, também, um bom equilíbrio entre teoria e prática. O setor cresce tão rápido que cursos de curta duração devem ser aplicados mesmo aos recém-formados, considera ainda que métodos EaD possam ser uma ferramenta de boa aceitação.

Kandpal e Broman (2014) afirma que a necessidade de educação e treinamento sobre ER em todos os níveis é reconhecida mundialmente. Durante as últimas três décadas, um grande número de países em todo o mundo iniciou programas acadêmicos sobre tecnologias de ER e seus aspectos relacionados. Novamente, destaca as características desejáveis em um programa de educação em ER:

- a) deve cobrir todos os recursos de ER, respeitando especificidades locais e disponibilidade de recursos;
- b) deve abranger todos os aspectos relevantes para o desenvolvimento e divulgação de tecnologias de ER, tais como:

- avaliação de recursos;
 - concepção, fabricação, instalação, monitoramento de desempenho, solução de problemas e manutenção de tecnologias;
 - aspectos financeiros, econômicos e energéticos de utilização da tecnologia renovável;
 - aceitabilidade sociocultural;
 - avaliação dos impactos ambientais associados.
- c) deve estabelecer sinergia com a conservação de energia e as contribuições relacionadas à interação ambiente-ambiente para os alunos;
- d) deve proporcionar um equilíbrio entre teoria e prática. Portanto, seus currículos devem incluir insumos em experimentos laboratoriais e de demonstração, treinamento prático, resolução de problemas, design e fabricação de insumos além de palestras, tutoriais, trabalhos e seminários.
- e) deve ser flexível e dinâmico permitindo, assim, futuras melhorias no conteúdo e na estrutura do programa de ensino/ treinamento;
- f) de preferência, para uma melhor aceitação e eficácia, materiais de ensino-aprendizagem de boa qualidade, em idiomas locais a preços acessíveis.

Em Gelegenis e Harris (2014) é feita a avaliação da matriz curricular do único curso de graduação em ER em atividade na Grécia, em comparação com os cursos reconhecidos no Reino Unido. A preocupação diz respeito à mobilidade internacional e a empregabilidade dos egressos do curso ofertado pelo Instituto de Educação Tecnológica de Atenas, o chamado Tecnologia de Energia. O curso grego tem uma base em eletromecânica e, a depender das escolhas de disciplinas optativas, o egresso pode adquirir uma ênfase em engenharia mecânica ou elétrica. O trabalho assim, busca referências nos cursos do Reino Unido, de forma a aproximar as matrizes curriculares de ambos e melhorar a aceitação e reconhecimento do curso ofertado pelo Instituto de Educação Tecnológica.

Segundo Sooriyaarachchi *et al.* (2015), a criação de empregos é um componente importante dos efeitos socioeconômicos atribuídos ao desenvolvimento e implantação de tecnologias de ER e de eficiência energética (EE). A contribuição potencial dos setores de ER e EE na criação de novos empregos, afeta a política pública, bem como a alocação de recursos públicos para promoção das atividades relacionadas. Defende a educação continuada para todos os níveis da educação, de forma a acompanhar os avanços tecnológicos e oferecer, ao público leigo, uma compreensão básica das questões de tecnologia, assim como, um melhor entendimento de suas implicações comerciais, regulatórias e legais. Acredita que a padronização de requisitos de qualificações de ER facilita a mobilidade internacional entre os trabalhadores e o compartilhamento de conhecimento. Foram extraídas do texto, e distribuídas no Figura 14, as atividades normalmente ocupadas por técnicos de nível médio em empreendimentos de construção e instalação de duas importantes tecnologias em ER.

Figura 14 Ocupações para técnicos em empreendimentos de ER

Solar FV		
✓ Especialista de manutenção;	✓ Avaliadores de projetos e instalações;	✓ Especialista em reciclagem;
✓ Especialista em qualidade;	✓ Profissional de construção;	✓ Técnico de Linha de Energia;
✓ Projetista de sistemas de Pequeno Porte;	✓ Instaladores;	✓ Eletricista de campo;
✓ Telhadista especialista;	✓ Engenharia de software;	✓ Eletricista Especialista;
✓ Instaladores;	✓ Inspetores	✓ Gestor/administrador;
Eólica		
✓ Técnico de instrumentação e controle;	✓ Profissional de construção;	✓ Especialista em manutenção;
✓ Gestor/ administrador	✓ Instaladores;	✓ Especialista em qualidade;
✓ Serralheiro, técnico mecânica ou técnico em mecatrônica;	✓ Técnico de Linha de Energia;	✓ Instalador de pequenas turbinas.

Fonte: elaborado pelo autor adaptado de Sooriyaarachchi *et al.* (2015)

Farias e Sevilla (2015) afirma que a educação profissional é cada vez mais vista como um caminho viável para o ensino superior e, não apenas, uma rota direta para o mercado de trabalho. Este artigo estuda a relação entre a trilha

da escola secundária frequentada por estudantes chilenos (profissional ou acadêmico) e seus resultados subsequentes, no acesso e persistência, em programas profissionalizantes pós-secundários. Descobriu que os estudantes que continuaram na mesma área de formação profissional, entre os níveis secundário e pós-secundário, tiveram um desempenho melhor do que os estudantes com formação estritamente acadêmica.

Em Alawin *et al.*, (2016) e Jaber *et al.*, (2017), são descritos os resultados de uma pesquisa minuciosa de revisão em quase todos os planos de cursos existentes, de várias disciplinas, de engenharias em universidades públicas e privadas na Jordânia. Um questionário foi aplicado em uma amostra aleatória de estudantes seniores. Estavam inclusas perguntas sobre a situação energética na Jordânia, eficiência energética, ER e utilização e aplicações. Concluiu que a falta de consciência energética e o conhecimento superficial sobre energia e tecnologias de ER entre estudantes seniores em faculdades de engenharia foram aspectos significativos. Por fim, reiterou que, sem a remoção desses obstáculos, o mercado continuará sofrendo com engenheiros e técnicos mal preparados para atuarem em ER.

3.3 Ensino técnico no Brasil

A história da formação de técnicos médio no Brasil tem início, oficialmente, no ano de 1909, a partir do decreto presidencial nº 7.566, criando, inicialmente, em diferentes unidades federativas, sob a jurisdição do Ministério dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio, dezenove Escolas de Aprendizes Artífices, destinadas ao ensino profissional, primário e gratuito. O processo se consolidou lentamente conforme cronologia que se segue (MOURA, 2007; MEC, 2017a).

O decreto nº 4.127, de 25 de fevereiro de 1942, transforma as Escolas de Aprendizes e Artífices em Escolas Industriais e Técnicas, passando a oferecer a formação profissional em nível equivalente ao secundário. A partir desse ano, inicia-se, formalmente, o processo de vinculação do ensino industrial à estrutura do ensino do país como um todo, uma vez que os alunos formados nos cursos técnicos ficavam autorizados a ingressar no ensino superior em área equivalente à da sua formação.

No ano de 1959, as Escolas Industriais e Técnicas são transformadas em autarquias com o nome de Escolas Técnicas Federais. As instituições ganharam autonomia didática e de gestão. Com isso, intensificaram a formação de técnicos, mão de obra indispensável diante da aceleração do processo de industrialização.

Em 1978, com a Lei nº 6.545, três Escolas Técnicas Federais (Paraná, Minas Gerais e Rio de Janeiro) são transformadas em Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET). Esta mudança confere àquelas instituições mais uma atribuição, formar engenheiros de operação e tecnólogos, processo esse que se estende às outras instituições bem mais tarde.

Em 1994, a Lei nº 8.948, de 8 de dezembro, dispõe sobre a instituição do Sistema Nacional de Educação Tecnológica, transformando, gradativamente, as Escolas Técnicas Federais e as Escolas Agrotécnicas Federais em Centros Federais de Educação Tecnológica, mediante decreto específico para cada instituição e em função de critérios estabelecidos pelo Ministério da Educação, levando em conta as instalações físicas, os laboratórios e equipamentos adequados, as condições técnico-pedagógicas e administrativas, e os recursos humanos e financeiros necessários ao funcionamento de cada centro.

Em 29 de dezembro de 2008, através da lei 11.892, ficou instituída a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, que criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

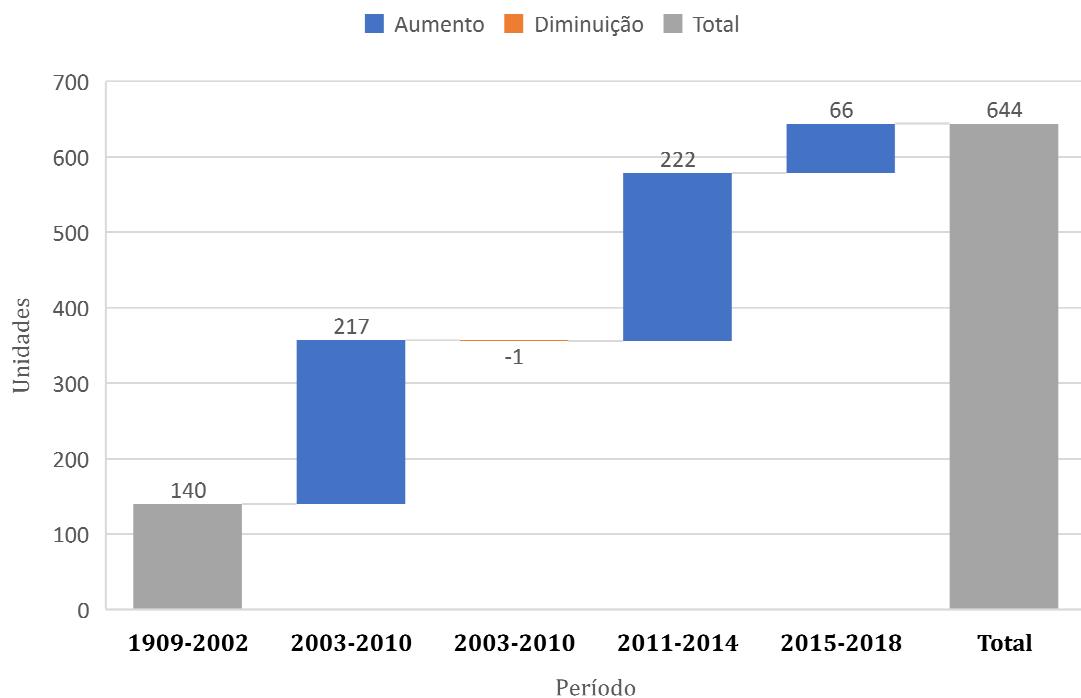
Os Institutos Federais então criados têm autonomia administrativa equiparada às universidades, sendo possível a oferta de cursos profissionalizantes desde o nível mais básico à condução de programas de doutorado. Contudo, há a exigência na qual pelo menos 50% de suas vagas ofertadas sejam destinadas à formação de técnicos de ensino médio e no mínimo 20% das vagas destinadas à formação de professores, em especial nas áreas de ciências básicas, matemática e educação profissional. Essa Rede ainda é formada por instituições que não aderiram aos Institutos Federais, mas também oferecem educação profissional em todos os níveis. São dois CEFET, 25 escolas vinculadas às Universidades, o Colégio Pedro II e uma Universidade Tecnológica.

Ao longo dos anos, outras escolas e instituições, estaduais e privadas complementaram a oferta de cursos técnicos no país, como exemplos, o Centro

Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza do estado de São Paulo e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) ligado à Federação da Indústria. Todavia, investimentos e manutenção de cursos voltados para a indústria e infraestrutura são relativamente altos, comparados aos cursos da área de ciências humanas ou negócios, normalmente ofertada por instituições estaduais, municipais e privadas.

Como principal fornecedora de profissionais técnicos de excelência, a Rede Federal limitou-se, por décadas, à oferta de cursos em capitais dos estados ou grandes centros urbanos. A partir de 2003 houve uma expansão da mesma que permitiu a ampliação da oferta de vagas, novos cursos e, sobretudo, a distribuição de *campi* em diversos municípios do interior do país, em regiões que normalmente conviviam com o êxodo de seus estudantes para os aglomerados urbanos em busca uma formação profissional de qualidade, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 15 Evolução da Rede Federal de Educação Profissional



Fonte: elaborado pelo autor (MEC, 2017b)

Os Institutos Federais desenvolvem o ensino, a pesquisa e a extensão com fortes características tecnológicas e possibilidades de parceria com o mercado de trabalho. Em geral, apresentam estruturas físicas e administrativas

menores, autonomia para adequação da oferta de profissionais, em uma situação mais ágil que as universidades.

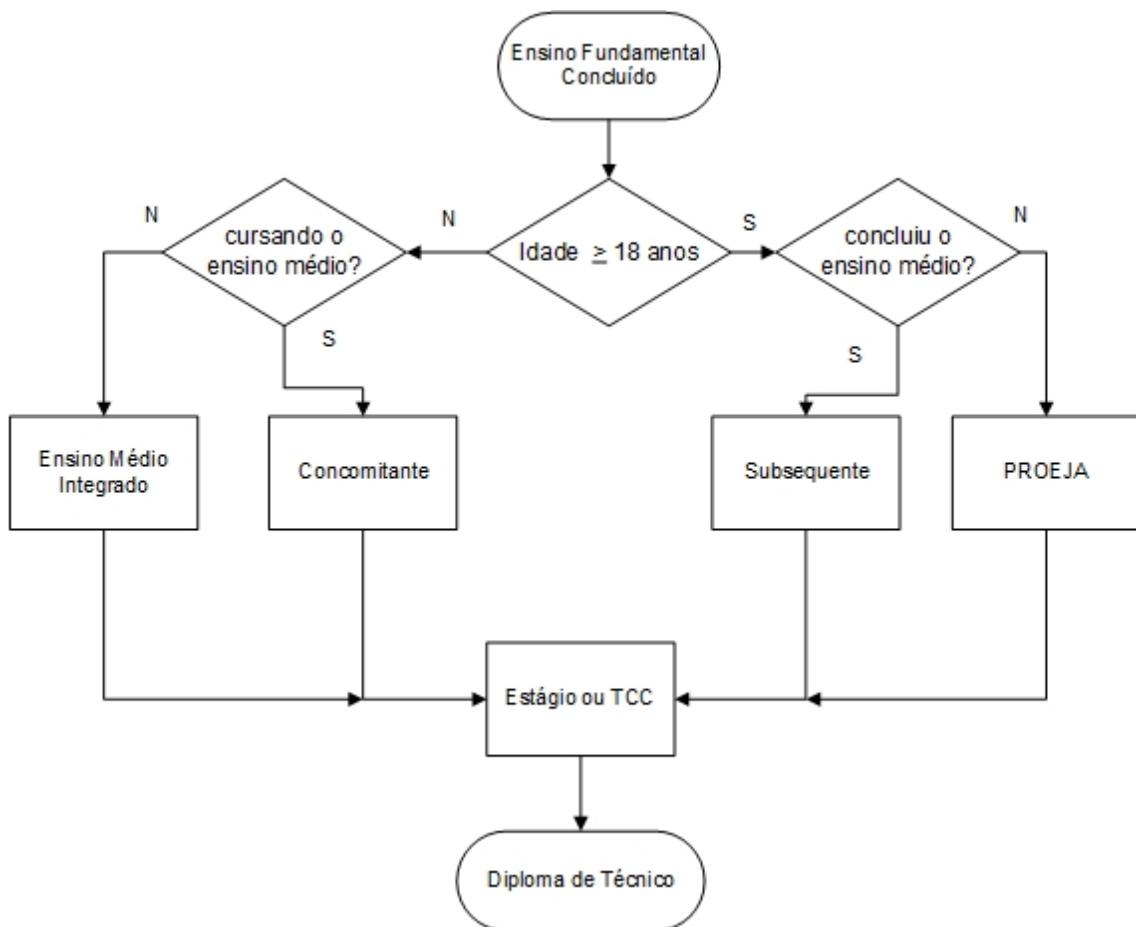
3.3.1 *Legislação básica para o técnico de nível médio*

A formação de técnicos no Brasil tem como base principal a Lei Federal N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, no texto chamado de Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

Por sua vez, de forma mais específica, a Resolução nº 6, de 30 de setembro de 2012, define as diretrizes curriculares nacionais para educação profissional técnica de nível médio.

A certificação de técnico em nível médio, no Brasil, pode ser obtida em diferentes itinerários demonstrados no fluxograma da Figura 16.

Figura 16 Itinerários para a formação de técnico de nível médio no Brasil



Fonte: elaborado pelo autor

Em se tratando de técnico de nível médio qualquer candidato deverá ter concluído os nove anos iniciais de estudo regular, a partir de então, em função de sua idade escolher a modalidade disponibilizada pela escola, a saber:

- a) ensino médio integrado: ofertado somente para quem já tenha concluído o Ensino Fundamental, com matrícula única na mesma instituição, de modo a conduzir o estudante à habilitação profissional técnica de nível médio, ao mesmo tempo em que, conclui a última etapa da Educação Básica. Indicado aos candidatos com idade de 13 a 17 anos que prosseguem seus estudos por um período entre 3 a 4 anos e, cujo diploma de técnico, permite a equivalência ao certificado do ensino médio tradicional;
- b) ensino concomitante: ofertado a quem ingressa no Ensino Médio, ou já o esteja cursando, efetuando-se matrículas distintas para cada curso, aproveitando oportunidades educacionais disponíveis, seja em unidades de ensino da mesma instituição ou em distintas instituições de ensino. Indicado aos candidatos com idade de 13 a 17 anos que já tenham cursado o primeiro ano do ensino médio convencional. Os estudantes cursam as disciplinas técnicas em um turno oposto e após a conclusão, de ambos, terá direito ao diploma de técnico;
- c) ensino subsequente: modalidade destinada aos candidatos portadores de certificados de ensino médio convencional, ou equivalente. Precisam cursar somente as disciplinas técnicas do curso obtendo, em 1 ou 2 anos, o diploma de técnico;
- d) PROEJA (programa de educação profissional para jovens e adultos): a modalidade é oferecida, em não menos que 10% da disponibilidade de vagas dos cursos técnicos da instituição, destinada aos estudantes já adultos (maiores de 18 anos), que não tenham concluído o Ensino Médio dentro da faixa etária estimada. Normalmente, oferecido no turno da noite com carga horária mínima de 2.400 h. Foi estabelecido pelo decreto presidencial nº 5.840, de 13 de julho de 2006.

Duas modalidades de oferta de curso são previstas pela LDB:

- a) educação à distância (EaD:) respeitando o mínimo de 20% de sua carga horária dedicada às atividades presenciais e de avaliação. Exceção aos cursos na área de saúde, cuja carga horária presencial, não poderá ser inferior a 50%. O controle da frequência é exigido somente durante os encontros presenciais;
- b) educação presencial: essa modalidade é exigida uma frequência do aluno igual ou superior a 75%, e é permitido, se houver disponibilidade tecnológica, que até 20% da carga horária diária, seja ofertada na modalidade EaD.

3.3.2 *O estágio supervisionado*

O estágio é uma etapa estudantil que possibilita a complementação do ensino na prática e aproxima o estudante do mundo do trabalho e é regido pela lei nº 11.788, de 25 de setembro de 2008.

Estágio é o ato educativo escolar supervisionado, desenvolvido no ambiente de trabalho, que visa à preparação para o trabalho produtivo de estudantes. O estágio integra o itinerário formativo do estudante e faz parte do projeto pedagógico do curso (§ 1º do art. 1º).

O estágio visa o aprendizado de competências próprias da atividade profissional e a contextualização curricular, objetivando o desenvolvimento do educando para a vida cidadã e para o trabalho (§ 2º do art. 1º); O mesmo pode ser obrigatório ou optativo, de acordo com a lei nº 11.788:

É definido como obrigatório quando informado no projeto pedagógico do curso, e carga horária correspondente é requisito para aprovação e obtenção do diploma (§ 1º do art. 2º).

É desenvolvido como atividade opcional, quando acrescido à carga horária regular do curso, porém, não é exigido para obtenção do diploma. Esta informação deverá constar projeto pedagógico do curso (§ 2º do art. 2º).

Desta forma, o estágio tem seu valor, é interessante e deve ser estimulado. Porém, a sua obrigatoriedade pode ser substituída por um trabalho de conclusão de curso, atividades de pesquisa ou extensão, desde que, previstos no projeto pedagógico do curso.

3.3.3 *A permanência e o êxito*

A evasão escolar no ensino técnico profissionalizante, na modalidade ensino médio, tem sido tema recente e recorrente de discussão em diferentes instituições de ensino. Conhecer as motivações e estabelecer planos de ação para a redução desse parâmetro são desejáveis em todas as esferas da administração escolar (DORE, 2013).

De acordo com Padoim e Amorim (2015), as causas da evasão podem ser organizadas em três grupos:

- a) Individuais/pessoais: não identificação com o curso, estrutura familiar, incompatibilidade de horários, formação anterior inconsistente, etc.;
- b) Causas externas: mobilidade urbana/rural deficiente, segurança pública deficiente, mercado de trabalho, etc.;
- c) Causas internas: instalações (infraestrutura), organização didática, metodologias de ensino, acompanhamento efetivo dos diversos setores da instituição (coordenações, pedagogos, setor social, setor de saúde).

Em diferentes pesquisas realizadas entre alunos evadidos de cursos técnicos destacam-se como elementos comuns: a falta de identificação com o curso (> 50%), desconhecimento sobre a área de atuação, dificuldades de aprendizagem ou metodologia (RESENDE, 2011; SILVA, 2011).

Cabe, portanto, ao se reformular um projeto de curso já existente, ou mesmo um curso totalmente novo, levar todas essas variáveis em consideração. Sobretudo, nas possíveis causas internas como estrutura e qualidade do corpo docente.

3.3.4 *O registro em conselho de classe profissional*

Os conselhos de fiscalização profissional são criados por lei, com caracterização jurídica de autarquias, dotados de personalidade de direito público, com autonomia administrativa, patrimonial e financeira. Como as demais autarquias, constituem desmembramentos legais da União, possuindo feixe de atribuições próprio da ação estatal. O Estado delega aos conselhos profissionais, a função pública de fiscalizar, defender e disciplinar o exercício da atividade

profissional, bem como, o dever de zelar pelo interesse público. Delega, também, a supervisão qualitativa, ética e técnica do exercício das profissões, de acordo com a Lei, com o único objetivo de assegurar qualidade aos serviços prestados à sociedade, de uma perspectiva do profissional para a sociedade e não do profissional para o profissional de forma corporativa (CORTE, 2018).

Os projetos pedagógicos dos cursos técnicos devem ser encaminhados aos respectivos conselhos de classe profissional, quando existirem. A opção de registro é do aluno, contudo, diversas empresas exigem que seus profissionais o possuam. Ao exercerem suas atividades como profissional autônomo, o registro no conselho e as respectivas anotações de responsabilidade técnica, facilitam a empregabilidade para o profissional.

3.4 Considerações do capítulo

Foram pesquisados diferentes artigos que tratassem da formação profissional em ER. Como resultado dos 18 artigos localizados a partir de 1996, apenas 6 fazem alguma menção aos cursos técnicos. Esta característica demonstra uma escassez na literatura científica sobre a formação profissional na área de ER, mais especificamente a formação de técnicos.

Em parte, pode-se creditar essa escassez ao próprio setor de ER que, experimenta um crescimento expressivo de forma mais recente. No entanto, alguns pontos acabam por serem destacados como de interesse no planejamento e implementação de um curso técnico em ER, tais como:

- a) a importância e, ao mesmo tempo, a carência por profissionais capacitados em ER;
- b) a velocidade em que as tecnologias em ER estão surgindo ou sendo implementadas é maior que a capacidade de resposta da academia;
- c) os perfis profissionais, de certa forma são parecidos, independentemente do nível de formação;
- d) as matrizes curriculares apresentadas trazem uma semelhança relevante;
- e) necessidade de alguma padronização nas formações de maneira a facilitar a mobilidade profissional;

- f) a divulgação da tecnologia de ER deve atingir toda a sociedade;
- g) importância das políticas públicas voltadas para ER.

Conhecer os requisitos mínimos de legislação para a formação profissional em nível médio no Brasil, fornece as bases para a proposição de um curso técnico em Sistemas de Energia Renovável (SER).

4 O CURSO TÉCNICO EM SISTEMAS DE ENERGIA RENOVÁVEL

Neste capítulo está descrita a experiência do planejamento e execução do primeiro curso técnico em SER do país. São apresentadas as condições iniciais de implantação, a contextualização na região inserida, a formatação e principais ações.

4.2 Contextualização

4.2.1 *Nordeste brasileiro e o semiárido*

A região Nordeste do Brasil é a região que possui o maior número de estados. Em comparação com as demais regiões brasileiras, tem a segunda maior população (56,5 milhões), o terceiro maior território, equivalente a 18% do território nacional e o menor IDH. É a região que possui a maior costa litorânea, onde concentra-se a maioria das capitais dos estados e 60,6% da população. No interior, os níveis de densidade populacional são mais baixos, principalmente, por causa do clima semiárido, que corresponde a 72,24% de seu território. Ainda assim, a densidade demográfica no semiárido nordestino é uma das mais altas do mundo em regiões semiáridas.

A região semiárida brasileira, também conhecida como sertão, caracteriza-se pela ocorrência de chuvas irregulares (com curtos períodos de muita chuva e longos períodos de baixa precipitação). O solo raso e cristalino limita o acesso à água existente nos aquíferos subterrâneos e compromete a qualidade da água encontrada por meio de poços de baixa profundidade, devido ao elevado teor de sais, inviabilizando-a para o consumo humano, animal e para irrigação da lavoura. Considerando as condições edafoclimáticas, o semiárido apresenta como características um clima com temperaturas médias anuais entre 26 e 28°C, insolação superior a 3.000 horas/ano, umidade relativa em torno de 65% e precipitação pluviométrica anual abaixo de 800 milímetros. Sua economia é basicamente de pecuária extensiva e agricultura familiar de baixo rendimento. Em períodos de seca, a economia fica completamente comprometida pela perda de safras e morte dos animais. Todavia, essa região é economicamente viável, desde que haja uma adaptação ao ambiente para a convivência com o

semiárido, por meio do respeito à natureza e à produção agroecológica com autonomia econômica e harmonia com o meio ambiente (SILVA, 2016). A região semiárida do Brasil está destacada na Figura 17.

Figura 17 Mapa da nova delimitação do semiárido brasileiro



Fonte: IBGE (2018)

Faz parte do semiárido brasileiro a Caatinga, o único bioma, exclusivamente brasileiro, que corresponde uma área de 844.453 km², ou 11%, do território nacional. A agricultura itinerante desenvolvida ao longo do tempo gerou uma ocupação territorial desordenada e impactante, implicando em significativa redução da biodiversidade. Provavelmente, está ligado às características ambientais da região, conhecido que nas áreas suscetíveis à

desertificação, os solos são, predominantemente, de potencialidade agrícola baixa, sendo 55% de regular a restrita e, 40% de restrita a desfavorável ou desaconselhável. As características únicas e ainda pouco conhecidas da Caatinga, bem como, a fragilidade de seu sistema mais árido, é um dos biomas mais ameaçados e alterados pela ação antrópica, principalmente pelo desmatamento (HAUFF, 2010).

Nesse contexto, destacam-se ações políticas e governamentais que auxiliam na superação das adversidades do semiárido como a Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE) Petrolina-Juazeiro, criada pela Lei Complementar nº 113, de 19 de setembro de 2001, e regulamentada pelo Decreto nº 4.366, de 9 de setembro de 2002 (MIN, 2018).

A RIDE tem como objetivo articular e harmonizar as ações administrativas da União, dos Estados e dos municípios para a promoção de projetos que visem à dinamização econômica e provisão de infraestruturas necessárias ao desenvolvimento em escala regional. Enquanto, institucionalidade legalmente constituída, a RIDE tem prioridade no recebimento de recursos públicos destinados a investimentos que estejam de acordo com os interesses consensuados entre os entes. Esses recursos contemplam demandas por equipamentos e serviços públicos, fomentar arranjos produtivos locais, propiciar o ordenamento territorial e, assim, promover o desenvolvimento integrado. A Região Administrativa é constituída pelos municípios de Lagoa Grande, Orocó, Petrolina, Santa Maria da Boa Vista, no Estado de Pernambuco, e pelos municípios de Casa Nova, Curaçá, Juazeiro e Sobradinho, no Estado da Bahia (MIN, 2018).

As cidades de Petrolina-PE e de Juazeiro-BA formam o maior aglomerado humano do semiárido nordestino, estando equidistante das mais importantes regiões metropolitanas do Nordeste - Recife, Fortaleza e Salvador, com as quais exercem intensas trocas comerciais, em especial através do Aeroporto de Petrolina que oferece voos regulares e o recebimento de grandes aviões cargueiros, através dos quais realiza exportações de frutas para diferentes países. A base econômica concentra-se na agricultura irrigada, a qual se utiliza de modernas tecnologias para produção de cebola, feijão, tomate, melão, melancia, uva, manga e outras culturas, sendo forte exportadora de frutas no cenário nacional, inclusive com a produção e exportação de vinhos do Vale

do São Francisco. Contudo, existe uma dicotomia entre as áreas irrigadas (com elevado nível tecnológico e aporte de capital) e de sequeiro, esta última, centrada nas culturas de subsistência, além da pecuária extensiva, em que se destacam os rebanhos de ovinos e caprinos.

A RIDE Petrolina -Juazeiro está representada na Figura 18.

Figura 18 Mapa de localização da RIDE Petrolina-Juazeiro



Fonte: MIN (2018)

O uso das ER na região ganha destaque a partir da Usina Hidrelétrica (UHE) de Sobradinho, localizada no estado da Bahia, distando cerca de 40 km a montante das cidades de Juazeiro/BA e Petrolina/PE. Instalada no principal rio da região nordestina, São Francisco, está posicionada a 748 km de sua foz, possuindo, além da função de geração de energia elétrica, a de principal fonte

de regularização dos recursos hídricos da região. O reservatório de Sobradinho tem cerca de 320 km de extensão, com uma superfície de espelho d'água de 4.214 km² e uma capacidade de armazenamento de 34,1 bilhões de m³ em sua cota nominal de 392,50 m, constituindo-se no maior lago artificial do mundo. Com uma vazão regularizada de 2.060 m³/s nos períodos de estiagem, permite a operação de todas as usinas da CHESF situadas ao longo do Rio São Francisco. A UHE Sobradinho tem 6 unidades geradoras acionadas por turbinas Kaplan com potência unitária de 175,05 MW, totalizando 1.050,3 MW (CHESF, 2018).

A partir dos dados pesquisados no Banco de Informação de Geração (BIG) da ANEEL, sobre empreendimentos em um raio de até 250 km da RIDE Petrolina-Juazeiro, foram identificados empreendimentos em tecnologias de ER modernas que estão em funcionamento, em fase de construção e os já outorgados para futuras instalações disponibilizados na Tabela 5.

Tabela 5 - Empreendimentos em ER no entorno da RIDE Petrolina-Juazeiro-2018

Fonte renovável	Quantidade	Capacidade (MW)
<i>Em funcionamento</i>		
Eólica	41	1.060
UTE (bagaço de cana)	01	14,0
CGE	01	0,60
	subtotais	1.074,6
<i>Em construção</i>		
Eólica	25	648,5
Solar FV	04	120,0
	subtotais	768,5
<i>Outorgada</i>		
Eólica	29	781,0
Solar FV	06	177,0
	subtotais	958,0
	Total	2.081,1

Fonte: elaborado pelo autor a partir da ANEEL (2018)

Nota: excluída a UHE Sobradinho

Outras ações e empreendimentos em ER que merecem destaque:

- a) vigora desde novembro de 2014, no município de Petrolina, a lei municipal nº 2655, que estabelece descontos de 50% no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) para todos, os contribuintes que instalarem equipamentos, painéis FV, aerogeradores ou similares que produzam energia alternativa limpa. São considerados 20 anos ou, até que o investimento seja amortizado, o que ocorrer primeiro (PETROLINA, 2014). Trata-se de um dos primeiros municípios brasileiros a conceder o desconto do IPTU a partir de tecnologias específicas de ER;
- b) em execução um projeto para implantação de um sistema de geração complementar de energia solar utilizando módulos FV em plataformas flutuantes, instaladas no reservatório da UHE de Sobradinho com capacidade de 5 MWp. A pesquisa contempla o estudo do comportamento dessa aplicação na superfície do reservatório, os impactos ambientais decorrentes, o uso de materiais ecologicamente corretos e tecnicamente viáveis para replicação em outros reservatórios (CHESF, 2018);
- c) no mês de março de 2018, foi inaugurada a primeira etapa do Centro de Referência em Energia Solar de Petrolina (CRESP). Está em fase de implantação uma planta FV de 3 MWp, em parceria com a Universidade de Pernambuco (UPE), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), CHESF e Cepel-ELETROBRAS; e uma planta Heliotérmica de 1 MWp em parceria com o Cepel-ELETROBRAS, a serem conectadas à rede elétrica (CHESF, 2018);
- d) a disponibilidade de biomassa na região tem despertado interesse de diferentes empresas para o aproveitamento energético como biodiesel, briquetes e biogás (USINA, 2011; PERSON, 2012; PETROLINA, 2013).

4.2.2 *O Instituto Federal do Sertão Pernambucano*

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IF Sertão-PE, criado nos termos da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, constitui-se em uma autarquia Federal, detentora de autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar, vinculada ao Ministério da Educação (MEC), sob a supervisão da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), e regido por seu Estatuto, Regimento, Organização Didática e pelas legislações em vigor.

O IF Sertão-PE é uma instituição de educação superior, básica e profissional, pluricurricular e multicampi, especializada na oferta de educação profissional e tecnológica em diferentes modalidades de ensino, baseando-se na conjugação dos conhecimentos técnicos e tecnológicos com as práticas pedagógicas, com o objetivo de aprimorar a ação sistemática da educação, através da interiorização e socialização do conhecimento, popularização da ciência e da tecnologia, desenvolvendo arranjos produtivos sociais e culturais regionais, focando na redução das desigualdades sociais.

A constituição dos diversos campi do IF Sertão-PE foi realizada a partir da base territorial de atuação e caracterização das regiões de desenvolvimento onde estão situados. Os cursos do IF Sertão-PE são destinados a um público alvo existente tanto na região do Sertão Pernambucano como em diversas cidades dos Estados do Piauí e da Bahia, abrangendo, aproximadamente, 20 municípios.

O Campus Petrolina, situado na zona urbana, atualmente, oferece 21 cursos regulares, distribuídos nas modalidades:

a) técnico médio integrado:

- edificações;
- eletrotécnica;
- informática;
- química.

b) técnico subsequente:

- edificações;
- eletrotécnica;
- informática.

c) técnico PROEJA

- edificações;
- eletrotécnica;
- informática.

d) técnico subsequente à distância (EaD):

- agente comunitário de saúde;
- logística;
- manutenção e suporte em informática;
- segurança no trabalho.

e) graduação:

- licenciatura em computação;
- licenciatura em física;
- licenciatura em música;
- licenciatura em química;
- tecnologia em alimentos.

f) pós-graduação *lato sensu*:

- processamento de derivados de frutas e hortaliças;
- tecnologia ambiental e sustentabilidade nos territórios semiáridos.

g) cursos de formação inicial e continuada (FIC) para trabalhadores.

Neste contexto, o Campus Petrolina tem a missão de promover o desenvolvimento regional sustentável com foco na ciência e tecnologia, por meio do Ensino, Pesquisa e Extensão. A partir da experiência na formação de técnicos, infraestrutura básica de laboratórios preexistente, e recursos financeiros oriundos do Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC), foi ofertado o curso Técnico Sistemas de Energia Renovável (SER), a partir de 2013.

O PRONATEC foi criado pelo Governo Federal, em 2011, por meio da Lei nº 12.513, com a finalidade de ampliar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT), por meio de programas, projetos e ações de assistência técnica e financeira. O PRONATEC representa um esforço de oferta de cursos de EPT voltados, prioritariamente, para (MEC, 2018b):

- a) os estudantes do ensino médio da rede pública, inclusive da educação de jovens e adultos;
- b) os trabalhadores;
- c) os beneficiários dos programas federais de transferência de renda;
- d) os estudantes que tenham cursado o ensino médio completo em escola da rede pública.

Os professores que atuaram no curso receberam uma bolsa auxílio no valor de R\$ 50,00 por cada hora de aula ministrada. Os educadores foram selecionados a partir de um edital público que priorizou a formação, experiência profissional na área da disciplina, bem como, a experiência docente.

Todos os alunos receberam uma bolsa auxílio, suficiente para custear o transporte para os locais das aulas, bem como, despesas de alimentação. O valor da bolsa variou de acordo com despesas individuais comprovadas e limitada aos dias letivos, em média, os estudantes recebiam R\$ 200,00 reais por mês. Os estudantes também receberam fardamento, materiais de uso individual tais como: bolsa, cadernos, canetas e *pen drives*.

4.3 Implementação do curso técnico em SER

Considerando as influências recebidas, a experiência adquirida pelo autor desta tese, em pesquisas e atividades no Laboratório de Energia Alternativas (LEA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), desde 2008, foram fundamentais na proposição e elaboração do projeto do curso técnico em SER.

A matriz curricular, contida no projeto pedagógico do curso técnico em SER, foi desenvolvida a partir da experiência docente e acadêmica do autor, servidor pertencente do quadro permanente do IF Sertão-PE, desde 2004. Administrativamente coube, ao autor, assumir a condução do curso com a função de Supervisor Técnico.

Tomou-se, inicialmente, como referência o Catálogo Nacional dos Cursos Técnicos (CNCT) (MEC, 2012), lançado pelo Ministério da Educação, em 2012, e que inclui oficialmente, no país, a formação profissional do técnico em Sistemas de Energia Renovável, pertencente ao eixo tecnológico: Controle e Processos Industriais, com duração mínima de 1.200 h. No CNCT 2012, o técnico em SER é descrito como o profissional que:

Executa o projeto, a instalação e a manutenção de sistemas de energia renovável domiciliares e comerciais. Propõe e coordena atividades de utilização e conservação de energia enfatizando o uso de fontes alternativas tais como energia eólica e solar. Elabora projetos de viabilidade da utilização de fontes alternativas de energia em substituição das fontes convencionais de energia tendo como motivação a redução do impacto ambiental. Efetuar dimensionamento, instalação e manutenção de sistemas de energia renovável (MEC, 2012).

Desta forma, a matriz curricular foi planejada por módulos (um por semestre), onde o desenvolvimento do trabalho pedagógico foi organizado, de tal forma, que cada área de conhecimento, pudesse contribuir para o desenvolvimento das competências específicas abordando os seguintes elementos e características:

- a) contextualização dos conteúdos, delineando significados através de situações-problemas, de acordo com a natureza das áreas do conhecimento;
- b) planejamento de ensino constituído de forma coletiva entre professores, trabalhando a interdisciplinaridade;
- c) apresentação ao trabalho escolar de metodologias inovadoras, salas ambientes e, situações de aprendizagem que desafiem e motivem os alunos a mobilizarem os conhecimentos que já possuem e a irem à busca de novos conhecimentos;
- d) estabelecimento, através de práticas profissionais e projetos, de atividades para o desenvolvimento de habilidades, contribuindo para uma relação estreita e constante entre a teoria e a prática;
- e) organização do “Espaço Curricular” através de palestras, seminários, visitas técnicas, integrando o conhecimento do mundo produtivo ao da sala de aula.

Adotando-se, portanto, a carga horária mínima de 1.200 h em disciplinas de modo que, pelo menos 40% desse montante fosse dedicado a atividades práticas, foi criada a matriz curricular do curso técnico em SER do IF Sertão-PE acrescida do estágio curricular de 200 h, conforme disposto na Tabela 6:

Tabela 6- Matriz curricular do curso Técnico em SER- 2013 do IF Sertão-PE
Disciplinas **Carga Horária(h)**

Módulo 1	
Matemática Aplicada	60
Ética e Cidadania	30
Inglês Instrumental	45
Eletricidade I	60
Mecânica Básica	60
Comunicação e Expressão	45
	subtotal 300h
Módulo 02	
Energia e Meio ambiente	30
Eletricidade II	60
Princípios da Termodinâmica	30
Mecânica dos Fluídos	30
Higiene e Segurança do Trabalho	30
Instalações Elétricas	90
Informática Aplicada	30
	subtotal 300h
Módulo 03	
Máquinas Elétricas	60
Energia Solar – Térmica	45
Máquinas Térmicas	60
Eletrônica I	45
Energia Eólica	30
Empreendedorismo	30
CAD	30
	subtotal 300h
Módulo 04	
Energia Hidráulica	60
Energia Solar – Fotovoltaica	45
Eletrônica de potência	45
Biomassa	60
Engenharia Econômica	30
Gestão de Projetos	30
Inovação e Tecnologia	30
	subtotal 300h
Estágio Curricular	200h
	total 1.400h

Fonte: elaborado pelo autor

A oferta das disciplinas, dentro de cada módulo, não ocorreu de forma simultânea ao longo do semestre. Por não existirem pré-requisitos para as disciplinas, experimentou-se a oferta em blocos de 3 ou 4, simultaneamente, sendo substituídas à medida que se cumpria a carga horária de cada. Também, influenciou na escolha das disciplinas, a disponibilidade dos professores, ou laboratórios, por ocasião da composição dos horários. A tarefa de organizar espaços, estruturar os horários, orientar alunos e professores ficou ao encargo do Supervisor Técnico.

Em sua forma geral, os dois primeiros módulos da matriz curricular são considerados de formação básica, embora a disciplina Energia e Meio ambiente, permita o primeiro contato com as ER. A partir do terceiro módulo é que, de fato, há o contato com as disciplinas específicas e, também, quando é permitido ao aluno, se tiver oportunidade, iniciar o seu estágio curricular obrigatório.

Foram ofertadas duas turmas no Campus Petrolina do IF Sertão-PE, na modalidade concomitante, para candidatos que já houvessem concluído o 1º do ano ensino médio e estivessem regularmente matriculados em escolas públicas da rede estadual. A primeira turma teve início em março de 2013, no turno vespertino e, a segunda em março de 2014 no turno matutino, ambas com 30 vagas. Uma terceira turma foi ofertada na modalidade subsequente, no turno da noite, iniciada no segundo semestre de 2015 cujas aulas encerraram em dezembro de 2017.

Embora, os alunos fizessem parte de um curso novo, até então desconhecido pela maioria dos demais alunos e servidores do Campus Petrolina, uma vez matriculados, os participantes passaram a ter direito à toda infraestrutura de apoio dos setores de educação, saúde e administração institucional que qualquer aluno regular do IF Sertão-PE tem.

No decorrer do curso, os alunos foram conduzidos a participar de workshops, seminários, palestras e cursos de curta duração relacionados aos temas de interesse na área de ER, ou temas transversais, que ocorreram ao longo de sua permanência na instituição. Como por exemplo, a participação ativa em eventos regulares promovidos no Campus Petrolina tais como, o Workshop Nacional de Meio Ambiente e Sustentabilidade e a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia.

Professores e alunos foram fortemente incentivados, à medida do possível, a exercerem atividades práticas em suas aulas, realizando o conceito popular de “mãos na massa”, conforme registrado na Figura 19.

Figura 19 Aulas práticas disciplinas de Energia Solar - Térmica e Biomassa



Fonte: acervo pessoal do autor

Nota: sentido horário a construção de desidratador solar; coletor solar coletor solar fabricação briquetes a frio.

Além das aulas práticas nos laboratórios do Campus Petrolina, também foram utilizados laboratórios de instituições parceiras como a Universidade do Vale do São Francisco (UNIVASF), como o laboratório de máquinas térmicas registrada na Figura 20.

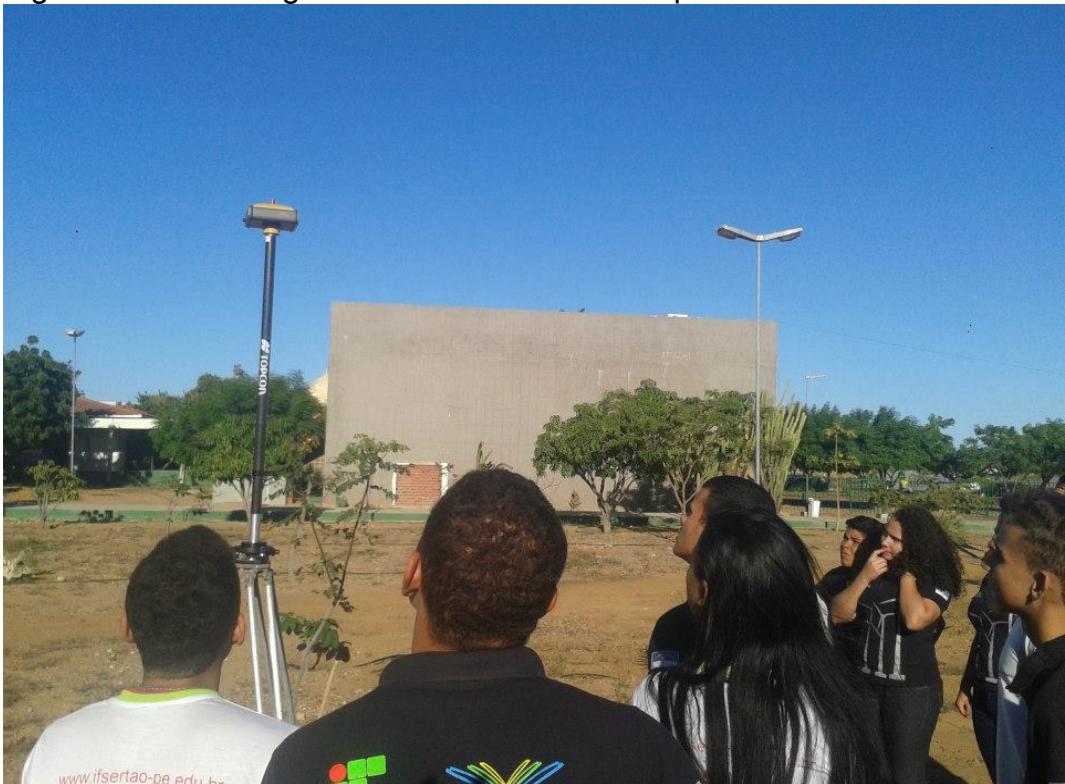
Figura 20 Aula com Prof. Dr. Erlon Cordeiro na UNIVASF- Campus Juazeiro



Fonte: acervo pessoal do autor

As aulas teóricas e práticas foram executadas além do ambiente tradicional das salas de aula e laboratórios, mas também em ambientes externos. Na Figura 21 está o registro de uma dessas aulas.

Figura 21 Aulas de georreferenciamento - Campus Petrolina



Fonte: acervo pessoal do autor

Nota: alunos observam GPS geodésico em funcionamento.

Foram realizadas visitas técnicas a diferentes localidades e empreendimentos geradores de energia elétrica tradicional como a termoelétrica da Companhia Energética de Petrolina (Petrolina-PE) a qual emprega óleo bruto como combustível e a UHE Sobradinho (Sobradinho-BA).

De forma mais frequente, tiveram oportunidade de visitar empresas de bioenergia como a AGROVALE (Juazeiro-BA), produtora de Etanol e Eletricidade a partir da cogeração pela queima do bagaço de cana de açúcar, visita à fazenda do campus Petrolina Zona Rural (Petrolina-PE) para conhecer arranjos agroecológicos, e a produção de biogás a partir de resíduos da suinocultura, à reserva Particular de Patrimônio Natural Serra das Almas (Crateús-CE) conhecer técnicas de convivência sustentável no semiárido, usina solar FV de Tauá (CE), empreendimento de geração eólica, em Casa Nova (BA) conforme registrado na Figura 22.

Figura 22 Visita técnica ao parque eólico da empresa IMPSA Casa Nova-BA



Fonte: acervo pessoal do autor

O uso eficiente de energia em prédios comerciais pode ser contemplado durante uma visita às instalações de um hotel no município de Petrolina conforme registrado na figura 23.

Figura 23 Visita técnica aos coletores solares do hotel IBIS Petrolina-PE



Fonte: acervo pessoal do autor

4.3.1 **Atividades de Extensão**

O IF Sertão- PE mantem um Programa Institucional de Projetos e Bolsas de Extensão (PIPBEX), que fomenta o desenvolvimento de projetos e destina bolsas a alunos de curso técnico ou de graduação, vinculados a um projeto de extensão, orientados e acompanhados por um docente efetivo, substituto, ou por um técnico-administrativo, com formação em nível superior do quadro permanente. Destacam-se entre os objetivos do programa:

- a) estimular a participação dos alunos no processo de interação entre o IF Sertão-PE e a sociedade por meio de atividades que contribuam para a formação profissional dos discentes;
- b) possibilitar o desenvolvimento de ações que articulem o ensino, a pesquisa e a extensão com vistas ao atendimento das demandas sociais da região.

Foi submetido um projeto de extensão denominado Bombeamento FV, na modalidade PIPBEX técnico, que deu direito a bolsa auxílio para um

estudante do curso técnico em SER sob orientação do autor em 2014. Os objetivos do projeto foram:

- a) estabelecimento de uma planta piloto de bombeamento FV para irrigação de canteiros por gravidade;
- b) oficinas de bombeamento FV para irrigação de pequenas áreas;
- c) criação de uma cartilha para bombeamento FV e produção agrícola em pequenos espaços.

A planta de bombeamento FV foi montada próximo a uma área de grande circulação no Campus Petrolina, onde permaneceu em funcionamento por 12 meses, ultrapassando assim a duração do período do projeto. Para os canteiros foram aproveitados pneus descartados, técnica absorvida pelo autor após período de permanência no LEA-UFC em conjunto com Núcleo de Ensino e Pesquisa de Agricultura Urbana (NEPAU) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFC, conforme registrado na Figura 24.

Figura 24 Sistema de bombeamento FV e horta urbana - PIPBEX-2014



Fonte: acervo pessoal do autor

4.3.2 *Atividades de Pesquisa*

O IF Sertão-PE mantém o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) nível superior e (PIBIC Jr.) nível médio. Destacam-se entre os objetivos do programa:

- a) despertar a vocação científica e tecnológica e incentivar talentos potenciais entre estudantes de graduação e dos cursos de nível médio, mediante sua participação em projetos de pesquisa que introduzam o jovem estudante no domínio do método científico;
- b) contribuir para diminuição das assimetrias regionais e na distribuição da competência científica do País com o fortalecimento de áreas de pesquisas emergentes;
- c) ampliar a participação do IF Sertão-PE no desenvolvimento de pesquisa e na geração de tecnologias aplicadas ao Semiárido nordestino, estendendo seus benefícios à comunidade.

Por sua vez, o projeto de iniciação científica foi conduzido pela pesquisadora Me. Rita de Cassia Barbosa da Silva, e coorientação do autor desta tese, contou com a participação dois estudantes do curso técnico em SER, um bolsista e o segundo voluntário. Também a partir de um sistema bombeamento FV, investigou-se a emergência de sementes de girassol sob estresse salino. Nas figuras 25 e 26 estão registros de imagens de etapas da pesquisa.

Figura 25 Germinação sob estresse salino (experimento de campo) - PIBIC Jr 2016



Fonte: acervo pessoal do autor

Figura 26 Germinação sob estresse salino (análise laboratorial) - PIBIC Jr-2016



Fonte: acervo pessoal do autor

Nota: no quadro da direita desidratador solar construído por alunos do curso técnico em SER.

4.4 Considerações do capítulo

Foram apresentados no capítulo, os elementos motivadores e justificativas para oferta de um curso técnico em SER, no IF Sertão-PE, na cidade em Petrolina-PE.

Foram descritas ainda as bases da elaboração da matriz curricular, bem como a condução de três turmas integralizadas entre os anos de 2013 a 2017.

5 AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo é feita uma avaliação do experimento, com base nos resultados de pesquisa qualitativa conduzida após a realização do experimento.

5.1 Metodologia

Duas formas de pesquisa distintas têm sido utilizadas como instrumento para avaliações de processos de cursos, a quantitativa e qualitativa. A abordagem do tipo de pesquisa no ensino da engenharia tem sido objeto de discussão em diferentes trabalhos tais como em Borrego, Douglas e Amlink (2009), Kelly e Bowe (2011); Baillie e Douglas (2014). Um ponto comum constatados nos trabalhos é que a pesquisa quantitativa é mais familiar aos engenheiros devido às características próprias do modelo.

Na pesquisa quantitativa utiliza-se uma grande quantidade de dados e de variáveis, tratados por métodos estatísticos buscando a partir do modelo matemático, uma generalização. As conclusões do método são derivadas de medidas de análise estatística, a exemplo da estatística descritiva que descreve a situação sem abordar quaisquer relações entre variáveis ou grupos, melhor adequada no caso de variáveis as quais pouco se conhece. Trata-se de uma perspectiva pós-positivista, que postula a existência de uma verdade absoluta que nunca pode ser confirmada, apenas desconfirmada (o conceito de falseabilidade) (BORREGO, DOUGLAS e AMLINK, 2009).

Na pesquisa quantitativa a teoria pré-existente é tipicamente usada para guiar a formação de hipóteses sobre relações que possam existir, em um grupo, tópico ou situação em particular. As hipóteses são formuladas como uma pergunta da pesquisa e, em seguida, os dados são coletados e analisados estatisticamente para respondê-la. Finalmente, a hipótese será aceita ou rejeitada.

Por sua vez a pesquisa qualitativa, cuja origens estão nas ciências sociais, caracteriza-se pela natureza localizada, geralmente, envolvendo ações e as interações humanas e segundo Godoy (1995), a abordagem, enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como proposta rigidamente estruturada. No entanto, na pesquisa qualitativa, o contexto é crítico e seguido de diferentes

possibilidades, tais como: fenomenologia, etnográfica, análise do discurso e o estudo de caso. Visa ao estudo detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular.

A pesquisa qualitativa tem se tornado uma estratégia preferida quando, os pesquisadores, procuram responder às questões “como “e “porque” certos fenômenos acontecem, quando há pouca possibilidade de controle sobre os eventos estudados, ou mesmo, quando o foco de interesse é sobre os fenômenos atuais, que só poderão ser analisados dentro de algum contexto de vida real. Na prática, o pesquisador utiliza uma variedade de dados coletados em diferentes momentos, por meio de variadas fontes de informação tendo como técnica fundamental de pesquisa, a entrevista e a observação.

Em uma pesquisa cujo objetivo seja a investigação das possíveis relações de causa e efeito de um determinado fato identificado pelo pesquisador, como a evasão de alunos, Silveira e Córdova (2009) sugere a pesquisa *ex-post-facto*. Cuja principal característica é o fato de os dados serem coletados após a ocorrência dos eventos. É útil quando há impossibilidade de aplicação da pesquisa experimental, pelo fato de nem sempre ser possível, manipular as variáveis necessárias para o estudo da causa e do seu efeito.

Em Lord, *et al.* (2017) há o reconhecimento da necessidade ampliação da aplicação de métodos de análise qualitativa para o ensino de engenharias. Caracterizados pela aplicação de múltiplos métodos de coleta de dados entrevistas, grupos focais, entrevistas com informantes-chave e artefatos de política programática e entre várias instituições. Benefícios e desafios associados à coleta de dados, síntese, análise e triangulação em múltiplos locais de pesquisa. Em seguida três exemplos de trabalhos que abordam a pesquisa qualitativa no campo de ensino de engenharias.

Em Hašková e Zatkalík (2014), descreve-se a experiência de comparação de duas turmas submetidas ao curso de mecânico de automóveis na Eslováquia. Avaliou-se tanto qualitativamente quanto quantitativamente os resultados da aplicação de duas metodologias de ensino. A primeira metodologia de ensino 100% expositiva e presencial e, a segunda, ofertada parcialmente através de tecnologia informação e comunicação (TIC).

Em Simpson e Van Rensburg (2018) a pesquisa qualitativa foi executada em uma disciplina de projetos a partir de três métodos a observação,

a reflexão e a entrevista. Os estudantes frequentavam reuniões semanais, com o envolvimento do professor orientador, e a presença de um terceiro ator que somente observava o desenvolvimento das reuniões, interferindo minimamente nas discussões. A presença do observador externo (*outsider*) é um método amplamente utilizado na pesquisa qualitativa etnográfica. Por fim, todos os participantes foram submetidos a um questionário semiestruturado, como entrevista. Conclui-se que os projetos integradores são de alta relevância na formação de engenheiros.

Na pesquisa relatada em Trotskovsky, Raveh e Sabag (2018), o método qualitativo por análise comparativa investiga a compreensão matemática sob a perspectiva dos professores engenheiros e matemáticos. A principal ferramenta de pesquisa foi uma entrevista semiestruturada, incluindo questões específicas, e gerais, sobre as percepções dos participantes. Dois matemáticos e cinco engenheiros participaram do estudo e, descreveram diferentes atividades e sentimentos sobre suas abordagens pedagógicas. Expressaram a existência de dificuldades em reconhecer com clareza o grau de percepção de seus respectivos alunos quanto à importância do fundamento e interrelação matemática em suas respectivas disciplinas.

A avaliação da implantação do curso técnico em SER foi conduzida após a conclusão das turmas envolvidas (*ex-post-facto*), a partir de diferentes questionários, entrevistas, observação e perspectivas de alunos, professores e contratantes, durante o período dezembro de 2017 a dezembro de 2018.

Os resultados obtidos de cada parâmetro pesquisado são imediatamente discutidos, sendo que a perspectiva da coordenação é abordada diretamente pelo autor da tese, também professor e supervisor técnico do curso. Buscou-se uma visão holística da execução do projeto, a partir da triangulação dos resultados observados, caracterizando a pesquisa como qualitativa.

5.2 Avaliação do curso técnico SER implementado no IFSertão

A primeira turma, que iniciou em março de 2013, teve o período de aulas encerrado em dezembro de 2014, a segunda turma iniciou-se em 2014 por as atividades em sala de aula concluídas em dezembro de 2015 e, por fim, A terceira turma teve início em 2015 e conclusão em 2017. A maioria dos

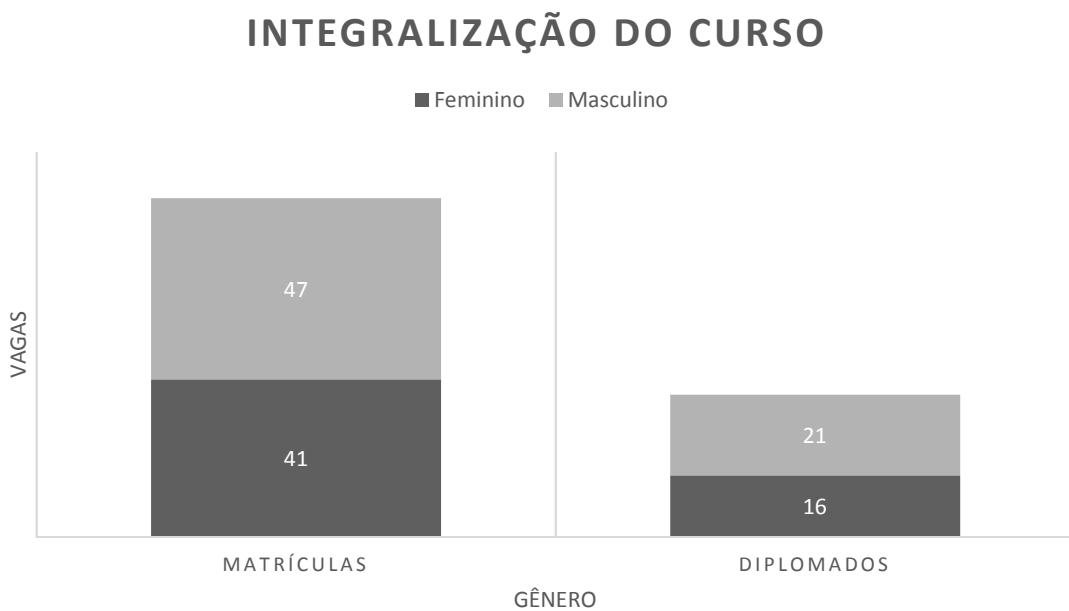
participantes tiveram que realizar o estágio curricular obrigatório no próprio IF Sertão-PE, em atividades de projetos de pesquisa em andamento, ou como apoio, nos laboratórios do curso técnico em Eletrotécnica.

Considerou-se para um tempo regular de integralização do curso o período relativo às disciplinas de 4 semestres, acrescido de seis meses, para execução da carga horária de estágio e, consequente, elaboração do relatório final para correção por parte do supervisor técnico.

De um total de 90 vagas ofertadas, 88 estudantes realizaram matrículas, dentre os quais, 37 estudantes concluíram o curso no tempo previsto de 5 semestres, ou seja, 68% de insucesso e evasão.

Das matrículas, 47% foram preenchidas por estudantes do sexo feminino, dentre as quais, 39% tiveram sucesso. Por sua vez, o público masculino teve uma taxa de integralização do curso de 44,6%, como demonstrado no Figura 27.

Figura 27 Fluxo de matrículas e diplomados no prazo regular por gênero no curso técnico SER



Fonte: elaborado pelo autor

A evasão escolar é um parâmetro que deve ser monitorado e combatido. Considera-se, para o caso, elevado, haja vista a média nacional para o subeixo ser de 29,2% (RFEPCT, 2019).

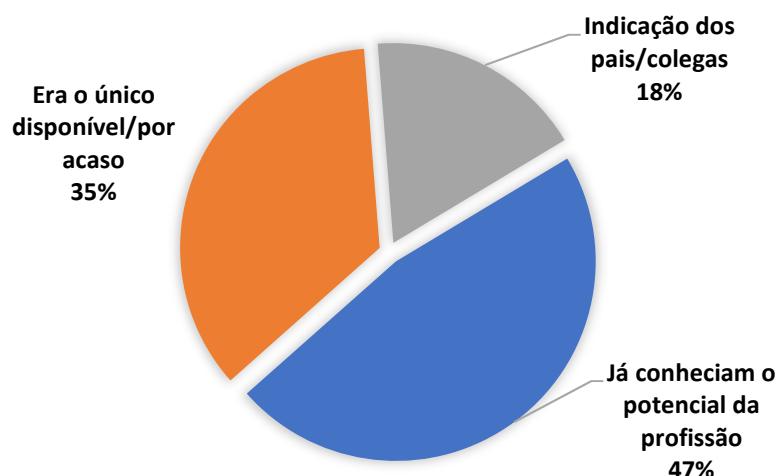
Por sua vez, verifica-se um equilíbrio de gênero tanto para a matrícula quanto entre alunos diplomados, uma estatística ligeiramente superior à média registrada no Campus Petrolina, cujo público feminino representa 40,7% da comunidade discente (IF SERTÃO, 2018).

5.2.1 ***Perspectiva dos discentes diplomados***

De dezembro de 2017 a setembro de 2018 foi enviado para todos os alunos, que realizaram matrícula no curso técnico em SER do IF Sertão-PE, através de e-mail e redes sociais, um convite para colaboração com a pesquisa, assim como, o *link* para um questionário elaborado com ferramenta Formulários Google. Dos 88 alunos envolvidos, 25 responderam ao questionário, entretanto, do total, apenas 2 alunos que não haviam integralizado o curso se pronunciaram. As respostas destes 2 alunos foram excluídas inicialmente, mas foram novamente convidados a colaborar, porém, em uma pesquisa específica com alunos evadidos do curso técnico em SER.

A investigação, inicialmente, procurou identificar a motivação pela escolha do curso. Entre as respostas 47% alegaram que já imaginavam o potencial de crescimento da profissão, 35% por não haver outras opções (ou por acaso) e, os demais, por indicação de amigos e/ou pais, conforme representado na Figura 28.

Figura 28– Motivação e interesse pelo curso técnico em SER

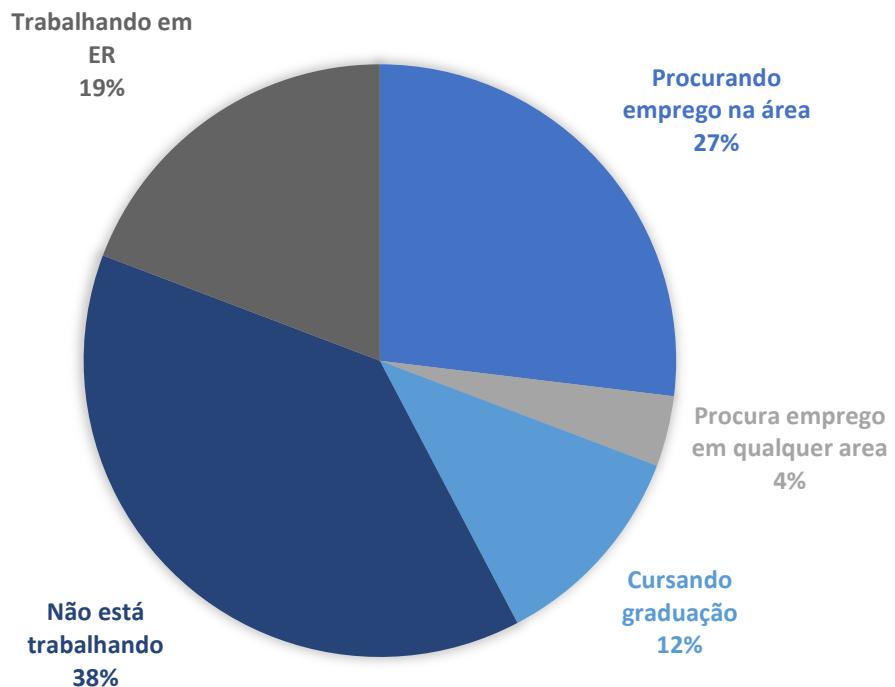


Fonte: elaborado pelo autor

Considera-se que os resultados quanto à motivação da escolha do curso sejam reflexos da falta de divulgação do segmento de ER, bem como do potencial ou demanda por profissionais. A escolha do curso por não haver outras opções, ou simplesmente por acaso, também podem ter contribuído para a não identificação com o curso e, consequente, índice de evasão elevado.

A pesquisa relativa a ocupação destes técnicos no mercado de trabalho, está representada na Figura 29.

Figura 29 Ocupação dos Egresso (situação em 11/2018)



Fonte: elaborado pelo autor

O item incluiu a possibilidade da manifestação do sentimento dos entrevistados sobre os motivos da dificuldade para absorção do técnico em SER pelo mercado: a maioria (52,9%) acredita na falta de conhecimento, por parte das empresas, da existência e disponibilidade deste profissional específico.

No mês de junho de 2018, foram localizados e entrevistados cinco egressos que informaram estar trabalhando, entre os quais, três ligados ao setor de energia, dois deles na concessionária de energia da Bahia, e um terceiro como prestador de serviços no estado de São Paulo.

Perguntados sobre a importância do curso em sua trajetória pessoal, foram unânimes ao afirmar que foi relevante. No entanto, dois que não atuam na

área acreditam que o diploma não chegou a ser determinante para suas ocupações atuais, contudo, têm expectativa de conseguir atuar no segmento de energia.

Embora, a pesquisa reflita uma realidade, surgiram diferentes oportunidades de contratação, inclusive intermediadas pelo próprio IF Sertão-PE, no entanto, em todas, havia a exigência explícita que o egresso tivesse seu registro no CREA.

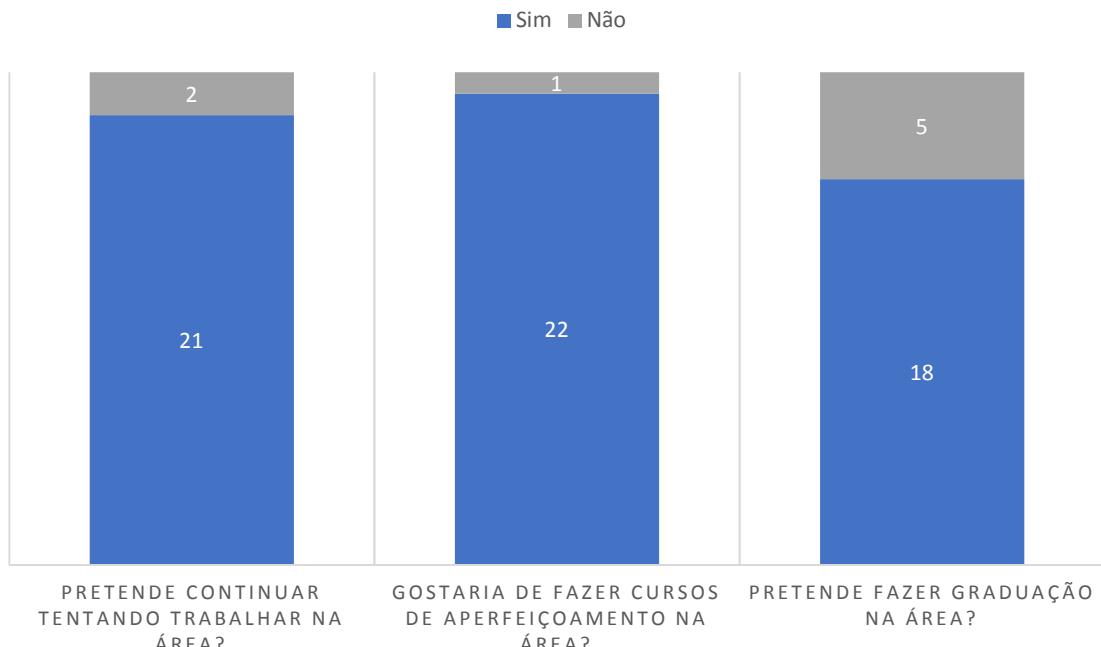
O IF Sertão-PE submeteu, ainda em 2014, a documentação necessária para o reconhecimento e abertura de registro do curso técnico em SER junto ao CREA do estado de Pernambuco, ao qual está sob jurisdição. No entanto, foi concedido o registro provisório de técnico em Eletrotécnica, a partir do mês de julho de 2017, enquanto tramita, e aguarda decisão, em nível do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), pela inclusão no rol de profissionais esta nova formação profissional.

Até novembro de 2018, entre os diplomados 82,6% afirmaram que ainda não haviam solicitado registro ao conselho de classe por falta de recursos financeiros. Situação particular, mas que afeta diretamente a empregabilidade, tendo em conta que somente três alunos solicitaram seus respectivos registros no CREA-PE.

Um novo cenário para o registro profissional está em curso a partir da lei federal 13.639/18 de 27 de março de 2018, que cria o Conselho Federal dos Técnicos Industriais (CFT) e seus respectivos conselhos regionais. A partir de então, os técnicos industriais deixam de fazer parte do sistema CONFEA/CREA formam um conselho só para técnicos, à parte dos engenheiros. A transição entre sistemas deverá ocorrer ao longo de 2018 até 2019.

O questionário prossegue verificando o grau de entusiasmo em continuar investindo na área de ER, influenciados pela participação no curso. Assim, ao serem consultados quanto a prosseguir os estudos, 78% declararam dispostos a fazer uma graduação na área de energia, enquanto 95,7%, afirmaram estarem dispostos a fazer novos cursos de aperfeiçoamento na área conforme distribuição representada na Figura 30.

Figura 30 Grau de interesse em permanecer na área de ER



Fonte: elaborado pelo autor

Apenas dois alunos afirmaram não ter interesse em continuar procurando emprego na área de ER, no entanto, apenas um deles demonstrou falta de interesse em participar em cursos de aperfeiçoamento, enquanto cinco alunos não desejam fazer graduação na mesma área.

No Brasil, ainda se conserva a cultura de que o sucesso profissional está associado a obtenção de um diploma de graduação. Assim, é uma variável que colabora para a baixa taxa de ocupação para o técnico formado, recém-saído da adolescência, investir na graduação. Por outro lado, o desejo de prosseguir os estudos de aperfeiçoamento e, mesmo, uma graduação na área do curso técnico é avaliado como positiva e de efeito multiplicador de conhecimento.

Consultados sobre quais disciplinas consideraram as mais difíceis, se alguma seria dispensável, ou mesmo, ter a carga horária alterada. As respostas estão representadas no Figura 31.

Figura 31 Avaliação discente sobre as disciplinas do curso técnico em SER

Disciplinas		
Mais difíceis	Dispensáveis	Poderiam aumentar carga horária
Mecânica básica	Informática Básica	Mecânica básica
Eletricidade I	Empreendedorismo	Eletricidade I
Eletricidade II	Ética e cidadania	Eletricidade II
Máquinas elétricas	Comunicação e expressão	Termodinâmica
Mecânica dos fluidos		Solar fotovoltaica
		Hidroeletricidade
		Energia Eólica
		Eletrônica

Fonte: elaborado pelo autor

Quanto aos resultados acerca das disciplinas mais difíceis, há de compreender, que as mesmas demandam um nível de abstração considerável, assim como uma boa base matemática e de ciências, nem sempre disponível, para os alunos na escola pública municipal e estadual. No entanto, a recuperação paralela bem conduzida, adaptações metodológicas e alteração da sequência, ou carga horária, das disciplinas podem ser revistas de forma a superar essa barreira.

Por ocasião dos questionários e entrevistas foi facultado ao egresso fazer um comentário geral sobre o curso. Adotou-se para efeito de registro da origem das respostas: Formulário Google (FG) para a pesquisa realizada em entre dezembro de 2017 e novembro de 2018 e, Entrevista Aluno (EA) para a pesquisa realizada em junho de 2018. Seguem as transcrições:

“Gostei muito do curso pois eu desconhecia muitos assuntos, mas a aprender fiquei fascinado!!!”(sic) (FG1)

“Gostei muito do curso, percebo que ele nos oferta uma diversidade de possibilidades de atuação. Parabenizo aos criadores do mesmo! Minha única queixa se restringe ao quesito prática, pois no meu curso foram raras. E que o Instituto busque sempre parcerias com as empresas, pois como o curso ainda é novo, muitas delas não querem dar uma oportunidade de emprego a nós técnicos” (sic) (FG2).

“Ótimo curso. Tive a oportunidade de concluir e, durante o período, pude vivenciar grandes momentos como: aulas práticas, visitas

técnicas, palestras e o excelente trabalho da instituição, bem como o bom desempenho dos professores [...] hoje busco meu espaço na área. Porém, tenho encontrado dificuldade, pois as empresas ainda não têm conhecimento da profissão e isso dificulta muito" (sic) (FG3).

"Curso muito bom, pois ainda sem espaço no mercado de trabalho" (sic) (FG4).

"Com certeza, ampliou o campo de conhecimento, assim como preparou para o mercado de trabalho" (sic) (EA1).

"Embora não esteja atuando na área o curso me abriu os olhos um mundo voltado as energias renováveis, até já pesquisei cursos superiores onde posso utilizar o conhecimento já adquiridos" (sic) (EA2).

"Me deu uma visão mais ampla para o mercado de trabalho e para área elétrica" (sic) (EA3).

"Através deste pude descobrir a profissão que quero seguir. Proporcionou-me um bom conhecimento na área elétrica. Assim também, a importância de termos novas fontes renováveis de energia elétrica" (sic) (EA4).

As declarações sobre o curso revelaram que apesar das dificuldades iniciais para uma colocação imediata no mercado, foi gratificante e enriquecedor para aqueles que se manifestaram. Assim, considera-se um curso satisfatório em relação ao ponto de vista discente.

5.2.2 ***Perspectiva dos discentes evadidos***

Um grande desafio enfrentado por esta etapa da presente pesquisa foi a localização e contato com os alunos que evadiram do curso, sobretudo, pela ausência de registros atualizados. Ainda assim, o esforço permitiu contato com 12 desses alunos, em novembro de 2018.

Para esta etapa de pesquisa optou-se por utilizar a escala Likert. Trata-se de uma ferramenta psicométricas frequentemente, utilizadas na pesquisa em ciências educacionais e sociais.

A escala Likert original é um conjunto de declarações (itens) oferecidas para uma situação real ou hipotética em estudo. Os participantes são convidados a mostrar seu nível de concordância (entre discordar totalmente a concordar fortemente) com a afirmação dada (itens). A combinação de

resultados revela a dimensão específica da atitude em relação à questão, portanto, necessariamente interligados entre si (JOSHI *et al.*, 2015).

Um conjunto de 24 afirmativas foi apresentado ao entrevistado que teve que escolher, em uma escala de cinco pontos (discordo totalmente, discordo, neutro, concordo, concordo totalmente) seu grau de concordância em cada um deles. Uma análise quantitativa através de métodos estatísticos chegou a ser considerada, no entanto, a quantidade de variáveis e questionários respondidos são insuficientes para justificar esse tipo de análise. As declarações são listadas na Tabela 7.

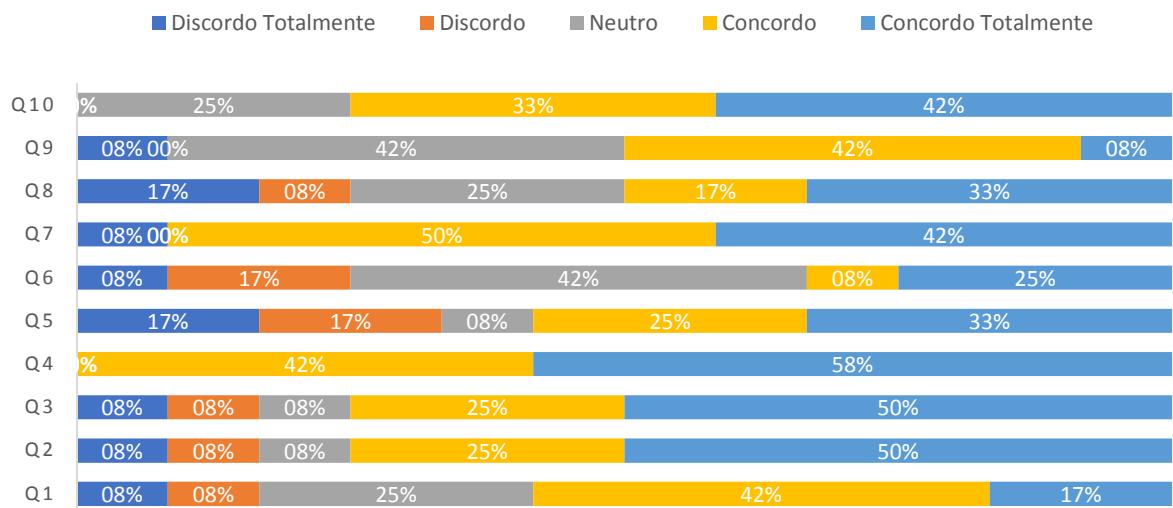
Tabela 7– Afirmativas aplicadas para pesquisa Likert

Item	Sentença
Q01	Ao me matricular no curso já conhecia as atividades da profissão.
Q02	Me identifico com o curso.
Q03	Minha família não influenciou para eu desistir do curso.
Q04	Meu relacionamento com colegas de classe não influenciou minha decisão.
Q05	Meus conhecimentos de matemática e física eram suficientes para o curso.
Q06	Eu tinha maturidade suficiente para decidir minha desistência do curso.
Q07	O curso atendeu minhas expectativas.
Q08	O acesso ao campus Petrolina é fácil.
Q09	Os arredores do campus Petrolina são seguros.
Q10	O Mercado de trabalho é excelente para o técnico em SER,
Q11	O horário de aula ofertado para minha turma era adequado.
Q12	As instalações do campus Petrolina como as salas de aula e laboratórios são excelentes.
Q13	Campus Petrolina, no geral, é um local agradável para frequentar.
Q14	Os serviços da biblioteca (acervo, empréstimos e atendimento) são suficientes.
Q15	A coordenação do curso sempre esteve presente e à disposição dos alunos.
Q16	O apoio dos pedagogos é satisfatório.
Q17	A metodologia adotada pelos professores é adequada.
Q18	As bolsas de auxílio são indispensáveis.
Q19	O material didático distribuído (fardamento, bolsas, canetas, pendrives, cadernos) é adequado e suficiente.
Q20	A matriz curricular (disciplinas) está bem dimensionada para a formação profissional.
Q21	O IFSertão-PE é considerada uma instituição pública de excelência.
Q22	As disciplinas do curso exigem que o estudante tenha uma boa formação anterior.
Q23	Eu recomendaria o curso para amigos ou familiares.
Q24	Se houver a possibilidade, retornarei ao curso.

Fonte: elaborado pelo autor

Os resultados foram divididos em três grupos, com vistas facilitar o entendimento e análise. O primeiro grupo de afirmativas [Q01 a Q10], objetivou reunir informações do tipo individuais / pessoais e externalidades. As respostas obtidas são apresentadas no Gráfico 9.

Figura 32 Distribuição de respostas sobre motivações pessoais e externalidades



Fonte: elaborado pelo autor.

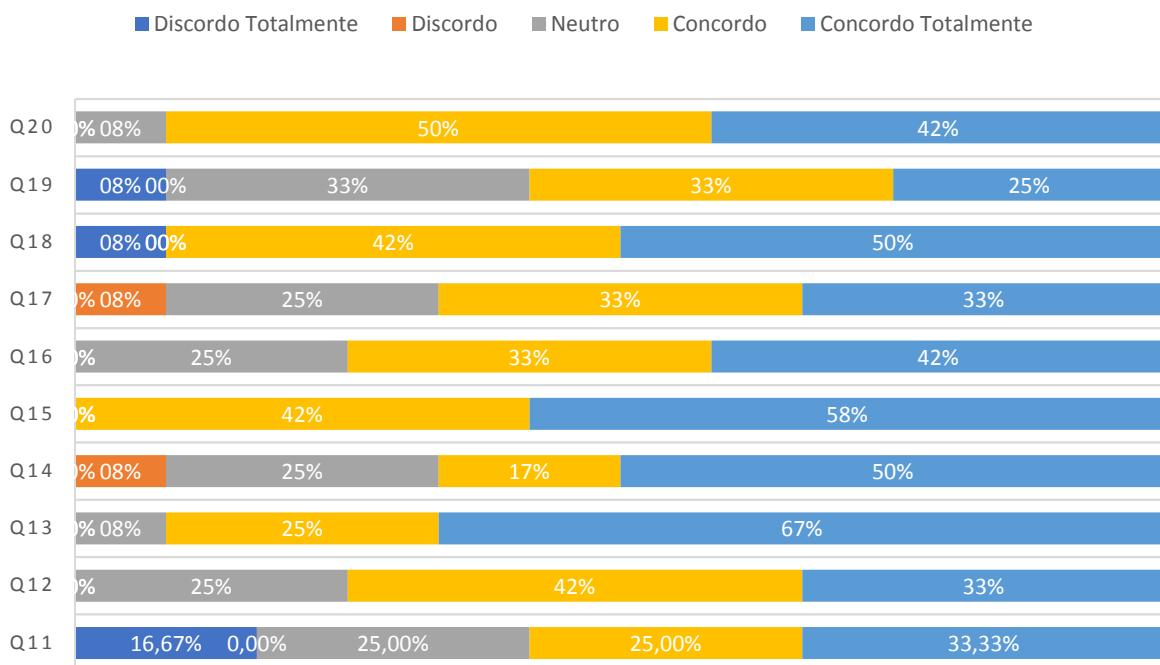
O conhecimento sobre a profissão (Q01), mercado de trabalho (Q10), identificação do curso (Q02 e Q07), ou causas familiares (Q03), são motivos descartados pela maioria dos entrevistados. Relacionamentos interpessoais (Q04), bem como, itens de segurança (Q09) e mobilidade (Q08) ao campus, são avaliados como satisfatórios

Por outro lado, destaca-se a autoavaliação dos estudantes a partir da afirmativa Q5, na qual há um indicativo de dificuldades dos mesmos em disciplinas, cujo fundamentos, são básicas para cursos técnicos como o de SER.

A assertiva quanto ao nível de maturidade dos alunos no momento da saída do curso (Q06), apenas 25% alegaram estarem preparados o suficiente para essa tomada de decisão

Um segundo conjunto de declarações [Q11 a Q20] foi direcionado para causas internas. A distribuição das respostas é apresentada através da Figura 33.

Figura 33 Distribuição de respostas sobre causas internas

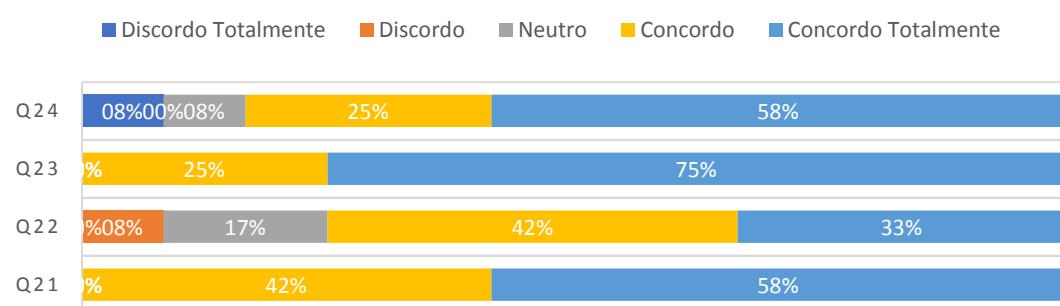


Fonte: elaborado pelo autor

É digno de nota no segundo conjunto de respostas que as causas internas tiveram menor influência na evasão para os alunos. Um destaque maior é registrado no item que trata do horário ofertado para as turmas [Q11], que pode coincidir com o horário usual dos empregos formais.

Com um terceiro conjunto de afirmações [Q21 a Q24], buscou-se identificar questões mais amplas, como a visão do estudante sobre a instituição, bem como, o interesse em retornar às atividades do curso. As respostas são representadas na Figura 34.

Figura 34 Distribuição de respostas sobre resiliência



Fonte: elaborado pelo autor.

As respostas indicam que o IF Sertão tem o reconhecimento e respeito dos estudantes, bem como, o desejo em retomar o curso técnico em SER, se houver oportunidade.

Assim avalia-se como possibilidades e pontos que podem explicar, ou ainda, serem trabalhados para a redução da taxa a evasão:

- a) o IF Sertão-PE não teve nenhuma participação no processo seletivo dos alunos das duas primeiras turmas, limitou-se a efetuar a matrícula da lista enviada pelo Comitê Gestor do PRONATEC da região de Petrolina. Ação sugerida: condução do processo seletivo pelo próprio IF Sertão-PE;
- b) os alunos oriundos de escola pública estadual de ensino médio apresentavam uma heterogeneidade de conhecimentos prévios e, em etapas diferentes do ensino médio (alunos cursando o segundo e terceiro anos). Ação sugerida: exame de seleção conduzido diretamente pelo IF Sertão-PE, curso extracurriculares de nivelamento.
- c) indefinição de escolhas próprias da pouca idade, uma vez que, a maioria dos alunos, ao iniciar o curso, se encontravam na adolescência. Ação sugerida: maior acompanhamento do setor de orientação educacional, reuniões motivacionais com professores, alunos e pais;
- d) a terceira turma teve como processo seletivo a nota do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), comumente utilizada para acesso ao ensino superior, o que atraiu, de certa forma, estudantes que não conseguiram pontos suficiente para ingressar na universidade; Ação sugerida: maior divulgação do curso e palestras motivacionais sobre oportunidades da formação em nível técnico;
- e) desconhecimento, por parte dos alunos, sobre tema do curso. Um dos alunos declarou que acreditava tratar-se de um curso para manutenção de motores de automóveis. Ação sugerida: maior publicidade da profissão por parte da instituição;

- f) necessidade de emprego imediato e incompatibilidade de horários.
Ação sugerida: oferta do curso em horários distintos, com possibilidade de mobilidade entre os turnos ofertados;
- g) baixo rendimento escolar. Ação sugerida: melhor acompanhamento dos setores de orientação educacional, horário para atendimento individual ao aluno pelo professor, ou ainda, apoio por monitoria.

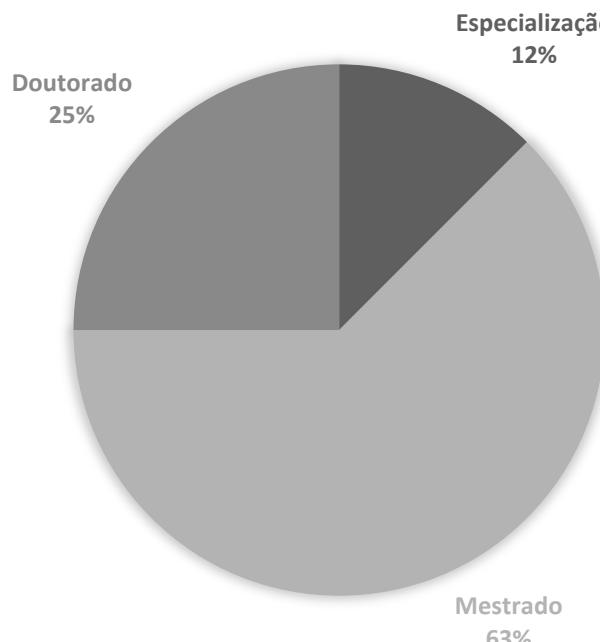
Uma ação adotada para o curso foi o aproveitamento de saberes e competências, previstas na legislação da educação brasileira. O aluno que possua capacitação, ou experiência, comprovadas em quaisquer disciplinas do curso, pode requerer a instituição de ensino uma avaliação para comprovação desse conhecimento e, desta maneira, até mesmo concluir o curso técnico de forma mais rápida. Ao longo do curso, houveram experiências de avaliação por competência. Aqueles alunos que julgaram ter domínio de disciplinas específicas, e fizeram o requerimento, tiveram a oportunidade de serem avaliados, e os que alcançaram nota de avaliação, igual ou maior que 6, tiveram a componente curricular validada.

5.3 A perspectiva docente

Foram entrevistados nove docentes que atuaram no curso, dos quais dois não pertenciam ao quadro permanente. No entanto, o grupo foi responsável pela oferta de 77,5% da carga horária do curso, a maioria dos 3 módulos finais.

Entre os professores que responderam à entrevista haviam graduados em Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Matemática, Administração, Automação Industrial e Mecatrônica. Na Figura 35, está representada a distribuição dos professores em função da titulação de pós-graduação. Foram considerados como parte do respectivo título aqueles que já detinham o certificado ou diploma, somados aos que ainda estavam em curso e, portanto, candidatos ao título.

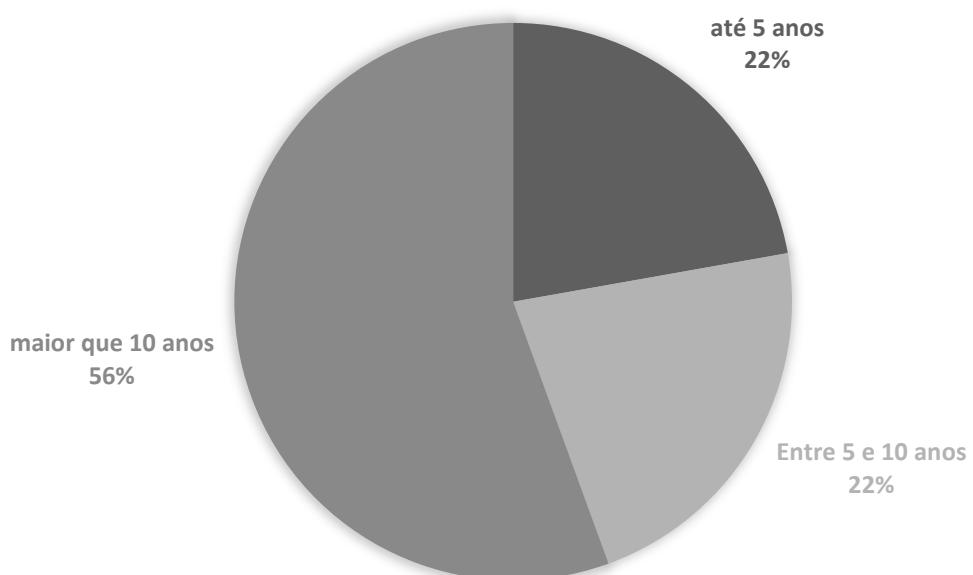
Figura 35 Distribuição docente em função dos respectivos títulos acadêmicos



Fonte: elaborado pelo autor

Em uma segunda distribuição, procurou-se identificar o grau de experiência em docência. Foram determinadas três faixas: menos de 5 anos, de 5 a 10 anos e mais de 10 anos. O resultado está representado na Figura 36.

Figura 36 Distribuição docente em função da experiência em sala de aula



Fonte: elaborado pelo autor

Ambas distribuições revelam um corpo docente com formação superior à exigida para a docência técnica, que seria somente graduação. Da mesma forma como um grau de experiência docente igualmente elevado, haja vista 78% do grupo com mais de 5 anos de sala de aula.

A experiência profissional do docente, sobretudo em campo, é de grande valor, atualmente dificultado pela condição imposta pelo regime de Dedicação Exclusiva (DE), amplamente disseminado na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFPCT), assim como, nas universidades federais. Recomenda-se, portanto, a valorização da titulação docente e, mais ainda, a experiência profissional dedicada à área de sua disciplina.

Ao serem questionados sobre a adequação da carga horária disponibilizada para suas respectivas disciplinas, foram sugeridos ajustes de ampliação e redução de carga horária, bem como, desmembramento de disciplinas, conforme disposto na Figura 37

Figura 37 Avaliação docente sobre as disciplinas do curso técnico em SER

Carga horária das disciplinas		
Ampliar	Reducir	Dividir
Instalações Elétricas	Máquinas térmicas em 25%	Biomassa
Energia Eólica		

Fonte: elaborado pelo autor

Foi investigado, junto aos entrevistados, se houve necessidade de recorrerem a estudos adicionais, ou complementares, para execução da disciplina. Os professores das disciplinas de máquinas térmicas, hidroeletricidade e solar térmica alegaram que buscaram mais informações sobre o tema em livros e periódicos e internet. Os demais apenas necessitaram informações básicas suficiente para contextualizar suas aulas.

Escutar a experiência profissional docente, na adequação de sua disciplina, é fundamental. No entanto, cabe à supervisão técnica ou colegiado intermediar e avaliar tais sugestões. É comum também, que professores com o aprofundamento do conhecimento em sua disciplina, desejem transmitir o máximo de informações possíveis e, às vezes extrapolando aquilo que seria o

adequado ou recomendável enquanto conteúdo de um curso em nível técnico. A reformulação da matriz curricular deve ser uma proposta construída coletivamente, entre professores, supervisão técnica e alunos.

Os resultados demonstraram que por ocasião da oferta do curso no IF Sertão-PE, poucos professores necessitaram de um esforço a mais para preparação de suas aulas, no entanto, nada que fosse impeditivo para a condução das disciplinas. A recomendação para esse item é o fomento e aprimoramento docente através da participação dos mesmos em seminários, congressos, cursos de qualificação, pós-graduação presenciais e EaD. Sugere-se que no planejamento de implantação de um curso em SER, a proporção de 2 professores qualificados para cada disciplina.

Com respeito à infraestrutura dos laboratórios, para execução de suas aulas práticas, todos concordaram que foi o suficiente, porém, pode ser incrementada com novos instrumentos e equipamentos, como câmera de termovisão, traçadores de curva I-V e equipamentos de proteção individuais (EPI)

Já a disponibilidade de material didático na biblioteca para os alunos, declaram insatisfatórios o material de sistemas FV, solar térmico, biomassa e máquinas térmicas. Os demais admitiram a elaboração de material complementar e de contextualização com o tema.

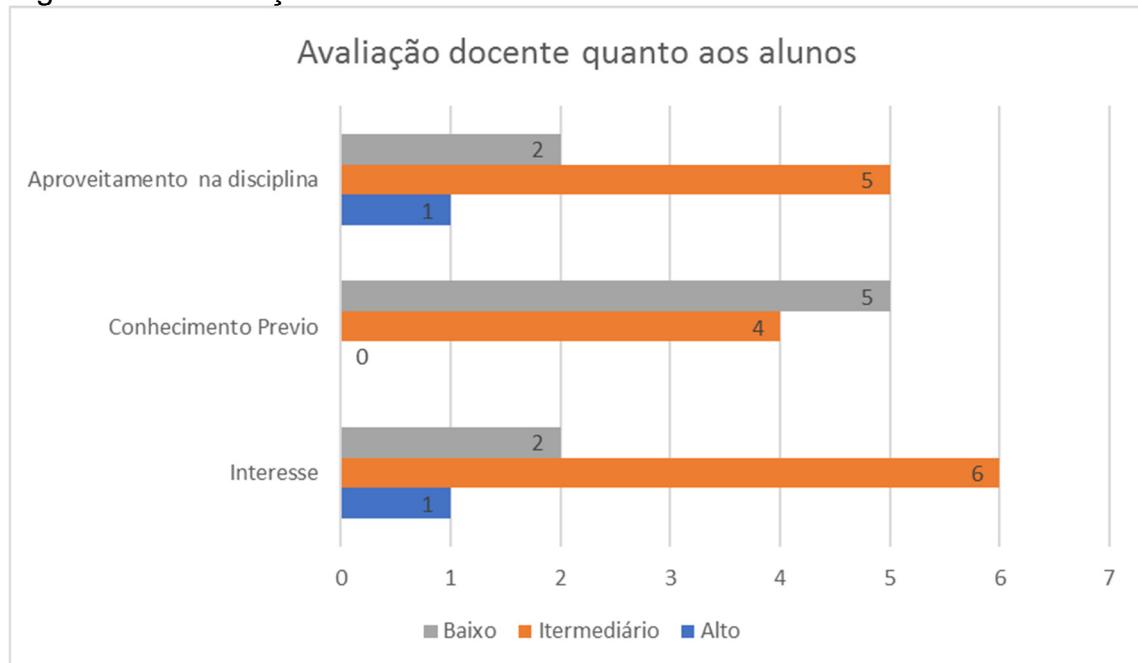
A infraestrutura de laboratórios pré-existentes no Campus Petrolina, permitiu a realização de práticas para todas as disciplinas, no entanto, sempre há a possibilidade de incremento com materiais e equipamentos. A parceria com outras instituições de ensino, com empresas do setor, visitas técnicas e programas computacionais podem suprir parcialmente as eventuais carências de práticas para o curso.

Como consequência da realização do curso técnico em SER no campus, no ano de 2017, a administração do Campus Petrolina decidiu por disponibilizar um montante de R\$ 800.000,00 para aquisição de materiais para atualização dos laboratórios para os cursos técnicos em Eletrotécnica e SER. Adicionalmente, apoiou com a liberação de diárias e passagens para docentes efetivos do Campus Petrolina para eventuais treinamentos e capacitações em ER, fora do município de Petrolina.

A aquisição de títulos para bibliotecas no IF Sertão-PE só é justificada se os livros estiverem previstos em um projeto de curso. Os títulos são considerados patrimônio e adquiridos a partir de um processo de compras por pregão eletrônico, que demanda uma disponibilidade de recursos e tempo para execução. No caso específico do Campus não houve tempo hábil nem recursos para aquisição de títulos.

Solicitou-se aos professores envolvidos que informassem sua avaliação em relação aos alunos, em suas respectivas disciplinas, sobre três aspectos distintos: o grau de interesse, os conhecimentos mínimos ou prévios para o bom desenvolvimento do aluno, e por fim, aproveitamento. A distribuição está representada na Figura 38.

Figura 38 Distribuição do olhar docente sobre os alunos



Fonte: elaborado pelo autor

Destaca-se o parâmetro conhecimento prévio baixo e intermediário, parcialmente explicado, em consequência da formação deficiente na educação básica da escola pública na região. Não houve um único registro para nível alto.

Já em relação ao interesse da turma, 28,5% dos professores considerou baixo, compatível, portanto, com resultado do parâmetro aproveitamento na disciplina. Demonstrando desta forma a relação estreita entre ambos os indicadores.

Por fim, foi solicitado dos professores que comentassem suas impressões gerais sobre o curso. Adotou-se para efeito de registro das respostas: Entrevista Professor (EP). Segue as transcrições das declarações

“O curso é ótimo! O perfil do curso permite ao egresso trabalhar nas diferentes frentes da área de renováveis” (sic) (EP1).

“Acredito que o curso é de grande importância, pois acompanha as demandas que vem surgindo no setor elétrico, procurando formar profissionais que contribuam com o desenvolvimento de um mercado comprometido com eficiência e sustentabilidade” (sic) (EP2).

“O curso é excelente, oportuniza o formado a ingressar em uma das áreas com um dos maiores índices de empregabilidade, que é o segmento das energias renováveis” (sic) (EP3).

“Necessário e com demanda abundante” (sic) (EP4).

“Este curso é de grande valia para o mercado da região, principalmente visto toda demanda de mão de obra disponível e a ser criada em curto, médio e longo prazo. Com este programa de disciplinas, o profissional formado tem um grande diferencial” (sic) (EP5).

“Muito bom, está focado, está indo na direção de uma perspectiva de mercado” (sic) (EP6)

“Foi bom pois, a região, começa a usar essas novas tecnologias como fotovoltaica e eólica. É Promissor” (sic) (EP7).

“Os conhecimentos são interessantes e inserem os alunos em um mercado que é promissor” (sic) (EP8).

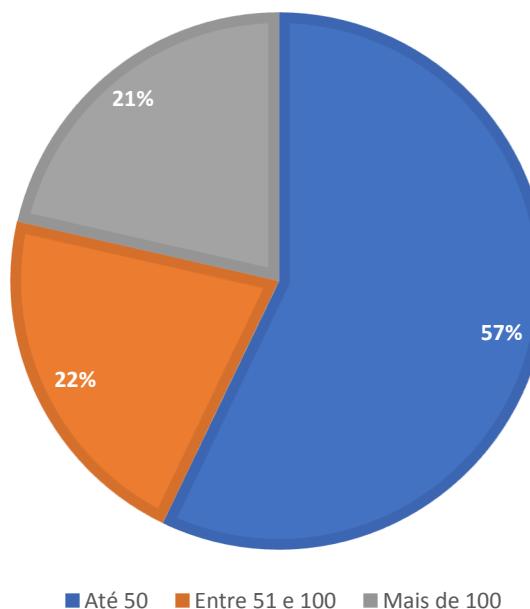
Em suas declarações sobre o curso registra-se uma unanimidade e empolgação quanto à necessidade e oferta do curso técnico em SER para a região. O envolvimento e o desejo de atuação de um grupo de professores que, sem dúvidas, é uma importante ferramenta para superação de diferentes obstáculos que se apresentam naturalmente durante a implementação de qualquer curso novo.

5.4 Perspectiva de empregadores e empresas em ER.

Foi realizada uma pesquisa com empregadores de empresas de ER no Nordeste Brasileiro, com o objetivo de avaliar seu ponto de vista sobre as atividades profissionais e a oferta de cursos técnicos no setor de ER.

A pesquisa foi respondida por representantes de 14 empresas, cuja classificação a partir do número de funcionários é apresentada no Figura 39.

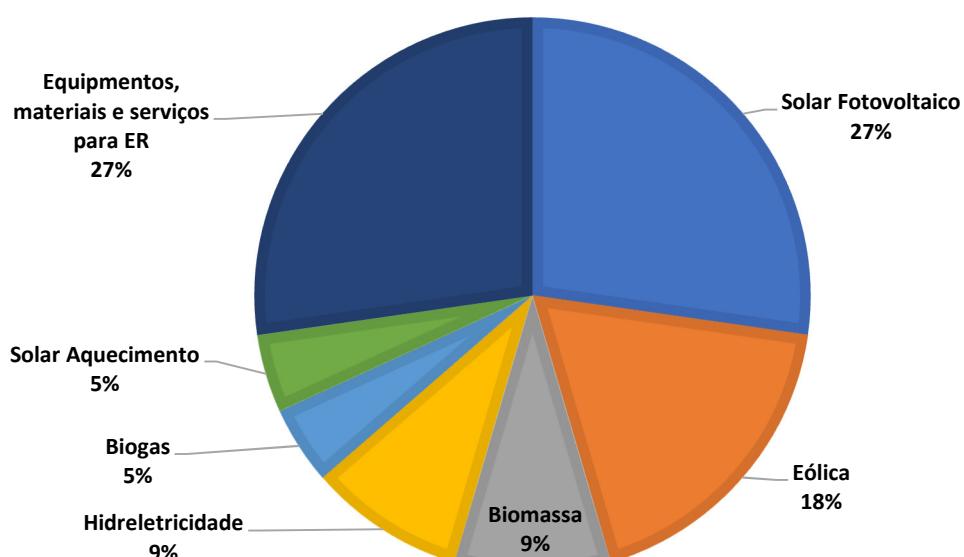
Figura 39 Classificação das empresas em função do número de empregados



Fonte: elaborado pelo autor

Algumas empresas trabalham com mais de um segmento de ER, conforme apresentado na Figura 40.

Figura 40 Setores de atuação em empresas em ER



Fonte: elaborado pelo autor

Destacam-se, particularmente, os setores fotovoltaico e eólico (45% das empresas), modalidades que estão recebendo investimentos significativos na região citada.

Perguntado se as empresas já conheciam a profissão de técnico em sistemas de ER, 42,9% responderam não, e também desconheciam a oferta do curso pelo IF Sertão-PE.

Quando perguntados se um técnico de SER poderia desenvolver atividades na empresa, 87,5% responderam positivamente e 92,5% afirmaram que contratariam um profissional com tal treinamento. 100% dos entrevistados acreditam que existe demanda para o técnico em SER no mercado brasileiro.

Entre as empresas pesquisadas, 4 delas informaram que já possuíam, ou possuem, técnicos de SER em suas equipes. Solicitados a fazer uma avaliação de qualidade de seus respectivos técnicos de SER de uma escala com 4 opções de desempenho (baixa, regular, boa, excelente), 50% considerado bom desempenho e 50% considerado excelente desempenho.

5.5 Perspectiva da supervisão técnica.

Nesta seção é feita uma reflexão sobre pontos chave da execução do experimento.

5.5.1 *Comparação entre as modalidades concomitante e subsequente*

Em princípio não houveram maiores diferenças de resultados entre as modalidades ofertadas. Observou-se, entretanto, que os alunos da modalidade subsequente demonstraram menor entusiasmo e disponibilidade para a conclusão do curso. Os mesmos já em fase adulta, dividiam o tempo disponível para as atividades do curso SER, trabalho, família e outros cursos. A evasão e índice de sucesso foi ligeiramente inferior ao concomitante, porém, proporcionalmente similar comparados aos cursos subsequente noturno ofertados pelos Institutos Federais.

5.5.2 *Sobre a região do experimento*

A região Nordeste do Brasil, cuja maior parte encontra-se na zona semiárida, apresenta um despenho econômico inferior às demais regiões brasileiras, sobretudo em função das condições climáticas severas. Porém, a disponibilidade de tecnologias modernas pode reverter essa condição, à exemplo dos perímetros irrigados da própria RIDE Petrolina-Juazeiro. A adoção de tecnologias modernas, por sua vez, além do aporte financeiro, demanda mão de obra qualificada para dimensioná-la e mantê-la que, se for local, tende a tornar o processo mais eficiente.

As formas modernas de geração de energia elétrica como a solar FV e eólica vem ganhando espaço no cenário do semiárido, assim como, outras formas de aproveitamento como a bioenergia ainda têm grande potencial para desenvolvimento.

Corroboram a iniciativa para oferta de um curso técnico em SER na cidade de Petrolina-PE:

- a) trata-se de um polo de desenvolvimento econômico de referência no Nordeste;
- b) encontra-se no centro da região semiárida;
- c) apresenta, em seu entorno, investimentos em diferentes tecnologias em ER;
- d) sedia os dois maiores campi do IF Sertão-PE, com experiência e reconhecimento na oferta de cursos técnicos;
- e) disponibilidade de docentes qualificados em ER;
- f) potencial para o aproveitamento de diversas tecnologias associadas às ER,

5.5.3 *Recursos financeiros*

O IF Sertão-PE, enquanto uma instituição de ensino pública federal, depende, exclusivamente, do aporte financeiro do Governo Federal. Assim, cabe aos gestores administrar tais recursos, nem sempre suficientes, para manutenção da estrutura e cursos já existentes. Um novo curso de uma formação profissional, até então inédita no país, acaba por gerar um desconforto

natural para os gestores. O receio vem de uma eventual demanda por novos laboratórios, equipamentos, acervo bibliotecário e, eventualmente, novos professores, haja vista, a necessidade do provimento do código de vaga e um concurso público.

Neste ponto, o PRONATEC foi determinante para a viabilização da oferta das primeiras turmas do curso técnico em SER. O programa não previa aporte de recursos para investimento, ou seja, infraestrutura de salas, laboratórios ou equipamentos seria uma contrapartida da instituição proponente do curso. Contudo, havia a disponibilidade para despesas de custeio, como materiais consumíveis dos laboratórios, despesas com locação e recursos para o pagamento de bolsas para professores, apoio administrativo e auxílio estudantil.

Os recursos financeiros do PRONATEC serviram como elemento motivador para que os professores efetivos do IF Sertão-PE aderissem ao projeto. Contudo, a disponibilidade dos professores efetivos para as aulas não poderia concorrer com as demandas institucionais e dos cursos regulares pré-existentes, bem como, deveria ser exercida fora de seu horário de trabalho oficial, com um limite máximo de 20 h semanais.

Os recursos permitiram, ainda, que professores, não pertencentes ao quadro permanente do IF Sertão-PE, pudessem ser contratados, temporariamente. Foi necessário a contratação externa para atender 25% da carga horária do curso, essencialmente, pela indisponibilidade dos servidores permanentes de assumirem disciplinas no período, ou no horário, demandado na ocasião.

Para os estudantes, o auxílio proporcionado pelo programa foi considerado necessário e relevante, uma vez que, tipicamente, dos alunos matriculados do campus 60,4% declara renda familiar igual ou inferior a 1 salário mínimo do País, enquanto apenas 1,7% admite uma renda familiar superior a 3 salários mínimos (IF SERTÃO, 2018).

Por outro lado, o mesmo recurso causou desconforto em alguns servidores, que eventualmente se recusaram a atender esse público específico por não estarem recebendo bolsa. Havia, até certo ponto, um preconceito velado aos alunos do projeto por parte de outros estudantes, e mesmo por servidores do IF Sertão-PE, tendo em vista, serem facilmente identificados por conta do

fardamento do PRONATEC, assim como, o “privilégio” de receberem os referidos auxílios. Estas situações pontuais foram contornadas após a intervenção da coordenação adjunta e supervisão técnica, através do diálogo e explicação das condições do programa.

Os recursos do programa não foram disponibilizados em sua totalidade no início do projeto, eram feitos repasses parciais e regulares que dependiam da disponibilidade financeira do Governo Federal, assim, houveram casos de atrasos de repasse para professores, apoio administrativo e, em menor frequência, para os estudantes. As ocorrências que, eventualmente, exigiram a suspensão das atividades por alguns dias, ou semanas, não foram suficientes para impactar nas datas, originalmente, previstas para a conclusão das turmas.

5.5.4 *Processo ensino aprendizagem*

Um ponto relevante, para o bom andamento do curso, foi a visão holística e o acompanhamento da supervisão técnica. Habitualmente, promoveu-se uma reunião entre a supervisão técnica e o então professor de cada disciplina que estivesse iniciando. Além da documentação de praxe como plano de disciplina e procedimentos administrativos, o momento permitia uma explanação, pelo supervisor técnico, a respeito do perfil profissional desejado ao final do processo. Os professores, no entanto, tinham autonomia para condução de suas disciplinas e tinham à disposição não somente o suporte direto da supervisão técnica, mas dos demais setores do Campus Petrolina.

Desta forma, reitera-se que seja adotado como uma boa prática educacional, que a supervisão técnica, ou coordenação do curso técnico em SER, seja exercida inicialmente por um professor que tenha a visão mais abrangente possível da área e, sobretudo, a manutenção de um canal de comunicação livre e efetivo entre supervisão, professores e alunos.

5.5.5 *Aulas fora da sala*

Outra prática pedagógica positiva adotada no curso foram as aulas externas ao ambiente formal da sala de aula, bem como, as visitas técnicas. Tais atividades proporcionam complementaridade às aulas teóricas e práticas em

laboratório. Permitem ao aluno observar o ambiente real de trabalho, e conhecer parte da experiência adquirida por aqueles profissionais que já atuam na área. Por sua vez, os professores também aprimoraram seus conhecimentos sobre o assunto abordado na visita, bem como, adequar a abordagem dos conteúdos de sua disciplina à real demanda do mercado.

As visitas tiveram o apoio da administração do Campus Petrolina, através da disponibilização de ônibus e eventuais despesas com diárias para servidores não inseridos no projeto. Inclusive algumas visitas técnicas foram realizadas em conjunto com outras turmas do curso técnico em Eletrotécnica, promovendo não somente a interação técnica, mas social.

As visitas técnicas, em geral foram propostas e articuladas pelo supervisor técnico, no entanto, a partir do experimento, recomenda-se como boa prática educacional que, as visitas técnicas podem ser sugeridas por qualquer professor do curso, devidamente acompanhada dos objetivos e justificativas. O supervisor técnico, por sua vez, deve fazer uma avaliação e recomendação para uma eventual, integração de disciplinas distintas da que originou a solicitação. A expectativa é do aproveitamento otimizado de recursos pela natureza transdisciplinar dos empreendimentos e o curso técnico em SER.

5.5.6 *O estágio supervisionado*

O estágio é uma oportunidade de aprendizagem ainda mais relevante que as visitas técnicas pois, permite que o aluno vivencie o mercado de trabalho, enquanto ainda está em formação. A possibilidade deste estagiário vir a ser aproveitado como funcionário regular após a conclusão do curso é elevada.

No IF Sertão-PE é tradicional a exigência do estágio supervisionado obrigatório, a partir do cumprimento de pelo menos 50% da carga horária do curso técnico, com duração não inferior a 400 h. Todavia, ao ser proposta a matriz curricular do curso técnico em SER, foi incluído a exigência de um estágio supervisionado obrigatório de 200 h, já antecipando uma dificuldade maior de encaminhamento para estágio, considerando-se tratar de um curso inédito na região. Ao contrário do planejado, não foram ofertadas vagas para estágio em empresas que fossem viáveis para a participação dos estudantes. Os mesmos

tiveram que estagiar no próprio Campus Petrolina, para que essa exigência fosse cumprida.

O estágio supervisionado é interessante, deve ser incentivado pela instituição de ensino, porém, a oferta de vagas pelas empresas é um externalidade que foge ao alcance da escola. De acordo a LDB, o estágio supervisionado somente é obrigatório se, assim, estiver explicitado no projeto de curso. Desta forma, recomenda-se que por ocasião da construção, ou reformulação do PPC de um curso técnico em SER, a obrigatoriedade do estágio seja removida. No entanto, recomenda-se que a carga horária de 200 h possa ser cumprida por atividades complementares de acordo com a oportunidade e disponibilidade dos estudantes. Como sugestão as atividades podem ser:

- a) estágio supervisionado não obrigatório, contudo, dentro das normas institucionais e a Lei do estágio;
- b) apresentação de um trabalho de conclusão de curso (TCC);
- c) projetos integradores ao final de cada período letivo, ou itinerário formativo;
- d) participação em cursos de qualificação complementares;
- e) envolvimento em projeto social ou voluntariado;
- f) participação em projetos de inovação tecnológica;
- g) participação em projetos de extensão;
- h) participação em projetos de pesquisa;
- i) outras atividades que o colegiado do curso considere relevante.

5.5.7 ***Atividades de extensão***

O projeto de bombeamento FV cumpriu o caráter didático para as atividades no curso, no entanto, nem todos os objetivos iniciais foram alcançados. Não foi elaborada a cartilha proposta e, as oficinas, inicialmente planejadas foram substituídas por explanações aos eventuais visitantes. A atividade em si, bem como, os ensaios realizados em ambiente aberto e de fácil visualização, para aqueles que transitavam no entorno, chamou a atenção a ponto de despertar, em outros alunos, o interesse pelo tema, apresentando-se como voluntários e candidatos a dar continuidade ao projeto. A relevância do projeto estava na associação da produção de alimentos orgânicos em pequenas

áreas, uso racional da água, aplicação de uma tecnologia moderna e redução de resíduos urbanos pela reutilização de pneus descartados. O projeto rendeu a participação, bem como a publicação nos anais de evento científico como o II Workshop Piauí Solar em Teresina-PI, no ano de 2015 (BORGES NETO *et al.*, 2015).

O aluno bolsista foi o primeiro egresso diplomado do curso, assim como o primeiro a obter o registro no CREA-PE, no entanto, somente em 2018, conseguiu contratação como técnico da concessionária de energia elétrica da Bahia, a COELBA.

Desta forma, considera-se que atividades de extensão para o curso técnico em SER são possíveis e devem ser estimuladas.

5.5.8 Atividades de pesquisa

Este projeto contou com a participação de dois alunos do curso técnico da segunda turma em SER, uma primeira, como bolsista e um segundo como voluntário. A região, cujo o IF Sertão está inserida, apresenta elevado teor de salinidade na água do subsolo. A pesquisa, que utilizou parte do sistema de bombeamento FV do projeto de extensão mencionado, trabalhou a produção de uma cultura associada a produção de biocombustíveis. Apresentou resultados relevantes para o eventual cultivo desta planta na região e, resultou em uma publicação em um periódico indexado denominado Semiárido de Visu (SILVA *et al.*, 2017).

Os alunos que participaram desse projeto, ao concluírem o curso, optaram por não entrar no mercado de trabalho imediatamente, mas prosseguir seus estudos, em nível de graduação no curso Pedagogia da Universidade Estadual de Pernambuco (UPE).

Desta forma, ratifica-se que atividades de pesquisa em um curso técnico em SER são possíveis, e devem ser estimuladas.

5.6 Outros resultados do projeto

Alguns resultados da implantação do curso técnico em SER que extrapolaram, de forma positiva, as expectativas originais do projeto.

5.6.1 *O programa EnergIF*

A experiência realizada pela implantação da primeira turma presencial do curso técnico em SER do Campus Petrolina, rendeu ao autor o convite, no ano de 2015, para fazer parte da formação inicial do Comitê Temático para Energias Renováveis e Eficiência Energética da Secretaria de Educação Tecnológica (SETEC) no MEC. Fizeram parte das primeiras reuniões representantes de Institutos Federais que até então já haviam realizado ações no segmento de ER e eficiência energética, representantes do setor como a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEOLICA), Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO), representantes do MEC e da Agencia Alemã para Cooperação Internacional (GIZ em alemão). Entre os resultados está o lançamento do programa EnergIF, lançado oficialmente em novembro de 2017, no âmbito do Ministério da Educação.

O EnergIF busca tornar possível a aplicação de medidas de melhoria no desempenho energético da Rede Federal, a fim de reduzir as despesas de custeio com energia elétrica; impulsionar a aquisição de equipamentos de geração de energia e para centros de treinamento nas áreas de energia eólica, solar, biogás e eficiência energética; impulsionar a formação profissional e tecnológica em ER e eficiência energética com novos cursos; e fomentar pesquisa, desenvolvimento, inovação e empreendedorismo em ER e eficiência energética na RFECT.

São expectativas do programa EnergIF:

- a) contribuir para o aumento da capacidade instalada de energias renováveis no país;
- b) formalizar a criação do Comitê Temático em Energias Renováveis e Eficiência Energética e manter os grupos de trabalho ativos;
- c) instituir o Comitê Consultivo sobre ER e EE com representantes da educação profissional, do governo e do setor produtivo.

No âmbito do programa, docentes foram capacitados e formaram grupos de trabalho, que elaboraram currículos nas áreas específicas de energia eólica, energia solar, biogás, biocombustíveis e eficiência energética. Esses

currículos servem atualmente como base para a estruturação dos novos cursos em todo o país.

Ao final do primeiro semestre de 2018, 139 docentes, de diferentes Institutos Federais e CEFETs, já haviam sido capacitados para atuação como multiplicadores de ER e eficiência energética, com foco na prática, a saber: 49 em eficiência energética, 66 em geração FV, 20 em biogás e 4 em energia eólica.

O IF Sertão-PE, em 2019, conta dois representantes docentes em cada um dos 6 grupos de trabalho no âmbito do EnergIF.

5.6.2 *Outros cursos técnicos em SER no país*

Os Institutos Federais têm autonomia para construção das matrizes presencias em SER, a experiência do IF Sertão-PE pode ser compartilhada na Rede Federal e serviu como referência para implantação de novas turmas pelo país. Estão distribuídos na Tabela 8, os cursos presenciais em funcionamento no país no mês de janeiro de 2019 (RFPCT, 2018; IF BA, 2018, CEFET RJ, 2018).

Tabela 8- Cursos presenciais de técnico em SER- 2018

Instituição	UF	Campus	Modalidade	Início	Anos
IF SUL	RS	Santana do Livramento	Subsequente	2014	2
IF SUL	RS	Santana do Livramento	Integrado	2015	4
IF FARROUPILHA	RS	Jaguari	Integrado	2016	3
IF FARROUPILHA	RS	Jaguari	Subsequente	2016	2
IF FARROUPILHA	RS	CR Santiago	Subsequente	2018	2
IF BA	BA	Lauro de Freitas	Subsequente	2018	2
CEFET RJ	RJ	M ^a da Graça	Subsequente	2018	2
IF CE	CE	Juazeiro do Norte	Integrado	2019	3

Fonte :elaborado pelo autor (RFPCT, 2018; IF BA, 2018, CEFET RJ, 2018, IF CE, 2019).

Entre os novos cursos presenciais de técnico em SER ofertados, a partir de 2014, apenas o do IF CE com início em 2019 encontra-se no interior da região Nordeste, uma vez que, o do IF BA é ofertado na região metropolitana de Salvador.

5.6.3 ***Graduação e pós-graduação no Campus Petrolina***

Como consequência das atividades de divulgação proporcionadas pelo curso técnico em SER, estudantes do curso de Licenciatura em Química demonstraram interesse no tema e, assim, foram conduzidos dois novos projetos de PIBIC, são eles:

- a) Tema: produção artesanal de biodiesel. Período de 2015 a 2017. Orientação pelo autor. Resultado: publicação de um capítulo de livro (BORGES NETO, *et al* 2018);
- b) Tema: produção de girassol por bombeamento fotovoltaico para análise de biomassa. Co-orientação do autor. Resultado: publicação em anais de congresso (SILVA *et al*, 2018).

Já em nível de pós-graduação, foi introduzida e ofertada a disciplina Meio Ambiente, Energia e Sustentabilidade no curso de pós-graduação *lato sensu* em Tecnologia Ambiental e Sustentabilidade nos Territórios Semiáridos.

Encontra-se em fase de estudo e planejamento a oferta de novas turmas do curso técnico em SER, bem como, a implantação de uma especialização pós-técnica, cursos de formação Inicial e Continuada (FIC), um curso de graduação em ER, bem como, a oferta de cursos de pós-graduação *lato sensu* em ER, Sistemas FV e Eficiência Energética. Há ainda, a possibilidade de oferta de disciplinas eletivas com temas em ER, para os cursos de licenciatura ofertados pelo Campus Petrolina.

5.7 ***Uma nova matriz curricular***

A experiência na implementação das primeiras turmas de curso técnico em SER no Brasil, após avaliação com professores e alunos, e empresas no setor, permitiu, ao autor da presente tese, a elaboração de uma nova matriz curricular, que pode ser utilizada como referência em novas turmas do curso

técnico em SER do IF Sertão-PE, outras instituições no país e mesmo no exterior. A matriz sugerida está disposta na Tabela 9.

Em termos gerais, buscou-se uma matriz curricular que abrangesse maior número de tecnologias de ER possíveis, mas com uma formação básica em eletricidade que garantisse uma maior empregabilidade. A diferença para a matriz curricular do curso técnico em Eletrotécnica do Campus Petrolina é de 11 disciplinas, ou 450 h. A saber: mecânica técnica, mecânica dos fluidos, princípios da termodinâmica, meteorologia básica, energia hidráulica, máquinas térmicas, energia SFV, energia Heliotérmica, energia eólica, biogás e biocombustíveis.

Tabela 9– Sugestão de matriz curricular do curso Técnico em SER

Disciplinas	Carga
--------------------	--------------

Módulo 1

Desenho Técnico	60
Eletromagnetismo	30
Inglês Instrumental	30
Segurança no Trabalho	30
Matemática Aplicada	30
Português Instrumental	30
Eletricidade CC	60
Meio Ambiente	30
subtotal 300 h	

Módulo 02

Mecânica técnica	60
Inovação tecnológica e empreendedorismo	30
Eletricidade CA	60
Transformadores	30
Princípios da termodinâmica	30
Mecânica dos Fluidos	30
Meteorologia Básica	30
CAD	30
subtotal 300 h	

Módulo 03

Máquinas Elétricas	60
Prática de Instalações Elétricas	60
Eletrônica	60
Máquinas Térmicas	30
Planejamento e Controle da Manutenção	30
Instalações Elétricas Prediais	60

Disciplinas	Carga
	subtotal 300 h
<i>Módulo 04</i>	
Energia Hidráulica	60
Energia Heliotérmica	30
Biogás	30
Biocombustíveis	30
Energia Solar Fotovoltaica	60
Energia Eólica	60
Eficiência Energética	30
	subtotal 300 h
	total 1.200 h

Fonte: elaborado pelo autor

O conteúdo da disciplina Ética e Cidadania, removida da matriz proposta, pode ser trabalhada como tema transversal e abordada ao longo do curso, com inserção do tema nas demais disciplinas.

Foram introduzidas novas disciplinas à matriz curricular meteorologia básica, e planejamento e controle da manutenção.

Foram reajustadas as cargas horárias para as disciplinas de máquinas térmicas e máquinas elétricas;

Dividiu-se as disciplinas de biomassa em biogás e biocombustíveis, bem como a de instalações elétricas, que passa a ter uma carga horária específica de prática.

Uma possibilidade real aos cursos técnicos é a certificação parcial de alunos, sobretudo daqueles que não integralizam o curso. A partir da matriz curricular, seleciona-se um conjunto de disciplinas que, ao serem concluídas, podem ser utilizadas na composição um certificado profissional em nível de artífice, como exemplo: eletricista, montador de sistemas FV e instalador de sistemas de aquecimento solar.

5.8 Considerações do capítulo

No presente capítulo, foram discutidos os resultados obtidos a partir da implantação e avaliação do primeiro curso técnico em SER presencial do país, oferecido na região semiárida do Nordeste pelo IF Sertão-PE. Buscou-se à

medida que os resultados foram analisados, apresentar sugestões para o aprimoramento do tópico. Após a sugestão de uma matriz curricular de referência, foram incluídos os resultados relevantes, não previstos, obtidos pela iniciativa da oferta pioneira do curso técnico em SER.

Foram apresentados no capítulo, os elementos motivadores e justificativas para oferta de um curso técnico em SER, no IF Sertão-PE, na cidade em Petrolina-PE.

Foram descritas ainda as bases da elaboração da matriz curricular, bem como, a condução de três turmas integralizadas entre os anos de 2013 a 2017.

6 CONCLUSÃO

A formação e disponibilidade de profissionais especializados são fundamentais para a consolidação de políticas de inserção das ER na matriz energética de qualquer país. O sucesso na implantação de novas tecnologias de ER demanda o envolvimento da comunidade alvo, adicionalmente, instituições de ensino profissional podem auxiliar, de forma significativa, nesse processo. A oferta de cursos técnicos na área de ER permite não somente a formação de profissionais para este segmento de mercado, mas propagadores dessas tecnologias.

A Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica brasileira apresenta, em função de sua expertise e distribuição no território nacional, condições favoráveis para esta finalidade. Esta participação pode se dar inclusive nos projetos de cursos de formação de professores, inserindo disciplinas específicas, ou ainda, como tema transversal contextualizando com sua área de atuação.

O planejamento e implantação de um curso técnico em SER foi um desafio, haja vista a pouca disponibilidade de informações registradas na literatura científica, bem como a ausência de experiências no Brasil, considerando a inclusão apenas em 2012 da profissão no catálogo nacional de cursos técnicos do Ministério da Educação.

Soma-se ao ineditismo da proposta, a oferta do primeiro curso presencial em SER ter ocorrido na região semiárida do Nordeste do Brasil, espaço historicamente desfavorecido em função do clima. No entanto, nesta mesma região, há registro de elevado crescimento na aplicação de tecnologias de ER, em especial, a solar FV e a energia eólica.

O pioneirismo da oferta trouxe mais que desafios, proporcionou aprendizado. No entanto, o curso em SER foi possível a partir da conjunção de fatores oportunos como os recursos do PRONATEC, a experiência e disponibilidade dos docentes e o interesse e apoio da administração do Campus Petrolina do IF Sertão-PE.

Verificou-se, a partir das avaliações realizadas, que o planejamento e implementação do primeiro curso técnico em SER, modalidade presencial, do Brasil alcançaram os objetivos propostos e as metas traçadas. Como destaque,

o curso em SER contribuiu na ampliação da oferta de ensino técnico em ER, em especial na Região Nordeste; com a diplomação e, consequente, disponibilização de 37 técnicos diplomados no mercado de trabalho.

As mensagens positivas deixadas por professores e egressos, em suas avaliações gerais sobre o curso ratificam o objetivo alcançado, bem como servem de incentivo para a continuação da oferta. As avaliações sobre temas específicos permitiram a construção pelo autor de uma nova matriz curricular de referência, que pode ser utilizada na elaboração de projetos pedagógicos de novos cursos técnicos de sistemas de ER no Brasil ou em outros países.

Entre os pontos investigados, a permanência e o êxito do curso é um tema que vem à tona e revela-se como acentuado nos cursos de formação profissional. Por vezes, a imaturidade dos estudantes acaba por interferir nesse parâmetro. Adicionalmente, o retorno financeiro é uma variável importante para o jovem estudante na escolha de sua carreira. A dedicação de dois anos a um curso ainda desconhecido pela sociedade acaba por ser um desafio que exige paciência e dedicação. Entretanto, as próprias características interdisciplinares e transversais das ER permitem o exercício desse profissional em áreas distintas, porém relacionadas, como eletricidade e mecânica.

Um ponto relevante que merece ser discutido no Brasil: a supervalorização da carreira profissional de ensino superior em detrimento da formação técnica em ensino médio. Os jovens estudantes que escolhem a modalidade de ensino técnico integrado, ou concomitante, raras exceções, pretendem trabalhar como técnicos. Em sua maioria esmagadora buscam nos Institutos Federais, a qualidade superior no ensino público e gratuito ofertado nessas unidades que, melhoram sobremaneira, as chances de ingresso na universidade. Muitos ao alcançarem o objetivo de ingresso na universidade, simplesmente, abandonam o curso técnico. O desejo de ser ter um curso superior é compartilhado, e alimentado, por amigos, familiares e, até mesmo, por professores do ensino médio.

Há de certa forma, no país, um preconceito em desfavor da formação técnica, que precisa ser combatido, com a devida promoção e reconhecimento desse segmento profissional. Atividades de extensão e de pesquisa, tradicionalmente, conduzidos em universidades, são possíveis e recomendados, haja vista, a realização de ambas durante a realização da experiência desta tese.

Todos os alunos envolvidos, nas atividades de pesquisa e extensão, concluíram o curso com rendimento acima da média e foram os primeiros, de suas respectivas turmas, a receberem o diploma de técnico em SER.

A experiência descrita no presente trabalho ofereceu indicadores de como podem ser conduzidos cursos técnicos em sistemas de ER no Brasil ao divulgar e compartilhar ações de políticas públicas conduzidas no âmbito do Ministério da Educação.

O reforço nas políticas de programas de formação profissional em ER deve ser permanente através da divulgação dos cursos, aporte de recursos para laboratórios, incentivo à pesquisa, à extensão, à publicação de textos e livros em linguagem acessível aos respectivos níveis de ensino.

Reitera-se a necessidade de uma maior divulgação entre as empresas do setor, através da promoção de eventos, palestras e *workshops* com a presença de profissionais e investidores. É necessário procurar conhecer junto aos empreendedores em ER quais as habilidades específicas dos profissionais que melhor atendam às demandas.

São sugestões para o prosseguimento da pesquisa:

- a) a investigação comparativa com outras modalidades da oferta dos cursos técnico em SER, como o ensino médio integrado, e o PROEJA;
- b) a proposição de itinerários formativos que permitam a certificação parcial dos alunos;
- c) a elaboração do rol de atividades complementares substitutivas à carga horária antes destinada ao estágio obrigatório;
- d) a adaptação de até 20% da carga horária do curso na modalidade EaD;
- e) estudo comparativo das experiências dos demais cursos de SER ofertados no país.

PUBLICAÇÕES

Periódicos:

BORGES NETO, M. R.; CARVALHO, P. C. M; COSTA, R. M. C. Implementation and evaluation of the first technical course in renewable energy systems in Brazil. **IEEE ACCESS**, v. 7, p. 46538- 46549, 2019.

SILVA, R. C. B.; SANTANA, G. S.; LEITE, R. L.; BORGES NETO, M. R.; COELHO, F. J. S.; MONTEIRO, G. S. Emergência de sementes de Girassol (*Helianthus annuus*) sob estresse salino. **SEMIÁRIDO DE VISU**, v. 5, p. 80-87, 2017.

Eventos científicos

BORGES NETO, M. R. Capacitação profissional para a Nova Geração do Biogás necessidades da Industria. **Palestras...Seminário Técnico Nova Geração do Biogás**. São Paulo: ABIOGAS, 2018. 09 de maio de 2018.

BORGES NETO, M. R.; SILVA, R. C. B.; COELHO, F. J. S.; SILVA, M. A. A. E.; BORGES, T. S. H. Caracterização do girassol para biomassa. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2018, Gramado. **Anais... do VIICBENS**, 2018.

BORGES NETO, M. R.; COELHO, F. J. S; COSTA, R. M.; SILVA, P.; LOPES, L. C. N. Ensino Técnico em Energias Renováveis no Semiárido Brasileiro. In: **Anais...VI Congresso Brasileiro de Energia Solar**, 2016, Belo Horizonte. VI CBENS, 2016.

BORGES NETO, M. R.; COELHO, F. J. S; LOPES, L. C. N.; SILVA, P.; COSTA, R. M. Qualificação Profissional em Energia Solar no Semiárido Brasileiro. **Anais...II Workshop Piauí Solar e I Seminário de Pesquisa em Energia Solar**. Teresina, 2015.

BORGES NETO, M. R.; ROBERTO NETO, J.; LOPES, L. C. N.; SILVA, P.; SILVA, R. C. B. Horta Urbana Irrigada por Bombeamento Fotovoltaico. **Anais...do II Workshop Piauí Solar e I Seminário de Pesquisa em Energia Solar**, Teresina, 2015.

Capítulo de livro:

BORGES NETO, M. R.; OLIVEIRA, M. F.; SILVA, R. C. B.; LIMA JUNIOR, G. V.; MONTEIRO, G. S. Estudo para produção artesanal de biodiesel. **Impacto das Tecnologias nas Ciências Exatas e da Terra**. 1 ed. Ponta Grossa: Atena, v. 1, p. 91-96, 2018.

REFERÊNCIAS

- ABRADEE. Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica. **O que é um leilão de energia?** Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-eletro/leiloes-de-energia>> acesso em: 22 de julho de 2018.
- ACIKGOZ, C. Renewable energy education in Turkey. **Renewable Energy**, v. 36, p. 608-611, 2011.
- ABRAPCH. Associação Brasileira de Pequenas Centrais e Centrais Geradoras Hidrelétricas. **O que são PCHs e CGHs.** Disponível em: <<http://www.abrapch.org.br/pchs/o-que-sao-pchs-e-cghs>> acesso em: 20 de julho de 2018.
- ALAWIN, A. A.; RAHMEH, T. A.; JABER, J. O.; LOUBANI, S.; DALU, S. A.; AWAD, W.; DALABIH, A. Renewable energy education in engineering schools in Jordan: existing courses and level of awareness of senior students. **Renewable Sustainable Energy Review**, n.65, p. 308–18, 2016.
- ANDRADE, C. T. C.; PONTES, R. S. T. Economic analysis of Brazilian policies for energy efficient electric motors. **Energy Policy**, n. 106, p. 315–325, 2017.
- ANEEL. Agencia Nacional de Energia Elétrica. Resolução N° 652, de 9 de dezembro de 2003.
- ANEEL. Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Cadernos Temáticos da ANEEL: Mini e microgeração distribuída- sistema de compensação de energia elétrica.** Brasília-DF, 2 ed., p. 34, 2016.
- ANEEL. Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Aprovado o valor das cotas do PROINFA 2018.** Disponível em:<http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/id/16052548> acesso em 22 de dezembro. 2017.
- ANP. Agencia Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. **Produção e fornecimento de biocombustíveis.** Disponível em:<<http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis?view=default>> acesso em 22 de julho de 2018.
- ASEAN. Association of Southeast Asian Nations. **About ASEAN.** Disponível em:<<http://asean.org/asean/about-asean/overview/>> acesso em: 25 de julho de 2018.
- BAILLIE, C.; DOUGLAS, E. P. Confusions and Conventions: Qualitative Research in Engineering Education. **J. Eng. Educ.**, n.103, p. 1-7, 2014.
- BENCHIKH, O. Global renewable energy education and training programme (GREET Programme). **Desalination**, n.141, p. 209-221, 2001.

BHATTACHARYA, S. C. Renewable energy education at the university level. **Renewable Energy**, n. 22, p. 91-97, 2001.

BOJIC, M. Education and training in renewable energy sources in Serbia and Montenegro. **Renewable Energy**, n. 29, p. 1631-1642, 2004.

BORREGO, M.; DOUGLAS, E. P.; AMELINK, C. T. Quantitative, Qualitative, and Mixed Research Methods in Engineering Education. **Journal of Engineering Education**, n. 98, p. 53-66, 2009.

BORGES NETO, M. R.; CARVALHO, P. C. M.; CARIOCA, J. O. B.; CANAFÍSTULA, F. J. F. Biogas/photovoltaic hybrid power system for decentralized energy supply of rural areas. **Energy Policy**, n. 38, p.4497–4506. 2010.

BORGES NETO, M. R.; ROBERTO NETO, J.; LOPES, L. C. N.; SILVA, P.; SILVA, R. C. B. Horta urbana irrigada por bombeamento fotovoltaico. Em **anais...II workshop Piauí Solar e I seminário de Pesquisa em Energia Solar**, 2015, Teresina, 2015.

BORGES NETO, M. R.; OLIVEIRA, M. F.; SILVA, R. C. B.; LIMA JUNIOR, G. V.; MONTEIRO, G. S. Estudo para produção artesanal de biodiesel. **Impacto das Tecnologias nas Ciências Exatas e da Terra**. 1 ed. Ponta Grossa: Atena, v. 1, p. 91-96, 2018.

BRADSHAW, A. Regulatory change and innovation in Latin America: The case of renewable energy in Brazil. **Utilities Policy**, n. 49, p. 156-16, 2017.

CAVALETT, O.; CHAGAS, M. F.; JUNQUEIRA, T. L.; WATANAB, M. D. B; BONOMI, A. Environmental impacts of technology learning curve for cellulosic ethanol in Brazil. **Industrial Crops and Products**, n.106, p. 31–39, 2017.

CEFETRJ. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. **Campus Maria da Graça realiza seleção para cursos técnicos**. Disponível em <http://www.cefet-rj.br/index.php/component/content/article?id=3881> acesso em 10 de agosto de 2018.

CHESF. Companhia Hidrelétrica do São Francisco. **O sistema chesf**. Disponível em <https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/default.aspx> acesso em 01 de agosto de 2018.

COELHO, M. M. Vinte anos de avaliação da educação básica no Brasil: aprendizagens e desafios. **Ensaio: aval.pol.públ.Educ**, v. 16, n. 59, p. 229-258, 2008.

CÔRTE, A. R. **O papel dos Conselhos de Fiscalização Profissional e sua importância para a sociedade** disponível em: <http://www.parlamentoconsultoria.com.br/site/wp-content/uploads/2016/02/O-papel-dos-Conselhos.pdf> acesso em 27 de julho de 2018.

DORE, R. **Evasão e Repetência na Rede Federal de Educação Profissional.** XXXVII REDITEC. Maceio, AL, 2013. Disponível em <<http://www.reditec.ifal.edu.br/arquivos-1/apresentacoes/dia-04-09/Tema%2005%20-%20Evasao%20e%20Repetencia%20na%20Rede%20Federal%20de%20Educação%20Profissional.pdf>> acesso em 24 de abr. de 2017.

DUTRA, R. M.; SZKLO, A. A. Energia Eólica no Brasil: Proinfa e o Novo Modelo do Setor Elétrico. **Anais...** XI Congresso Brasileiro de Energia-CBE. 16-18 agosto. 2006. Rio de Janeiro-RJ, 2006.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética- EPE. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2018- ano base 2017.** Rio de Janeiro, RJ. Maio de 2018a.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética- EPE. **Balanço Energético Nacional 2017- ano base 2016.** Rio de Janeiro, RJ. 2018b.

FARIAS, M.; SEVILLA, M. P. Effectiveness of Vocational High Schools in Students' Access to and Persistence in Postsecondary Vocational Education. **Research in High Education**, n. 56, p. 693–718, 2015.

FOSSATI, M.; SCALCO, V. A.; LINCZUK, V. C. C.; LAMBERTS, R. Building energy efficiency: An overview of the Brazilian residential labeling scheme. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 65, p. 1216–1231, 2016.

GELEGENIS, J. J.; HARRIS, D. J. Undergraduate studies in energy education e A comparative study of Greek and British courses. **Renewable Energy**, n. 62, p. 349-352, 2014.

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas / EAESP / FGV**, São Paulo, Brasil.1995.

HAŠKOVÁ, A.; ZATKALÍK, M. ICT Supported Vocational Training in the Motor-Car Repair Area. **Proceedings...** 2014 IEEE 8th Conference on Application of Information and Communication Technologies. (AICT). 2014.

HAUFF, S. N. A representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Caatinga. **Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento projeto BRA/00/021.** Brasília -DF, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa do semiárido.** Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4>> acesso em: 01 de agosto de 2018.

IRENA. International Renewable Agency -IRENA. **Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2018.** Disponível em :<

<http://irena.org/publications/2018/May/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2018> 2018

IFBA. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia. **Curso Técnico em Sistemas de Energia Renovável**. Disponível em:<<http://portal.ifba.edu.br/lauro-de-freitas/ensino/energia-renovaveis>> acesso em 10 de agosto de 2018.

IFCE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. **Edital N° 8/2019 DI/PROEN/REITORIA-IFCE. Processo Seletivo 2019.1 – Campi de Acaraú, Aracati, Camocim, Juazeiro do Norte, Limoeiro do Norte, Maracanaú e Ubajara**. 2019.

IFPE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. **Projeto Pedagógico de Curso Técnico na Modalidade Ensino a Distância: Técnico em Sistemas de Energia Renovável**. Recife, 2013.

IFSERTÃO-PE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. **Projeto Pedagógico de Curso Técnico na Modalidade concomitante: Técnico em Sistemas de Energia Renovável**. Petrolina, 2013.

IFSERTÃO-PE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. **resolução n° 39 do conselho superior**. Aprovação ad referendum do PPC Técnico em Sistemas de Energia Renovável, concomitante.02 de outubro de 2014.

IFSERTÃO-PE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. Sistema de Apoio à gestão Escolar. **Estatísticas**. Disponível em <<https://sage.petrolina.ifsertao-pe.edu.br/estatisticasold.php>> acesso em 15 de Maio de 2018.

JABER, J. O.; AWAD, W.; RAHMEH, T. A.; ALAWIN, A. A.; AI-LUBANI, S.; DALU, S. A.; DALABIH, A.; AL-BASHIR, A. Renewable energy education in faculties of engineering in Jordan: Relationship between demographics and level of knowledge of senior students'. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**; n. 73, p. 452–459, 2017.

JAIN, P. K.; LUNGU, E. M.; MOGOTSI, B. Renewable energy education in Botswana: needs, status and proposed training programs. **Renewable Energy**; n. 25, p. 115–129, 2002.

JENNINGS, P.; THOMAS, C.; LOYD, B. Issues in renewable energy education. **Australian Journal of Environmental Education**, n. 24, p. 67-73, 2008.

JOSHI, A.; KALE, S. A.; CHANDEL, S.; PAL, D. K. "Likert scale: explored and explained". **British Journal of Applied Science & Technology**, v.7, n. 4, p. 396-403, 2015.

KANDPAL, T. C.; GARG, H. P. Renewable energy education for technicians/mechanics. **Renewable Energy**, n. 14, p. 393-400, 1998.

KANDPAL T. C., BROMAN, L. Renewable energy education: A global status review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 34, p. 300–324, 2014.

KELLY, K., BOWE, B. Qualitative Research in Engineering Education. **Proceedings...** 118th. ASEE Annual Conference and Exposition, Vancouver, Canada, June 26-29, 2011.

LIMA, B. Produção de biodiesel deve ser de 5 bilhões de litros em 2018. Editorial. **Revista Mineração e Sustentabilidade**. 17 de abril de 2018. Disponível em:< <http://revistamineracao.com.br/2018/04/17/producao-de-biodiesel-deve-ser-de-5-bilhoes-de-litros-em-2018>> acesso em :20 de maio de 2018.

LOPES, A. C. P.; OLIVEIRA FILHO, D.; ALTOE, L.; CARLO, J. C.; LIMA, B. B. Energy efficiency labeling program for buildings in Brazil compared to the United States' and Portugal's. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 66, p. 207–219, 2016.

LORD, S. M.; CAMACHO, M. M.; BRAWNER, C. E.; MOBLEY, C., MAIN, J. Have You Ever Wondered Why? Qualitative Research Methods to Investigate Engineering Education. **Proceedings...** 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2017.

MANOCHIOA, C.; ANDRADE, B. R., RODRIGUEZ, R. P.; MORAES, B. S. Ethanol from biomass: A comparative overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 80, p. 743–755, 2017.

MARQUES, F. Impacto no mercado: RenovaBio, uma nova política nacional de biocombustíveis, vai premiar produtores eficientes e promete ampliar a oferta **Revista Pesquisa FAPESP**. Abril, 2018. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2018/04/17/impacto-no-mercado/> acesso em 02 de Julho de 2018.

MEC. Ministério da Educação. **Catálogo Nacional dos Cursos Técnicos**. 2 ed. Brasília .2012

MEC. Ministério da Educação. **Histórico da educação profissional no Brasil**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/centenario/historico_educacao_profissional.pdf> acesso em: 20 de dezembro de 2017a

MEC. Ministério da Educação. **Expansão da Rede Federal**. Disponível em: <<http://redefederal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal>> acesso em 20 de dezembro de 2017b

MEC. Ministério da Educação. **Instituições de cursos superior e cursos cadastrados- E-MEC.** Disponível em: <<http://emece.mec.gov.br>> acesso em 02 de janeiro de 2018a.

MEC. Ministério da Educação. **PRONATEC.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/pronatec>> acesso em 01 de agosto de 2018.

MIN. Ministério da Integração Nacional. **A Região Integrada de Desenvolvimento-RIDE- Petrolina-Juazeiro.** Disponível em:<<http://www.mi.gov.br/regiao-integrada-de-desenvolvimento-do-polo-petrolina-e-juazeiro>> acesso em: 10 de agosto de 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris.** Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>acesso em 20 de julho de 2018.

MME. Ministério das Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal 2026.** Brasília, 2017a.

MME. Ministério das Minas e Energia. **Procel.** Disponível em:<<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD}>> acesso em 01 de dezembro de 2017b.

MME. Ministério das Minas e Energia. **RenovaBio- Instrumentos.** Disponível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/instrumentos> acesso em 20 de julho de 2018c.

MOURA, D. H. Educação Básica e Educação Profissional e Tecnológica: dualidade histórica e perspectivas de integração. **Holos**, Ano 23, v. 2 – 2007.

NAYLORA, R. L.; HIGGINS, M. M. The political economy of biodiesel in an era of low oil prices **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 77, p. 695–705, 2017.

OLIVEIRA, F. C.; COELHO, S. T. History, evolution, and environmental impact of biodiesel in Brazil: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** n. 75, p. 168–179, 2017.

ONS. Operador Nacional do Sistema. **Sobre o SIN.** Disponível em: <<http://ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin#>> acesso em 01 de dezembro de 2017.

ONS. Operador Nacional do Sistema. **Sistema Isolado.** Disponível em: <<http://ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/sistemas-isolados>>) acesso em 20 de julho de 2018.

ONU. Organização das Nações Unidas- ONU A/RES/70/1 **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development.** 21 de outubro de 2015.

ONU. Organização das Nações Unidas- ONU. **Sustainable Development**. Disponível em: <<http://www.un.org/en/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>> acesso em 01 de setembro de 2017.

OTHMAN, M. Y.; SOPIAN, K. Renewable energy education for ASEAN. **Renewable Energy**, n.16, p. 1225-1230, 1996.

PADOIM, E., AMORIM, M. L., Permanência e Abandono do Ensino Técnico Integrado – Instituto Federal de Santa Catarina. **Anais...** do VI Simpósio Nacional de Ciência Tecnologia e Sociedade- ESOCITE.BR- Universidade Federal do Rio de Janeiro-Rio de Janeiro - 14 a 16 de outubro, 2015.

PERSON, L. C. **A cultura do girassol como estratégia de competitividade para o agronegócio regional e nacional: importância para agroenergia e a alimentação**. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Agroenergia) Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. 2012.

PETROLINA terá a primeira usina de biomassa do Nordeste. **Biomassa e bioenergia**, 28 de fevereiro de 2013. Disponível em <<https://www.biomassabioenergia.com.br/imprensa/petrolina-tera-a-primeira-usina-de-biomassa-do-nordeste/20130228-140232-j890>> acesso em 10 de agosto de 2018.

PETROLINA. Prefeitura Municipal de Petrolina. **Lei Municipal 2655, 25 de novembro de 2014. Dispõe sobre o PROGRAMA ECOMONEY, que concede incentivo fiscal no Imposto sobre a propriedade territorial urbana – IPTU, para contribuintes que instalarem equipamentos, painéis solares, aerogeradores ou similares que produzam energia alternativa limpa e dá outras providências** disponível em http://45.76.165.190:8080/cm_pet/sapl/sapl_documentos/norma_juridica/2581_texto_integral acesso em 01 de agosto de 2018.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada; FJP-Fundação João Pinheiro. **Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras**. 120p. 2014 disponível:< <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/download/publication/>> acesso em 02 de fevereiro de 2018.

RFEPCT. Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica. **Plataforma Nilo Peçanha 2018 - ano base 2017**.disponível em:<<https://www.plataformanilopecanha.org/>> acesso em 12 de fevereiro de 2019.

RESENDE, M. L. A., Evasão Escolar no Primeiro ano do Ensino Médio Integrado do IFSULDEMINAS-Campus Machado. **Anais...**35º Encontro Anual da ANPOCS. Caxambu-MG, 2011.

RICO, J. A. P.; SAUER, I. L. A review of Brazilian biodiesel experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 45, p. 513–529, 2015.

RUZISNKY, M.; SMOLA, A.; TAKACS, J.; SALY, V., RUZINSKA, D.; DARULA, I.; HORNIK, V.; KUMA, J.; GASPAROVSKY, D. Renewable at energy the Slovak R&D, education and training technical university. **Proceedings...** WREC 1996, p. 1199-1202, 1996.

SILVA, W. F., Evasão Escolar nos Cursos Técnicos Integrados no IFBA Campus Eunápolis. **Anais...** do 25º Simpósio Brasileiro de Política e Administração da Educação, São Paulo- SP. 26 a 30 de abril, 2011.

SILVA, M. M. A. S. **Pobreza multidimensional: a educação como fator de superação da pobreza no semiárido brasileiro.** 2016. 242 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SILVA, R. C. B.; SANTANA, G. S.; LEITE, R. L.; BORGES NETO M. R.; COELHO, F. J. S., MONTEIRO, G. S. Emergência de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) sob estresse salino. **Semiárido de Visu.** v. 5, p. 80-87, 2017.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **Métodos de pesquisa** / [organizado por] Tatiana Engel Gerhardt e Denise Tolfo Silveira ; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SIMPSON, Z.; VAN RENSBURG, N. J. Capstone Design: A Vehicle to Explore Landscapes of Practice in Engineering Education. **Proceedings...** 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) 17-20 April 2018

SOORIYAARACHCHI, T. M.; TSAI, I.; KHATIB, S. E.; FARID, A. M. Job creation potentials and skill requirements in, PV, CSP, wind, water-to-energy and energy efficiency value chains. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 52, p. 653–668, 2015.

SOUSA e SILVA, R. D. D; OLIVEIRA, R. C.; TOSTES, M. E. L. Analysis of the Brazilian Energy Efficiency Program for Electricity Distribution Systems. **Energies**, n. 10, p. 1391; doi:10.3390/en10091391, 2017.

STRADIOTTO, N. R. **Produção de energia a partir de biomassa (Bioenergia).** WORKSHOP EM ENERGIAS RENOVÁVEIS – UNESP, São Paulo, 4 de julho de 2017. Disponível em:<
<https://slideplayer.com.br/slide/12465238/>> acesso em 20 de julho de 2018.

TROTSKOVSKY, E.; RAVEH, I.; SABAG, N. Mathematical vs. engineering understanding: engineering educators' perspective. **Proceedings...** 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBA- UNIFEI. **Mestrado em Energia.** Disponível em: <<https://unifei.edu.br/mestrado-engenharia-energia/>> acesso em 27 de maio de 2018.

UDOP- União do Produtores de Bioenergia. **Mapas**. Disponível em: <http://udop.com.br/index.php#> acesso em 15 de julho de 2018.

USINA de biogás em Petrolina (PE). **Biomassa e Bioenergia**, 11 de agosto de 2011. Disponível em < <https://www.biomassabioenergia.com.br/imprensa/usina-de-biogas-em-petrolina-pe/20110811-094721-o005>> acesso em 10 de agosto de 2018.

VIEIRA, N. D. B, NOGUEIRA, L. A. H., HADDAD, J. An assessment of CO₂ emissions avoided by energy-efficiency programs: A general methodology and a case study in Brazil. **Energy**, n. 142, p. 702-715, 2018.

WU, Y.; ZHAO, F.; LIU, S.; WANG, L.; QIU, L; ALEXANDROV, G.; JOTHIPRAKASH, V. Bioenergy production and environmental impacts. **Geoscience Letters**; n. 5, p. 14, 2018.

ZOGRAFAKIS, N.; MENEGAKI, A. N.; TSAGARAKIS, K. P. Effective education for energy efficiency. **Energy Policy**, n. 36, p. 3226– 3232, 2008.

APENDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS DO IFSERTÃO-PE

Texto de abertura

Prezados alunos,

Este questionário faz parte de uma pesquisa avaliativa sobre o curso técnico em energias renováveis. Suas respostas serão úteis para auxiliar na reformulação do curso, bem como, promover essa formação profissional entre as empresas com potencial para contratação.

Sejam sinceros, as respostas individuais ficarão sob sigilo. Atenciosamente,
Prof. Rangel.

Identificação:

Endereço de e-mail:

Nome:

Telefone para contato:

Qual turma você ingressou no IFSertão- () manhã () tarde ()noite

Você concluiu o curso: () sim; () não

Caso a resposta fosse não:

Escolhi o curso pois:

() era o único disponível; () meus pais sugeriram; () meus colegas sugeriram; já sabia do potencial de crescimento da profissão; () foi puro acaso.

Não terminei o curso pois:

() é muito difícil; () precisei mudar de cidade; () precisei trabalhar; () não gostei da área; () não gostei dos professores; () não gostei das instalações.

Você gostaria de retomar o curso: () sim e () não

Comentários e sugestões:

Caso a resposta fosse sim:

Escolhi o curso pois:

() era o único disponível; () meus pais sugeriram; () meus colegas sugeriram; () já sabia do potencial de crescimento da profissão; () foi puro acaso.

Você está trabalhando na área?

() estou procurando emprego na área; () estou procurando emprego em qualquer área; () estou fazendo outro curso técnico na mesma área; () estou fazendo curso técnico em outra área; () estou fazendo curso superior na mesma área; () estou fazendo curso superior em outra área; () trabalho como autônomo na área.

Pretende continuar trabalhando na área de energias renováveis? () sim () não
Você gostaria de fazer novos cursos de aperfeiçoamento na área? () sim () não
Você pretende fazer graduação na área? () sim () não

Sobre as oportunidades de trabalho:

() A oferta de emprego tem sido alta; () A oferta de emprego é muito baixa;
() É rara para mim pois sou mulher; () Difícil pois as empresas não conhecem
essa formação profissional

Você já solicitou seu registro no CREA? () sim; () não, pois ainda não tive
recurso financeiro ainda; () não, pois não pretendo atuar na área

Comentários e Sugestões:

APENDICE B- ROTEIRO DE ENTREVISTA COM DICENTES E DOCENTES

Discente

1. Você está trabalhando com energia?
2. O CTSER foi importante para você?
3. O SER foi determinante/fez diferença no emprego?
4. Quais disciplinas você considerou a mais difícil?
5. Qual/quais disciplinas você acredita ser(em) dispensável(is)?
6. Alguma delas poderia ou deveria ter uma carga horária maior?
7. No geral o curso foi positivo para você?

Docente

1. Disciplina(s) que ministrou?
2. A carga horária está adequada?
3. Você precisou estudar / se preparar para a disciplina?
4. Havia material didático disponível na biblioteca?
5. Você precisou desenvolver material didático próprio?
6. Quanto atividades práticas? Existiu?
7. Como você avalia a infraestrutura? Satisfatório? Pode melhorar
8. Com respeito aos alunos como você avalia:
 - Interesse;
 - Conhecimentos prévios;
 - Aproveitamento na disciplina;
9. Como você avalia o curso de uma forma geral?